Stiftung Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, Bremerhaven

Verbreitung mesopelagischer Fische an topographischen Strukturen im Nordost-Atlantik

Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades des Fachbereichs Biologie der Universität Hamburg

> vorgelegt von Christian Pusch Hamburg 2004

Genehmigt vom Fachbereich Biologie der Universität Hamburg auf Antrag von Herrn Professor Dr. W. NELLEN Weitere Gutachter der Dissertation: Frau Priv.-Doz. Dr. S. SCHIEL

Tag der Disputation: 18. Juni 2004

Hamburg, den 04. Juni 2004



A

Professor Dr. Arno Frühwald Dekan

Zusammenfassung	iv
Summary	vii
1.1 Einleitung	1
1.2 Fragestellung	6
2 Untersuchungsgebiete	7
2.1 Die Porcupine Bank	8
2.1.1 Topographie	8
2.1.2 Hydrographie	9
2.2 Die "Twins" des Mittelatlantischen Rückens	13
2.2.1 Topographie	13
2.2.2 Hydrographie	13
2.3 Die Princess Alice Bank	17
2.3.1 Topographie	17
2.3.2 Hydrographie	17
2.4 Die Atlantis Bank	21
2.4.1 Topographie	21
2.4.2 Hydrographie	
2.5 Die Große Meteor Bank	
2.5.1 Topographie	
2.5.2 Hydrographie	27
3 Material & Methoden	
3.1 Probennahme	
3.1.1 Porcupine Bank	
3.1.2 Mittelatlantischer Rücken (Twins)	
3.1.3 Princess Alice Bank	
3.1.4 Atlantis Bank	
3.1.5 Große Meteor Bank	41
3.2 Fangbearbeitung	43
3.3 Datenanalyse	43
4 Ergebnisse	
4.1 Lokale Aspekte	49
4.1.1 Porcupine Bank	
4.1.1.1 Faunistische Zusammensetzung	
4.1.1.2 Gemeinschaftsanalyse	53

4.1.1.3 Abiotische Faktoren	58
4.1.1.4 Artniveau	59
4.1.1.5 Ökologische Indices	63
4.1.2 Mittelatlantischer Rücken (Twins)	67
4.1.2.1 Faunistische Zusammensetzung	67
4.1.2.2 Gemeinschaftsanalyse	72
4.1.2.3 Abiotische Faktoren	77
4.1.2.4 Artniveau	79
4.1.2.5 Ökologische Indices der horizontalen Struktur	82
4.1.2.6 Ökologische Indices der vertikalen Struktur	85
4.1.2.7 Vertikalverteilung	89
4.1.3 Princess Alice Bank	93
4.1.3.1 Faunistische Zusammensetzung	93
4.1.3.2 Gemeinschaftsanalyse	97
4.1.3.3 Abiotische Faktoren	100
4.1.3.4 Artniveau	100
4.1.3.5 Ökologische Indices	102
4.1.4 Atlantis Bank	104
4.1.4.1 Faunistische Zusammensetzung	104
4.1.4.2 Gemeinschaftsanalyse	108
4.1.4.3 Abiotische Faktoren	114
4.1.4.4 Artniveau	115
4.1.4.5 Ökologische Indices der horizontalen Struktur	119
4.1.4.6 Ökologische Indices der vertikalen Struktur	122
4.1.4.7 Vertikalverteilung	126
4.1.5 Große Meteor Bank	132
4.1.5.1 Faunistische Zusammensetzung	132
4.1.5.2 Gemeinschaftsanalyse	135
4.1.5.3 Abiotische Faktoren	139
4.1.5.4 Artniveau	140
4.1.5.5 Ökologische Indices	142
4.1.6 Zusammenfassende Betrachtung des Einflusses topographischer	Strukturen
auf mesopelagische Fischgemeinschaften	145
4.2 Regionale Aspekte	

4.2.1 Faunistische Zusammensetzung	147					
4.2.2 Einfluss lokaler und regionaler Faktoren						
4.2.3 Latitudinaler Vergleich						
4.2.3.1 Gemeinschaftsanalyse						
4.2.3.2 Umweltparameter	162					
4.2.3.3 Artniveau	164					
4.2.3.4 Ökologische Indices	166					
4.2.3.5 Diversität in Beziehung zur Chlorophyllkonzentration	169					
5 Diskussion	171					
5.1 Methodische Analyse	171					
5.1.1 Fanggeräte	171					
5.1.2 Probennahme	174					
5.2 Faunistische Zusammensetzung	175					
5.2.1 Porcupine Bank	177					
5.2.2 MAR (Twins)	179					
5.2.3 Princess Alice Bank	180					
5.2.4 Atlantis Bank	181					
5.2.5 Große Meteor Bank	181					
5.3 Einfluss der Topographie	182					
5.3.1 Porcupine Bank	182					
5.3.2 MAR (Twins)	185					
5.3.3 Princess Alice Bank	187					
5.3.4 Atlantis Bank und Große Meteor Bank	189					
5.4 Latitudinaler Vergleich	195					
5.4.1 Gemeinschaften	195					
5.4.2 Diversität und Artenzahl	199					
5.5 Schlussfolgerung und Ausblick	202					
6 Literatur						
7 Anhang	216					
Danksagung	225					
Lebenslauf	226					

Zusammenfassung

Im gemäßigten und subtropischen Nordost-Atlantik wurde die mesopelagische Fischgemeinschaft im Bereich von fünf topographischen Strukturen mit pelagischen Netzen beprobt: Dabei handelt sich um die Porcupine Bank im Bereich des Westirischen Schelfabhangs, eine mesoskalige "Felsnadel" am Mittelatlantischen Rücken, die Princess Alice Bank in der Nähe des Inselarchipels der Azoren und zwei Tafelseeberge, die Atlantis Bank und die Große Meteor Bank. Um den Einfluss der topographischen Strukturen auf die Fischgemeinschaft zu untersuchen, wurden stratifizierte Netzfänge in drei verschiedenen bathymetrischen Zonen durchgeführt. Es zeigt sich, dass alle Strukturen einen Einfluss auf die horizontale Verteilung der Fische ausüben, der sich jedoch in Abhängigkeit von der Morphologie, räumlichen Ausdehnung und der minimalen Wassertiefe unterscheidet.

Im Gebiet der Porcupine Bank und des angrenzenden Westirischen Schelfabhangs ist eine Zonierung der mesopelagischen Fischgemeinschaft zu beobachten, wobei die Schelfkante eine Verbreitungsgrenze für ozeanische Fischarten darstellt. Der Tiefenbereich von 200 bis 500 m Wassertiefe ist ein Übergangsbereich (Ökoton) zwischen dem ozeanischen und neritischen Lebensraum, der durch hohe Fangzahlen der pseudoozeanischen Art *Maurolicus muelleri* charakterisiert ist. Die Bereiche mit Wassertiefen > 1000 m sind geprägt durch eine ozeanische Fischgemeinschaft, die von *Benthosema glaciale* dominiert wird.

Die Diversität und Dichte in Fängen über der mesoskaligen Felsnadel im Bereich des Mittelatlantischen Rückens (Twins) unterscheidet sich nicht signifikant von Ozean- und Abhangfängen. Trotzdem wurde über der Felsnadel eine Fischgemeinschaft beobachtet, die von den ozeanischen Stationen durch die höhere Abundanz von *Maurolicus muelleri* abweicht. Die Fischgemeinschaft im Bereich des MAR zeigt in Tag- und Nachtfängen eine deutliche vertikale Stratifikation. Die starke Korrelation der Faktoren Temperatur und Salinität im Vergleich zur abnehmenden Wassertiefe, ist vermutlich mit der geringen räumlichen Ausdehnung der Felsnadel zu begründen.

Die Fänge im Gebiet der Princess Alice Bank sind durch eine ozeanische Fischgemeinschaft geprägt und geben keinen Hinweis auf die Existenz einer Grenzgemeinschaft. Die Dichte und Diversität mesopelagischer Fische ist höher über den tieferen Bereichen der Bank als auf flachen und inselnahen Stationen.

An den Seebergen des "Guyot-Typs" ist keine seebergspezifische mesopelagische Fischgemeinschaft ausgebildet. Über den Abhängen beider Seeberge zeigt sich eine

ausgedünnte ozeanische Fischgemeinschaft. Dichte, Diversität und Artenzahl sind im Vergleich den ozeanischen Referenzstationen signifikant Die zu reduziert. Seebergplateaus stellen lebensfeindliche Habitate für vertikal wandernde Fische dar. Sie sind dort nur durch einzelne Individuen vertreten. Die horizontale Verbreitung mesopelagischer Fische über der Atlantis Bank, scheint durch die artspezifische bathymetrische Vertikalverteilung beeinflusst zu werden. Arten mit einer schwach ausgeprägten Vertikalwanderung treten häufiger über den flachen Plateaus auf als Arten mit intensivem vertikalen Wanderverhalten. Die physikalische Begrenzung des Lebensraums durch die abnehmende Wassertiefe, sowie der erhöhte Prädationsdruck durch benthopelagische Fische werden als Hauptgründe für den beobachteten Ausdünnungseffekt beider Seeberge auf die mesopelagische Fischgemeinschaft diskutiert.

Der großräumige Vergleich zwischen den Untersuchungsgebieten ergibt signifikante Unterschiede in der Artenzusammensetzung und Diversität mesopelagischer Fische auf einem latitudinalen Gradienten von 53° bis 30° N. Die Fischgemeinschaft der Porcupine Bank ist gekennzeichnet durch eine geringe Artenzahl und die Dominanz von Myctophiden mit einem nördlich gemäßigten Verbreitungsmuster. Die Artenzusammensetzung unterscheidet sich deutlich von den südlichen Gebieten, die wesentlich artenreichere Fischgemeinschaften aufweisen. Eine Untergruppe in der Gemeinschaftsanalyse bilden die Fänge des Mittelatlantischen Rückens (Twins) und der Princess Alice Bank, deren Fischgemeinschaften durch Arten mit einem weiten Verbreitungsmuster gekennzeichnet sind. Die größte Ähnlichkeit in ihrer Artenzusammensetzung zeigen die Atlantis Bank und die Große Meteor Bank. Die Fischgemeinschaften beider Seeberge werden durch Arten mit gesamttropischen und subtropischen Verbreitungsmuster dominiert. Generell ist die Ähnlichkeit der mesopelagischen Fischgemeinschaften in den Nachtfängen negativ mit der räumlichen Distanz zwischen den Gebieten korreliert. Ab einer Distanz von 500 km unterscheiden sich die mesopelagischen Fischgemeinschaften signifikant voneinander und ab einer Entfernung von > 2000 km haben sie keine Arten mehr gemeinsam. Die Veränderung der Fischgemeinschaft entlang des räumlichen Gradienten wird vom Verlauf hydrographischer Fronten überlagert. Das Gebiet der Porcupine Bank wird durch die Nordatlantische Strömung beeinflusst, wogegen die Atlantis Bank und die Große Meteor Bank in der südlichen Rezirkulation des Golfstroms liegen. Die Fischgemeinschaften des Mittelatlantischen Rückens und der Princess Alice Bank befinden sich in einem Übergangsbereich zwischen den gemäßigten und den subtropischen Wassermassen und

٧

sind von den südlichen Gebieten durch die Azorenfront getrennt. Die Studie zeigt, dass die Wassermassengrenze für Arten aus südlicheren Gebieten leichter passierbar ist als für Arten, die ihren Verbreitungsschwerpunkt in den nördlichen Gebieten haben. Der Faktor Chlorophyllgehalt kann die großräumige Verbreitung besser erklären als der Breitengrad, die Temperatur und der Salzgehalt. Es besteht eine logarithmisch, lineare Beziehung zwischen der Artenzahl mesopelagischer Fische und den gemittelten Chlorophyllgehalten in oberflächennahen Wasserschichten.

Summary

The mesopelagic fish assemblage in the temperate and subtropical North-Eastern Atlantic was sampled with pelagic trawls in different bathymetric zones of five shallow topographic features: The Porcupine Bank in the area of the Western Irish slope, a mesoscale pinnacle at the Mid Atlantic Ridge (Twins), the Princess Alice Bank in the vicinity of the Azores archipel and two table seamounts (guyots) the Atlantis Seamount and the Great Meteor Seamount. The influence of the topographic features on the horizontal distribution of the fish community is related to the morphology, plateau area and the minimum summit depth. At the Porcupine Bank and the adjacent Western Irish slope a bathymetric zonation of the fish community is obvious. The shelf edge coinciding with the 200 m isobath was a distribution limit for the oceanic species. The slope with depth between 500 to 1000 m represented a transition zone between an oceanic and a neritic community. This ecotone was characterized by high numbers of the pseudoceanic species *Maurolicus muelleri*, while areas with depth > 1000 m were dominated by oceanic species, namely *Benthosema glaciale*. BIO-ENV analysis revealed that water depth is a better abiotic factor to explain the community structure than temperature and salinity.

Samples taken above the pinnacle at the Mid Atlantic Ridge were not significant different from the slope and oceanic stations regarding density and diversity. Nevertheless a different community above the pinnacle was observed characterized by higher abundances of *M. muelleri*. In this area the thermohaline structure of the water column was of higher importance for the fish community compared to the water depth.

The samples taken over the Princess Alice Bank (Azores) were dominated by oceanic species and no boundary community was observed. Density and diversity of midwater fishes was higher in the deeper central parts of the Bank compared to shallower stations and hauls taken close to the islands.

At the seamounts of the guyot type no specific boundary community was identified. Instead a thinned out oceanic community was observed above the slopes of the seamounts. In this area the density, diversity and number of species is significantly reduced compared to the oceanic deep water stations. At the Atlantis Bank the horizontal distribution over the seamount was strongly affected by the species specific vertical distribution. Species with weak diurnal vertical migration behaviour occurred in higher numbers above the shallow plateau depth compared to species with strong migration behaviour.

The study of the large scale distribution showed significant differences in species composition and diversity in different areas along a latitudinal gradient from 53° to 30° N. The community of the Porcupine Bank is characterized by a low species number (19) and is dominated by species with a boreal distribution pattern (namely Benthosema glaciale). Samples taken at the Mid Atlantic Ridge and the Princess Alice Bank were fused by cluster analysis. The fish assemblages in these areas were dominated by species with a widespread distribution pattern. The highest similarity was observed in samples taken at the Atlantis and the Great Meteor Seamount. The assemblage was characterized by tropical and subtropical species (e.g. Ceratoscopelus warmingii, Notoscopelus resplendens). Generally the similarity between communities was negatively correlated with the distance between study sites. Communities with distances greater 500 km differed significantly and areas with distances exeeding 2000 km had no species in common. The change of the community along the spatial gradient is superimposed by the hydrographic features. The Porcupine Bank area is influenced by the North Atlantic current. The Atlantis Seamount and the Great Meteor Seamount are situated in the recirculation of the subtropical gyre. The communities at the Mid Atlantic Ridge and the Princess Alice Bank (Azores) are located in a transition zone between subtropical and temperate watermasses und are separated from the southern areas by the Azores Front. This hydrographic feature is more permeable to southern species than to species with a northern distribution. The environmental variable averaged surface chlorophyll showed a higher correlation with the community structure than latitude, surface temperature and salinity. The chlorophyll concentrations showed a negative relationship with the species number in the area.

1.1 Einleitung

Mesopelagische Fische stellen neben dekapoden Krebsen und Tintenfischen einen wichtigen Bestandteil der Mikronektongemeinschaft des ozeanischen Ökosystems der Weltmeere dar. Sie sind in allen Weltmeeren verbreitet und ihre Gesamtbiomasse wird auf 1 Milliarde Tonnen geschätzt (Gjoesaeter & Kawaguchi 1980). "Meso" bezieht sich auf den pelagischen Lebensraum dieser Fischbiozönose, der sich von der euphotischen Zone (0-100 m Tiefe) bis zur bathypelagischen Zone (> 1000 m Tiefe) erstreckt, in die kein Sonnenlicht mehr eindringt (Salvanes & Kristoffersen 2001). Die meisten mesopelagischen Fische sind klein (2-15 cm Standardlänge) und weisen eine große taxonomische und morphologische Vielfalt auf. Es wurden bisher 30 mesopelagische Fischfamilien beschrieben von denen die Sternoptychidae (49 Arten), Stomiidae (228) und Arten) zu den artenreichsten zählen (Nelson 1994). Viele Myctophiden (235 mesopelagische Fischarten führen charakteristische tagesperiodische Vertikalwanderungen durch (Roe 1974; Clarke 1980; Roe & Badcock 1984; Kinzer & Schulz 1985; Kinzer & Schulz 1988; Watanabe et al. 1999). Dabei steigen die Fische in der Abenddämmerung zur Nahrungsaufnahme aus mesopelagischen Tiefen (200-1000 m) in epipelagische Wasserschichten (0-200 m) auf, um in der Morgendämmerung erneut ihre Tagestiefe aufzusuchen. Diese tagesperiodischen Wanderungen stellen vermutlich eine verhaltensbiologische Anpassung an das reiche Nahrungsangebot in epipelagischen Wasserschichten und dem gleichzeitig erhöhten Prädationsdruck in diesen am Tag lichtdurchfluteten Tiefenbereich dar (Hopkins & Baird 1977; Gartner et al. 1997; Salvanes & Kristoffersen 2001). Mesopelagische Fische haben durch ihre tagesperiodischen Vertikalwanderungen, die Nahrungsaufnahme in epipelagischen Wasserschichten und die Exkretion in mesopelagischen Tiefen einen wesentlichen Anteil am vertikalen Transport von organischem Kohlenstoff (Angel 1989; Longhurst et al. 1990; Angel & Pugh 2000). Mesopelagische Fische leben in einer weiträumigen relativ wenig strukturierten ozeanischen Umwelt, die nur durch die Abhänge der Kontinente, Inseln und Seeberge begrenzt wird (Parin 1986; Reid et al. 1991). Diese topographischen Strukturen sind Erhebungen des Meeresbodens und verändern die Charakteristik des sie umgebenden

Wasserkörpers (Roden 1987; Rogers 1994). Die abnehmende Wassertiefe an den Ozeanrändern schränkt nicht nur die Vertikalwanderung mesopelagischer Organismen ein, sondern wirkt sich auch auf andere Faktoren aus, die ihre Verbreitung ebenfalls beeinflussen, wie z.B. die vertikale Temperatur- und Salzgehaltschichtung, die

Lichtverhältnisse und das Prädationsrisiko durch benthopelagische Fische (Pearcy 1964; Musick 1973; Sedberry & Musick 1978; Hopkins *et al.* 1981; Hulley 1992).

Einige mesopelagische Fischarten sind in ihrem Vorkommen eng an flache topographische Strukturen, wie Seebergen, Schelfabhängen und ozeanische Rücken gebunden (Reid et al. 1991). Diese Arten gehören zu Fischfamilien wie den Sternoptichidae, Phosichthydae, Myctophidae und Melamphaidae, die sich aus Vertretern mit einer primär ozeanischen Verbreitung zusammensetzen (Merrett 1986). Beispiele hiefür sind z.B. Argyripnus spp. (Struhsacker 1973; Parin 1986), Benthosema spp. (Gjoesaeter & Kawaguchi 1980), Magrethia obtusirostra (Badcock 1984a), Diaphus spp. (Nafpaktitis 1968; Nakamura 1970; Kawaguchi & Shimuzu 1978; Nafpaktitis 1978) Idiolychnus urolampus (Nafpaktitis & Paxton 1978) Lampanyctodes hectoris (Hulley & Prosch 1987; Hulley & Lutjeharms 1989; May & Blaber 1989a), Maurolicus muelleri (Clarke 1982), Pollichthys mauli (Grey 1964) Xenodermichthys copei (Merrett 1986). Aufgrund ihrer sekundär erworbenen benthopelagischen Lebensweise werden diese Arten als pseudo-pelagisch (Nafpaktitis 1968) oder pseudo-ozeanisch ("pseudoceanic" sensu Hulley 1981) bezeichnet. Reid et al. (1991) halten diese Bezeichnungen für unpräzise zur Beschreibung dieser spezifischen Fischgemeinschaft, weil zahlreiche dieser landassoziierten Arten wirklich pelagisch (d.h. sie leben vollständig in der Wassersäule weit über dem Meeresgrund) und ozeanisch (d.h. sie leben in einem Wasserkörper seewärtig der neritischen Zone und des Schelfrandes) sind. Die Autoren bezeichnen deshalb die von ihnen beobachtete land-assoziierte Fischgemeinschaft bei Hawaii als mesopelagische Grenzgemeinschaft ("boundary community"). Aufgrund der weiten Verbreitung des Begriffs in der einschlägigen Literatur werden in der vorliegenden Arbeit mesopelagische Fischarten mit einer räumlichen Affinität zu topographischen Strukturen als pseudoozeanisch bezeichnet.

Pseudo-ozeanische Arten profitieren entweder von einem erhöhten Nahrungsangebot als Folge von Auftriebsereignissen und erhöhter Primärproduktion an solchen unterseeischen Strukturen oder einer erhöhten strukturellen Habitatvielfalt. die ihnen der Übergangsbereich zwischen ozeanischem und neritischem Lebensraum bietet (Merrett 1986). In Gebieten mit hoher Primärproduktion können pseudo-ozeanische Arten in extrem hoher Abundanz und Biomasse auftreten. Der obere Schelfabhang in der Arabischen See wird durch hohe Konzentrationen einiger weniger mesopelagischer Fischarten dominiert, z.B. Benthosema fibulatum, B. pterotum und Diaphus spp., deren Biomasse in Fängen mit kommerziellen Netzen bis zu 100 Tonnen/h betragen kann (Gjoesaeter 1984). Über den Schelfabhängen zweier Gebiete der westafrikanischen Benguela Strömung und vor Tasmanien treten die pseudo-ozeanischen Arten *Lampanyctodes hectoris* und *Maurolicus muelleri* in kommerziell nutzbarer Abundanz auf (Hulley & Lutjeharms 1989).

Die Verbreitung mesopelagischer Fische im ozeanischen Lebensraum wurden in den meisten Untersuchungen mit der Temperatur und dem Salzgehalt von Wassermassen in Beziehung gesetzt (Backus et al. 1969; Backus et al. 1970; Krefft 1974; Backus et al. 1977; Hulley 1981; McGinnis 1982; Brandt 1983; Backus 1986). Über den Einfluss abnehmender Wassertiefe auf die horizontale Verbreitung der mesopelagischen Fische existieren bisher relativ wenige Studien (Hopkins et al. 1981; Hulley 1992). Reid et al. (1991)und Benoit-Bird et al. (2001) beschreiben eine pseudo-ozeanische Artengemeinschaft mesopelagischer Fische über dem Abhangbereich der Haiwaiianischen Inselgruppe. Die Ergebnisse von Untersuchungen an Kontinentalabhängen zeigen eine Beziehung der landwärtigen Verbreitung ozeanischer Arten mit der vertikalen Tiefenverteilung dieser Arten in der Wassersäule (Pearcy 1964; Musick 1973; Hopkins et al. 1981; Hulley & Lutjeharms 1989).

Über das Vorkommen mesopelagischer Fischarten im Bereich von Seebergen ist bisher wenig bekannt. Einige Studien beschreiben Aggregationen pseudo-ozeanischer Fischarten an Seebergen im Pazifischen Ozean (Boehlert & Seki 1984; Boehlert *et al.* 1994; Sassa *et al.* 2002) und im Indischen Ozean (Parin & Prut`ko 1985; Parin 1986). Im Gegensatz dazu wurde in anderen Untersuchungen eine Konzentrationsabnahme vertikal wandernder Zooplanktorganismen der Echostreuschicht über flachen topographischen Strukturen beobachtet (Genin *et al.* 1988; Dower 1994; Genin *et al.* 1994). In Übereinstimmung mit diesen Ergebnissen beschreibt Nellen (1973) eine Abnahme der Konzentration mesopelagischer Fischlarven und Weigmann (1974) von Euphausiaceen über dem Plateau der Großen Meteor Bank im Vergleich zum umgebenden ozeanischen Tiefenbereich.

Das Fehlen vertikal wandernder Zooplanktonarten über Seebergplateaus und eine erhöhte Fleckenhaftigkeit ("patchyness") im Zooplanktonvorkommen stromabwärts von Seebergen während bestimmter Tageszeiten ist aus der Literatur als "daily gap formation" bekannt (Genin *et al.* 1988; 1994). Die möglichen Ursachen dafür beruhen auf der Interaktion zwischen den Zooplanktonorganismen, ihren Prädatoren, den vorherrschenden Strömungsverhältnissen und der lokalen Topographie (Boehlert & Genin 1987; Dower & Mackas 1996; Haury *et al.* 2000). Der Mechanismus, der zur Entstehung dieser

Verteilungslücken führt, wurde zuerst von Isaacs & Schwartzlose (1965) untersucht. Ihre "sound scattering layer interception hypothesis" ist wie folgt zu beschreiben: Organismen der Echostreuschicht, die in der Abenddämmerung stromaufwärts des Seebergs in epipelagische Wasserschichten aufsteigen, werden in der Nacht durch Advektionsprozesse über das flache Plateau verdriftet. In der Morgendämmerung wird ihr Abstieg in die angestammte Tagestiefe durch den flachen Meeresgrund blockiert. Die nach dem Auftreffen auf den Boden vermutlich orientierungslosen Organismen sind einem massiven Fraßdruck der dort ansässigen Räuber ausgesetzt (Nellen 1973; Genin et al. 1988; Haury et al. 1995; Fock et al. 2002a).

Eine Grundvorrausetzung zum Verständnis der Verteilungsmuster von Organismen, die in räumlicher Assoziation mit untergetauchten Hindernissen leben, ist die Kenntnis der lokalen Strömungsverhältnisse (Rogers 1994). An Seebergen können eine Vielzahl hydrographischer Strukturen wie Reflektion, Amplifikation und Verzerrung interner Wellen (Eriksen 1982; Eriksen 1985; Eriksen 1991), Amplifikation ganztägiger und halbtägiger Tiden (Genin *et al.* 1989; Noble & Mullineaux 1989; Mohn & Beckmann 2002), und "eddy trapping" beobachtet werden. Unter bestimmten Strömungs-, Schichtungs- und topographischen Verhältnissen kann sich ein geschlossener antizyklonischer Wirbel ("Taylor column") über flachen Seebergen bilden, der das lokale Retentionspotential erhöht (Hogg 1973; Chapman & Haidvogel 1992; Freeland 1994; Parker & Tunnicliffe 1994).

Zahlreiche Seeberge werden von zuweilen großen Beständen benthopelagischer Fische besiedelt (Hubbs 1959; Pereyra *et al.* 1969; Ehrich 1977; Uiblein *et al.* 1999; Fock *et al.* 2002b). Biologische Ozeanographen versuchen die Existenz großer Nektonbestände über flachen Seebergen, mit einer erhöhten Primärproduktion in diesem Bereich zu erklären. Bereits in den 50er Jahren wurde die Hypothese aufgestellt, dass in oligotrophen Meeresgebieten die Aufwölbung der Isothermen in die euphotische Zone über Seebergen als Folge der Ausbildung von Taylor Säulen die Nährstoffkonzentration in epipelagischen Wasserschichten erhöht und über eine gesteigerte Primärproduktion den Transfer organischen Kohlenstoffs in höhere trophische Stufen bis hin zum Nekton ermöglicht (Boehlert & Genin 1987; Rogers 1994). Die Frage, ob die trophische Grundlage der Nektonbestände an Seebergen auf autochthoner Produktion oder auf lateraler Energiezufuhr z. B. durch Advektion von Organismen der Echostreuschicht beruht ("flow trough") ist Gegenstand wissenschaftlicher Diskussion (Genin *et al.* 1988; 1994; Dower & Mackas 1996). Für die Große Meteor Bank konnte gezeigt werden, dass Organismen der

Echostreuschicht, unter anderem mesopelagische Fische, eine wichtige Rolle im Nahrungsspektrum benthopelagischer Fische spielen, die das flache Seebergplateau besiedeln (Fock *et al.* 2002a). Die Untersuchungen der Verteilung, Biomasse und Gemeinschaftsstruktur mesopelagischer Fische im Bereich unterseeischer topographischer Strukturen liefert daher einen wichtigen Beitrag zum Verständnis dieser Ökosysteme und den trophischen Interaktionen innerhalb ihrer Lebensgemeinschaften.

Der Verbreitung der meisten pelagischen Organismen auf großen räumlichen Skalen liegt ein spezifisches Verbreitungsmuster zu Grunde.

Die sogenannte "Wassermassenhypothese" assoziiert die Verbreitung von pelagischen Organismen mit der räumlichen Ausdehnung von Wasserkörpern, die anhand ihrer Temperatur- und Salzgehaltscharakteristik definiert werden können (Sverdrup et al. 1942). Die An- oder Abwesenheit von Arten in bestimmten Wassermassen dient dabei zur Einteilung der Fauna in großräumige Verbreitungsmuster (Ebeling 1962). Die Zoogeographie mesopelagischer Fische hat sich Mitte der 60er Jahre zu einer eigenen Fragestellung wissenschaftlichen entwickelt. Diese wurde in zwei aroßen biogeographischen Programmen durch die Bundesforschungsanstalt für Fischerei (FS "Walther Herwig" und FS "Anton Dorn" Reisen 1966-1976) sowie das Woods Hole Oceanographic Institute (WHOI) zur Untersuchung der mesopelagischen Fischfauna des Atlantiks verfolgt (Hulley 1981). Sie lieferten eine große Datenmenge und führten zu zahlreichen Publikationen (Backus et al. 1965; 1969; 1970; Krefft 1974; Jahn & Backus 1976; Krefft 1976; Hulley 1981).

Die vielleicht wichtigste Arbeit ist die von Backus *et al.* (1977) über die Zoogeographie von Myctophiden im Nord-Atlantik, die wesentlich unsere heutige Vorstellung prägt. Die individuelle geographische Verbreitung von Myctophidenarten wurde in neun Verbreitungsmustern zusammengefasst, die mit der Wassermassenstruktur des Nord-Atlantiks übereinstimmt. In der vorliegenden Studie wurde die Zusammensetzung der mesopelagischen Fischgemeinschaft in fünf Gebieten im gemäßigten und subtropischen Nordost-Atlantik untersucht.

Für zahlreiche marine Taxa konnte ein latitudinaler Diversitätsgradient gezeigt werden mit hohen Artenzahlen in tropischen Meeren und geringen Zahlen in den Polarmeeren. Angel (1997) beschreibt einen Diversitätsgradienten für mesopelagische Fische auf einem latitudinalen Transekt durch den Atlantik. Eine Vielzahl von Faktoren wird als Ursache für die höhere Artenzahl in tropischen Breiten im Vergleich zu polaren Breiten verantwortlich gemacht. Diskutiert werden einerseits abiotische Faktoren wie der Breitengrad, die verfügbare Sonnenenergie, Temperatur, Saisonalität, Produktivität und andererseits biotische Faktoren wie z.B. Konkurrenz, Evolution und Prädation (Rohde 1992).

1.2 Fragestellung

Der erste Teil der Arbeit widmet sich der Verteilung und der Gemeinschaftsstruktur mesopelagischer Fische über Seebergen. Im Einzelnen sollen die folgenden Fragen beantwortet werden:

- Welchen Einfluss besitzen topographische Strukturen unterschiedlicher Morphologie auf die r\u00e4umliche Verteilung, die Artenzusammensetzung und die Diversit\u00e4t mesopelagischer Fischgemeinschaften?
- Existiert eine spezifische pseudo-ozeanische Fischgemeinschaft im Übergangsbereich zwischen dem ozeanischen und dem neritischen Lebensraum?
- Welche abiotischen Faktoren steuern die horizontale Verbreitung mesopelagischer Fische über den topographischen Strukturen?

Im zweiten Abschnitt wird die großräumige Verbreitung mesopelagischen Fische im Nordost-Atlantik untersucht, um folgende Fragen zu beantworten:

- Wie verändert sich die mesopelagische Fischgemeinschaft auf einem latitudinalen Gradienten im Nordost-Atlantik von 30° bis 53° N in ihrer Artenzusammensetzung, Diversität und Gemeinschaftsstruktur?
- Welchen Einfluss hat die geographische Distanz zwischen den Untersuchungsgebieten und die Hydrographie im Nordost-Atlantik auf die Ähnlichkeit der mesopelagischen Fischgemeinschaften?
- Welche Umweltfaktoren können die beobachteten Strukturen der Fischgemeinschaft am besten erklären?

2 Untersuchungsgebiete

Der Einfluss unterseeischer, topographischer Erhebungen auf die mesopelagische Fischgemeinschaft wurde in fünf Regionen des Nordost-Atlantiks untersucht, die in Tab. 1 und Abb. 1 beschrieben sind:

Tah	1.	Geograph	ische I	ane und A	naahen zi	ir Topogr	anhie der	fünfllr	ntersuchun	anan	hiete
Tab.	١.	Geograph	пасне г	aye unu A	ingaben zu	i rupuyi	aprile uer		ILEISUCHUH	ysye	DIELE

Untersuchungs-	Geographische		Topographische	Min.	Plateau-
gebiet	Breite N	Länge W	Struktur	Tiefe (m)	fläche (km²)
Porcupine Bank	53°00'	14°00'	Bank/Kontinentalabhang	g150	10 000
Mittelatlantischer Rücken (Twins)	43°57'	28°32'	Felsnadel	387	0,49
Princesse Alice Bank	38°00'	29°00'	Seeberg	30	10 000
Atlantis Bank	34°09'	30°15'	Guyot	250	410
Große Meteor Bank	30°00'	28°30'	Guyot	275	1465



Abb. 1: Untersuchungsgebiete (+) im Nordost-Atlantik.

Es handelt sich um fünf durch eine unterschiedliche Morphologie gekennzeichnete topographische Strukturen: 1. ein Seeberg (Porcupine Bank) und der angrenzende Irische Schelfabhang, 2. eine mesoskalige Felsnadel im Bereich des Mittelatlantischen Rückens (Twins), 3. ein Seeberg in Assoziation mit einer Inselgruppe (Princesse Alice Bank) sowie 4. und 5. um zwei Tafelseeberge sogenannte "Guyots" (Atlantis Bank und Große Meteor

Bank). Die Gebiete erstrecken sich über einen latitudinalen Gradienten von 30° bis 53° Nord.

Hydrographie

Die Oberflächentemperaturen des Nordost-Atlantiks stehen in enger Beziehung zum Breitengrad und den dort herrschenden Strömungsverhältnissen. Diese werden überlagert von zyklonischen und antizyklonischen Wirbeln, die geschlossene Wasserköper bilden. Im Folgenden werden die wichtigsten Wassermassen im Nordost-Atlantik kurz beschrieben:

Die Temperaturen in den höheren Breiten des Nordost-Atlantiks sind geprägt von starken saisonalen Veränderungen, die Salinität ist dagegen relativ konstant. Nördlich der subtropischen Konvergenz bei etwa 30° N (mit einer saisonalen Verschiebung von 3°) wird die Temperatur und die Salinität hauptsächlich durch den Golfstrom beeinflusst. Bei 55-56° N begrenzt die subarktische Front, kaltes subpolares Wasser von wärmerem Golfstrom Wasser, was mit einem starken Temperaturgradienten einhergeht (Krauss & Käse 1984). Weiter südlich verzweigt sich der Golfstrom bei 42° N – 40 ° W in die nordöstlich gerichtete Nord-Atlantische Strömung ("North Atlantic Current") und die südöstlich gerichtete Azoren Strömung ("Azores Current"), die den nördlichen Zweig des subtropischen antizyklonischen Wirbels bildet (Krause 1986). Der Transport in die südlichen Gebiete erfolgt über drei Strömungszweige (Schmitz & McCartney 1993). Bei etwa 34° N wird der Azorenstrom durch die mäandrierende Azorenfront begrenzt. Diese stellt eine Trennlinie zwischen den südlichen Gebieten (mit einer permanenten subtropischen Thermokline) und den nördlichen Gebieten (mit einer saisonalen Thermokline) dar. Die nördlichen Gebiete sind durch winterliche Konvektion und advektive Mischprozesse gekennzeichnet (Käse & Siedler 1982).

2.1 Die Porcupine Bank

2.1.1 Topographie

Aus der Abb. 2 geht hervor, dass das Untersuchungsgebiet sich in mehrere topographische Regionen gliedern lässt. Von der Irischen Küste bis zur 200 m Tiefenlinie erstreckt sich der Irische Schelf. Seine Breite beträgt bis zu 100 Seemeilen. Weiter südlich geht er in den Keltischen Schelf über. Westlich des Irischen Schelfs schließt sich eine Depression mit Wassertiefen von 200 bis 500 m an. Sie geht in ca. 50 Seemeilen Entfernung in die Porcupine Bank über. Die Topographie der Bank ist gekennzeichnet durch eine rückenartige Struktur. Das Plateau der Porcupine Bank besitzt eine Fläche von

ca. 10 000 km² und steigt in SSW-NNO Richtung von 500 bis 150 m Tiefe an. Westlich wird die Porcupine Bank vom Eingang des Rockall Trogs begrenzt. Weiter südlich trennt die Porcupine Bucht die Porcupine Bank vom Irischen Schelf. Dabei handelt es sich um einen Unterwasser-Canyon, der aus einer Tiefe von 2000 m im Süden bis auf 300 m Tiefe bei 53,5° N ansteigt.



Abb. 2: Porcupine Bank. Topographie des Untersuchungsgebiets.

2.1.2 Hydrographie

Die Oberflächentemperatur betrug während des Untersuchungszeitraums zwischen 13,2° und 16,1° C (Abb. 3A). Im Bereich des Irischen Schelfabhangs sind Körper mit kälterem Wasser erkennbar. Der Salzgehalt in oberflächennahen Wasserschichten liegt zwischen 34,3 und 35,7 PSU (Abb. 3B). Die Oberflächensalzgehalte lassen küstennahes frischeres Wasser (< 35,5 PSU) und salzhaltigeres Nordatlantisches Strömungswasser erkennen.

Das vertikale Temperaturprofil zeigt eine deutliche Schichtung mit einer ausgeprägten Thermokline in 30-60 m Wassertiefe (Abb. 4A). Die Temperaturverteilung auf dem nördlichsten hydrographischen Schnitt (53° N) zeigt eine deutliche Aufwölbung der Isothermen im Bereich der Porcupine Bank. Diese hydrographische Struktur ist typisch für die Ausbildung einer Taylor Säule ("Taylor column"), die schon mehrfach für dieses Gebiet beschrieben wurde (McMahon *et al.* 1995; White *et al.* 1998; Kloppmann *et al.* 2001).

Die Analyse der vertikalen Salzgehaltsverteilung auf dem nördlichsten Transekt des Untersuchungsgebiets zeigt eine Schichtung der oberflächennahen Wasserschichten (Abb. 4B). Über dem Schelf ist eine deutliche Abnahme des Salzgehalts von West nach Ost erkennbar. Die S-förmige Struktur der Isohalinen zwischen 10,5° und 11,5° W

charakterisiert den typischen Verlauf der Irischen Schelffront während der Sommermonate (Huang *et al.* 1991).

Westlich von 12° W ist ein Salzgehaltsmaximum erkennbar. Kloppmann *et al.* (2001) identifizierten diese wärmere Wassermasse mit einem erhöhtem Salzgehalt als North Atlantic Current Water (NAC), das eine nordwärtsgerichtete Strömung darstellt und als sekundäre Schelfrandströmung ("secundary Shelf Edge Current", sSEC) bezeichnet wird. Im Bereich des westlichen Schelfabhangs der Porcupine Bank ist die sSEC durch eine Front von den Wassermassen über der Bank getrennt.



Abb. 3: Hydrographie im Bereich der Porcupine Bank. A. Oberflächentemperatur (°C), B. Oberflächensalinität (PSU). Untersuchungsgebiet farbig unterlegt.



Abb. 4: Vertikaler hydrographischer Schnitt bei 53° N durch das Gebiet der Porcupine Bank. A. Temperatur (°C), B. Salinität (PSU).

2.2 Die "Twins" des Mittelatlantischen Rückens

2.2.1 Topographie

Bei den Twins handelt es sich um zwei nadelnartige Felsstrukturen im Bereich des Mittelatlantischen Rückens (Abb. 5). Die untersuchte Felsnadel liegt etwas nördlich (43°57' N, 28°32' W) der Twins. Diese topographische Struktur ist gekennzeichnet durch ein kleinräumiges Plateau mit einer Fläche von ca. 0,49 km² (Bereich mit Wassertiefen < 500 m). Die minimale Wassertiefe über der Felsnadel beträgt 387 m. Der Mittelatlantischen Rückens (MAR) hat in diesem Bereich eine komplexe topographische Struktur, die geprägt ist durch zahlreiche kleinere Erhebungen, die Wassertiefen > 700 m aufweisen.



Abb. 5: Mittelatlantischer Rücken (Twins). Topographie des Untersuchungsgebiets. Tiefenangaben in Metern.

2.2.2 Hydrographie

Die Hydrographie im Untersuchungsgebiet wird durch Strömungsprozesse westlich des Mittelatlantischen Rückens (MAR), durch den Verlauf der Nordatlantischen Strömung ("North Atlantic current" = NAC) und Wechselwirkungen der NAC mit dem MAR, geprägt. Durch den Einfuß oberflächennaher subpolarer Wassermassen aus Neufundland (Labrador Strömung mit Labrador Wasser) verbreitert sich die wärmere NAC und verzweigt sich in zahlreiche ostwärts gerichtete Arme. Diese bilden zusammen mit der Rückströmung des Neufundland Wirbels ("Newfoundland Basin Gyre") ein nördliches Frontensystem ("northern mid-latitude frontal system") über dem Mittelatlantischen Rücken

(Schmitz & McCartney 1993). Des weiteren müssen windgesteuerte Prozesse berücksichtigt werden, die mit der Topographie des MAR interagieren (Samuelson 1990). Aufgrund von Problemen mit dem bordeigenen Computersystem konnten die Oberflächentemperaturen und -salzgehalte im westlichen Teil nur des Untersuchungsgebiets aufgezeichnet werden. Die Oberflächentemperatur in diesem Bereich variiert zwischen 19,36° und 20,05° C (Abb. 6A). Die Salinität des oberflächennahen Wassers beträgt zwischen 35,77 und 35,98 PSU (Abb. 6B). Westlich der beprobten Felsnadel und im Bereich der Twins, ist eine Abnahme der Temperatur und des Salzgehalts des Oberflächenwassers zu beobachten, was darauf hindeutet, dass sich die mesoskaligen Strukturen auf die vertikale Salzgehalt- und Temperaturverteilung der Wassersäule in Form von Auftriebseffekten auswirken.



Abb. 6: Hydrographie im Bereich des Mittelatlantischen Rückens (Twins). A. Oberflächentemperatur (°C), B. Oberflächensalinität (PSU).

Die vertikale Temperaturverteilung zeigt keine wesentlichen Unterschiede zwischen der Ozean-, Abhang- und der Plateaustation (Abb. 7A). Die stärkste Temperaturabnahme erfolgt zwischen 40 und 100 m Tiefe. In diesem Bereich fällt die Temperatur von durchschnittlich 17,5° C auf 14,0° C. Diese Temperatursprungschicht ist auf allen drei Stationen, Ozean Abhang und Plateau ausgeprägt, jedoch ist sie im Bereich der Abhangstation in geringere Wassertiefen verschoben. Auf der Ozeanstation beträgt die Wassertemperatur in 800 m Wassertiefe 9,5° C und sinkt auf 7,1° C in 1000 m Tiefe.

Der vertikale Verlauf des Salzgehalts ist auf allen Stationen wesentlich gradueller als der Temperaturverlauf und zeigt keine sprunghafte Veränderung (Abb. 7B). Das Salzgehaltsminimum in 600 m Tiefe < 35,5 PSU markiert die obere Grenze des Mediterranen Wassers. Der Wasserkörper oberhalb von 600 m setzt sich aus Nordatlantischem Zentralwasser zusammen. Unterhalb von 600 m vermischt sich das Nordatlantische Zentralwasser zunehmend mit Mediterranem Wasser (Angel *et al.* 1982).



Abb. 7: Vertikale Temperatur- und Salzgehaltprofile in drei bathymetrischen Bereichen des Mittelatlantischen Rückens (Twins). Blau: Ozean, Rot: Abhang; Gelb: Felsnadel. Für 1000 m Tiefe (oben) und 200 m Tiefe (unten).

2.3 Die Princess Alice Bank

2.3.1 Topographie

Dieser Seeberg ist räumlich mit dem Azoren Archipel assoziiert und liegt südwestlich der zentralen Inselgruppe der Azoren (Abb. 8). Die Princess Alice Bank ist gekennzeichnet durch eine komplexe topographische Struktur, die keine klare Gliederung in Abhang und Plateau aufweist. Es gibt zahlreiche kleinere topographische Erhebungen, die sich bis 30 m unter die Wasseroberfläche erheben. Im Zentrum der Princess Alice Bank erstreckt sich eine Depression in nordwest-südöstlicher Richtung, in der die Wassertiefe 800-2400 m beträgt. Während die Bank im Nordosten in die Inselsockel von Faial und Pico übergeht, fällt sie in den anderen Bereichen rasch auf über 3000 m Wassertiefe ab.





2.3.2 Hydrographie

Die oberflächennahe Temperatur im Untersuchungsgebiet liegt zwischen 20,9° und 21,8° C (Abb. 9A). Es ist eine Zunahme der Oberflächentemperatur über den Inselabhängen und im südwestlichen Bereich der Porcupine Bank zu beobachten. Eine ähnliche Struktur zeigt der oberflächennahe Salzgehalt, der zwischen 35,9 und 36,1 PSU im Untersuchungsgebiet variiert (Abb. 9B). Die höchsten Salinitätswerte wurden im zentralen Bereich der Porcupine Bank gemessen, wogegen in Inselnähe und im Südwesten salzärmeres Wasser vorherrscht.

Die Abb. 10A zeigt zum Untersuchungszeitpunkt eine thermohaline Schichtung der Wassersäule. Der stärkste Temperaturgradient liegt zwischen 30 und 70 m Tiefe, wo die Temperatur um 4° C sinkt.







Abb. 10: Vertikaler hydrographischer Schnitt entlang eines NO-SW verlaufenden Transekts durch das Gebiet der Princess Alice Bank. A. Temperatur (°C), B. Salinität (PSU).

Die vertikale Verteilung des Salzgehalts zeigt, dass in den oberen 100 m der Wassersäule salzärmeres Wasser (< 36,05 PSU) von salzhaltigerem Wasser überschichtet wird (Abb. 10B).

Im Bereich der Azoren verlaufen zwei Strömungen, die nördlich und südlich am Inselarchipel mit einer Geschwindigkeit von ca. 0,5 Knoten vorbei fließen, die Azorenströmungen. Der südliche Zweig bildet die Azorenfront (Gould 1985). Sie stellt den östlichen Ausläufer der südlichen Rezirkulation des Golfstroms dar. Nach Gould (1985) kann die Azorenfront an dem Auftreten der 16° C Isotherme in 200 m Tiefe identifiziert werden. Zum Zeitpunkt der Untersuchung liegt die 16° C Isotherme im Bereich der Princess Alice Bank bei 85 m Tiefe, und die Azorenfront verläuft weiter südlich.

2.4 Die Atlantis Bank

2.4.1 Topographie

Die Atlantis Seeberggruppe besitzt eine relativ komplexe Topographie, gekennzeichnet durch zahlreiche Plateaus und mesoskalige Felsnadeln (Abb. 11). Das Zentrum dieser Gruppe bildet die Atlantis Bank (34°09' N; 30°15' W), die mit ihrer flachen Gipfelregion und den steilen Flanken die Morphologie eines klassischen Tafelseebergs (Guyot) aufweist (Abb. 12A). Durch die starke Überhöhung des Profils (100-fach) ist die räumliche Ausdehnung des Plateaus in Abb. 12A nur schwer erkennbar. Das elliptische Plateau der Atlantis Bank erstreckt sich ca. 28 km in nordwest-südöstlicher Richtung und besitzt eine Fläche von ca. 410 km² in 400 m Tiefe (Bednarz 1991). Die minimale Wassertiefe über dem Plateau ist 250 m. Die Tiefe nimmt über den Flanken rasch ab und beträgt ca. 2200 m am Fuß des Seebergs. Etwa 30 km nordöstlich der Atlantis Bank befindet sich ein weiterer Guyot (Early-Seamount), der ein kleineres Plateau von ca. 205 km² in einem Tiefenbereich von 800-600 m aufweist.



Abb. 11: Atlantis Bank. Topographie des Untersuchungsgebiets. Tiefenangaben in Metern.

2.4.2 Hydrographie

Die Hydrographie und die Strömungsverhältnisse im Bereich der Atlantis Bank wurden mit Hilfe eines numerischen Modells untersucht (Pusch *et al.* 2004a).

Um das Plateau kann eine Aufwölbung der Isopyknen im Bereich der 2000 m Tiefenlinie beobachtet werden (Abb. 12C). Auch die kleineren benachbarten topographischen Erhebungen sind durch Dichteanomalien gekennzeichnet. Sie sind die Residuen diurnaler und semidiurnaler Gezeitenströmungen, die eine antizyklonische Zirkulation um die Seebergkuppe von bis zu 15 ms⁻¹ bewirken (Abb. 12D). Die Oberflächentemperatur im Bereich der Atlantis Bank variiert zwischen 23,48° und 25,04° C (Abb. 13A). Der Salzgehalt der oberflächennahen Wasserschicht liegt zwischen 36,27 und 36,47 PSU (Abb. 13B).



С

Abb. 12: Topographie und Hydrographie der Atlantis Bank verändert nach Pusch et al. (2004a).

- A. Querschnitt (Südwest-Nordost) der Topographie (x 100-fach überhöht) durch das Zentrum des Gebiets.
- B. Tiefenlinien und Stationen. Ozean, ▲ Abhang, Plateau.
- C. Zeitliches Dichtemittel in 50 m Tiefe, das eine starke Aufwölbung im Bereich des Seebergkomplexes zeigt.
- D. Zeitlich gemittelte Strömungen in 50 m Tiefe, die auf eine generell auswärts gerichtete und antizyklonische Strömung um die einzelnen Erhebungen hindeuten.





Die vertikale Temperaturverteilung in verschiedenen topographischen Bereichen der Atlantis Bank zeigt, dass der Wasserkörper zum Zeitpunkt der Untersuchung stark stratifiziert ist (Abb. 14A). Der stärkste Temperaturgradient wurde zwischen 30 und 100 m Tiefe beobachtet, in dem die Temperatur von 23° auf 17° C fällt. Der Verlauf der vertikalen Salzgehalts- und Temperaturverteilung zeigt keine ausgeprägten Unterschiede zwischen den Ozean-, Abhang- und Plateaustationen.



Abb. 14: Vertikale Temperatur- und Salzgehaltprofile in drei bathymetrischen Bereichen der Atlantis Bank. Blau: Ozean, Rot: Abhang, Gelb: Plateau. Für 1000 m Tiefe (oben) und 200 m Tiefe (unten).

2.5 Die Große Meteor Bank

2.5.1 Topographie

Nach Ulrich (1971) stellt die Große Meteor Bank (30°00' N, 28°30' W) mit einem Volumen von ca. 23 842 km³ eine der größten isolierten Erhebung des subtropischen Nord-Atlantiks dar (Abb. 15). Die topographische Struktur der Großen Meteor Bank entspricht der eines Tafelseebergs oder "Guyot" (Abb. 16A). Die Morphologie des Seebergs zeigt eine Dreiteilung in Plateau (Tiefe < 400 m), Abhang (mittlere Neigung 29 %, örtlich > 40 %) und die Fußregion (< 5 % Neigung). Das elliptische Plateau des Seebergs, mit einer maximalen Länge von 54 km und einer maximalen Breite von 31 km, besitzt eine Fläche von ca. 1465 km² innerhalb der 400 m Tiefenlinie (Ulrich 1971). Die minimale Wassertiefe über dem Plateau beträgt 275 m. Südwestlich der Hauptkuppe schließen sich zwei kleinere Seeberge, die Kleine Meteor Bank (280 m Tiefe) und die Closs Kuppe, an (Abb. 15).

29°W


2.5.2 Hydrographie

Die Strömungsverhältnisse im Bereich der Großen Meteor Bank wurden nach Meincke (1971) im September 1998 neu untersucht und von Mohn & Beckmann (2002) beschrieben. Sie kombinierten Beobachtungsdaten mit Simulationsdaten eines numerischen Modells. In Abb. 16C sind die Dichteanomalien in 50 m Tiefe dargestellt. Sie zeigen eine Aufwölbung ("doming") der Isopyknen im Randbereich der Großen Meteor Bank auf der Höhe der 2000 m Tiefenlinie. Diese Aufwölbung resultiert aus diurnalen und semidiurnalen Gezeitenströmungen und bewirkt eine antizyklonische Zirkulation mit einer durchschnittlichen Geschwindigkeit von 6 ms⁻¹ um das Seebergplateau (Abb. 16D). Ähnliche hydrographische Strukturen sind nach Mohn & Beckmann (2002) auch im Bereich der Kleinen Meteor Bank und der Closs Kuppe ausgebildet.



С

D

Abb. 16: Topographie und Hydrographie der Großen Meteor Bank verändert nach Pusch et al. (2004a).

- A. Querschnitt (Südwest-Nordost) der Topographie (x 100-fach überhöht) durch das Zentrum des Seebergs.
- B. Tiefenlinien und Stationen. Ozean, ▲ Abhang, Plateau.
- C. Zeitliches Dichtemittel in 50 m Tiefe, das eine starke Aufwölbung im Randbereich des Seebergs zeigt.
- D. Zeitlich gemittelte Strömungen in 50 m Tiefe, die auf eine generell auswärts gerichtete und antizyklonische Strömung um die topographischen Erhebungen hindeuten.



Abb. 17: Vertikale Temperatur- und Salzgehaltprofile in verschiedenen bathymetrischen Bereichen der Großen Meteor Bank. Blau: Ozean, Rot: Abhang, Gelb: Plateau. Für 1000 m Tiefe (oben) und 200 m Tiefe (unten).

Die vertikale Struktur des Wasserkörpers im Gebiet der Großen Meteor Bank ist geprägt durch eine starke thermohaline Schichtung (Abb. 17). Die durchmischte Schicht reicht bis 60 m Tiefe. Die hydrographischen Verhältnisse repräsentieren die für dieses Gebiet typische Sommerstratifikation (Mourino *et al.* 2001). Der Verlauf der vertikalen Temperaturkurven zeigt eine Aufwölbung um 10-15 m über dem Seebergplateau im Vergleich zu den beiden Abhangstationen und der Ozeanstation. Die Unterschiede im Verlauf der Salzgehaltkurven auf verschiedenen Stationen sind schwächer ausgeprägt.

3 Material & Methoden

3.1 Probennahme

Die Untersuchungen an den fünf unterseeischen Erhebungen erfolgten auf vier Forschungsreisen in den Sommer- bzw. Herbstmonaten der Jahre 1998 bis 2000 (Tab. 2).

Tab. 2: Daten der vier Forschungsfahrten zur Untersuchung der mesopelagischen Fischgemeinschaft in fünf Gebieten. JFT: Jungfischtrawl, RMT-8: Rectangular Midwater Trawl.

Schiff	Reise	Zeitraum	Gebiet	Fanggerät
FS Meteor	M 42/3	1517.Sep.1998	Große Meteor Bank	JFT
FS Heincke	H 121	25. Jun13. Jul. 1999	Porcupine Bank	JFT
FS Arquipelago	ARICTIO 99	0813 Okt. 1999	Princesse Alice Bank	RMT-8
FS Heincke	H 135	31. Jul4. Aug. 2000	Mittelatlantischer Rücken (Twins)	JFT
FS Heincke	H 135	0812. Aug.2000	Atlantis Bank	JFT

In den verschiedenen Untersuchungsgebieten wurden verschiedene Fanggeräte eingesetzt. Auf drei Seereisen wurde die mesopelagische Fischgemeinschaft mit einem Jungfischtrawl (JFT) der Fa. Cux-Trawl (Cuxhaven) beprobt (von Westernhagen *et al.* 2000). Die effektive Netzöffnung des JFT beträgt 80 m² (Abb. 18). Die Maschenweite (gestreckte Masche) ist 400 mm in den Netzflügeln und wird sukzessiv geringer im Netztunnel. Im Steert beträgt die Maschenweite 11 mm. Die Kontrolle der Fangtiefe und der vertikalen Öffnung des Netzes erfolgte über eine Furuno Netzsonde. Das JFT wurde mit einer Geschwindigkeit von 3-3,5 Knoten geschleppt, um eine optimale Netzöffnung zu gewährleisten. Das JFT besitzt keinen Schließmechanismus. Zur gezielten Beprobung horizontaler Tiefenhorizonte wurde beim Aussetzen des JFT die Schiffsgeschwindigkeit erhöht und beim Hieven auf 2 Kn verringert. Diese Fangtechnik bewirkt ein Kollabieren des Netzes, wodurch die Fängigkeit des JFT während des Hievens und Fierens stark reduziert ist.

An der Princess Alice Bank wurden die mesopelagischen Fische mit einem "Rectangular Midwater Trawl" (RMT-8) gefangen. Dieses Fanggerät besitzt eine quadratische Netzöffnung von 8 m² und die Maschenweite beträgt 4 mm. Mit dem RMT-8 wurden doppelte Schräghols, bei einer Schiffsgeschwindigkeit von 2-2,5 Knoten, durchgeführt. Das RMT-8 besitzt keinen Schließmechanismus und ist deshalb während des Vorgangs des Fierens und Hievens stets geöffnet. Aus diesem Grund konnten keine diskreten Tiefenhorizonte beprobt werden.



Abb. 18: Schematische Skizze des JFT (Fa. Cux-Trawl). Die Maschenweite ist als gestreckte Masche angegeben.

Der Probenumfang und die Befischungsstrategie unterschieden sich in den fünf Untersuchungsgebieten (Tab. 3). Die Fänge wurden am Tag, in der Nacht und in der Dämmerung durchgeführt. Die Dämmerung wurde definiert als Zeitintervall eine Stunde vor und nach Sonnenauf- bzw. Sonnenuntergang. Die beprobten Stationen wurden in drei unterschiedliche Habitattypen gegliedert die nach der gegebenen Bodentiefe definiert waren: 1. Ozeanisch: Bodentiefe > 1000 m, 2. Abhang: Bodentiefe 500-1000 m, 3. Plateau/Schelf: Bodentiefe < 500 m. Zusätzlich wurden die einzelnen Fänge drei unterschiedlichen Tiefenhorizonten zugeordnet: Epipelagial (0-200 m), oberes Mesopelagial (200-500 m) und unteres Mesopelagial (500-800 m).

Tab. 3: Probenumfang in den fünf Untersuchungsgebieten als Anzahl der Hols zu den drei Tageszeiten Tag (T), Nacht (N) und Dämmerung (D).

				W	/asse	rtiefe				
	> 1000 m		500-1000 m				< 500 m			
	Т	Ν	D	Т	Ν	D		Т	Ν	D
Porcupine Bank										
Epipelagial	26	17	8	48	14	2		36	7	7
Oberes Mesopelagial	2	3	1	2	-	3		6	3	2
Unteres Mesopelagial	-	-	-	-	-	-		-	-	-
MAR (Twins)										
Epipelagial	-	5	1	3	4	-		-	-	-
Oberes Mesopelagial	3	1	2	2	3	2		4	2	-
Unteres Mesopelagial	3	-	-	5	-	-		-	-	-
Princesse Alice Bank										
Epipelagial*	1	4	-	1	8	1		1	2	-
Oberes Mesopelagial*	1	-	-	1	1	-		-	-	-
Unteres Mesopelagial*	1	-	-	-	-	-		-	-	-
Atlantis Bank										
Epipelagial	-	2	-	-	4	-		1	3	-
Oberes Mesopelagial	2	2	-	4	4	-		2	3	-
Unteres Mesopelagial	2	2	-	3	2	1		-	-	-
Große Meteor Bank										
Epipelagial	-	-	-	-	1	-		-	1	-
Oberes Mesopelagial	2	2	-	1	2	-		2	1	-
Unteres Mesopelagial	-	-	-	-	-	-		-	-	-

* Probennahme mit RMT-8, Tiefenhorizonte repräsentieren maximale Fangtiefen

3.1.1 Porcupine Bank

Die Probennahme im Gebiet der Porcupine Bank erfolgte im Juni-Juli 1999 mit der FS "Heincke" (Reise H-121). Die Verteilung mesopelagischer Fische wurde über der Porcupine Bank, über dem Irischen Schelf sowie über dem angrenzenden Kontinentalabhang untersucht. Im Untersuchungsgebiet, das sich longitudinal von 08°00′ bis 15° 00′ W und latitudinal von 49° 30′ bis 53° 00′ N erstreckte, wurden insgesamt 187 Stationen mit dem JFT beprobt (Tab. 3, Abb. 19A, B). Drei verschiedene Beprobungsstrategien wurden zum Fang der Fische angewendet: Die erste Strategie umfasste die Beprobung eines großräumigen Stationsnetzes (400 x 450 km). Dabei wurden 66 Stationen auf 8 longitudinalen Schnitten im Bereich des südwestlichen und westlichen Irischen Schelfs und Schelfabhangs befischt (Abb. 19A, B). Das JFT wurde dabei auf jeder Station jeweils 15 Minuten auf 100, 50, und 20 m Tiefe sowie an der Oberfläche geschleppt, so dass eine Gesamtfangdauer von ca. 60 Minuten resultierte.

Eine zweite Fangstrategie diente der gezielten Beprobung der mesopelagischen Fischgemeinschaft im ozeanischen Bereich (Wassertiefen > 1000 m) und über dem Schelfabhang (1000-500 m). Dazu wurden horizontale JFT Hols auf 23 Stationen in verschiedenen Fangtiefen von 0-444 m durchgeführt (IS-Hols Abb. 19A, B).

Mit der dritten Strategie wurde die kleinskalige horizontale und vertikale Verteilung von juvenilen Makrelen bestimmt (TV-Station, Abb. 19A, B). Dazu wurde an einer Station mit hoher Makrelenabundanz eine Box von 18,5 x 18,5 km eingerichtet. In dieser Box wurden 30 Stationen zufallsgesteuert ermittelt und auf jeder Station vier JFT Hols in 100, 50, 20 m Tiefe sowie an der Wasseroberfläche durchgeführt. Teilweise musste aufgrund widriger Windverhältnisse auf die Befischung des oberflächennahen Tiefenhorizonts verzichtet werden. Die Schleppdauer in der Zieltiefe betrug 15 Minuten. Insgesamt wurden so 98 Hols zur Untersuchung der Tiefenverteilung (TV Hols) durchgeführt. In diesen Fängen wurden neben Makrelen, insbesondere nachts, hohe Individuenzahlen mesopelagischer Fische gefangen. Diese Fänge waren auf einer kleinräumigen Fläche beschränkt. Die räumliche Skala der Probennahme weicht somit von den anderen Fängen ab. Um eine Verzerrung der Ergebnisse zu vermeiden wurden TV Hols nicht für die Untersuchung der lokalen Verbreitung der Fischgemeinschaft über der Bank berücksichtig. Trotzdem wurden die TV Hols zum großräumigen Vergleich der Untersuchungsgebiete herangezogen, weil die Artenzusammensetzung der Fänge die Fischgemeinschaft der Porcupine Bank angemessen repräsentieren.

Zur Bestimmung der Parameter Salzgehalt und Temperatur ging jeder JFT Station der Einsatz einer CTD (Conductivity, Temperature, Depth) Sonde voraus.



Abb. 19: Porcupine Bank. Stationen in verschiedenen bathymetrischen Bereichen. □ Schelf (< 500 m Tiefe), ▲ Abhang (500-1000 m), ● Ozean (> 1000 m), ★ TV-Station. A. Taghols, B. Nachthols, Dämmerungshols sind nicht dargestellt.

3.1.2 Mittelatlantischer Rücken (Twins)

Die mesopelagische Fischgemeinschaft des MAR im Gebiet der "Twins" wurde im Jahr 2000 mit der FS "Heincke" (Reise H-135) untersucht. Die Probennahme erfolgte mit der gleichen Netzkonfiguration, wie für das Gebiet der Porcupine Bank beschrieben. Zusätzlich war am JFT ein Datenlogger (Minilog) zur kontinuierlichen Aufzeichnung von Temperatur- und Tiefendaten während der Befischung installiert.

Insgesamt resultierten 40 JFT Hols in diesem Gebiet, 20 Taghols, 15 Nachthols und 5 Dämmerunghols (Abb. 20). Drei Stationstypen wurden in unterschiedlichen bathymetrischen Bereichen des Gebiets beprobt. Die Plateaufänge wurden über der Felsnadel durchgeführt, wo die Wassertiefen zwischen 404 und 586 m betragen. In diesen Fängen wurden aufgrund der geringen Ausdehnung der Plateaufläche auch Bereiche mit größeren Wassertiefen befischt. Die Hols am Abhang, nordwestlich der Felsnadel, weisen Bodentiefen von 703 bis 1011 m auf. Die Referenzstationen im ozeanischen Bereich lagen ca. 15 km östlich der Felsnadel über Bodentiefen von 2068-2893 m. Auf den Abhang- und der Ozeanstationen wurden 6 Zieltiefen befischt: 25, 100, 250, 400, 600 und 800 m. Die Fänge wurden in drei vertikalen Tiefenhorizonten zusammengefasst (Tab. 3): Epipelagial (0-200 m), oberes Mesopelagial (200-500 m) und unteres Mesopelagial (500-800 m). Der Tiefenbereich des unteren Mesopelagials wurde in der Nacht nicht befischt. Die Fänge über der Felsnadel beschränkten sich wegen der geringen Bodentiefe in diesem Bereich auf das obere Mesopelagial.

In allen drei topographischen Bereichen (Ozean, Abhang, Felsnadel) kam die CTD Sonde zweimal zum Einsatz.



Abb. 20: Mittelatlantischer Rücken (Twins). Stationen in verschiedenen bathymetrischen Bereichen. □ Felsnadel (< 500 m Tiefe), ▲ Abhang (500-1000 m), ● Ozean (> 1000 m). A. Taghols, B. Nachthols, Dämmerungshols sind nicht dargestellt.

3.1.3 Princess Alice Bank

Die Untersuchung der mesopelagischen Fischgemeinschaft im Gebiet der Princess Alice Bank wurde im Oktober 1999 mit dem portugiesischen FS "Arquipelago" (ARICTIO 99) durchgeführt. Das Stationsnetz erstreckte sich longitudinal von 29,5° bis 28,5° W und latitudinal von 37°50' bis 38°34' N und umfasste drei Zonalschnitte, die in nordöstlichersüdwestlicher Richtung verliefen. Von den insgesamt 22 RMT-8 Hols, sind 6 Taghols, 13 Nachthols und 3 Dämmerunghols. Die Fangtiefe wurde mit einem bordeigenen Sonar ("Pinger") überwacht. Die Mehrzahl der RMT-8 Fänge war auf den epipelagischen Tiefenhorizont (0-200 m) beschränkt (Tab. 3). Auf jeder Station wurden vor dem Einsatz des RMT-8 die hydrographischen Daten mit einer CTD Sonde ermittelt.



Abb. 21: Princess Alice Bank. Stationen in verschiedenen bathymetrischen Bereichen. □ < 500 m Tiefe, ▲ 500-1000 m, ● > 1000 m. A. Taghols, B. Nachthols, Dämmerungshols sind nicht dargestellt.

3.1.4 Atlantis Bank

Die Daten zur Erfassung der mesopelagischen Fischgemeinschaft der Atlantis Bank wurden mit dem FS "Heincke" (Reise H-135) im August 2000 erhoben. Insgesamt wurden 37 Hols mit dem pelagischen JFT durchgeführt, 13 am Tag, 22 während der Nacht und 2 während der Dämmerung (Abb. 22A, B). Es wurden drei bathymetrisch und topographisch definierte Bereiche beprobt: Eine Stationsgruppe war über dem Plateau der Atlantis Bank über Wassertiefen von 274-448 m. Die Abhangstationen lagen südöstlich des Hauptplateaus, die minimalen Wassertiefen in diesem Bereich betrugen 571-998 m. Zur Beurteilung des Einflusses des Seebergs auf die mesopelagische Fischgemeinschaft wurden ozeanische Referenzstationen 65 km nordöstlich der Atlantis Bank beprobt, die Wassertiefen von 3427 bis 3515 m aufwiesen. Die Analyse der hydrographischen Daten ergab, dass die ozeanischen Stationen außerhalb des Einflussbereichs des Seeberges lagen, wohingegen sich die Abhang- und Plateaustationen innerhalb der antizyklonischen Strömungszelle im Einflussbereich der Bank befanden (Pusch *et al.* 2004a).

Die Befischungsstrategie ähnelte der am MAR (Twins): Auf den Ozean- und Abhangstationen wurden 6 verschiedene Zieltiefen (25, 100, 250, 400, 600, 800 m) befischt, die für die Auswertung der Daten in die Tiefenbereiche Epipelagial (0-200 m), oberes Mesopelagial (200-500 m) und unteres Mesopelagial (500-800 m) zusammengefasst wurden (Tab. 3). Das Epipelagial wurde auf den Ozean- und Abhangstationen am Tag wegen der gut dokumentierten Vertikalwanderung subtropischer mesopelagischer Fische, nicht befischt. Über dem flachen Seebergplateau blieben die Tag- und Nachtfänge auf das Epipelagial und das obere Mesopelagial beschränkt.



Abb. 22: Atlantis Bank. Stationen in verschiedenen bathymetrischen Bereichen. □ Plateau (< 500 m Tiefe),
▲ Abhang (500-1000 m), ● Ozean (> 1000 m). A. Taghols, B. Nachthols, Dämmerungshols sind nicht dargestellt.

3.1.5 Große Meteor Bank

Die mesopelagische Fischgemeinschaft im Gebiet der Großen Meteor Bank wurde mit FS "Meteor" (Reise M42/3) im September 1998 mit dem JFT untersucht. Insgesamt kam das Gerät auf 12 Stationen zum Einsatz (Abb. 23). Elf Stationen lagen im nordöstlichen Bereich des Seebergs, eine Station (M6) im Südwesten. Letztere Station lag stromabwärts der Großen Meteor Bank. Sie ist deshalb mit den übrigen Stationen, die stromaufwärts des Seebergs lagen, nicht direkt vergleichbar und wurde deshalb von der Gemeinschaftsanalyse ausgeschlossen. Im nordöstlichen Bereich des Seebergs wurden drei Stationstypen beprobt, die sich durch ihre Topographie und Bathymetrie unterschieden: Die Plateaustationen lagen über dem Seeberg mit Bodentiefen von 291 bis 335 m. Die Abhangstationen wurden an der Flanke des Seebergs über 452-1495 m Tiefe beprobt. Die Bodentiefen auf den Ozeanstationen in der Fußregion der Großen Meteor Bank betrugen > 2300 m. Die Befischungsstrategie an der Großen Meteor Bank unterschied sich am Tag und in der Nacht: Am Tag wurden doppelte Schräghols bis zu einer maximalen Tiefe von 400 m auf der Abhang- und Ozeanstation und bis 50 m über dem Grund auf den Plateaustationen, durchgeführt. Nachts wurden stratifizierte Horizontalfänge in den oberen 400 m durchgeführt. Die Schleppzeiten des JFT betrugen zwischen 30 und 60 Minuten.



Abb. 23: Große Meteor Bank. Stationen in verschiedenen bathymetrischen Bereichen. □ Plateau (< 500 m Tiefe), ▲ Abhang (500-1000 m), ● Ozean (> 1000 m). A. Taghols, B. Nachthols.

3.2 Fangbearbeitung

Die mesopelagischen Fische wurden an Bord der Forschungsschiffe aussortiert und von Crustaceen, gelatinösen Zooplankton und Tintenfischen getrennt. Unmittelbar nach dem Fang wurden die Fische in gepufferter Formaldehyd-Seewasser Lösung (8 %) fixiert und nach 48 h in 70 % Alkohol überführt. Im Labor erfolgte die weitere Aufarbeitung. Die Fische wurden bis zum Artniveau anhand der Bestimmungsliteratur von Nafpaktitis *et al.* (1977) und Whitehead (1984) identifiziert. Die Standardlänge der Fische wurde auf den unteren Millimeter gemessen und das Nassgewicht nach dem Entfernen anhaftender Flüssigkeit mit Saugpapier auf 10 mg Genauigkeit bestimmt.

3.3 Datenanalyse

Die Untersuchung beschränkte sich auf mesopelagische Fischarten (Klassifikation von Whitehead *et al.* 1984). Epipelagische und benthopelagische Arten blieben von der Analyse ausgeschlossen. Das gleiche galt für Individuen der Gattung *Cyclothone*, weil diese mit dem JFT nicht quantitativ erfasst werden.

Die Dichte mesopelagischer Fische wurde auf das durchfischte Wasservolumen der Fänge bezogen (Individuen/10 000 m³). Das Volumen wurde aus der geschleppten Distanz (Position "Netz auf Tiefe" bis Position "hiev up") sowie der effektiven Netzöffnung (80 m² Jungfischtrawl, 8 m² RMT-8) berechnet.

Die Datenanalyse erfolgte mit dem Computerprogramm Primer Version 5.2.8 (Clarke & Warwick 2001). Zur Beschreibung der mesopelagischen Fischgemeinschaften wurden verschiedene ökologische Indices herangezogen: Die Dominanz, die Artenzahl, die Diversität, die Äquität sowie die taxonomische Diversität und Distanz.

Die Dominanz ist definiert als der relative Anteil einer Art an der Gesamtindividuenzahl ausgedrückt in Prozent. Das Dominanzmuster einer Gesellschaft lässt sich graphisch durch Dominanzkurven darstellen (Lambshead *et al.* 1983). Bei diesem Verfahren werden die dominantesten Taxa einer Gemeinschaft in absteigender Reihenfolge gemäß ihrer Individuenzahl geordnet und diese als prozentuale, kumulative Dominanz über den Rängen aufgetragen. Die Darstellung der Ränge auf der x-Achse erfolgt in logarithmischer Skalierung. Liegt die Kurve einer Gemeinschaft A unter einer Vergleichskurve B, so zeigt A einen geringeren Dominanzgrad, d.h. sie ist diverser als B. Der Verlauf der Dominanzkurve wird dabei stark von den dominierenden Arten geprägt (Clarke 1990). Den Dominanzkurven sind zwei charakteristische Größen direkt zu entnehmen: Der Anteil der

häufigsten Art an der Gesamtabundanz sowie die kumulative Artenzahl der Gemeinschaft. Als weitere ökologische Kenngröße wurde die Artenzahl S pro Hol dargestellt.

Die Diversität wurde mit Hilfe des Shannon Diversitätsindices (H') berechnet (Shannon & Weaver 1949):

(1)
$$H' = -\sum_{i=1}^{k} p_i \ln p_i, \text{ wobei} \qquad p_i = \frac{n_i}{N}$$

Dabei ist n_i die Individuenzahl der Art i, N die Gesamtindividuenzahl und k die Anzahl der Arten. Der Shannon Diversitätsindex berücksichtigt gleichermaßen die Artenzahl ("richness") und die Gleichmäßigkeit oder Äquität ("evenness").

Die Äquität beschreibt die Homogenität der Artenverteilung innerhalb einer Gemeinschaft unabhängig von der Artenzahl (Pielou 1975). Pilou's Äquitätsindex (J') ist eine Funktion der Shannon Diversität H' und wird wie folgt berechnet:

$$J' = \frac{H'}{\log S}$$

J' kann Werte zwischen 0 und 1 annehmen. Ist J' = 0, ist nur eine Art in der Probe vertreten. Ist J' = 1, sind alle Individuen gleichmäßig auf die vorhandenen Arten verteilt.

Um den Grad der taxonomischen Verwandtschaft zu untersuchen, wurden zwei weitere Indices, die taxonomische Diversität ("taxonomic diversity") Δ und die taxonomische Distanz ("taxonomic distinctness") Δ^* berechnet (Warwick & Clarke 1995). Die taxonomische Diversität Δ bezieht sich empirisch auf H', enthält aber zusätzliche Informationen über den taxonomischen Verwandtschaftsgrad zwischen Arten in einer Probe, d.h. neben der Verteilung der Individuen auf die Arten wird die taxonomische Gliederung berücksichtigt. Basierend auf dem System von Berg (1958) wird das gemeinsame Auftreten von Arten in Bezug auf den Grad der Trennung in der hierarchischen Klassifikation gewichtet (verschiedene Arten = 1, verschiedene Gattungen = 2; verschiedene Familien = 3, verschiedene Ordnungen = 4). Δ^* ist abgeleitet von Δ , misst aber nur die taxonomische Distanz zwischen den Arten einer Probe, ohne die Diversität (die numerische Verteilung der Individuen auf die Arten) zu berücksichtigen.

Tag und Nacht Unterschiede zwischen den verschiedenen univariaten Diversitätsindices und der Abundanz mesopelagischer Fische wurden mit dem nicht parametrischen Mann-Whitney U-Test untersucht. Unterschiede in den univariaten Indices zwischen topographischen Strukturen und vertikalen Tiefenhorizonten wurden mit dem ebenfalls nicht parametrischen Kruskal-Wallis Test untersucht (Sachs 1978). Ein post-hoc Test nach Dunn wurde herangezogen, um die Stationsgruppen paarweise miteinander zu vergleichen.

Die Diversitätsunterschiede wurden auf zwei räumlichen Skalen untersucht. 1. Lokal zwischen Stationsgruppen, die verschiedene topographische Zonierungen (Habitate) repräsentieren, und 2. regional d.h. großräumig latitudinal zwischen verschiedenen Untersuchungsgebieten. Im Gebiet des MAR (Twins) und der Atlantis Bank wurde die Diversität zusätzlich in drei vertikalen Tiefenhorizonten (Epipelagial, oberes und unteres Mesopelagial) untersucht.

Zum Vergleich der Diversität in den fünf Untersuchungsgebieten wurde das Verfahren der "rarefaction" Analyse angewandt (Sanders 1968; Hurlbert 1971). Unter der Annahme, dass Arten unabhängig voneinander in einer Probe auftreten, kann mit dieser Methode von der Gesamtzahl der Arten (S), der Individuen (N) und der jeweiligen Abundanz (N_i) die statistisch zu erwartende Zahl von Arten (ES_n) bei einer reduzierten Individuenzahl (n) berechnet werden. Die Idee dabei ist, ein absolutes Mass der Ähnlichkeit zu berechnen z.B. ES₁₀₀ (die erwartete Artenzahl in einer Probe mit 100 Individuen), das dann den Vergleich zwischen Proben mit verschiedenem Umfang ermöglicht. Die Berechnung von ES_n geschieht wie folgt:

(3)
$$ES_n = \sum_{i=1}^{S} \left[\frac{(N-N_i)!(N-n)!}{(N-N_i-n)!N!} \right]$$

Multivariate Verfahren dienten der Analyse der Gemeinschaftsstruktur mesopelagischer Fische in den verschiedenen Untersuchungsgebieten. Die Abkürzungen und Akronyme der wichtigsten Verfahren sind in Tab. 4 genannt.

Tab. 4: Im Text häufig verwendete Abkürzungen ur	d Akronyme multivariater statistischer Verfahren.
--	---

Abkürzung	Definition
ANOSIM	"Analysis of similarity", entspricht einer multivariaten ANOVA
BIO-ENV	Korreliert biologische Ähnlichkeitsmatrizen mit Umweltparametern
Cluster	Hierarchische Clusteranalyse
MDS	Nicht-metrische multidimensionale Skalierung, ein Ordinationsverfahren
SIMPER	"Similarity percentage" Prozentuale Ähnlichkeit zwischen Stationsgruppen

Die Grundlage der multivariaten Analyse sind Arten-Stations-Tabellen mit i Stationen und k taxa. Fänge, in denen keine mesopelagischen Fische vertreten waren, wurden von der multivariaten Analyse ausgeschlossen. Um den Einfluss dominanter Arten zu reduzieren,

wurden die Dichten mesopelagischer Fische transformiert (Quadratwurzel). Im nächsten Schritt wurde eine Ähnlichkeitsmatrix basierend auf dem Bray-Curtis Ähnlichkeitskoeffizienten zwischen jedem Stationspaar berechnet:

(4)
$$S_{jk} = \left(\frac{\sum_{i=1}^{p} 2\min(y_{ij}, y_{ik})}{\sum_{i=1}^{p} (y_{ij} + y_{ik})}\right)$$

dabei ist S_{jk} die Ähnlichkeit zwischen den Stationen j und k. y_{ij} und y_{ik} sind die Dichten der Art i in den Fängen j und k. Das Verfahren der agglomerativen hierarchischen Clusteranalyse wurde zur Klassifizierung der Ähnlichkeitsmatrix herangezogen und die Ergebnisse als Dendrogramm dargestellt. Um die Ergebnisse der Clusteranalyse zu verifizieren, wurde die nicht-metrische multidimensionale Skalierung (MDS) angewandt. MDS ist ein Ordinationsverfahren, das im Gegensatz zur Hauptkomponenten- und Faktorenanalyse, keine Vorrausetzung bezüglich der Verteilung und Linearität der Daten erfordert (Clarke & Warwick 1994). Die nicht-metrische MDS generiert 2-dimensionale geometrische Darstellungen der Ähnlichkeiten zwischen Objekten. Die räumliche Distanz zwischen den Objekten, die z.B. JFT Fänge darstellen, entspricht ihrer jeweiligen Ähnlichkeit in der Bray-Curtis Ähnlichkeitsmatrix. Zu jedem MDS Plot wurde der sogenannte "Stress" Wert angegeben. Dieser Wert gibt Auskunft über die Qualität der MDS Ordination (Clarke & Warwick 1994). Um die Güte der Darstellung zu überprüfen, können folgende Schwellenwerte gelten (Clarke 1993):

- < 0,05 sehr gute Repräsentation der Ähnlichkeitsmatrix
- < 0,1 gute Repräsentation der Ähnlichkeitsmatrix
- < 0,2 mit Einschränkung brauchbare Repräsentation, Vergleich mit den Ergebnissen der Klassifikation ist anzuraten
- < 0,3 Ergebnisse des Ordinationsverfahrens sollten mit großer Skepsis betrachtet werden

> 0,3 kaum besser als eine zufällige Anordnung der Objekte

Die statistische Signifikanz zwischen verschiedenen Stationsgruppen (bathymetrische Habitate, Tiefenhorizonte, Gebiete) wurde anhand einer Ähnlichkeitsanalyse (ANOSIM, "One-way analysis of similarity") geprüft. Bei ANOSIM handelt es sich um einen nichtparametrischen Permutationstest, der als multivariates Analogon zur ANOVA betrachtet werden kann (Clarke & Warwick 1994). ANOSIM basiert auf den Rängen der Ahnlichkeitsmatrix. Sie berechnet zunächst die mittleren Rangähnlichkeiten innerhalb der Gruppe und danach zwischen den Gruppen. Die Stationsbezeichnungen werden dann zufällig gemischt und die Ähnlichkeiten innerhalb und zwischen den Stationsgruppen erneut berechnet. Dieses Verfahren wird häufig wiederholt (in dieser Arbeit 1000 mal), und das Originalergebnis wird dann mit den zufallsgesteuerten Resultaten verglichen. Das Ergebnis ist eine sog. R-Statistik, die Werte von 1 bis 0 annehmen kann. Werte nahe 1 weisen auf starke Unterschiede in der Artenzusammensetzung zwischen Probengruppen hin, wohingegen Werte nahe 0 hohe Übereinstimmung zeigen.

Die SIMPER ("similarity percentage breakdown") Analyse wurde herangezogen, um den Anteil individueller Arten zur Bray-Curtis Ähnlich- bzw. Unähnlichkeit zwischen Probengruppen zu berechnen. Dazu werden die Arten identifiziert, die typisch für eine Gruppe sind, d.h. mit konstanter Häufigkeit in den Fängen vertreten sind. Die Arten werden hierarchisch nach ihrem Anteil an der Ähnlichkeit zwischen Stationsgruppen dargestellt. In einem zweiten Schritt werden die Arten gesucht, die am stärksten zur Unähnlichkeit zwischen zwei Probengruppen beitragen.

Um Ursachen für beobachtete räumliche Verteilungsmuster der mesopelagischen Fischgemeinschaft an den unterseeischen Erhebungen zu identifizieren, wurden die physikalisch-chemischen Eigenschaften der Wassersäule mit der Struktur der mesopelagischen Fischgemeinschaft in Beziehung gesetzt. Die Korrelation zwischen dieser Struktur und den Umweltfaktoren wurde mit BIO-ENV, eine Subroutine von Primer zum Vergleich von Ähnlichkeitsmatrizen, untersucht. Folgende Umweltparameter dienten zur Berechnung der abiotischen Ähnlichkeitsmatrix: Minimale und maximale Wassertiefe, minimale und maximale Fangtiefe, minimale und maximale Salinität und Temperatur im befischten Tiefenhorizont. BIO-ENV berechnet die Rank Korrelation zwischen der biologischen Bray-Curtis Ähnlichkeitsmatrix und der Ähnlichkeitsmatrix der abiotischen Variablen. Aus allen Kombinationen der abiotischen Parameter, die möglich sind, werden die mit den höchsten Korrelationen bestimmt. Die Korrelation der Ähnlichkeitsmatrizen erfolgte mit der gewichteten Spearman Rank Korrelation (Clarke & Ainsworth 1993; Clarke & Warwick 1994).

Die zoogeographischen Muster pelagischer Organismen können mit den Produktionsverhältnissen in den jeweiligen Gebieten korreliert sein (Woodd-Walker *et al.* 2002). Zur Analyse regionaler Aspekte (d.h. zwischen den Untersuchungsgebieten) wurde daher als zusätzlicher abiotischer Faktor die oberflächennahe Chlorophyllkonzentration (mg/m³) herangezogen. Diese Daten wurden im Rahmen des NASA SeaWiFS Projekt

(code 970.2) und des Distributed Active Archive Centre (code 902) am Goddard Space Flight Centre, Greenland, MD 20771, USA, mit Hilfe des Satelliten gestützten Seawif Systems für die jeweiligen Untersuchungszeiträume ermittelt und freundlicherweise von Dr. Jill Nicola Schwarz (Alfred-Wegener Institut für Polar- und Meeresforschung) zur Verfügung gestellt.

4 Ergebnisse

4.1 Lokale Aspekte

4.1.1 Porcupine Bank

4.1.1.1 Faunistische Zusammensetzung

Im Gebiet der Porcupine Bank wurden insgesamt 9441 Fische gefangen, die ein Nassgewicht von 4371 g aufweisen. 20 mesopelagische Fischarten wurden identifiziert (Tab. 5). Sie lassen sich taxonomisch 18 Gattungen und 9 Familien zuordnen. Die Famille der Myctophiden ist mit 9 Spezies die artenreichste, gefolgt von den Sternoptychidae (3 Arten) und Stomiidae (2 Arten). Drei Myctophiden *Benthosema glaciale, Myctophum punctatum* und *Notoscopelus kroeyeri* dominieren die mesopelagische Fischgemeinschaft. Ihr gemeinsamer Anteil beträgt 88,4 % an Individuen und 78,5 % am Gesamtgewicht (Tab. 5).

Tab. 5: Porcupine Bank. Individuenzahl (N) und prozentuale Zusammensetzung (%) in verschiedenen
bathymetrischen Bereichen. O: Ozean (> 1000 m Tiefe), A: Schelfabhang (500-1000 m), S: Schelf
(< 500 m). Biomasse als g Nassgewicht und Größenspektrum als (SL) Standardlänge in 187 JFT
Fängen. *Arten mit pseudo-ozeanischem Verbreitungsmuster (sensu Hulley 1981).

	Bathyr	Bathymetrischer Bereich (N)						Biomasse	Größenspektrum	
Art	0	(%)	А	(%)	s	(%)	N (%)	g (%)	(mm SL)	
Alepocephalidae										
Xenodermichthys copei*			2	(0,04)			2 (0,02)	2,9 (0,07)	50-79	
Argentinidae										
Argentina silus	3	(0,06)	2	(0,04)			5 (0,05)	6,5 (0,15)	55-65	
Gonostomatidae										
Gonostoma elongatum			2	(0,04)			2 (0,02)	46,6 (1,07)	190-212	
Microstomatidae										
Nansenia groenlandica	13	(0,28)	5	(0,11)			18 (0,19)	55,3 (1,26)	37-69	
Myctophidae										
Benthosema glaciale	3537	(75,79)3300	(73,99)83	(26,43) 6920 (73,30)	2183,7 (49,96)	12-60	
Electrona rissoi	2	(0,04)					2 (0,02)	1,1 (0,02)	34-35	
Lampanyctus crocodilus	8	(0,17)	1	(0,02)			9 (0,10)	23,7 (0,54)	53-95	
Lampanyctus intricarius	1	(0,02)					1 (0,01)	4,4 (0,10)	86	
Lobianchia gemellari	9	(0,19)	5	(0,11)			14 (0,15)	60,1 (1,38)	62-79	
Myctophum punctatum	405	(8,68)	467	(10,47)26	(8,28)	898 (9,51)	792,3 (18,13)	19-87	
Notoscopelus kroeyeri	196	(4,20)	270	(6,05)	50	(15,92) 516 (5,47)	455,5 (10,42)	22-113	
Protomyctophum arcticum			1	(0,02)	1	(0,32)	2 (0,02)	1,3 (0,03)	35-36	
Symbolophorus veranyii	2	(0,04)	1	(0,02)			3 (0,03)	8,4 (0,19)	45-70	
Nomeidae										
Cubiceps gracilis	1	(0,02)					1 (0,01)	36,7 (0,84)	135	
Paralepididae										
Arctozenus rissoi	7	(0,15)	1	(0,02)	1	(0,32)	9 (0,10)	16,1 (0,37)	31-197	
Sternoptychidae										
Argyropelecus hemigymnus	207	(4,44)	155	(3,48)	15	(4,78)	377 (3,99)	94,6 (2,16)	11-34	
Argyropelecus olfersi	250	(5,36)	179	(4,01)	6	(1,91)	435 (4,61)	275,8 (6,31)	11-57	
Maurolicus muelleri*	10	(0,21)	65	(1,46)	129	(41,08)204 (2,16)	195 (4,46)	14-59	
Stomiidae										
Chauliodus sloani	11	0,24	1	(0,02)	1	(0,32)	13 (0,14)	32,9 (0,75)	57-160	
Stomias boa	5	0,11	3	(0,07)	2	(0,64)	10 (0,11)	77,9 (1,78)	85-284	
Gesamt	4667		4458		314		9441	4370,7		

Aufgrund ihrer Bedeutung für die Fischgemeinschaft wurde für *B. glaciale* und *M. muelleri* die Längen-Häufigkeitsverteilung exemplarisch dargestellt (Abb. 24). Das Größenspektrum von *B. glaciale* zeigt eine unimodale Verteilung. Die Standardlänge von *B. glaciale* reicht von 12 bis 60 mm und beträgt im Mittel 30,0 mm. Das deutet darauf hin, dass es sich bei einem Großteil der Individuen dieser Art um juvenile Entwicklungsstadien handelt. Das Längenspektrum von *M. muelleri* reicht von 14 bis 59 mm (Abb. 24). Es sind zwei Modalklassen bei 18-19 und 50-51 mm erkennbar, die vermutlich eine juvenile und eine adulte Jahrgangsklasse, repräsentieren.



Abb. 24: Porcupine Bank. Längen-Häufigkeitsverteilung von *B. glaciale* und *M. muelleri*, n: Zahl der gemessenen Individuen, SL: Standardlänge (mm).

Die Verteilung der Häufigkeiten mesopelagischer Fische im Gebiet der Porcupine Bank zwischen Tagund Nachthols zeigt deutliche Unterschiede (Abb. 25). Die Individuendichten sind in den Tagfängen mit < 4,9 Individuen/10 000 m^3 sehr viel geringer als in den Nachthols. Daneben zeigt die Verteilung der Fische starke Differenzen zwischen den bathymetrischen Zonen. Wenige positive Tagfänge konzentrieren sich im Bereich der 1000 m Tiefenlinie (Abb. 25A). Eine Ausnahme bilden drei positive Fänge über dem Keltischen Schelf über Wassertiefen < 200 m. In der Nacht wurden deutlich größere Mengen mesopelagischer Fische im ozeanischen Bereich als über dem Abhang und dem Schelf gefangen (Abb. 25B). Mesopelagische Fische fehlen über Wassertiefen von < 200 m mit der Ausnahme von 2 Nachtfängen, in denen sie in geringen Individuenzahlen gefangen wurden.



Abb. 25: Porcupine Bank. Abundanzen (Individuen/10 000 m³) mesopelagischer Fische in JFT Fängen. A. Taghols, B. Nachthols, TV-Hols sind nicht dargestellt.

4.1.1.2 Gemeinschaftsanalyse

Die Darstellung der Gemeinschaftsstruktur erfolgte durch das Ordinationsverfahren der multidimensionalen Skalierung (MDS). Auf dem MDS Plot ist keine deutliche Gruppierung der Tag-, Nacht und Dämmerungsfänge erkennbar (Abb. 26). Die ANOSIM der Bray-Curtis Ähnlichkeitsmatrix zeigt geringe, jedoch signifikante, Unterschiede in der Artenzusammensetzung der Fänge zu verschiedenen Tageszeiten (R = 0,087; p = 0,033). Deshalb und wegen der tagesperiodischen Vertikalwanderungen mesopelagischer Fische werden Tag- und Nachthols getrennt analysiert und Dämmerungsfänge von der multivariaten Untersuchung ausgeschlossen.



Abb. 26: Porcupine Bank. MDS Plot der Bray-Curtis Ähnlichkeitsmatrix individueller JFT Fänge zu verschiedenen Tageszeiten.

Taghols

Die Abundanzdaten der Tagfänge wurden, nach der Berechnung der Bray-Curtis Ähnlichkeitsmatrix, dem Verfahren der agglomerativen hierarchischen Clusteranalyse charakteristische Ähnlichkeiten zwischen unterworfen. um Stationsgruppen zu identifizieren. Das resultierende Dendrogramm (Abb. 27) lässt auf einem zufälligen Ähnlichkeitsniveau von 20 % eine Gliederung in drei Stationsgruppen erkennen, zwei große Gruppen (Cluster I und II) sowie eine kleine Gruppe (Cluster III). Cluster I konstituiert sich aus ozeanischen Hols (> 1000 m Tiefe) und Abhanghols (500-1000 m). Cluster I gliedert sich auf einem Ähnlichkeitsniveau von 40 % in zwei Untergruppen (Cluster la und lb), die sich in den befischten Tiefenhorizonten unterscheiden: Cluster la setzt sich aus Hols des oberen Mesopelagials (200-500 m Tiefe) zusammen, wohingegen Cluster lb Fänge aus epipelagischen Wasserschichten (Tiefenhorizont 0-100 m) vereinigt. Die zweite Stationsgruppe (Cluster II) konstituiert sich aus Schelfhols (< 500 m Tiefe), die auf einem Ähnlichkeitsniveau von 35 % ebenfalls eine Aufspaltung in zwei Untergruppen (Cluster IIa und IIb) zeigt. Cluster IIa umfasst Hols aus dem Mesopelagial (> 200 m Tiefe). Cluster IIb setzt sich aus epipelagischen Hols zusammen. Cluster III geht auf nur ein Schelfhol (56) zurück, der aufgrund seiner abweichenden Artenzusammensetzung auf einem sehr niedrigen Ähnlichkeitsniveau mit den übrigen Hols fusioniert.



Abb. 27: Porcupine Bank. Clusteranalyse der Bray-Curtis Ähnlichkeitsmatrix individueller JFT Tagfänge in verschiedenen bathymetrischen Bereichen. □ Schelf (< 500 m Tiefe), ▲ Abhang (500-1000 m),
Ozean (>1000 m). Holnummern und Fangtiefen (in Klammern) sind angegeben.



Abb. 28: Porcupine Bank. MDS Plot der Bray-Curtis Ähnlichkeitmatrix individueller JFT Tagfänge in verschiedenen bathymetrischen Bereichen.

Das Ordinationsverfahren der multidimensionalen Skalierung (MDS) bestätigt die Ergebnisse der Clusteranalyse. Schelfhols des Tiefenbereichs < 500 m sind deutlich getrennt von Hols aus dem ozeanischen Bereich (> 1000 m) und dem Abhangbereich (500-1000 m). Es sind keine Unterschiede zwischen Ozean- und Abhanghols erkennbar.

Ein Permutationstest (ANOSIM) zur Prüfung folgender Null-Hypothesen wurde durchgeführt:

Es bestehen keine Unterschiede in der Zusammensetzung der mesopelagischen Fischgemeinschaften:

- a. zwischen verschiedenen bathymetrischen Bereichen (Schelf, Abhang, Ozean)
- b. zwischen den vertikalen Tiefenhorizonten (Epipelagial, oberes Mesopelagial)

Die erste Nullhypothese wurde abgelehnt (R = 0,544, p = 0,001), es bestehen signifikante Unterschiede zwischen verschiedenen bathymetrischen Zonen. Der paarweise Vergleich zeigt, dass sowohl signifikante Unterschiede zwischen Hols des Schelfbereichs und ozeanischen Hols (R = 0,711; p = 0,003), als auch zwischen Schelfhols und Abhanghols (R = 0,613; p = 0,007) bestehen. Dagegen sind keine signifikanten Unterschiede in der Artenzusammensetzung von Ozean- und Abhanghols (R = 0,0; p = 0,4) zu beobachten. Die zweite Nullhypothese wird akzeptiert (R = 0,056; p = 0,222): Es bestehen keine signifikanten Unterschiede zwischen Fängen im Epipelagial und im oberen Mesopelagial.

Nachthols

Die Klassifikation der Nachthols durch die hierarchische Clusteranalyse ergibt auf einem Ähnlichkeitsniveau von 20 % drei Gruppen, zwei kleine (Cluster I und II) und eine große Gruppe (Cluster III). Cluster I und II vereinigen Schelfhols aus verschiedenen vertikalen Tiefenhorizonten. Cluster I setzt sich aus zwei epipelagischen Hols und Cluster II aus zwei mesopelagischen Fängen zusammen.

Cluster III kann in zwei Untergruppen (Cluster IIIa und b) gegliedert werden. Cluster IIIa und konstituiert sich aus Abhang- und Ozeanhols, mit Ausnahme des Schelfhols IS22. Cluster IIIb setzt sich aus zwei Abhanghols und einem Schelfhol zusammen.



Abb. 29: Porcupine Bank. Clusteranalyse der Bray-Curtis Ähnlichkeitsmatrix individueller JFT Nachtfänge in verschiedenen bathymetrischen Bereichen. □ Schelf (< 500 m Tiefe), ▲ Abhang (500-1000 m),
Ozean (> 1000 m). Holnummer und Fangtiefe (in Klammern) sind angegeben.



Abb. 30: Porcupine Bank. MDS Plot der Bray-Curtis Ähnlichkeitsmatrix individueller JFT Nachtfänge in verschiedenen bathymetrischen Bereichen.

Die Klassifikation der Nachtfänge zeigt, dass die Struktur der mesopelagischen Fischgemeinschaft, wie am Tag, stark durch die bathymetrische Zonierung des Untersuchungsgebiets geprägt ist. Diese Beobachtung wird durch das Ordinationsverfahren (MDS) bestätigt (Abb. 30). Ozean- und Abhanghols zeigen einen hohen Grad der Übereinstimmung in ihrer Artenzusammensetzung, der durch die Aggregation beider Stationstypen auf dem MDS Plots zum Ausdruck kommt. Die Schelfhols unterscheiden sich deutlich von den Hols aus den tieferen bathymetrischen Zonen und weisen eine höhere Streuung auf. Eine Ausnahme bildet wie in der Clusteranalyse der Schelfhol IS22, der eine große Ähnlichkeit mit Ozean- und Abhanghols besitzt.

Die ANOSIM bestätigte die visuell gewonnenen Ergebnisse und ergibt signifikante Unterschiede zwischen den bathymetrischen Zonierungen im Bereich der Porcupine Bank (R = 0,243; p = 0,025). Der paarweise Vergleich zeigt, dass sich die Schelfhols signifikant von den ozeanischen Hols (R = 0,428; p = 0,002) unterscheiden. Dagegen sind die Unterschiede zwischen Abhang- und Schelfhols, sowie zwischen Abhang und Ozeanhols nicht signifikant. Eine ANOSIM für verschiedene befischte Tiefenhorizonte, zeigt keine signifikanten Unterschiede in der Fischgemeinschaft zwischen Epipelagial und Mesopelagial (R = 0,06; p = 0,237).

4.1.1.3 Abiotische Faktoren

Mit Hilfe der BIO-ENV Analyse wurde die Beziehung zwischen der Struktur der mesopelagischen Fischgemeinschaft und verschiedenen Umweltfaktoren untersucht (Tab. 6). Bereits die einzelnen Faktoren zeigen hohe Korrelationen mit der biotischen Ähnlichkeitsmatrix der Tagfänge. Die maximale (r = 0,383) und minimale Bodentiefe (r = 0,349) sind die wichtigsten Einzelvariablen. Die stärkste Korrelation (r = 0,499) besteht zwischen der biotischen Ähnlichkeitsmatrix und der Kombination aus vier Faktoren: Minimale und maximale Bodentiefe, minimale Temperatur und minimaler Salzgehalt. Generell sind die Faktoren Temperatur, Salzgehalt und Fangtiefe tagsüber von geringer Bedeutung für die Gemeinschaftsstruktur.

Die Nachtfänge zeigen insgesamt niedrigere Korrelationswerte mit den abiotischen Faktoren als die Tagfänge. Die höchste Korrelation (r = 0,389) wurde mit einer Kombination aus drei Umweltvariablen erzielt: Maximale Wassertiefe, minimalen Fangtiefe und minimaler Salzgehalt. Der minimale Salzgehalt ist der Einzelfaktor mit der höchsten Korrelation (r = 0,263) gefolgt von der maximalen (r = 205) und der minimalen Wassertiefe (r = 0,175). Dieses Ergebnis deutet daraufhin, dass in der Nacht die Temperatur und insbesondere der Salzgehalt einen stärkeren Einfluß auf die Fischgemeinschaft ausübt als in den Tagfängen.

Tab. 6: Porcupine Bank. Ergebnisse der BIO-ENV Analyse. Rang Korrelationen zwischen der biotischen Ähnlichkeitmatrix und den k = 1, 2, 3 und 4 Kombinationen folgender Umweltvariablen: FT_{min} und FT_{max} : minimale und maximale Fangtiefe, S_{min} und S_{max} : minimale und maximale Salinität im befischten Tiefenbereich, T_{min} und T_{max} : minimale und maximale Temperatur im befischten Tiefenbereich, BT_{min} und BT_{max} : minimale und maximale Bodentiefe. Die Variable(-nkombination) mit der höchsten Korrelation **fett** gedruckt.

Gruppe k	Faktoren		
Taghols	1 BT _{max} (0,472)	BT _{min} (0,430)	T _{min} (0,263)
	2 BT _{min} , T _{min} (0,484)	BT _{min} , T _{min} (0,468)	BT _{min} , BT _{max} (0,464)
	3 BT _{min} , T _{min} , T _{max} (0,486)	BT _{min} , T _{min} , S _{min} (0,485)	BT _{min} , BT _{max} , T _{min} (0,473)
	4 BT _{min} , BT _{max} , T _{min} , S _{min} (0,499)	$BT_{min}, BT_{max}, T_{min}, T_{max}$ (0,486)	BT _{min} , BT _{max} , FT _{min} , T _{min} (0,459)
Nachthols 1	I: S _{min} (0,263)	BT _{max} (0,205)	BT _{min} (0,175)
2	2: BT _{max} , S _{min} (0,357)	BT _{min} , S _{min} (0,332)	T _{max} , S _{min} (0,288)
3	3: BT _{max} , FT _{min} , S _{min} (0,389)	$BT_{min}, FT_{min}, S_{min}$ (0,367)	$BT_{max}, FT_{min}, S_{max}$ (0,364)
4	E BT _{max} , FT _{min} , S _{min} , S _{max} (0,365)	$BT_{min},BT_{max},FT_{min},S_{min}(0,360)$	BT_{max} , FT_{min} , T_{max} , S_{max} (0,357)

4.1.1.4 Artniveau

Eine SIMPER Analyse wurde durchgeführt, um die charakteristischen Arten in den bathymetrischen Zonen, Ozean, Abhang und Schelf zu bestimmen (Tab. 7). Am Tag sind die drei wichtigsten Arten im ozeanischen Bereich und am Abhang identisch. Der kumulative Anteil der Ähnlichkeit von *Argyropelecus hemigymnus*, *Argyropelecus olfersi* und *Benthosema glaciale* beträgt 71,5 % in ozeanischen Hols und 94,7 % in Abhanghols. Die mittlere Dichte von *A. hemigymnus* ist deutlich höher im ozeanischen Bereich als über dem Abhang. Die Fänge im Bereich des Schelfs (Wassertiefe < 500 m) sind durch die pseudo-ozeanische Art *Maurolicus muelleri* geprägt, die für 79,2 % der Stationsähnlichkeit verantwortlich ist.

In der Nacht beträgt der Anteil von *B. glaciale* in ozeanischen Hols 45,8 %. Damit ist sie die dominierende Art in diesen Bereichen. Über dem Abhang nimmt die Bedeutung von *B. glaciale* (26,5 %) ab. Die wichtigste Art in diesem Bereich ist *M. punctatum* (46,6 %). Der Bedeutung der pseudo-ozeanischen Art *M. muelleri* steigt von den Ozeanhols zu den Abhanghols und der Anteil nimmt von 0,3 % auf 5,7 % zu. Im Schelfbereich ist *M. muelleri* (36,2 %) die zweitwichtigste Art nach *N. kroeyeri* (43 %). Auffällig ist das Zurücktreten von *B. glaciale* (8,4 %) in diesem Bereich.

Tab. 7: Porcupine Bank. SIMPER Analyse. Konsolidierende mesopelagische Fischarten für die bathymetrischen Bereiche Ozean, Abhang und Schelf. Mittlere Dichte: Individuen/10 000 m³, individueller Anteil (%) und kumulativer Anteil (∑ %) an der Gruppenähnlichkeit. Arten sind bis zu einem kumulativen Anteil von 100 % in hierarchischer Reihenfolge aufgelistet.

	Tag Nacht						
Ozean				Ozean			
Ähnlichkeit: 44,11 %				Ähnlichkeit: 55,83 %			
Art	Dicht	e Anteil (%)	Σ%	Art	Dichte	Anteil (%)	Σ%
Argyropelecus hemigymnus	1,12	35,17	35,17	Benthosema glaciale	10,18	45,79	45,79
Argyropelecus olfersi	0,56	18,45	53,62	Argyropelecus olfersi	1,34	18,43	64,22
Benthosema glaciale	0,8	17,86	71,48	Myctophum punctatum	0,87	15,1	79,33
Chauliodus sloani	0,07	13,14	84,62	Notoscopelus kroeyeri	0,45	10,96	90,29
Lobianchia gemellari	0,14	11,63	96,25	Argyropelecus hemigymnus	0,89	4,95	95,24
Maurolicus muelleri	0,03	3,75	100	Lampanyctus crocodilus	0,06	3,25	98,49
				Stomias boa	0,01	0,46	98,95
				Notolepis rissoi	0,02	0,39	99,35
				Chauliodus sloani	0,03	0,33	99,67
				Maurolicus muelleri	0,05	0,33	100
Abhang				Abhang			
Ähnlichkeit: 58,87 %				Ähnlichkeit: 46,02 %			
Art	Dicht	e Anteil (%)	Σ%	Art	Dichte	Anteil (%)	Σ%
Argyropelecus hemigymnus	0,34	49,81	49,81	Myctophum punctatum	1,2	46,6	46,6
Argyropelecus olfersi	0,61	30,48	80,29	Benthosema glaciale	1,55	26,49	73,09
Benthosema glaciale	0,04	14,37	94,66	Notoscopelus kroeyeri	0,71	14,43	87,52
Lobianchia gemellari	0,01	5,34	100	Maurolicus muelleri	0,26	5,7	93,21
				Argyropelecus olfersi	0,33	3,19	96,4
				Argyropelecus hemigymnus	0,17	2,68	99,08
				Stomias boa	0,01	0,92	100
Schelf				Schelf			
Ähnlichkeit: 38,64 %				Ähnlichkeit: 21,79 %			
Art	Dicht	e Anteil (%)	Σ%	Art	Dichte	Anteil (%)	Σ%
Maurolicus muelleri	0,35	79,2	79,2	Notoscopelus kroeyeri	0,12	43	43
Notoscopelus kroeyeri	0,1	16,27	95,47	Maurolicus muelleri	0,06	36,22	79,21
Argyropelecus hemigymnus	0,01	2,1	97,57	Argyropelecus hemigymnus	0,07	12,41	91,62
Myctophum punctatum	0,01	0,93	98,5	Benthosema glaciale	0,36	8,38	100
Benthosema glaciale	0,04	0,88	99,37				
Argyropelecus olfersi	0,02	0,63	100				

Vergleich der Individuendichten von *Benthosema glaciale* und *Maurolicus muelleri* Da die SIMPER Analyse *B. glaciale* und *M. muelleri* als charakteristische Arten für bestimmte Zonierungen identifizierte, wird ihre horizontale Verbreitung über der Porcupine Bank und dem Irischen Schelfgebiet genauer dargestellt (Abb. 31). *B. glaciale* ist die häufigste Art im ozeanischen Bereich und über dem Schelfabhang. Die 500 m Tiefenlinie bildet die bathymetrische Verbreitungsgrenze von *B. glaciale*, wobei einzelne Individuen auch bis zu einer Wassertiefe von 250 m gefangen wurden (Abb. 31A). In Tiefenbereichen mit Wassertiefen < 200 m fehlt *B. glaciale* vollständig. Die höchsten Abundanzen von *M. muelleri* wurden tags und nachts über dem Schelfabhang (200-1000 m) gefunden (Abb. 31B). In drei Tag- und zwei Nachthols wurde *M. muelleri* auch über dem Schelf (< 200 m Wassertiefe) gefangen. In der Nacht ist *M. muelleri* an der Porcupine Bank häufiger vertreten als in den südlicheren Bereichen.



Abb. 31: Abundanzen (Individuen/10 000 m³) von A. *Benthosema glaciale* und B. *Maurolicus muelleri* in Tagund Nachtfängen im Gebiet der Porcupine Bank. Die Abundanzen beider Arten sind in verschiedenen Skalen dargestellt.
4.1.1.5 Ökologische Indices

Für einen Vergleich der Fischgemeinschaften unterschiedlicher topographischer Zonen der Porcupine Bank wurden verschiedene Diversitätsindices berechnet.

Die Artenzahl in Nachtfängen ist generell höher als in Taghols. In letzteren beträgt die kumulative Artenzahl mesopelagischer Fische 6 im Schelfbereich, 9 über dem Abhang und 8 auf ozeanischen Stationen (Abb. 32A). Der Verlauf der kumulativen Dominanzkurven zeigt, dass die Diversität in den verschiedenen topographischen Bereichen am Tag recht ähnlich waren. Trotzdem sind Unterschiede im Kurvenverlauf erkennbar. Die geringste Diversität zeigen die Schelffänge gefolgt von Abhang- und Ozeanfängen.

In der Nacht ist die kumulative Artenzahl im neritischen Bereich mit 7 Arten deutlich niedriger als am Abhang (13 Arten) und im ozeanischen Bereich (16 Arten). Der Kurvenverlauf zeigt ebenfalls deutliche Unterschiede zwischen verschiedenen topographischen Gebieten (Abb. 32B). Die Dominanzkurve für die Ozeanfänge liegt deutlich über Kurven für die Abhang- und Schelfhols. Die geringere Diversität im ozeanischen Bereich geht wesentlich auf die Dominanz von *Benthosema glaciale* zurück (Abb. 32B).



Abb. 32: Porcupine Bank. Kumulative Dominanzkurven mesopelagischer Fische in verschiedenen bathymetrischen Bereichen. □ Schelf (< 500 m Tiefe), ▲ Abhang (500-1000 m), ● Ozean (> 1000 m); A. Taghols, B. Nachthols.

Die Artenzahl pro Station in Tagfängen ist deutlich niedriger als in Nachthols (Abb. 33A). Die Medianwerte am Tag reichen von 0 bis 6 Arten und betragen in der Nacht zwischen 1 und 9 Arten. Die Unterschiede zwischen Tag- und Nachtfängen sind jedoch statistisch nicht signifikant (Tab. 8). Tagsüber und nachts bestehen signifikante Unterschiede in der Artenzahl in den drei Zonen Ozean, Abhang und Schelf (Abb. 33A, Tab. 8). Zu beiden Tageszeiten ist die Artenzahl im ozeanischen Bereich signifikant höher als über dem Schelf.

Die Shannon Diversität ist im ozeanischen Bereich tagsüber mit einem H' Wert von 1,34 höher als am Abhang und über dem Schelf, deren H' Werte 0 (Median) betragen Abb. 33B. Der Unterschied der H' Werte zwischen Ozean- und Schelfhols am Tag ist statistisch signifikant. Das gleiche Diversitätsmuster zeigt sich in den Nachtfängen. In der Nacht beträgt der H' Wert 0,23 in Schelffängen, 1,20 in Abhanghols und 1,21 in Ozeanhols. Über dem Abhang ist die Shannon Diversität (H') in Nachtfängen signifikant höher als in den Tagfängen (Abb. 33B, Tab. 8).

Die Äquität (J') der Fischgemeinschaften unterscheidet sich tagsüber in den verschiedenen bathymetrischen Zonen (Abb. 33C, Tab. 8). Der Medianwert der Äquität im ozeanischen Bereich (0,69) liegt deutlich über den Medianwerten der Abhang- und Schelfstationen (jeweils 0). Der Unterschied zwischen Ozean- und Schelfhols ist statistisch signifikant. In den Nachtfängen ist der Medianwert der Äquität am höchsten über dem Kontinentalabhang (0,61), gefolgt vom ozeanischen Bereich (0,55) und dem Schelf (0,31). Diese Unterschiede sind jedoch statistisch nicht signifikant. Desweiteren gab es keine signifikanten Tag-Nacht Unterschiede in den drei bathymetrischen Zonen.

Die Berücksichtigung des Verwandtschaftsgrads zwischen den mesopelagischen Fischarten als Diversitätskriterium, ergibt keine grundsätzliche Änderung der Diversitätsmuster in der Gemeinschaft des Porcupine Bank Gebietes. Die taxonomische Diversität Δ unterscheidet sich in den drei bathymetrischen Zonen (Abb. 33D). Die Mediane der Δ Werte sind im ozeanischen Bereich tagsüber signifikant höher als über dem Schelf. In der Nacht zeigt sich eine deutlich höhere taxonomische Diversität auf Stationen im Ozean- und Abhangbereich als im Schelfbereich.

Ein ähnliches Bild ergibt die Berechnung der taxonomischen "Distanz" Δ * (Abb. 33E, Tab. 8). Generell sind Δ * Werte über dem Schelf im Vergleich zum Abhang und Ozean reduziert. Die Δ * Tagwerte sind über dem Abhang signifikant höher als die Nachtwerte.



Abb. 33: Porcupine Bank. Ökologische Indices zur Beschreibung der mesopelagischen Fischgemeinschaft in verschiedenen bathymetrischen Bereichen. □ Median Taghols, ■ Median Nachthols, offene Balken markieren das obere und untere Quartil der Tagwerte, gefüllte Balken, das der Nachtwerte, Minimal- und Maximalwerte sind angegeben; n: Anzahl der Hols; A. Artenzahl, B. Shannon Diversität H', C. Pielou's Äquität J', D. Taxonomische Diversität Δ, E. Taxonomische Distanz Δ*, F. Dichte mesopelagischer Fische (Individuen/10 000 m³).

Tab. 8: Porcupine Bank. Signifikanztests auf Unterschiede in der Diversität und Dichte mesopelagischer Fische zwischen Tag- (T) und Nachthols (N) mit dem Mann-Whitney U-Test und zwischen verschiedenen bathymetrischen Bereichen (O: Ozean, A: Abhang, S: Schelf) anhand der H Statistik des Kruskal-Wallis Tests; paarweiser Vergleich mit einem post-hoc Test nach Dunn.

	Tag v	s. Nacht		Tag	Nacht	
Parameter	0	А	S	Н	A vs S O vs A O vs S H	A vs S O vs A O vs S
Artenzahl S				8,97*	O>S* 12,3**	0>S*
Diversität H'		T <n*< td=""><td></td><td>12,1**</td><td>O>S* 7,84*</td><td>O>S*</td></n*<>		12,1**	O>S* 7,84*	O>S*
Äquität J'				8,46*	O>S* 0,91	
Taxon. Diversität)				10,4**	O>S* 6,52*	
Taxon. Distanz)*		T <n*< td=""><td></td><td>7,72*</td><td>O>S* 5,04</td><td></td></n*<>		7,72*	O>S* 5,04	
Dichte		T <n*< td=""><td></td><td>7,46*</td><td>O>S* 12,3**</td><td>O > S*</td></n*<>		7,46*	O>S* 12,3**	O > S*

* P<0,05; **p<0,005; ***p <0,001

Die Fischdichte ist tags und nachts sehr unterschiedlich in den drei topographischen Zonen (Abb. 33F). In der Nacht ist die höchste Dichte im ozeanischen Bereich (Median 12,13 Individuen/10 000 m³) gefolgt vom Abhang (3,01) und dem Schelf (0,02). Am Tag beträgt die Dichte auf ozeanischen Stationen 2,12 N/10 000 m³ wogegen über dem Abhang und dem Schelf der Medianwert 0 ist. Zu beiden Tageszeiten ist die Dichte im ozeanischen Bereich signifikant höher als über dem Schelf (Tab. 8). Die Fischdichte ist in den Nachtfängen in allen bathymetrischen Zonen deutlich höher als in den Tagfängen. Im Bereich des Schelfabhangs ist dieser Unterschied signifikant.

4.1.2 Mittelatlantischer Rücken (Twins)

4.1.2.1 Faunistische Zusammensetzung

Insgesamt wurden im Bereich der Twins mit dem JFT 6639 mesopelagische Fische gefangen, mit einem Gesamt-Nassgewicht von 9260 g. Die Zahl der Arten beträgt 102, die 65 Gattungen und 25 Familien zuzuordnen sind. Die Familie der Myctophiden ist mit 37 Arten vertreten. Sie dominieren die mesopelagische Fischgemeinschaft mit 72,2 % der gefangenen Individuen und 56 % der Biomasse. Artenreich sind auch die Stomiidae (20 Arten), Sternoptychidae (8 Arten) und Phosichthydae (6 Arten). Die individuenreichsten mesopelagischen Fischartenarten im Gebiet sind die Myctophiden *Lobianchia dofleini* (15,4 %), *Electrona rissoi* (11,6 %), *Notoscopelus bolini* (10,5 %) *und Diaphus holti* (8,6 %, Tab. 9). Der Beilfisch *Argyropelecus hemigymnus* ist die einzige häufige Art, die einer anderen Familie angehört, den Sternoptychidae. Ihr Anteil beträgt 7,4 % der Fischindividuen.

Tab. 9: Mittelatlantischer Rücken (Twins). Individuenzahl (N) und prozentuale Zusammensetzung (%) in verschiedenen bathymetrischen Bereichen. O: Ozean (> 1000 m Tiefe), A: Abhang (500-1000 m), F: Felsnadel (< 500 m). Biomasse als g Nassgewicht und Größenspektrum als (SL) Standardlänge in 41 JFT Fängen. *Arten mit pseudo-ozeanischem Verbreitungsmuster (*sensu* Hulley 1981).

	Bathymetrischer Bereich (N)						Abun	Idanz	Biomas	se	Größenspektrum	
Art	0	(%)	А	(%)	F	(%)	Ν	(%)	g	(%)	(SL mm)	
Alepocephalidae									-		<u> </u>	
Xenodermichthys copei*	9	(0,27)	1	(0,04)			10	(0,15)	91,4	(0,99)	43-158	
Argentinidae												
Argentina silus			2	(0,08)			2	(0,03)	6,9	(0,07)	85-91	
Bathylagidae												
Bathylagus euryops	2	(0,06)	1	(0,04)			3	(0,05)	13,7	(0,15)	36-133	
B. longirostris	2	(0,06)					2	(0,03)	3,6	(0,04)	61-74	
Centrolophidae												
Schedophilus medusophagus			1	(0,04)			1	(0,02)	455,0	(4,91)	285	
Chiasmodontidae												
Chiasmodon niger	2	(0,06)	4	(0,16)			6	(0,09)	17,1	(0,18)	53-115	
Diretmidae												
Diretmoides pauciradiatus			1	(0,04)			1	(0,02)	125,4	(1,35)	155	
Diretmus argenteus	5	(0,15)	15	(0,62)			20	(0,30)	72,8	(0,79)	31-72	
Gonostomatidae												
Bonapartia pedaliota	18	(0,54)	33	(1,35)	3	(0,34)	54	(0,81)	47,3	(0,51)	23-67	
Gonostoma denudatum	11	(0,33)	31	(1,27)			42	(0,63)	229,2	(2,48)	43-144	
Gonostoma elongatum	7	(0,21)	7	(0,29)	2	(0,23)	16	(0,24)	153,2	(1,65)	99-193	
Margrethia obtusirostra*	26	(0,78)	27	(1,11)	15	(1,71)	68	(1,02)	109,2	(1,18)	30-62	
Macrouridae												
Cetonurus globiceps			1	(0,04)			1	(0,02)	4,3	(0,05)	223	
Melamphaidae												
Melamphaes microps			1	(0,04)			1	(0,02)	2,1	(0,02)	52	
Melamphaes simus	1	(0,03)					1	(0,02)	0,2	(0,00)	24	
Poromitra capito	1	(0,03)					1	(0,02)	7,7	(0,08)	74	
Poromitra megalops			1	(0,04)			1	(0,02)	4,2	(0,04)	65	
Melanonidae												
Melanonus zugmayeri	2	(0,06)	2	(0,08)			4	(0,06)	6,4	(0,07)	65-95	
Microstomatidae												
Microstoma microstoma					1	(0,11)	1	(0,02)	1,6	(0,02)	77	
Myctophidae												
Benthosema glaciale	3	(0,09)	14	(0,57)			17	(0,26)	5,2	(0,06)	16-40	
Benthosema suborbitale	10	(0,30)	14	(0,57)			24	(0,36)	5,6	(0,06)	17-30	
Bolinichthys indicus	48	(1,44)	51	(2,09)	3	(0,34)	102	(1,54)	66,1	(0,71)	31-47	
Bolinichthys supralateralis			1	(0,04)			1	(0,02)	5,8	(0,06)	79	
Ceratoscopelus maderensis	11	(0,33)	11	(0,45)	2	(0,23)	24	(0,36)	41,2	(0,44)	18-65	
Certoscopelus warmingii	4	(0,12)	2	(0,08)			6	(0,09)	4,5	(0,05)	36-49	
Diaphus effulgens	1	(0,03)					1	(0,02)	8,8	(0,09)	84	
Diaphus holti	205	(6,17)	225	(9,23)	143	(16,27)	573	(8,63)	743,8	(8,03)	31-56	
Diaphus metopoclampus	7	(0,21)	11	(0,45)	1	(0,11)	19	(0,29)	34,9	(0,38)	26-58	
Diaphus mollis			2	(0,08)	7	(0,80)	9	(0,14)	10,8	(0,12)	38-48	
Diaphus rafinesquii	143	(4,30)	87	(3,57)	24	(2,73)	254	(3,83)	579,2	(6,25)	35-83	
Diogenichthys atlanticus			1	(0,04)			1	(0,02)	0,1	(0,00)	19	
Electrona rissoi	340	(10,23)	159	(6,52)	269	(30,60)	768	(11,57)	761,6	(8,22)	16-65	
Gonichthys coccoi	2	(0,06)	6	(0,25)			8	(0,12)	6,1	(0,07)	39-48	
Hygophum benoiti	31	(0,93)	19	(0,78)	7	(0,80)	57	(0,86)	79,4	(0,86)	37-56	
Hygophum hygomii	176	(5,30)	128	(5,25)	11	(1,25)	315	(4,74)	556,1	(6,01)	28-56	
Hygophum reinhardtii	18	(0,54)	2	(0,08)			20	(0,30)	16,6	(0,18)	32-49	
Lampadena chavesi	1	(0,03)			1	(0,11)	2	(0,03)	5,0	(0,05)	59-64	
Lampadena speculigera	2	(0,06)	2	(0,08)			4	(0,06)	2,0	(0,02)	30-41	
Lampadena urophaos atlantica	1	(0,03)			1	(0,11)	2	(0,03)	7,4	(0,08)	57-70	

Tab. 9. Fortsetzung.

	Bathymetrischer Bereich (N)						Abundanz Biomasse				Größenspektrum
Art	0	(%)	А	(%)	ŕ	(%)	Ν	(%)	g	(%)	(SL mm)
Myctophidae									-		<u> </u>
Lampanyctus crocodilus	69	(2,08)	58	(2,38)	7	(0,80)	134	(2,02)	274,0	(2,96)	23-170
Lampanyctus festivus	4	(0,12)	1	(0,04)	1	(0,11)	6	(0,09)	30,2	(0,33)	72-105
Lampanyctus intricarius	4	(0,12)	7	(0,29)			11	(0,17)	17,6	(0,19)	29-91
Lampanyctus phtonotus	22	(0,66)	14	(0,57)			36	(0,54)	44,5	(0,48)	33-63
Lampanyctus pusillus	234	(7,04)	76	(3,12)	27	(3,07)	337	(5,08)	117,4	(1,27)	19-40
Lampanyctus tenuiformes			1	(0,04)			1	(0,02)	14,0	(0,15)	112
Lepidophanes gaussi	1	(0,03)					1	(0,02)	0,7	(0,01)	42
Lepidophanes guentheri	11	(0,33)	2	(0,08)			13	(0,20)	12,6	(0,14)	49-60
Lobianchia dofleini	561	(16,88)	400	0(16,41)	62	(7,05)	1023	(15,41)	451,8	(4,88)	16-42
Lobianchia gemellari	27	(0,81)	34	(1,40)	20	(2,28)	81	(1,22)	197,1	(2,13)	33-82
Loweina interrupta			2	(0,08)			2	(0,03)	0,7	(0,01	26-36
Myctophum punctatum	17	(0,51)	10	(0,41)	2	(0,23)	29	(0,44)	12,1	(0,13)	23-44
Nannobrachium atrum	87	(2,62)	23	(0,94)	1	(0,11)	111	(1,67)	251,2	(2,71)	45-109
Notolychnus valdiviae	2	(0,06)	1	(0,04)	2	(0,23)	5	(0,08)	0,3	(0,00)	20
Notoscopelus bolini	360	(10,83)	325	5(13,34)	10	(1,14)	695	(10,47)	587,9	(6,35)	23-99
Symbolophorus veranyi	69	(2,08)	27	(1,11)	3	(0,34)	99	(1,49)	231,7	(2,50)	25-103
Taaningichthys minimus			3	(0,12)	1	(0,11)	4	(0,06)	1,8	(0,02)	24-46
Nemichthyidae											
Nemichthys curvirostris	2	(0,06)	3	(0,12)			5	(0,08)	5,7	(0,06)	366-570
Nemichthys scolopaceus	2	(0,06)					2	(0,03)	19,3	(0,21)	502-775
Nomeidae											
Cubiceps gracilis			3	(0,12)	2	(0,23)	5	(0,08)	27,7	(0,30)	64-78
Notosudidae											
Ahliesaurus berryi					1	(0,11)	1	(0,02)	1,5	(0,02)	95
Opisthoproctidae											
Opisthoproctus grimaldi	6	(0,18)	8	(0,33)	10	(1,14)	24	(0,36)	28,8	(0,31)	22-48
Opisthoproctus soleatus	4	(0,12)	4	(0,16)			8	(0,12)	41,2	(0,45)	25-75
Paralepididae											
Arctozenus rissoi	5	(0,15)	2	(0,08)	1	(0,11)	8	(0,12)	6,1	(0,07)	48-120
Percichthydae											
Howella sherborni	1	(0,03)	3	(0,12)			4	(0,06)	14,3	(0,15)	39-80
Phosichthyidae											
Ichthyococcus ovatus	7	(0,21)	13	(0,53)			20	(0,30)	13,9	(0,15)	17-44
Pollichthys mauli	4	(0,12)					4	(0,06)	0,9	(0,01)	32-48
Polymetme corythaeola	4	(0,12)					4	(0,06)	0,9	(0,01)	35-43
Vinciguerria attenuata	65	(1,96)	48	(1,97)	30	(3,41)	143	(2,15)	62,4	(0,67)	16-45
Vinciguerria nimbaria	11	(0,33)	3	(0,12)	2	(0,23)	16	(0,24)	10,4	(0,11)	27-47
Vinciguerria poweriae	23	(0,69)	17	(0,70)			40	(0,60)	10,1	(0,11)	21-37
Platytroctidae											
Sagamichthys schnakenbecki			1	(0,04)			1	(0,02)	111,0	(1,20	245
Scopelarchidae											
Scopelarchus analis	1	(0,03)	1	(0,04)			2	(0,03)	3,3	(0,04	44-72
Serrivomeridae											
Serrivomer beani	2	(0,06)	6	(0,25)			8	(0,12)	8,7	(0,09)	217-331
Sternoptychidae											
Argyropelecus aculeatus	104	(3,13)	72	(2,95)	59	(6,71)	235	(3,54)	743,4	(8,03)	15-71
Argyropelecus gigas	1	(0,03)	1	(0,04)			2	(0,03)	12,8	(0,14)	50-74
Argyropelecus hemigymnus	287	(8,64)	170	0 (6,98)	31	(3,53)	488	(7,35)	211,6	(2,29)	9-38
Argyropelecus olfersi	13	(0,39)	6	(0,25)	2	(0,23)	21	(0,32)	15,0	(0,16)	11-49
Maurolicus muelleri	14	(0,42)	2	(0,08)	108	(12,29)	124	(1,87)	25,2	(0,27)	18-37
Sternoptyx diaphana	36	(1,08)	63	(2,59)			99	(1,49)	80,4	(0,87)	7-35
Sternoptyx pseudobscura			6	(0,25)			6	(0,09)	2,3	(0,03)	12-24
Valenciennellus tripunctulatus	10	(0,30)	13	(0,53)			23	(0,35)	3,2	(0,03)	10-28

Tab. 9 (Fortsetzung).

	Bat	hymetris	cher I	Bereich ((N)		Abun	Idanz	Bioma	sse	Größenspektrum
Art	0	(%)	А	(%)	F	(%)	Ν	(%)	g	(%)	(SL mm)
Stomiidae											
Aristostomias tittmanni	1	(0,03)					1	(0,02)	16,4	(0,18)	130
Bathophilus longipinnis			3	(0,12)			3	(0,05)	8,1	(0,09)	75-86
Bathophilus nigerrimus	1	(0,03)	1	(0,04)			2	(0,03)	6,6	(0,07)	78-81
Bathophilus vaillanti	3	(0,09)	1	(0,04)			4	(0,06)	25,6	(0,28)	53-183
Chauliodus danae	8	(0,24)	11	(0,45)			19	(0,29)	60,1	(0,65)	28-151
Chauliodus sloani	83	(2,50)	84	(3,45)	3	(0,34)	170	(2,56)	560,1	(6,05)	29-228
Chirostomias pliopterus	1	(0,03)					1	(0,02)	7,8	(0,08)	123
Eustomias achirus			1	(0,04)			1	(0,02)	1,3	(0,01)	107
Flagellostomias boureei	1	(0,03)	1	(0,04)			2	(0,03)	29,2	(0,31)	127-153
Idiacanthus fasciola	1	(0,03)					1	(0,02)	0,1	(0,00)	140
Malacosteus niger	18	(0,54)	12	(0,49)			30	(0,45)	147,4	(1,59)	67-158
Melanostomias bartonbeani			2	(0,08)			2	(0,03)	35,6	(0,38)	194-226
M. macrophotus					1	(0,11)	1	(0,02)	6,8	(0,07)	134
Pachystomias microdon	1	(0,03)					1	(0,02)	13,3	(0,14)	133
Photonectes caerulescens			1	(0,04)			1	(0,02)	6,5	(0,07)	82
Photonectes margarita	1	(0,03)			1	(0,11)	2	(0,03)	57,9	(0,63)	165-187
Photonectes mirabilis					1	(0,11)	1	(0,02)	15,3	(0,17)	109
Photonectes guernei	11	(0,33)	8	(0,33)			19	(0,29)	74,7	(0,81)	48-147
Stomias boa	27	(0,81)	15	(0,62)	1	(0,11)	43	(0,65)	104,3	(1,13)	35-271
Trigonolampa miriceps	2	(0,06)	3	(0,12)			5	(0,08)	2,7	(0,03)	52-72
Tetragonuridae											
Tetragonurus curvieri	5	(0,15)	2	(0,08)			7	(0,11)	83,3	(0,90)	110-143
Gesamt	332	3	243	7	87	9	6639		9260,5		

Die Abundanz mesopelagischer Fische unterscheidet sich deutlich zwischen Tag- und Nachtfängen. Die Dichten in Taghols sind mit 0-7,8 Individuen/10 000 m³ deutlich niedriger als in Nachthols, in denen zwischen 6,2 und 19,6 Individuen/10 000 m³ gefangen wurden (Abb. 34A, B). Die Verteilung der Fischabundanz in verschiedenen topographischen Bereichen des Untersuchungsgebiets scheint, sowohl in Tag- als auch in Nachtfängen, relativ homogen zu sein. Trotzdem sind die Tagfänge im ozeanischen Bereich mit 4.0 bis 7,9 Individuen/10 000 m³ individuenreicher als die Plateauhols über der Felsnadel mit Dichten < 3,9 Individuen/10 000 m³. Der einzige Hol in dem keine mesopelagischen Fische gefangen wurden ist T18, ein Abhanghol, der über geringer Wassertiefe größten durchgeführt wurde. In der Nacht wurden die Fänge (16,6-19,9 Individuen/10 000 m³) im ozeanischen Bereich beobachtet.



Abb. 34: Mittelatlantischer Rücken (Twins). Abundanzen (Individuen/10 000 m³) mesopelagischer Fische in JFT Fängen. A. Taghols, B. Nachthols.

4.1.2.2 Gemeinschaftsanalyse

Die Ordination durch das MDS Verfahren ergibt deutliche Unterschiede zwischen Tag- und Nachthols (Abb. 35). Die Nachthols bilden einen Cluster in der oberen Hälfte des MDS Plots, während Taghols in der unteren Hälfte angeordnet sind und eine höhere Streuung aufweisen. Das Ordinationsverfahren gruppiert die Dämmerungsfänge zwischen Tag- und Nachtfängen. Die Ergebnisse der Ordination wurden durch das Permutationsverfahren (ANOSIM) bestätigt. Die R-Statistik ergibt einen Wert von 0,253, der signifikante Unterschiede (p < 0,001) in der mesopelagischen Artengemeinschaft zu verschiedenen Tageszeiten indiziert. Aus diesem Grund werden die Tag- und Nachthols getrennt analysiert und Dämmerungshols von der weiteren Auswertung ausgeschlossen.



Abb. 35: Mittelatlantischer Rücken (Twins). MDS Plot der Bray-Curtis Ähnlichkeitsmatrix individueller JFT Fänge zu verschiedenen Tageszeiten.

Taghols

Die Clusteranalyse der Tagfänge zeigt eine Gliederung in drei Gruppen, die sich auf einem Ähnlichkeitsniveau von 20 % identifizieren lassen (Abb. 36). Die größte Gruppe (Cluster I) setzt sich aus Ozean- und Abhanghols zusammen, die sich auf einem Ähnlichkeitsniveau von 35 % wiederum in zwei Untergruppen (Cluster Ia und Ib) gliedern. Dabei konstituiert sich Cluster Ia aus Hols mit größeren Fangtiefen (434-841 m), wohingegen Cluster Ib Hols aus Fangtiefe von 170-286 m vereinigt. Die zweite Gruppe (Cluster II) repräsentiert die Felsnadelhols, ausgenommen Hol T19, der im Bereich des Abhangs erfolgte. Die kleinste Gruppe (Cluster III) bilden zwei Abhanghols aus geringen Fangtiefen zwischen 71 und 176 m. Die Ergebnisse der Clusteranalyse werden durch die MDS Ordination bestätigt.

Ozean- und Abhanghols liegen aufgrund ihrer ähnlichen Artenzusammensetzung im MDS Plot dicht beieinander (Abb. 37). Die Felsnadelhols bilden eine geschlossene Gruppe, die räumlich von den Hols der beiden anderen Stationen getrennt ist. Eine Ausnahme macht wiederum der Abhanghol T19. Er ist stärker mit den Felsnadelhols assoziiert. Die Abhanghols T31 und T34 sind im MDS Plot deutlich von den übrigen Hols separiert (Abb. 37).

Die ANOSIM für die drei Stationsgruppen ergibt geringe (R = 0,215) aber statistisch signifikante Unterschiede (p = 0,026) in der Artenzusammensetzung. Der paarweise Vergleich zeigt, dass sich Abhang- und Ozeanhols in ihrer Gemeinschaftsstruktur nicht unterscheiden (R = -0,097; p = 0,889). Dagegen sind die Unterschiede zwischen den Felsnadel- und Ozeanhols (R = 0,861; p = 0,005) sowie zwischen Felsnadel- und Abhanghols (R = 0,385, p = 0,029) statistisch signifikant.



Abb. 36: Mittelatlantischer Rücken (Twins). Clusteranalyse der Bray-Curtis Ähnlichkeitsmatrix individueller JFT Tagfänge in verschiedenen bathymetrischen Bereichen. □ Felsnadel (< 500 m Tiefe),
 ▲ Abhang (500-1000 m), ● Ozean (> 1000 m). Holbezeichnung und die Fangtiefe (in Klammern) sind angegeben.



Abb. 37: Mittelatlantischer Rücken (Twins). MDS Plot der Bray-Curtis Ähnlichkeitsmatrix individueller JFT Tagfänge in verschiedenen bathymetrischen Bereichen.

In einem weiteren MDS Plot wurde über die jeweiligen Hols der beprobte Tiefenhorizont projiziert (Abb. 38). Die beiden epipelagischen Hols T31 und T34 weisen eine räumliche Trennung zu den übrigen Taghols auf. Auch die Fänge im unteren Mesopelagial (Fangtiefen > 500 m) bilden eine eigene Gruppe auf dem MDS Plot. Die Fänge im oberen Mesopelagial (Fangtiefe 180-286 m) zeigen dagegen eine relativ hohe Streuung.

Trotzdem sind die Hols dieses Tiefenbereichs aufgrund ihrer Artenzusammensetzung deutlich von den Fängen im Epipelagial und im unteren Mesopelagial getrennt. Eine Ausnahme bildet der Hol T14, der räumlich mit den Fängen im unteren Mesopelagial assoziiert ist.



Abb. 38: Mittelatlantischer Rücken (Twins). MDS Plot der Bray-Curtis Ähnlichkeitsmatrix individueller JFT Tagfänge in verschiedenen Tiefenhorizonten.

Eine ANOSIM zwischen den drei vertikalen Tiefenhorizonten zeigt deutliche Unterschiede (R = 0,758; p = 0,001). Auch bei einem paarweisen Vergleich zwischen den Tiefenhorizonten sind die Unterschiede signifikant. Die geringste Übereinstimmung (R = 1; p = 0,022) ist dabei zwischen den Fängen im Epipelagial und im unteren Mesopelagial zu beobachten, gefolgt von den Paarungen Epipelagial, oberes Mesopelagial (R = 0,982; p = 0,018) und oberes, unteres Mesopelagial (R = 0,646; p = 0,001).

Nachthols

Die Clusteranalyse der Nachthols ergibt drei Gruppen auf einem Ähnlichkeitsniveau von 53 %, eine große (Cluster I) und zwei kleine (Cluster II und III, Abb. 39). Cluster I setzt sich aus Ozean- und der Abhanghols zusammen. Es kann in zwei Untergruppen (Cluster Ia und Ib) gegliedert werden.



Abb. 39: Mittelatlantischer Rücken (Twins). Clusteranalyse der Bray-Curtis Ähnlichkeitsmatrix individueller JFT Nachtfänge in verschiedenen bathymetrischen Bereichen. □ Felsnadel (< 500 m Tiefe),
 ▲ Abhang (500-1000 m Tiefe), ● Ozean (> 1000 m Tiefe). Holbezeichnung und Fangtiefe (in Klammern) sind angegeben.



Abb. 40: Mittelatlantischer Rücken (Twins). MDS Plot der Bray-Curtis Ähnlichkeitsmatrix individueller JFT Nachtfänge in verschiedenen bathymetrischen Bereichen.

Cluster la repräsentiert epipelagische Hols (Fangtiefen 71-143 m), Cluster Ib vereinigt Hols aus dem Mesopelagial (Fangtiefen 170-429 m). Die zweite Gruppe (Cluster II) geht auf lediglich einen Ozean- und Abhanghol zurück, beiden ist eine geringe Fangtiefe (27– 38 m) gemeinsam. Cluster III wird von den beiden Nachthols über der Felsnadel gebildet. Die anhand der Clusteranalyse identifizierten Strukturen der Fischgemeinschaft wird durch das MDS Ordinationsverfahren bestätigt. Ozean- und Abhangfänge weisen aufgrund ihrer Ähnlichkeit in der Artenzusammensetzung keine räumliche Trennung auf. Die beiden Felsnadelhols unterscheiden sich dagegen deutlich von den übrigen Hols. Eine ANOSIM zeigt signifikante Unterschiede zwischen den bathymetrisch definierten Stationstypen (R = 0,342; p = 0,001). Die Analyse der paarweisen Ähnlichkeiten ergibt signifikante Unterschiede in der Artenzusammensetzung zwischen Plateau- und Ozeanhols (R = 0,927; p = 0,036), dagegen bestehen keine signifikanten Unterschiede zwischen Abhang- und Plateauhols, sowie Abhang- und Ozeanhols.



Abb. 41: Mittelatlantischer Rücken (Twins). MDS Plot der Bray-Curtis Ähnlichkeitsmatrix individueller JFT Nachtfänge in verschiedenen vertikalen Tiefenhorizonten.

In einem weiteren MDS Plot wurden über die Nachthols die beprobten Tiefenhorizonte projiziert (Abb. 41). Der Plot zeigt deutliche Unterschiede in der Artenzusammensetzung zwischen den Hols im Epipelagial (minimale Fangtiefe < 200 m) im Vergleich zu denen im oberen Mesopelagial (minimale Fangtiefe 200-500 m). Die Unterschiede werden durch die ANOSIM bestätigt (R = 0,504) und sind hoch signifikant (p = 0,001).

4.1.2.3 Abiotische Faktoren

Die BIO-ENV Analyse (Tab. 10) ergibt für Tagfänge die beste Korrelation der biotischen Matrix mit der Einzelvariablen maximale Salinität (r = 0,532), gefolgt von den Variablen maximale Fangtiefe (r = 0,503) und minimale Salinität (r = 0,477). Die Hinzunahme weiterer Variablen (2, 3, 4) in die Analyse führt zu keiner Verbesserung der Korrelation

zwischen der abiotischen und der biotischen Ähnlichkeitsmatrix. Der Faktor Bodentiefe korreliert nicht mit der Artenzusammensetzung mesopelagischer Fische in Tagfängen.

Tab. 10: Mittelatlantischer Rücken (Twins). Ergebnisse der BIO-ENV Analyse. Rang Korrelationen zwischen der biotischen Ähnlichkeitmatrix und den k = 1, 2, 3 und 4 Kombinationen folgender Umweltvariablen: FT_{min} und FT_{max}: minimale und maximale Fangtiefe, S_{min} und S_{max}: minimale und maximale Salinität im befischten Tiefenbereich, T_{min} und T_{max}: minimale und maximale Temperatur im befischten Tiefenbereich, BT_{min} und BT_{max}: minimale und maximale Bodentiefe. Die Variablen(kombination) mit der höchsten Korrelation ist **fett** gedruckt.

Gruppe	k Variable		
Taghols	1 S _{max} (0,532)	FT _{max} (0,503)	S _{min} (0,477)
	$2 FT_{max}, S_{max} (0,521)$	FT_{min}, S_{max} (0,512)	S _{min} , S _{max} (0,508)
	3FT_{min}, FT max, S_{max} (0,509)	FT_{max} , S_{min} , S_{max} (0,508)	$FT_{min}, S_{min}, S_{max}$ (0,504)
	$4 FT_{max}, S_{min}, S_{max}, T_{max}$ (0,499)	$FT_{min},FT_{max},S_{max},T_{max}(0,\!497)$	$FT_{min},S_{min},S_{max},T_{max}(0,\!493)$
Nachthol	s 1: T _{max} (0,502)	S max (0,407)	FT min (0,379)
	2: BT _{min} , T _{max} (0,529)	FT _{min} , T _{max} (0,496)	S max, T _{max} (0,49)
	3: BT _{min} , FT _{min} , T _{max} (0,517)	$FT_{min}, S_{max}, T_{max}$ (0,49)	BT _{min} , T _{min} , T _{max} (0,486)
	4: BT_{min} , S_{max} , T_{min} , T_{max} (0,496)	BT_{min} , FT_{max} , S_{max} , T_{max} (0,489)	$BT_{min},FT_{min},T_{min},T_{max}(0,\!475)$

Die Einzelvariable maximale Temperatur ergibt die höchste Korrelation (r = 0,502) mit den Nachtfängen, gefolgt von der maximalen Salinität (r = 0,407) und der minimalen Fangtiefe (r = 0,379). Am stärksten korreliert die Kombination der Variablen minimale Bodentiefe und maximale Temperatur (r = 0,529) mit der biotischen Ähnlichkeitsmatrix der Nachtfänge.

Die Ergebnisse der BIO-ENV Analyse bestätigt die Resultate der vorherigen multivariaten Untersuchungen, dass das Artenspektrum mesopelagischer Fische im Gebiet des MAR (Twins) in erster Linie durch die thermohalinen Eigenschaften der Wassersäule und nur im geringeren Maße durch die abnehmende Wassertiefe über der Felsnadel geprägt ist.

4.1.2.4 Artniveau

Die SIMPER Analyse zeigt, dass die charakteristischen Arten der Ozean- und Abhangstationen tags und nachts große Übereinstimmungen aufweisen (Tab. 11).

Tab. 11: Mittelatlantischer Rücken (Twins). SIMPER Analyse. Konsolidierende mesopelagische Fischarten für die bathymetrischen Bereiche Ozean, Abhang und Felsnadel. Mittlere Dichte: Individuen/10 000 m³, individueller Anteil (%) und kumulativer Anteil (∑%) an der Gruppenähnlichkeit. Arten sind bis zu einem kumulativen Anteil von 60 % in hierarchischer Reihenfolge aufgelistet.

Та	9				Nacht		
Ozean				Ozean			
Ähnlichkeit: 42,67 %				Ähnlichkeit: 62,7 %			
Art	Dichte	Anteil %	Σ%	Art	Dichte	Anteil %	Σ%
Diaphus holti	0,63	14,1	14,1	Lobianchia dofleini	3,11	15,57	15,57
Electrona rissoi	0,98	12,91	27,01	Notoscopelus bolini	2,41	13,46	29,03
Lobianchia dofleini	0,4	10,02	37,03	Lampanyctus pusillus	1,23	11,05	40,08
Chauliodus sloani	0,28	6,7	43,73	Hygophum hygomii	1,2	9,91	49,99
Argyropelecus hemigymnus	0,67	6,65	50,38	Symbolophorus veranyii	0,35	6,03	56,01
Vinciguerria attenuata	0,12	5,35	55,73	Lampanyctus crocodilus	0,4	5,42	61,44
Argyropelecus aculeatus	0,17	5,33	61,06				
Abhang				Abhang			
Ähnlichkeit: 26,26 %				Ähnlichkeit: 58,97 %			
Art	Dichte	Anteil %	Σ%	Art	Dichte	Anteil %	Σ%
Electrona rissoi	0,33	15,61	15,61	Lobianchia dofleini	1,97	18,42	18,42
Chauliodus sloani	0,18	14,58	30,19	Notoscopelus bolini	2,64	18,28	36,7
Argyropelecus hemigymnus	0,24	11,34	41,53	Hygophum hygomii	0,96	10,4	47,1
Diaphus holti	0,33	8,57	50,1	Lampanyctus pusillus	0,31	7,22	54,32
Lobianchia dofleini	0,31	7,79	57,89	Bolinichthys indicus	0,26	5,5	59,82
Sternoptyx diaphana	0,26	5,48	63,37	Lampanyctus crocodilus	0,26	4,21	64,03
Felsnadel				Felsnadel			
Ähnlichkeit: 48,23 %				Ähnlichkeit: 68,99 %			
Art	Dichte	Anteil %	Σ%	Art	Dichte	Anteil %	Σ%
Electrona rissoi	0,85	67,93	67,93	Diaphus holti	2,34	15,69	15,69
Maurolicus muelleri	0,09	21,38	89,3	Electrona rissoi	2,49	11,68	27,37
Opisthoproctus grimaldi	0,07	5,17	94,47	Maurolicus muelleri	1,5	10,45	37,81
				Lobianchia dofleini	0,98	9,77	47,59
				Argyropelecus aculeatus	0,98	9,7	57,29
				Lampanyctus pusillus	0,42	6,4	63,69

Am Tag sind die fünf wichtigsten Arten in Ozeanfängen (*Diaphus holti, Electrona rissoi, Lobianchia dofleini, Chauliodus sloani* und *Argyropelecus hemigymnus*) identisch mit den fünf wichtigsten Arten in den Abhangfängen und unterscheiden sich lediglich in der Reihenfolge ihrer Bedeutung (Tab. 11). Die Hauptarten über der Felsnadel sind *E. rissoi, Maurolicus muelleri* und *Opisthoproctus grimaldi,* deren kumulativer Anteil 94 % an der Gesamtähnlichkeit dieser Stationsgruppe beträgt. Eine überragende Bedeutung kommt dabei der Myctophidenart *E. rissoi* zu, deren Individuenreichtum und regelmäßiges Auftreten in Felsnadelhols zu 68 % der Gruppenähnlichkeit beiträgt.

Die Nachtfänge im ozeanischen Bereich und am Abhang werden von vier Myctophidenarten (Lobianchia dofleini, Notoscopelus bolini, Hygophum hygomii, Lampanyctus pusillus) dominiert (Tab. 11). Die Nachtfänge über der Felsnadel sind durch Arten z. B. E. rissoi und M. muelleri geprägt, die dort auch für die Tagfänge charakteristisch sind.

In einer weiteren SIMPER Analyse (Tab. 12) wurden die Arten bestimmt, die charakteristisch für die mesopelagische Fischgemeinschaft der vertikalen Tiefenhorizonte (Epipelagial, oberes und unteres Mesopelagial) sind. Zur Untersuchung der konsolidierenden Arten verschiedener Tiefenhorizonte wurden die Hols über der Felsnadel ausgeschlossen, da dort nur Fänge im oberen Mesopelagial durchgeführt wurden (Tab. 3). Am Tag wurde im Epipelagial nur ein einziger Fisch der Art Chauliodus sloani (Stomiidae) gefangen, wodurch bestätigt wird, dass die mesopelagischen Arten im Verlauf ihrer tagesperiodischen Vertikalwanderungen aus diesem Tiefenbereich absteigen. Im oberen Mesopelagial ist tagsüber Electrona rissoi die wichtigste mesopelagische Fischart mit einem Anteil von 64,1 % an der Stationsähnlichkeit gefolgt von *Maurolicus muelleri* (8,3 %) und Diaphus holti (8,7 %). Das untere Mesopelagial ist am Tag dagegen durch eine hohe Artenvielfalt gekennzeichnet und die Dominanz einzelner Arten ist nur schwach ausgeprägt.

In der Nacht ist *Lobianchia dofleini* die dominierende Art im Epipelagial (18,2 %), der Bedeutung nach gefolgt von drei anderen Myctophidenarten: *Notoscopelus bolini*, *Hygophum hygomii*, *Lampanyctus pusillus*. Das obere Mesopelagial ist durch *L. dofleini*, *N. bolini*, *D. holti* geprägt.

Die hohe Bedeutung der Arten *D. holti* und *E. rissoi* im oberen Mesopelagial sowohl in Tag- als auch in Nachtfängen wird als Hinweis gewertet, dass diese Arten nur beschränkte Vertikalwanderungen durchführen.

Tab. 12: Mittelatlantischer Rücken (Twins). SIMPER Analyse. Konsolidierende mesopelagische Fischarten für die vertikalen Tiefenhorizonte Epipelagial, unteres und oberes Mesopelagial. Mittlere Dichte: Individuen/10 000 m³, individueller Anteil (%) und kumulativer Anteil (∑%) an der Gruppenähnlichkeit. Arten sind bis zu einem kumulativen Anteil von 80 % in hierarchischer Reihenfolge aufgelistet. Fänge über der Felsnadel sind nicht berücksichtigt.

Epipelagial Annlichkeit: 41,78 Epipelagial Annlichkeit: 61,27 Art Dichte Anteil % Σ% Chauliodus sloani 0,02 100 100 Lobianchia dofleini 2,74 18,22 18,22 Chauliodus sloani 0,02 100 100 Lobianchia dofleini 2,74 18,22 17,43 35,65 Chauliodus sloani 0,02 100 100 Lobianchia dofleini 2,74 18,22 17,43 35,65 Chauliodus sloani 0,02 100 100 Lobianchia dofleini 2,24 4,71 65,98 Symbolophorus veranyi 0,26 4,64 70,62 Hygophum benotiti 0,15 4,21 74,83 Symbolophorus veranyi 0,26 4,64 70,62 Hygophum benotiti 0,16 2,89 80,81 Oberes Mesopelagial Annichkei: 62,63 % Ant Dichte Anteil % Σ% Electrona rissoi 1,11 64,08 Lobianchia dofleini 1,62 1,214 1,214 Maurolicus muelleri 0,15 5,15 Art Dichte		Гад			1	Nacht		
Ähnlichkeit: 41,78 Arten Dichte Anteil $\%$ $\%$ Arten Dichte Anteil $\%$ $\%$ Chauliodus sloani 0,02 100 100 Lobianchia dofleini 2,74 18,22 18,22 Chauliodus sloani 0,02 100 100 Lobianchia dofleini 2,92 17,43 35,65 Mygophum hygomii 1,24 11,5 47,15 47,15 12,27 80 100 0,84 9,39 56,54 Lampanyctus pusillus 0,22 4,73 61,27 80 100 105 4,64 70,62 Bolinichthys indicus 0,22 4,73 61,27 74,83 28 80,81 Oberes Mesopelagial 0,16 4,64 70,62 Antt Dichte Anteil $\%$ $\%$ 7% 11 64,08 64,08 10 162 2,94 12,14 12,14 Maurolicus muelleri 0,05 8,25 72,34 Diaphus holti 1,62 12,14 12,14 12,14 Maurolicus muelleri 0,47 5,18 77,51 <	Epipelagial	~9			Epipelagial			
Art Dichte Anteil % Σ % Arten Dichte Anteil % Σ % Chauliodus sioani 0,02 100 100 Lobianchia dofleini 2,74 18,22 18,22 Chauliodus sioani 0,02 100 Lobianchia dofleini 2,92 17,43 35,65 Hygophum hygomii 1,24 11,5 47,15 Lampanyctus pusillus 0,84 9,39 56,54 Lampanyctus pusillus 0,84 9,39 56,54 1,24 11,5 47,15 Bolinchthys indicus 0,22 4,71 65,98 59 59 60,98 59,99 20,60 79,92 70,9	Ähnlichkeit: 41,78				Ähnlichkeit: 61,27			
Chauliodus sloani 0,02 100 Lobianchia dofleini 2,74 18,22 18,22 Notoscopelus bolini 2,92 17,43 36,65 Hygophum hygomi 1,24 11,5 47,15 Lampanyctus pusillus 0,84 9,39 56,54 Lampanyctus pusillus 0,84 9,39 76,22 Vinciguerria attenuata 0,15 4,21 74,83 Lampanyctus photonotus 0,14 3,09 77,92 Vinciguerria attenuata 0,1 5,18 77,15 Arytopelecus hemigymus 0,4 2,21 74 18,12 12,14 12,14 12,14 12,14 12,14 12,14 12,14 12,14 12,14 12,14 12,14 12,14 13,30 12,17 7,43 52,1	Art	Dichte	Anteil %	Σ%	Arten	Dichte	Anteil %	Σ%
Notoscopelus bolini 2,92 17,43 35,65 Hygophum hygonii 1,24 11,5 47,15 Lampanyctus pusillus 0,84 9,39 56,54 Lampanyctus crocodilus 0,29 4,73 61,27 Bolinichthys indicus 0,22 4,71 65,98 Symbolophorus veranyii 0,16 4,24 74,83 Notoscopelagial 0,16 4,21 74,83 Antichkeit 35,85 % Art 0,16 2,89 80,81 Electrona rissoi 1,11 64,08 Coberes Mesopelagial 1,62 12,14 12,14 Maurolicus muelleri 0,01 5,18 71,51 Argyropelecus hentigymnus 0,64 7,66 29,7 Vinciguerria attenuata 0,1 5,1 82,61 Notoscopelus bolini 1,12 7,43 44,73 Vinciguerria attenuata 0,1 5,1 82,61 Notoscopelus bolini 1,21 7,43 44,73 Vinciguerria attenuata 0,1 5,1 82,61 Notoscopelus bolini	Chauliodus sloani	0,02	100	100	Lobianchia dofleini	2,74	18,22	18,22
Hygophum hygomii 1.24 11,5 47,15 Lampanyctus pusillus 0,84 9,39 56,54 Lampanyctus pusillus 0,29 4,73 61,27 Bolinichthys indicus 0,22 4,71 65,98 Symbolophorus veranyii 0,26 4,64 70,62 Hygophum benoiti 0,15 4,21 74,83 Lampanyctus photonotus 0,14 3,09 77,92 Vinciguerria attenuata 0,16 2,89 80,81 Art Dichte Anteil % ∑% Art Dichte Anteil % ∑% Aurolicus muelleri 0,05 8,25 72,34 Diaphus holti 1,62 12,14 12,14 Maurolicus muelleri 0,47 5,18 77,51 Argyropelecus hemigymnus 0,64 7,43 42,16 Vinciguerria attenuata 0,1 5,1 82,61 Notscopelus bolini 1,17 7,61 37,36 Jiphus holti 0,47 5,63 63,67 Nigophum hygonii 0,5 <td< td=""><td></td><td></td><td></td><td></td><td>Notoscopelus bolini</td><td>2,92</td><td>17,43</td><td>35,65</td></td<>					Notoscopelus bolini	2,92	17,43	35,65
And Construction Con					Hygophum hygomii	1,24	11,5	47,15
$\begin{array}{c c c c c c c c c c c c c c c c c c c $					Lampanyctus pusillus	0,84	9,39	56,54
Bolinichthys indicus 0,22 4,71 65,98 Symbolopharus veranyli 0,26 4,64 70,62 Hygophum benoitii 0,15 4,21 74,83 Lampanyctus photonotus 0,14 3,09 77,92 Vinciguerria attenuata 0,16 2,89 80,81 Oberes Mesopelagial Coberes Mesopelagial Antilichkeit: 62,63 % Anti Dichte Anteil % ∑% Art Dichte Anteil % ∑% Art Dichte Anteil % 2 Maurolicus muelleri 0,05 8,25 72,34 Diaphus holti 1,62 12,14 12,14 Maurolicus muelleri 0,47 5,18 77,51 Argyropelecus hemigymus 0,64 7,66 29,7 Vinciguerria attenuata 0,1 5,1 82,61 Notoscopelus bolini 1,17 7,61 37,3 Electrona rissoi 1,21 7,43 42,16 Diaphus rafinesquei 0,37 5,87 63,03 Liphus holti 0,1 5,1 <td< td=""><td></td><td></td><td></td><td></td><td>Lampanyctus crocodilus</td><td>0,29</td><td>4,73</td><td>61,27</td></td<>					Lampanyctus crocodilus	0,29	4,73	61,27
Symbolophorus veranyii 0,26 4,64 70,62 Hygophum benotiti 0,15 4,21 74,83 Lampanyctus photonotus 0,14 3,09 77,92 Vinciguerria attenuata 0,16 2,89 80,81 Öberes Mesopelagial Ähnlichkeit: 52,63 % Art Dichte Anteil % ∑% Art Dichte Anteil % ∑% Art Dichte Anteil % ∑% Electrona rissoi 1,11 64,08 64,08 Lobianchia dofleini 1,62 12,14 12,14 Maurolicus muelleri 0,05 8,25 72,34 Diaphus holti 1,28 9,9 22,04 Diaphus holti 0,47 5,18 77,51 Argyropelecus hemigymnus 0,64 7,66 29,7 Vinciguerria attenuata 0,1 5,1 82,61 Notoscopelus bolini 1,17 7,63 44,73 Argyropelecus aculeatus 0,64 7,43 52,16 Diaphus rafinesquei 0,37 5,87 58,03 Lampany					Bolinichthys indicus	0,22	4,71	65,98
$\begin{array}{ c c c c c c c c c c c c c c c c c c c$					Symbolophorus veranyii	0,26	4,64	70,62
Lampanyctus photonotus Vinciguerria attenuata 0,14 3,09 77,92 Öberes Mesopelagial 2,89 80,81 Ähnlichkeit 35,85 % Ähnlichkeit: 62,63 % Art Dichte Anteil % ∑% Atr Dichte Anteil % ∑% Art Dichte Anteil % ∑% Electrona rissoi 1,11 64,08 Lobianchia dofleini 1,62 12,14 12,14 Maurolicus muelleri 0,05 8,25 72,34 Diaphus holti 1,28 9,9 22,04 Diaphus holti 0,47 5,18 77,51 Argyropelecus hemigymuns 0,64 7,66 29,7 Vinciguerria attenuata 0,1 5,1 82,61 Notoscopelus bolini 1,17 7,61 37,3 Lampanyctus pusillus 0,64 7,63 52,16 Diaphus rafinesquei 0,37 5,87 58,03 Lampanyctus pusillus 0,47 5,63 63,67 Vinciguerria attenuata 0,15 3,88 80,31 Unteres Mesopelagial Antichkeit: 55					Hygophum benoitii	0,15	4,21	74,83
Oberes MesopelagialOberes Mesopelagial $0,16$ $2,89$ $80,81$ Ahnlichkeit $35,85\%$ Ähnlichkeit: $62,63\%$ AttDichteAnteil $\%$ $\Sigma\%$ AttDichteAnteil $\%$ $\Sigma\%$ Electrona rissoi $1,11$ $64,08$ $64,08$ Lobianchia dofleini $1,62$ $12,14$ $12,14$ Maurolicus muelleri $0,05$ $8,25$ $72,34$ Diaphus holti $1,62$ $12,14$ $12,14$ Maurolicus muelleri $0,47$ $5,18$ $77,51$ Argyropelecus hemigymnus $0,64$ $7,66$ $29,7$ Vinciguerria attenuata $0,1$ $5,1$ $82,61$ Notoscopelus bolini $1,17$ $7,61$ $37,3$ Electrona rissoi $1,21$ $7,43$ $44,73$ $Argyropelecus aculeatus0,647,4352,16Diaphus holti0,15,182,61Notoscopelus bolini1,177,6363,67Vinciguerria attenuata0,315,2168,87Hygophum hygomii0,54,4973,36Hygophum benoiti0,153,0880,31Hygophum hgomii0,53,0880,31Unteres Mesopelagial0,5611,2211,225\%5,15$					Lampanyctus photonotus	0,14	3,09	77,92
Oberes Mesopelagial Ahnlichkeit 35,85 % Oberes Mesopelagial Annlichkeit: 62,63 % Art Dichte Anteil % Σ% Art Dichte Anteil % Σ% Electrona rissoi 1,11 64,08 64,08 Lobianchia dofleini 1,62 12,14 12,14 Maurolicus muelleri 0,05 8,25 72,34 Diaphus holti 1,28 9,9 22,04 Diaphus holti 0,47 5,18 77,51 Argyropelecus hemigymnus 0,64 7,66 29,7 Vinciguerria attenuata 0,1 5,1 82,61 Notoscopelus bolini 1,17 7,61 37,3 Electrona rissoi 1,21 7,43 42,73 42,73 42,73 Argyropelecus aculeatus 0,64 7,66 52,16 54,67 58,03 Lampanyctus pusillus 0,47 5,63 63,67 14,92 73,36 Piaphus rafinesquei 0,55 4,49 73,36 14,92 14,92 Atmlichkeit: 55,15 F 11,22 11,22 14,92					Vinciguerria attenuata	0,16	2,89	80,81
Ahnlichkeit 35,85 %Annlichkeit: 62,63 %ArtDichteAnteil % Σ %ArtDichteAnteil % Σ %Electrona rissoi1,1164,0864,08Lobianchia dofleini1,6212,1412,14Maurolicus muelleri0,058,2572,34Diaphus holti1,289,922,04Diaphus holti0,475,1877,51Argyropelecus hemigymnus0,647,6629,7Vinciguerria attenuata0,15,182,61Notoscopelus bolini1,177,6137,3Electrona rissoi1,217,4344,73Argyropelecus aculeatus0,647,4352,16Diaphus rafinesquei0,375,8758,03Lampanyctus pusillus0,475,6363,67Vinciguerria attenuata0,335,2168,87Hygophum hygomii0,54,4973,36Hygophum benoiti0,153,0880,3111,2211,2230,8880,31Unteres MesopelagialÄhnlichkeit: 55,15ArtDichteAnteil % Σ %11,2211,22Chauliodus sloani0,338,6119,8319,8314,82Diaphus rafinesquei0,318,228,0414,8214,82Lobianchia dofleini0,356,6741,8214,8214,82Lampanyctus pusillus0,356,6741,8214,8214,82Lampanyctus pusillus0,356,6741,8214,82Lampanyctus pu	Oberes Mesopelagial				Oberes Mesopelagial			
Art Dichte Anteil % Σ% Art Dichte Anteil % Σ% Electrona rissoi 1,11 64,08 64,08 Lobianchia dofleini 1,62 12,14 12,14 Maurolicus muelleri 0,05 8,25 72,34 Diaphus holti 1,28 9,9 22,04 Diaphus holti 0,47 5,18 77,51 Argyropelecus hemigymnus 0,64 7,66 29,7 Vinciguerria attenuata 0,1 5,1 82,61 Notoscopelus bolini 1,17 7,61 37,3 Electrona rissoi 1,21 7,43 44,73 Argyropelecus aculeatus 0,64 7,43 52,16 Diaphus rafinesquei 0,37 5,87 58,03 Lampanyctus pusillus 0,47 5,63 63,67 Vinciguerria attenuata 0,33 5,21 68,87 Hygophum hygomii 0,15 3,08 80,31 Unteres Mesopelagial 11,22 11,22 12 12 12 12 12 12 1	Ahnlichkeit 35,85 %				Ahnlichkeit: 62,63 %			
Electrona rissoi 1,11 64,08 64,08 Lobianchia doffeini 1,62 12,14 12,14 Maurolicus muelleri 0,05 8,25 72,34 Diaphus holti 1,28 9,9 22,04 Diaphus holti 0,47 5,18 77,51 Argyropelecus hemigymnus 0,64 7,66 29,7 Vinciguerria attenuata 0,1 5,1 82,61 Notoscopelus bolini 1,17 7,61 37,3 Electrona rissoi 1,21 7,43 44,73 Argyropelecus aculeatus 0,64 7,43 52,16 Diaphus rafinesquei 0,37 5,87 58,03 Lampanyctus pusillus 0,47 5,63 63,67 Vinciguerria attenuata 0,33 5,21 68,87 Hygophum hygomii 0,5 4,49 7,36 Hygophum hygomii 0,5 3,08 80,31 Unteres Mesopelagial Xin Y 12,22 Ant Dichte Anteil % Y% Lobianchia dofleini 0,56 11,22 11,22 Chauliodus sloani 0,33	Art	Dichte	Anteil %	Σ%	Art	Dichte	Anteil %	Σ%
Maurolicus mueileri 0,05 8,25 72,34 Diaphus holti 1,28 9,9 22,04 Diaphus holti 0,47 5,18 77,51 Argyropelecus hemigymnus 0,64 7,66 29,7 Vinciguerria attenuata 0,1 5,1 82,61 Notoscopelus bolini 1,17 7,61 37,3 Liectrona rissoi 1,21 7,43 44,73 Argyropelecus aculeatus 0,64 7,43 52,16 Diaphus rafinesquei 0,37 5,87 58,03 Lampanyctus pusillus 0,47 5,63 63,67 Vinciguerria attenuata 0,33 5,21 68,87 Hygophum hygomii 0,5 4,49 73,36 Hygophum hygomii 0,5 4,49 73,36 Hygophum benoiti 0,15 3,08 80,31 Unteres Mesopelagial X X Y X Ähnlichkeit: 55,15 X Y 11,22 11,22 Chauliodus sloani 0,33 8,61 19,83 Y Diaphus rafinesquei 0,28 7,12 35,16 <td>Electrona rissoi</td> <td>1,11</td> <td>64,08</td> <td>64,08</td> <td>Lobianchia dofleini</td> <td>1,62</td> <td>12,14</td> <td>12,14</td>	Electrona rissoi	1,11	64,08	64,08	Lobianchia dofleini	1,62	12,14	12,14
$\begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	Maurolicus muelleri	0,05	8,25	72,34	Diaphus holti	1,28	9,9	22,04
$\begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	Diaphus holti	0,47	5,18	77,51	Argyropelecus hemigymnus	0,64	7,66	29,7
$\begin{array}{c ccccc} Electrona rissor & 1,21 & 7,43 & 44,73 \\ Argyropelecus aculeatus & 0,64 & 7,43 & 52,16 \\ Diaphus rafinesquei & 0,37 & 5,87 & 58,03 \\ Lampanyctus pusillus & 0,47 & 5,63 & 63,67 \\ Vinciguerria attenuata & 0,33 & 5,21 & 68,87 \\ Hygophum hygomii & 0,5 & 4,49 & 73,36 \\ Hygophum benoiti & 0,15 & 3,87 & 77,23 \\ Bonapartia pedaliota & 0,15 & 3,08 & 80,31 \\ \end{array}$	Vinciguerria attenuata	0,1	5,1	82,61	Notoscopelus bolini	1,17	7,61	37,3
$\begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$					Electrona rissoi	1,21	7,43	44,73
$\begin{array}{c c c c c c c c c c c c c c c c c c c $					Argyropelecus aculeatus	0,64	7,43	52,16
$\begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$					Diaphus rafinesquei	0,37	5,87	58,03
$\begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$					Lampanyctus pusilius	0,47	5,63	63,67
$\begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$					Vinciguerria attenuata	0,33	5,21	68,87
$\begin{array}{c c c c c c c c c c c c c c c c c c c $					Hygophum nygomii	0,5	4,49	73,36
Unteres MesopelagialÄhnlichkeit: 55,15ArtDichteAnteil % Σ %Lobianchia dofleini0,5611,2211,22Chauliodus sloani0,338,6119,83Diaphus holti0,318,228,04Diaphus rafinesquei0,287,1235,16Argyropelecus hemigymnus0,356,6741,82Lampanyctus pusillus0,356,3848,2					Hygopnum benolti Bonapartia pedaliota	0,15	3,87 3,08	77,23 80,31
Ahnlichkeit: $55,15$ ArtDichteAnteil % $\Sigma\%$ Lobianchia dofleini $0,56$ $11,22$ $11,22$ Chauliodus sloani $0,33$ $8,61$ $19,83$ Diaphus holti $0,31$ $8,2$ $28,04$ Diaphus rafinesquei $0,28$ $7,12$ $35,16$ Argyropelecus hemigymnus $0,35$ $6,67$ $41,82$ Lampanyctus pusillus $0,35$ $6,38$ $48,2$	Unteres Mesopelagial					,	,	
ArtDichteAnteil % \sum %Lobianchia dofleini0,5611,2211,22Chauliodus sloani0,338,6119,83Diaphus holti0,318,228,04Diaphus rafinesquei0,287,1235,16Argyropelecus hemigymnus0,356,6741,82Lampanyctus pusillus0,356,3848,2	Ahnlichkeit: 55,15							
Lobianchia doffeini 0,56 11,22 11,22 Chauliodus sloani 0,33 8,61 19,83 Diaphus holti 0,31 8,2 28,04 Diaphus rafinesquei 0,28 7,12 35,16 Argyropelecus hemigymnus 0,35 6,67 41,82 Lampanyctus pusillus 0,35 6,38 48,2	Art	Dichte	Anteil %	Σ%				
Chauliodus sioani 0,33 8,61 19,83 Diaphus holti 0,31 8,2 28,04 Diaphus rafinesquei 0,28 7,12 35,16 Argyropelecus hemigymnus 0,35 6,67 41,82 Lampanyctus pusillus 0,35 6,38 48,2	Lobianchia dofleini	0,56	11,22	11,22				
Diaphus holti 0,31 8,2 28,04 Diaphus rafinesquei 0,28 7,12 35,16 Argyropelecus hemigymnus 0,35 6,67 41,82 Lampanyctus pusillus 0,35 6,38 48,2	Chauliodus sloani	0,33	8,61	19,83				
Diaphus ratinesquei 0,28 7,12 35,16 Argyropelecus hemigymnus 0,35 6,67 41,82 Lampanyctus pusillus 0,35 6,38 48,2	Diaphus holti	0,31	8,2	28,04				
Lampanyctus pusillus 0,35 6,38 48,2	Diaphus rafinesquei	0,28	7,12	35,16				
Lampanyctus pusilius 0,35 6,38 48,2	Argyropelecus nemigymnus	0,35	6,67	41,82				
	Lampanyctus pusilius	0,35	6,38	48,2				
<i>Electrona rissol</i> 0,29 6,19 54,39	Electrona rissoi	0,29	6,19	54,39				
Lobianchia gemeilari 0,15 4,97 59,36	Lobianchia gemellari	0,15	4,97	59,36				
Argyropelecus aculeatus 0,13 4,08 63,45	Argyropelecus aculeatus	0,13	4,08	03,45				
Gonostorna denudatum U, 13 3,33 00,77	Gonostoma denudatum	0,13	3,33	70,00				
Vinciguerria alleriuata 0,08 3,23 70,01	vinciguerria attenuata	0,08	3,23	70,01				
Scottenantus dianhana 0.26 2.62 75 72	Stornontux dianhana	0,1	3,09	13,1 75,70				
Scenicplys unaphana $0.30 2.02 15.12$	Sternoptyx utaphana	0,30	2,02	79 10				
Magrethia obtusirostra = 0.06 + 2.44 + 80.62	Maarathia ohtusirostra	0,14	2,40 211	80 62				

4.1.2.5 Ökologische Indices der horizontalen Struktur

Die kumulativen Dominanzkurven mesopelagischer Fische auf verschiedenen topographischen Stationen vermitteln ein Bild der lokalen Diversität in Tag- und Nachtfängen (Abb. 42). Die Gesamtartenzahl ist am Tag auf den Felsnadelstationen mit 8 Arten geringer als auf den Abhang- (70) und den Ozeanstationen (60). Die Dominanzkurve für Felsnadelfänge liegt deutlich über den Kurven für die Abhang- und Ozeanfänge. Die geringere Diversität der Felsnadelfänge lässt sich auf die Dominanz einer Art (Electrona rissoi) zurückführen, der 77 % der Individuen in diesem Bereich zuzuordnen sind. Im Gegensatz zu den Taghols zeigt der Verlauf der Dominanzkurven für die Nachtfänge keine deutlichen Unterschiede zwischen den bathymetrischen Stationsgruppen (Abb. 42 B). Die kumulative Artenzahl beträgt nachts 38 über der Felsnadel, 56 am Abhang und 53 im ozeanischen Bereich.



Abb. 42. Mittelatlantischer Rücken (Twins). Kumulative Dominanzkurven mesopelagischer Fische in verschiedenen bathymetrischen Bereichen. □ Felsnadel (< 500 m Tiefe), ▲ Abhang (500-1000 m),
 Ozean (> 1000 m). A. Taghols, B. Nachthols.

Die Artenzahl pro Hol in den Nachtfängen unterscheidet sich nur wenig zwischen den drei bathymetrischen Zonen (Abb. 43A). Der Medianwert der Artenzahl ist am höchsten über der Felsnadel mit 26,5 und betrug 24 sowohl über dem Abhang als auch im ozeanischen Bereich. Am Tag ist die Artenzahl in den Felsnadelhols (Medianwert 3 Arten) im Vergleich zu den Abhang- (16,5 Arten) und den Ozeanhols (27 Arten) deutlich reduziert. Da nachts nur zwei Felsnadelstationen beprobt wurden, ist der Unterschied jedoch nicht signifikant (Tab. 13). Aufgrund der geringen Probenzahl sind auch die Tag- und Nachtunterschiede in der Artenzahl nicht signifikant (Abb. 43,Tab. 13).



Abb. 43: Mittelatlantischer Rücken (Twins). Ökologische Indices zur Beschreibung der mesopelagischen Fischgemeinschaft in verschiedenen bathymetrischen Bereichen. □ Median Taghols, ■ Median Nachthols, offene Balken markieren das obere und untere Quartil der Tagwerte, gefüllte Balken, das der Nachtwerte, Minimal- und Maximalwerte sind angegeben, n: Anzahl der Hols, A. Artenzahl, B. Shannon Diversität H', C. Pielou's Äquität J', D. Taxonomische Diversität Δ, E. Taxonomische Distanz Δ*, F. Dichte mesopelagischer Fische (Individuen/10 000 m³).

Tab. 13: Mittelatlantischer Rücken (Twins). Signifikanztests auf Unterschiede in der	Diversität und Dichte
mesopelagischer Fische zwischen Tag- (T) und Nachthols (N) mit dem Man	n-Whitney U-Test und
zwischen verschiedenen bathymetrischen Bereichen (O: Ozean, A: Abhang,	F: Felsnadel); anhand
der H Statistik des Kruskal-Wallis Tests, paarweiser Vergleich mit einem post-	hoc Test nach Dunn.

Parameter	0	А	F	Tag H	A vs F	O vs A O vs F	Nacht H	A vs F	O vs A	O vs F
Artenzahl S				5,57			0,05			
Diversität H'				4,3			0,12			
Äquität J'				0,03			0,19			
Taxon. Diversität				2,23			4,62			
Taxon. Distanz	T>N**	T>N*		8,9*	A <f*< td=""><td>0<f*< td=""><td>6,13*</td><td></td><td></td><td>0<f*< td=""></f*<></td></f*<></td></f*<>	0 <f*< td=""><td>6,13*</td><td></td><td></td><td>0<f*< td=""></f*<></td></f*<>	6,13*			0 <f*< td=""></f*<>
Dichte	T <n*< td=""><td>T<n**< td=""><td></td><td>4,21</td><td></td><td></td><td>1,35</td><td></td><td></td><td></td></n**<></td></n*<>	T <n**< td=""><td></td><td>4,21</td><td></td><td></td><td>1,35</td><td></td><td></td><td></td></n**<>		4,21			1,35			

* P<0,05; **p<0,005; ***p <0,001

Die Shannon Diversität H' zeigt ein ähnliches Verteilungsmuster wie die Artenzahl (Abb. 43B). Die drei topographischen Zonen zeigen in Nachtfängen eine hohe Übereinstimmung in den medianen H' Werten. Am Tag dagegen nimmt die Diversität von 2,39 (Median) in Ozeanhols auf 2,01 in Abhanghols ab und erreicht einen minimalen H' Wert in Hols über der Feldnadel (0,68). Trotz der wesentlich höheren Diversität der Nachtfänge im Vergleich zu den Tagfängen über der Felsnadel ist in keiner der topographischen Zonen ein signifikanter tageszeitlicher Unterschied gegeben (Tab. 13).

Die Medianwerte der Äquität (J') zeigen große Ähnlichkeiten in Tag- und Nachtfängen sowie in den Fängen auf den jeweiligen topographischen Stationen (Abb. 43C). Dementsprechend bestehen signifikante Unterschiede weder bezüglich der Tageszeit noch bezüglich der Stationslage (Tab. 13).

Die berechnete taxonomische Diversität (Δ) ist für die Tagfänge der Ozean- und Abhangstationen höher als für die Nachtfänge (Abb. 43D). Im Gegensatz dazu sind die Δ Werte in Nachtfängen über der Felsnadel höher als in Tagfängen. Die beobachteten Tag-Nacht Unterschiede sind jedoch nicht signifikant (Tab. 13). Das Gleiche gilt für die Unterschiede zwischen den Medianen der Δ Werte verschiedener bathymetrischer Bereiche.

Die taxonomische Distanz (Δ^*) ist auf der Ozean- und der Plateaustation in Taghols signifikant höher als in Nachthols (Abb. 43E, Tab. 13). Die Ursache für die höhere taxonomische Vielfalt in den Tagfängen wird auf eine schwächer ausgeprägte Dominanz der Myctophiden zu dieser Tagezeit zurückgeführt.

Während in Nachtfängen keine Unterschiede in den Δ^* Werten zwischen Stationstypen nachweisbar sind, unterscheiden sich die Tagfänge signifikant voneinander. Die Δ^* Werte der Felsnadelhols sind signifikant höher als die Werte in Abhang- und Ozeanhols.

Die Dichte mesopelagischer Fische im Bereich des MAR (Twins) ist in den Ozean- und Abhangfängen nachts signifikant höher als tagsüber (Abb. 43F, Tab. 13). Die Medianwerte in Tagfängen liegen zwischen 0,99 Individuen/10 000 m³ auf der Felsnadelstation und 4,9 auf der ozeanischen Station, am Tag variieren sie zwischen 9,4 (Abhang) und 11,6 (Felsnadel). Weder in Tag- noch in Nachtfängen existieren signifikante Unterschiede in der Dichte zwischen verschiedenen topographischen Bereichen (Tab. 13).

4.1.2.6 Ökologische Indices der vertikalen Struktur

Die multivariate Analyse der Daten ergab signifikante Unterschiede zwischen den Ozeanund Abhangfängen einerseits und den Felsnadelfängen andererseits. Aus diesem Grund wurden die Hols über der Felsnadel bei der Betrachtung der vertikalen Struktur der Fischgemeinschaft nicht berücksichtigt.

Die Dominanzkurven der Tagfänge zeigen deutliche Unterschiede zwischen den drei vertikalen Tiefenhorizonten Epipelagial, oberes und unteres Mesopelagial (Abb. 44A). Während im Epipelagial nur drei mesopelagische Arten gefunden wurden, beträgt die kumulative Artenzahl 36 im oberen Mesopelagial. Am höchsten ist sie mit 77 Arten im unteren Mesopelagial. Für die Tagfänge zeigt der Verlauf der Dominanzkurven unterschiedliche Diversitätsmuster für die drei Tiefenbereiche. Die Dominanzkurve für die Fänge im Epipelagial liegt aufgrund der geringen Artenzahl in diesem Tiefenbereich deutlich über den Kurven für die mesopelagischen Fänge. Die größte Diversität zeigen die Fänge im unteren Mesopelagial, deren Dominanzkurve am flachsten verläuft. Die Fänge im oberen Mesopelagial zeigen eine geringere Diversität, die auf die Dominanz von *Electrona rissoi* zurückzuführen ist.

Nachts liegt die Artenzahl in den Fängen im oberen Mesopelagial (53) nur unbedeutend höher als in Fängen im Epipelagial (52). Die Unterschiede zwischen Fängen im Epipelagial und im oberen Mesopelagial sind nachts schwächer ausgeprägt als am Tag (Abb. 44B). Trotzdem deutet der Kurvenverlauf auf eine höhere Diversität im oberen Mesopelagial als im Epipelagial hin. Die Dominanz einzelner Arten ist dort weniger ausgeprägt.



Abb. 44: Mittelatlantischer Rücken (Twins). Kumulative Dominanzkurven mesopelagischer Fische in verschiedenen vertikalen Tiefenhorizonten. △ Epipelagial (0-200 m), ▼ oberes Mesopelagial (200-500 m), □ unteres Mesopelagial (500-800 m). A. Taghols, B. Nachthols.

Die Artenzahl pro Hol unterscheidet sich signifikant zwischen den Tiefenhorizonten (Abb. 45A, Tab. 14). In Tagfängen nimmt die Artenzahl vom Medianwert 1 im Epipelagial auf 13 im oberen und 28 im unteren Mesopelagial zu. Nachts ist die Artenzahl im oberen Mesopelagial (Median 30,5) signifikant höher als im Epipelagial mit einem Medianwert von 23 Arten (Abb. 45A, Tab. 14). Im Epipelagial und im oberen Mesopelagial ist die Artenzahl in Tagfängen signifikant höher als in Nachtfängen.

Die Shannon Diversität H' für die Tiefenhorizonte ist vergleichbar mit der Artenzahl (Abb. 45B). Für die Nachtfänge sind die Diversitätswerte im Epipelagial und im oberen Mesopelagial signifikant höher als für die Tagfänge (Tab. 14). Es ist eine Zunahme der H' Werte in Tagfängen, von 0 im Epipelagial auf 2,85 im unteren Mesopelagial, zu beobachten. Die Mediane der H' Werte des unteren Mesopelagials sind signifikant höher als die Mediane im Epipelagial und im oberen Mesopelagial (Tab. 14). Für die Nachtfänge sind die H' Werte im oberen Mesopelagial mit 2,7 signifikant höher als im Epipelagial mit einem medianen H' Wert von 2,32 (Abb. 45B, Tab. 14).



Abb. 45: Mittelatlantischer Rücken (Twins). Ökologische Indices zur Beschreibung der mesopelagischen Fischgemeinschaft in drei vertikalen Tiefenhorizonten. 0-200 m: Epipelagial, 200-500 m: oberes Mesopelagial, 500-800 m: unteres Mesopelagial. □ Median Taghols, ■ Median Nachthols, offene Balken markieren das obere und untere Quartil der Tagwerte, gefüllte Balken, das der Nachtwerte, Minimal- und Maximalwerte sind angegeben, n: Anzahl der Hols, A. Artenzahl, B. Shannon Diversität H', C. Pielou's Äquität J', D. Taxonomische Diversität Δ, E. Taxonomische Distanz Δ*, F Dichte mesopelagischer Fische (Individuen/10 000 m³).

Tab.	14: Mittelatlantischer Rücken (Twins). Signifikanztests auf Unterschiede in der Diversität und Dichte
	mesopelagischer Fische zwischen Tag- (T) und Nachthols (N) mit dem Mann-Whitney U-Test und
	zwischen verschiedenen vertikalen Tiefenhorizonten (E: Epipelagial, oM: oberes Mesopelagial,
	uM: unteres Mesopelagial) anhand der H-Statistik des Kruskal-Wallis Tests, paarweiser Vergleich
	mit einem post-hoc Test nach Dunn.

			Tag				Nacht
Parameter	Е	оМ	Н	E <i>vs</i> oM	E <i>vs</i> uM	oM <i>vs</i> uM	E <i>vs</i> oM
Artenzahl S	T <n*< td=""><td>T<n*< td=""><td>11,3**</td><td></td><td>E<um*< td=""><td></td><td>E<om*< td=""></om*<></td></um*<></td></n*<></td></n*<>	T <n*< td=""><td>11,3**</td><td></td><td>E<um*< td=""><td></td><td>E<om*< td=""></om*<></td></um*<></td></n*<>	11,3**		E <um*< td=""><td></td><td>E<om*< td=""></om*<></td></um*<>		E <om*< td=""></om*<>
Diversität H'	T <n*< td=""><td>T<n*< td=""><td>12,3**</td><td></td><td>E<um*< td=""><td>oM<um*< td=""><td>E<om*< td=""></om*<></td></um*<></td></um*<></td></n*<></td></n*<>	T <n*< td=""><td>12,3**</td><td></td><td>E<um*< td=""><td>oM<um*< td=""><td>E<om*< td=""></om*<></td></um*<></td></um*<></td></n*<>	12,3**		E <um*< td=""><td>oM<um*< td=""><td>E<om*< td=""></om*<></td></um*<></td></um*<>	oM <um*< td=""><td>E<om*< td=""></om*<></td></um*<>	E <om*< td=""></om*<>
Äquität J'		T <n*< td=""><td>7,5*</td><td></td><td></td><td>oM<um*< td=""><td></td></um*<></td></n*<>	7,5*			oM <um*< td=""><td></td></um*<>	
Taxon. Diversität			11,2**		E <um*< td=""><td>oM<um*< td=""><td>E<om*< td=""></om*<></td></um*<></td></um*<>	oM <um*< td=""><td>E<om*< td=""></om*<></td></um*<>	E <om*< td=""></om*<>
Taxon. Distanz			1,1				E <om*< td=""></om*<>
Dichte	T <n*< td=""><td>T<n*< td=""><td>6,1*</td><td></td><td></td><td></td><td></td></n*<></td></n*<>	T <n*< td=""><td>6,1*</td><td></td><td></td><td></td><td></td></n*<>	6,1*				

* P<0,05; **p<0,005; ***p <0,001

Die Äquität (J') zeigt signifikante Unterschiede zwischen Tag- und Nachtfängen im oberen Mesopelagial (Abb. 45C, Tab. 14). Für die Tagfänge betragen die Mediane der J' Werte 0,0 für Hols im Epipelagial, 0,57 für die Fänge im oberen Mesopelagial und 0,84 für Hols im unteren Mesopelagial. Die Unterschiede der J' Werte in den drei Tiefenhorizonten sind statistisch signifikant (H = 7,5; p < 0,05). Für die Nachtfänge sind die J' Werte im oberen Mesopelagial zwar geringfügig höher (Median 0,81) als im Epipelagial (0,75), der Unterschied ist jedoch statistisch nicht signifikant (Tab. 14). Die Verteilung der taxonomischen Diversität (Δ) zeigt keine signifikanten Unterschiede zwischen Tag- und Nachtfängen (Abb. 45D, Tab. 14). Für die Tagfänge ist eine signifikante Zunahme der Δ Werte in größeren Tiefen festzustellen. Ein multipler post-hoc Test ergibt (Tab. 14), dass Δ Werte im unteren Mesopelagial (Median 75,2) signifikant höher sind als im Epipelagial (0) und im oberen Mesopelagial (49,3). In Nachthols ist eine signifikant höhere taxonomische Diversität im oberen Mesopelagial (Median 65,2), als im Epipelagial (50,5) zu beobachten (Abb. 45D, Tab. 14). Der Vergleich der Taxonomischen Distanz Δ^* ergibt keine signifikanten Tag-Nacht Unterschiede zwischen den Medianwerten. Obwohl die Δ^* Werte der Tagfänge im unteren (80,9) und oberen (78,0) Mesopelagial deutlich über denen der Fänge im Epipelagial (0,0) liegen, sind die Unterschiede zwischen den Tiefenhorizonten nicht signifikant (Tab. 14). Dagegen sind die Δ^* Werte für die Nachtfänge im oberen Mesopelagial (71,2) signifikant höher als für die Nachtfänge im Epipelagial (59,6).

Der Vergleich der Individuendichte mesopelagischer Fische in verschiedenen Tiefenhorizonten zeigt signifikant höhere Werte für die Nachthols als für die Taghols (Abb. 45F, Tab. 14). Die Tagfänge im oberen Mesopelagial haben die höchsten Medianwerte (4,74 Individuen/10 000 m³) gefolgt von den Tagfängen im unteren

Mesopelagial (2,31) und im Epipelagial (0,02). Die Unterschiede zwischen den Fanghorizonten sind statistisch signifikant (H = 6,1; p < 0,05). In den Nachtfängen ist die Dichte mesopelagischer Fische im oberen Mesopelagial mit 11,17 Individuen/10 000 m³ höher als im Epipelagial mit 9,37, der Unterschied jedoch statistisch nicht signifikant (Abb. 45F, Tab. 14).

4.1.2.7 Vertikalverteilung

Die vertikale Verteilung der Fische zeigt deutliche Unterschiede zwischen Tag- und Nachtfängen (Abb. 46). Die Fischdichten am Tag sind mit 0-8,3 Individuen/10 000 m³ niedriger als in der Nacht mit 6,2-20,0 Individuen/10 000 m³. Der Vergleich der Tiefenhorizonte, die am Tag und in der Nacht befischt wurden, zeigt dass ein Großteil der Fische die Nachts in epipelagischen und mesopelagischen Schichten auftreten am Tag in Tiefen unter 800 m absteigen. Auf der Ozean- und Abhangstation wurde nachts die größte Dichte im oberflächennahen Tiefenhorizont (25 m) gefunden. In Nachtfängen sind keine wesentlichen Unterschiede in der Dichte zwischen den drei Bereichen Ozean-, Abhang und Felsnadel erkennbar. Am Tag ist eine Abnahme der Dichte in Abhangfängen, im Vergleich zu Ozeanfängen, zu beobachten. Eine Ausnahme bildet der 800 m Tiefenhorizont, in dem am Abhang die Dichte höher ist als in ozeanischen Fängen. In Hols über der Felsnadel zeigt sich am Tag eine deutliche Abnahme der Dichte im 250 m Tiefenhorizont im Vergleich zu Abhang- und Ozeanhols.

Die tagesperiodische Vertikalverteilung einzelner Fischarten zeigt artspezifische Muster. *Diaphus holti* und *Electrona rissoi* sind Beispiele für Arten mit einer schwach ausgeprägten Vertikalwanderung (Abb. 47). Das vertikale Abundanzmaximum beider Myctophidenarten liegt in Tag- und Nachtfängen im Bereich des 250 m Tiefenhorizonts. Auffällig sind die hohen Abundanzen von *D. holti* und *E. rissoi* in Nachtfängen über der Felsnadel. *E. rissoi* tritt auch am Tag über der Felsnadel in relativ hohen Individuenzahlen auf.

Im Gegensatz zu den beiden zuvor beschriebenen Arten führen *Lampanyctus pusillus* und *Notoscopelus bolini* ausgeprägte tagesperiodische Wanderungen durch (Abb. 48). Während beide Arten auf der Ozean- und Abhangstation nachts in hoher Dichte im Epiund dem oberen Mesopelagial vertreten sind, fehlen sie in diesem Tiefenbereich am Tag fast vollständig. Die Tagestiefe von *N. bolini* liegt unterhalb von 600 m. Dementsprechend fehlen beide Arten am Tag über der Felsnadel vollständig. In der Nacht war die Abundanz von *L. pusillus* und *N. bolini* auf dieser Station im Vergleich zur Ozeanstation deutlich reduziert.



Abb. 46: Mittelatlantischer Rücken (Twins). Mittlere Dichte mesopelagischer Fische in verschiedenen bathymetrischen Bereichen. A. Ozean, B. Abhang, C. Felsnadel. Offene Balken: Taghols, gefüllte Balken: Nachthols, angegeben sind Minimal- und Maximalwerte, in Klammern: Anzahl der Hols, (-) keine Daten.



Abb. 47: Mittelatlantischer Rücken (Twins). Mittlere Dichte von *D. holti* und *E. rissoi* als Beispiele mesopelagischer Fischarten mit schwacher tagesperiodischer Vertikalwanderung. Offene Balken: Taghols, gefüllte Balken: Nachthols, angegeben sind Minimal- und Maximalwerte, in Klammern: Anzahl der Hols, (-) keine Daten.



Abb. 48: Mittelatlantischer Rücken (Twins). Mittlere Dichten von *L. pusillus* und *N. bolini*, die durch starke Vertikalwanderungen gekennzeichnet sind. Offene Balken: Taghols, gefüllte Balken: Nachthols, angegeben sind Minimal- und Maximalwerte, in Klammern: Anzahl der Hols, (-) keine Daten.

4.1.3 Princess Alice Bank

4.1.3.1 Faunistische Zusammensetzung

An der Princess Alice Bank wurden in 23 RMT-8 Hols insgesamt 1624 mesopelagische gefangen (Tab. 15). Das Gesamt-Nassgewicht beträgt 549 g. Die Fische 56 mesopelagischen Fischarten gehören zu 37 Gattungen und 13 Familien. Myctophiden sind mit 31 Arten die artenreichste Familie, gefolgt von den Stomiidae (6 Arten) sowie den Sternoptychidae und Phosichthydae, die mit jeweils vier Arten in den Fängen vertreten sind. Die 5 häufigsten mesopelagischen Fischarten (Lobianchia dofleini, Lampanyctus pusillus, Ceratoscopelus warmingii, Diaphus holti und Diogenichthys atlanticus) sind Myctophiden, die Zweidrittel (66,9 %) der gefangenen Individuen sowie ein Drittel (34,0 %) der Fischbiomasse stellen (Tab. 15). Die Fänge werden von L. dofleini dominiert. Der Anteil dieser Art allein beträgt 25,7 % der Individuen und 20,2 % der Fischbiomasse. Neben den fünf dominierenden Myctophiden wurden Argyropelecus hemigymnus (3,3 %), Chauliodus sloani (3,3 %) und Vinciguerria poweriae (3,1 %) relativ häufig gefangen. Arten mit einer pseudo-ozeanischen Verbreitung sind selten und nur durch wenige Individuen der Arten Xenodermichthys copei und Margrethia obtusirostra vertreten.

Tab.	15: Princess	Alice	Bank.	Individuenzahl	(N)	und	prozentuale	Zusa	mmense	etzung	(%)	in	drei
	bathymet	trischer	Bereic	hen. O: (> 1000) m Ti	efe),	A: (500-1000	m), F	P: (< 500	m). Bi	omas	se a	als g
	Nassgew	vicht ur	nd Gröf	Senspektrum als	s (SL) Sta	andardlänge	in 23	RMT-8	Fänge	n. *A	rten	mit
	pseudo-o	zeanis	chem V	erbreitungsmust	er (se	nsu l	Hulley 1981).						

Art O (%) A (%) P (%) N (%) g (%) g<		Bathymetrischer Bereich (N)						Gesamt		Biomasse		Längenspektrum
Alepocephalidae 2 (1,7) (1,9) (1,7) 2 (1,7) 2 (1,7) 2 (1,7) (1,7) 2 (1,7) <td>Art</td> <td>0</td> <td>(%)</td> <td>A</td> <td>(%)</td> <td>P</td> <td>(%)</td> <td>N</td> <td>(%)</td> <td>a</td> <td>(%)</td> <td>(mm SL)</td>	Art	0	(%)	A	(%)	P	(%)	N	(%)	a	(%)	(mm SL)
Xenodermichtrys copei* 1 (0.22) 2 (0,18) 3 (0,18) 12,1 (2,20) 51-108 Bathylagidae Bathylagidae Bathylagidae Image: Construction of the second of	Alepocephalidae	-	(**)		(**)		(**)		()	5	(**)	(-)
Bathylagidae 1 0.09 1 0.06 0.6 0.10 43 Diretmidae Diretmidae 1 0.02 1 0.09 2 0.12 7.3 (1.34) 39-45 Evermannelia balbo 5 0.45) 5 0.31) 0.7 (0.12) 22.35 Gonostomatidae Bonapartia pedalota 1 0.09 1 0.066) 1.1 (0.20) 60 Gonostoma elongatum 5 0.45) 5 (0.31) 56.5 (10.28) 140-179 Margrethia obtusinstra* 2 (0.18) 4 (0.22) 0.7 (0.12) 20.30 Benthosema glaciale 1 (0.09) 1 (0.66) 0.0 (0.01) 17 Myctophidae 12 (2.65) 5 (1.34) 27 (1.66) 1.7 (0.31) 12.38 Ceratoscopelus madmensigi 4 (9.73) 14 (7.84) 199 (1.25) 17.3 (3.16) 15-62	Xenodermichthys copei*	1	(0.22)	2	(0.18)			3	(0.18)	12.1	(2.20)	51-108
Barbylegue bericoides 1 (0.09) 1 (0.06) 0.6 (0,10) 43 Diretmus argentus 1 (0.22) 1 (0.09) 2 (0.12) 7.3 (1.34) 39-45 Evermannellidae Evermannellidae 5 (0.45) 5 (0.31) 0.7 (0.12) 22-35 Gonostomatidae Bonapartia pedalota 1 (0.09) 1 (0.06) 1.1 (0.22) 40-179 Margerbhia obtusirostra* 2 (0.18) 2 (0.12) 0.2 (0.03) 13-20 Melamphaidae Paromitra megalops 1 (0.29) 1 (0.06) 0.1 (0.01) 17 Myctophidae Benthosema suboerbiale 1 (0.09) 1 (0.06) 0.0 (0.01) 18 Bolinichthys indicus 12 (2.65) 15 (1.34) 27 (1.66) 1.7 (0.31) 1.6 1.9 1.2 1.6 1.0 1.0 1.6 1.2 1.6	Bathylagidae		(-, ,		(-, -,				(-, -,	,	() - /	
Diretmidae Diretmidae Diretmidae Diretmidae Diretmidae Diretmidae 5 (0,45) 5 (0,31) 0,7 (0,12) 22.35 Gonostomalidae 5 (0,45) 5 (0,31) 0,7 (0,12) 22.35 Gonostomalidae 5 (0,45) 5 (0,31) 55,5 (10,22) 140-179 Margerihi obusiostra* 2 (0,18) 2 (0,12) 0,22 0.03) 13-20 Melamphaidae 7070mitra megalops 1 (0,02) 1 (0,06) 0,0 0,01 17 Myctophidae 1 0,09 1 (0,06) 0,0 0,01 18 Benthosema glaciale 12 (2,65) 15 (1,34) 27 (1,66) 1,7 (0,31) 12.38 14 0,25 1,3 15.5 16.22 13.3 11.024 12.5 17.3 3.5 15-62 Diaplas findings 19 (1,11) 14.40 12.5 15.6 </td <td>Bathvlagus bericoides</td> <td></td> <td></td> <td>1</td> <td>(0.09)</td> <td></td> <td></td> <td>1</td> <td>(0.06)</td> <td>0.6</td> <td>(0.10)</td> <td>43</td>	Bathvlagus bericoides			1	(0.09)			1	(0.06)	0.6	(0.10)	43
Diretmus argentus 1 (0,2) 1 (0,0) 2 (0,1) 7,3 (1,34) 39-45 Evermannellidae Evermannellidae 5 (0,45) 5 (0,31) 0,7 (0,12) 22-35 Gonostomatidae 1 (0,09) 1 (0,06) 1,1 (0,22) 60 Gonostomatidae 2 (0,15) 5 (0,31) 5,5 (0,31) 5,5 (0,31) 5,5 (0,31) 5,5 (0,31) 5,5 (0,31) 5,5 (0,31) 5,5 (0,31) 5,5 (0,31) 5,5 (0,31) 5,5 (0,31) 5,5 (0,31) 5,5 (0,31) 5,5 (0,31) 5,5 (0,31) 5,5 (0,31) 1,6 0,60 0,0 (0,1) 1 (0,62) 1,0 (0,01) 1,1 (0,62) 1,0 (0,1) 1,1 1,0 1,0 1,0 1,0 1,0 1,0 1,0 1,0 1,0 1,0 1,0 1,0 1,0	Diretmidae				(-,)				(-,,	-,-	(-,,	
Evermannellidae F(10)	Diretmus argentus	1	(0.22)	1	(0.09)			2	(0.12)	73	(1.34)	39-45
Evermannella balbo 5 (0,45) 5 (0,31) 0,7 (0,12) 22-35 Gonostomatidae Bonaparia pedalicita 1 (0,09) 1 (0,06) 1,1 (0,20) 60 Gonostoma elongatum 5 (0,45) 5 (0,31) 56,5 (10,28) 140-179 Margrethia obtusirostra* 2 (0,18) 2 (0,12) 0.2 (0.31) 32.0 Melamphaidae Poromitra megalops 1 (0,22) 1 (0,06) 0,7 (0,11) 17 Myctophidae Benthosema suboethale 1 (0,09) 1 (0,66) 0,7 (0,11) 18 Bolinichthys indicus 12 (2,65) 15 (1,34) 27 (1,66) 1,7 (0,31) 15-62 Diaphus noliti 22 (4,87) 9 (8,83) 1 (1,96) 22 (1,10) 18-40 Diaphus nolitis 2 (0,44) 2 (1,12) 1.1 1.1 1.23 </td <td>Evermannellidae</td> <td></td> <td>(0,)</td> <td>•</td> <td>(0,00)</td> <td></td> <td></td> <td>-</td> <td>(0,)</td> <td>.,.</td> <td>(1,01)</td> <td></td>	Evermannellidae		(0,)	•	(0,00)			-	(0,)	.,.	(1,01)	
Gonostomatidae Energy Energy <th< td=""><td>Evermannella balbo</td><td></td><td></td><td>5</td><td>(0.45)</td><td></td><td></td><td>5</td><td>(0.31)</td><td>0.7</td><td>(0.12)</td><td>22-35</td></th<>	Evermannella balbo			5	(0.45)			5	(0.31)	0.7	(0.12)	22-35
Bonapartia pedaliota 1 (0.09) 1 (0.06) 1,1 (0.20) 60 Gonostoma elongatum 5 (0.45) 5 (0.31) 56,5 (10,28) 140-179 Margerhia obtusirostra* 2 (0,18) 2 (0,12) 0.2 (0,03) 13-20 Melamphaidae 7000mitra megalops 1 (0,22) 1 (0,06) 0,1 (0,01) 17 Myctophidae 1 0.09 1 (0,06) 0,0 0,01 18 Benthosema glaciae 2 (0,44) 2 (0,11) 11 (0,68) 2,1 (0,31) 12-38 Ceratoscopelus warmingii 44 (9,73) 151 (13,47) 4 (7,84) 199 (12,25) 17,3 (3,15) 15-62 Diaphus holti 2 (2,48,7) 99 (8,83) 1 (1,96) 122 (7,51) 8,8 (1,61) 13-14 Diaphus holti 2 (4,41) 7 (2,41)	Gonostomatidae				(-, -,				(-,-,	- ,	(-,)	
Ganestoma elongatum 5 (0,45) 5 (0,31) 56,5 (10,28) 140-179 Margrethia obtusirostra* 2 (0,18) 2 (0,12) 0.2 (0,03) 13-20 Melamphaidae Poromitra megalops 1 (0,22) 0.10 1 (0,01) 17 Myctophidae Benthosema glaciale 2 (0,44) 2 (0,18) 4 (0,25) 0,7 (0,12) 20-30 Benthosema suboerbitale 1 (0,09) 1 (0,66) 0,0 (0,01) 18 Bolinichthys indicus 12 (2,46) 15 (1,34) 27 (1,66) 1,7 (0,31) 15-62 Diaphus molis 2 (2,44) 99 (8,83) 1 (1,96) 122 (7,15) 8.8 (1,61) 10-24 Diaphus molis 2 (0,42) 1 (0,25) 0,7 (0,12) 34 Gonichthys coccoi 6 (1,33) 13 (1,16) 19	Bonapartia pedaliota			1	(0.09)			1	(0.06)	1.1	(0.20)	60
Margrethia obtusirostra* 2 (0,18) 2 (0,12) 0,2 (0,03) 13-20 Melamphaidae Poromitra megalops 1 (0,22) 1 (0,06) 0,1 (0,01) 17 Myctophidae I 0(2,2) 1 (0,06) 0,1 (0,01) 18 Benthosema glaciale 2 (0,61) 5 (1,34) 27 (1,66) 1,7 (0,31) 12.38 Ceratoscopelus madrennisis 0(0,60) 8 (0,71) 11 (0,68) 2,1 (0,31) 12.38 Ceratoscopelus warmingii 44 (9,73) 151 (1,3,47) 4 (7,84) 199 (1,2,5) 7,3 (3,15) 15-62 Diaphus nollis 2 (0,44) T (2,41) 76 (4,68) 46 (0,14) 14-23 Electrona rissoi 1 (0,22) T 1 (0,06) 0,71 0,12 34 Gonichthys coccoi 6 (1,33) 13 <td< td=""><td>Gonostoma elongatum</td><td></td><td></td><td>5</td><td>(0.45)</td><td></td><td></td><td>5</td><td>(0.31)</td><td>56.5</td><td>(10.28)</td><td>140-179</td></td<>	Gonostoma elongatum			5	(0.45)			5	(0.31)	56.5	(10.28)	140-179
Melamphaidae Poromitra megalops 1 (0.21) 1 (0.06) 0.1 (0.01) 17 Myctophidae Enthosema glaciale 2 (0.44) 2 (0.18) 4 (0.25) 0.7 (0.12) 2.0-30 Benthosema suboerbitale 1 (0.09) 1 (0.06) 0.0 (0.01) 18 Bolinichthys indicus 12 (2.5) 15 (1.34) 27 (1.66) 17 (0.31) 12-38 Ceratoscopelus maderensis 3 (0.66) 8 (0.71) 11 (0.68) 2.1 (0.39) 18-40 Ceratoscopelus sumingii 4 (9.73) 151 (13.47) 4 (7.84) 199 (12.25) 17.3 (3.16) 15-62 Diaphus molis 2 (0.41) 2 (0.11) 76 (4.88) 4.6 (0.84) 14-23 Electrona rissoi 1 (0.22) 1 (0.61) 7 (0.12) 34 Gonichthys scocoi 6	Mararethia obtusirostra*			2	(0.18)			2	(0.12)	0.2	(0.03)	13-20
Paromitra megalops 1 (0,2) 1 (0,0) 0,1 (0,0) 17 Myctophidae Benthosema glaciale 2 (0,4) 2 (0,18) 4 (0,25) 0,7 (0,12) 20-30 Benthosema suboerbiale 1 (0,09) 1 (0,06) 0,0 (0,01) 18 Ceratoscopelus maderensis 3 (0,66) 8 (0,71) 11 (0,68) 2,1 (0,31) 12-38 Ceratoscopelus warmingii 44 (9,73) 151 (1,34) 4 (2,65) 75.0 (1,66) 1.7 (1,61) 10-24 Diaphus foltii 2 (0,44) 2 (0,11) 1.3 1.4 1.23 3.869 Diaghus finesqui 9 (1,93) 13 (1,16) 19 (1,17) 4.3 (2,65) 75.0 (1,36) 1.4 Gonichthys atlanticus 4 (0,22) 1.4 (0,26) 0.2 (0,03) 1.51 Hygophum benoiti	Melamphaidae				(-, -,				(-, ,	- ,	(-,,	
Myctophidae Enthosema glaciale 2 (0.44) 2 (0.18) 4 (0.25) 0.7 (0.12) 20-30 Benthosema glaciale 1 (0.09) 1 (0.06) 0.0 (0.01) 18 Bolinichthys indicus 12 (2.65) 15 (1.34) 27 (1.66) 1.7 (0.31) 12-38 Ceratoscopelus maderensis 3 (0.66) 8 (0.71) 11 (0.66) 2.1 (0.39) 18-40 Ceratoscopelus warmingii 44 (9.73) 151 (1.34) 2 (0.12) 1.6 1.0-24 Diaphus nothi 2 (0.44) 99 (8.3) 1 (1.96) 122 (7.51) 8.8 (1.61) 10-24 Diaphus rafinesqui 9 (1.99) 34 (3.03) 43 (2.65) 75.0 (1.3.65) 38-69 Diogenichthys atlanticus 49 (1.02) 1 (0.06) 0.7 (0.12) 34 Gonichthys coccoi 6 (1.33) 13 (1.16) 19 (1.17) 4.3	Poromitra megalops	1	(0.22)					1	(0.06)	0.1	(0.01)	17
Benthosema glaciale 2 (0,44) 2 (0,18) 4 (0,25) 0.7 (0,12) 20-30 Benthosema suboerbitale 1 (0,09) 1 (0,06) 0.0 (0,11) 18 Bolinichthys indicus 12 (2,65) 15 (1,34) 27 (1,66) 1.7 (0,31) 12-38 Ceratoscopelus madremsis 3 (0,66) 8 (0,71) 10 (0,81) 11 (0,68) 2.1 (0,31) 12-38 Diaphus mollis 2 (0,44) 2 (0,12) (1,36) 18-40 Diaphus mollis 2 (0,44) 2 (0,12) 0,11 10.44 Diaphus mollis 4 (0,22) 1 (0,60) 0.7 (0,12) 3.4 Gonichthys coccoi 6 (1,33) 13 (1,16) 19 (1,17) 4.3 (0,26) 2.2 (0,31) 13-49 Hygophum benoiti 4 (0,22) 15 (1,32) 1	Myctophidae		(-,)					-	(-,,	-,-	(-,,	
Benthosema suboerbiatie 1 (0,09) 1 (0,16) 1,7 (0,11) 18 Bolinichthys indicus 12 (2,65) 15 (1,34) 27 (1,66) 1,7 (0,31) 12.38 Ceratoscopelus maderensis 3 (0,66) 8 (0,71) 11 (0,68) 2.1 (0,39) 18-40 Ceratoscopelus warmingii 44 (9,73) 151 (1,37) 4 (1,84) 199 (1,22) 17,3 (3,15) 15-62 Diaphus nollis 2 (0,44) 2 (2,25) 75,0 (1,365) 38-69 Diogenichthys atlanticus 49 (10,84) 27 (2,41) 76 (4,68) 4.6 (0,84) 14-23 Electrona rissoi 1 (0,22) 1 (0,06) 0,7 (0,12) 34 Gonichthys coccoi 6 (1,33) 13 (1,16) 19 (1,17) 43 (0,7) 3 (0,18) 5,1 (0,93) 5,1 Hygophum benoiti 4 (0,22) 1 (0,02) 3 (0,	Benthosema glaciale	2	(0.44)	2	(0.18)			4	(0.25)	0.7	(0.12)	20-30
Bolinichthys indicus 12 (2,65) 15 (1,34) 27 (1,66) 1,7 (0,31) 12-38 Ceratoscopelus maderensis 3 (0,66) 8 (0,71) 11 (0,68) 2,1 (0,33) 18-40 Ceratoscopelus maderensis 2 (4,87) 99 (8,83) 1 (1,96) 122 (7,51) 8,8 (1,61) 10-24 Diaphus nollis 2 (4,87) 99 (8,83) 1 (1,96) 122 (7,51) 8,8 (1,61) 10-24 Diaphus mollis 2 (0,44) 2 (0,12) 0,1 (0,01) 13-14 Diaphus rafinesquii 9 (1,84) 27 (2,41) 76 (4,48) 4.6 (0,25) 0,2 (0,33) 13 (1,16) 19 (1,17) 4.3 (0,24) 32-49 Lampanychum reinhardti 2 (0,41) 1 (0,09) 3 (0,18) 51 (0,32) 19 Hygophum hygomii 10 0.22) 15 (1,34) 16 (0,99) 36	Benthosema suboerbitale	_	(-,)	1	(0, 09)			1	(0,06)	0.0	(0, 01)	18
Cerratoscopelus maderensis 3 (0,6) 8 (0,7) 11 (0,6) 2,1 (0,3) 1840 Ceratoscopelus warmingi 44 (9,7) 151 (13,47) 4 (7,8) 199 (12,25) 17,3 (3,15) 15-62 Diaphus holti 22 (2,48) 99 (8,8) 1 (1,6) 122 (7,5) 88 (1,6) 10-24 Diaphus nollis 2 (0,44) 2 (0,12) 10 (0,01) 13-14 Diaphus nollis 9 (1,84) 27 (2,41) 76 (4,68) 46 (0,84) 14-23 Electrona rissoi 1 (0,22) 1 (0,06) 0,7 (0,12) 34 Gonichthys coccoi 6 (1,33) (1,16) 19 (1,17) 4,3 (0,78) 20-46 Hygophum benoiti 4 (0,88) 7 (0,21) 3 (0,18) 5,1 (0,93) 51 Lampanyctus festivus <	Bolinichthys indicus	12	(2.65)	15	(1,34)			27	(1,66)	17	(0,31)	12-38
Ceratoscopelus warningli 44 (9,73) 151 (13,47) 4 (7,84) 199 (12,25) 17,3 (3,15) 15-62 Diaphus nollis 2 (0,44) 2 (0,12) 0,1 (0,01) 13-14 Diaphus mollis 2 (0,44) 2 (0,12) 0,1 (0,01) 13-14 Diapenichthys atlanticus 49 (10,84) 27 (2,41) 76 (4,68) 4,6 (0,84) 14-23 Electrona rissoi 1 (0,22) 1 (0,06) 0,7 (0,12) 34 Mygophum benoiti 4 (0,88) 4 (0,80) 4 (0,82) 20-46 Hygophum hygomii 3 (0,27) 3 (0,18) 5,1 (0,93) 51 Hygophum reinhardti 2 (0,44) 1 (0,09) 36 (0,65) 33-42 Lampanyctus crocodilus 1 (0,22) 15 (1,34) 16 (0,99) 3,6 (0,65) 34-2 Lampanyctus festivus 2 (0,44) 1 (0,62) 2	Ceratoscopelus maderensis	3	(0.66)	8	(0, 71)			11	(0.68)	21	(0, 39)	18-40
Diaphus holti 22 (4,87) 99 (8,83) 1 (1,96) 122 (7,51) 8,8 (1,61) 10-24 Diaphus mollis 2 (0,44) 2 (0,12) 0,1 (0,01) 13-14 Diaphus rafinesquii 9 (1,99) 34 (3,03) 43 (2,65) 75.0 (13,65) 38-69 Diogenichthys atlanticus 49 (10,84) 27 (2,41) 76 (4,68) 46 (0,84) 14-23 Electron rissoi 1 (0,22) 1 (0,06) 0.7 (0,12) 34 Gonichthys coccoi 6 (1,33) 13 (1,16) 19 (1,17) 4,3 (0,78) 20-46 Hygophum benoiti 4 (0,88) 7 2 (0,12) 34 23-49 Lampadena chavesi 2 (0,44) 1 (0,09) 3 (0,18) 0,5 (0,09) 22-32 Nannobrachium atrum 1 (0,22) 15 (1,34) 16 (0,99) 3,6 (0,65) 38-42 Lampany	Ceratoscopelus warmingii	44	(9,73)	151	(13.47)	4	(7.84)	199	(12.25)	17.3	(3,15)	15-62
Diaphus mollis 2 (0,44) 2 (1,60) 12 (1,12) 0.1 (0,01) 13-14 Diaphus rafinesquii 9 (1,99) 34 (3,03) 43 (2,65) 75,0 (13,65) 38-69 Diogenichthys atlanticus 49 (10,84) 27 (2,41) 76 (4,68) 4.6 (0,84) 14-23 Electrona rissoi 1 (0,22) 1 (0,06) 0,7 (0,12) 34 Gonichthys atlanticus 4 (0,25) 0,2 (0,03) 13-14 Hygophum benoiti 4 (0,27) 3 (0,18) 5,1 (0,93) 51 Hygophum reinhardti 2 (0,44) 1 (0,09) 3 (0,18) 0,5 (0,09) 22.32 Nanobrachium atrum 1 (0,22) 15 (1,34) 16 (0,99) 3,6 (0,65) 33.42 Lampanyctus fontorus 4 (0,80) 9 (0,55) 1,5 (0,27) 14-00 Lampanyctus photoutus 1 (0,22) 1 (0,69) <	Diaphus holti	22	(4,87)	99	(8 83)	1	(1,96)	122	(7.51)	8.8	(0, 10) (1.61)	10-24
Diaphus rafinesqui 9 (1,99) 34 (3,03) 43 (2,65) 75.0 (13,65) 38-69 Diogenichthys atlanticus 49 (10,84) 27 (2,41) 76 (4,68) 4.6 (0,84) 14-23 Electrona rissoi 1 (0,22) 1 (0,06) 0.7 (0,12) 34 Gonichthys coccoi 6 (1,33) 13 (1,16) 19 (1,17) 4.3 (0,78) 20-46 Hygophum benoiti 4 (0,80) 2 (0,12) 3.3 (0,18) 5.1 (0.93) 5.1 Hygophum hygomii 3 (0,27) 3 (0,18) 0.5 (0,09) 22-32 Nanobrachium atrum 1 (0,22) 15 (1,34) 16 (0,99) 3.6 (0,65) 33-42 Lampanyctus festivus 2 (0,44) 1 (0,09) 3 (0,18) 1.5 (0,27) 31-40 Lampanyctus pustilus 9 (0,80) 9 (0,55) 1,5 (0,27) 31-40 Lampanyctus pustilus pustilus <td>Diaphus mollis</td> <td>2</td> <td>(0, 44)</td> <td>00</td> <td>(0,00)</td> <td>•</td> <td>(1,00)</td> <td>2</td> <td>(0, 12)</td> <td>0.1</td> <td>(0,01)</td> <td>13-14</td>	Diaphus mollis	2	(0, 44)	00	(0,00)	•	(1,00)	2	(0, 12)	0.1	(0,01)	13-14
Diogenichthys atlanticus 49 (10,84) 27 (2,41) 76 (4,68) 4,6 (0,84) 14-23 Electrona rissoi 1 (0,22) 1 (0,06) 0,7 (0,12) 34 Gonichthys coccoi 6 (1,33) 13 (1,16) 19 (1,17) 4,3 (0,78) 20-46 Hygophum benoiti 4 (0,28) 4 (0,25) 0.2 (0,03) 13-19 Hygophum reinhardti 2 (0,44) 1 (0,09) 3 (0,18) 5,1 (0,93) 51 Hygophum reinhardti 2 (0,44) 1 (0,09) 3 (0,18) 0,5 (0,09) 22-32 Nannobrachium atrum 1 (0,22) 15 (1,34) 16 (0,99) 3,6 (0,65) 33-42 Lampanyctus intricarius 9 (0,80) 9 (0,55) 1,5 (0,27) 31-40 Lampanyctus pusillus 97 (21,46) 174 (15,52) 1 (1,96) 14 (0,25) 69 Lampanyctus pusillus	Diaphus rafinesquii	9	(1, 99)	34	(3.03)			- 43	(2, 65)	75.0	(13 65)	38-69
Electron rissoi 1 (0,22) 1 (0,06) 0.7 (0,12) 34 Gonichthys coccoi 6 (1,33) 13 (1,16) 19 (1,17) 4.3 (0,07) 20-46 Hygophum benoiti 4 (0,88) 4 (0,25) 0.2 (0,03) 13-19 Hygophum reinhardti 2 (0,44) 1 (0,09) 3 (0,18) 5,1 (0,93) 51 Hygophum reinhardti 2 (0,44) 1 (0,09) 3 (0,18) 5,1 (0,93) 51 Hygophum reinhardti 1 (0,22) 1 (0,06) 0.3 (0,06) 19 Lampadena chavesi 2 (0,44) 1 (0,09) 3 (0,18) 5,1 (0,05) 28-33 Lampanyctus crocodilus 1 (0,22) 15 (1,34) 16 (0,99) 3,6 (0,65) 33-42 Lampanyctus phonotus 4 (0,88) 7 (0,62) 2 (3,92) 1 (0,80) 19-55 144 14 19 1 <td< td=""><td>Diogenichthys atlanticus</td><td>49</td><td>(10.84)</td><td>27</td><td>(2, 41)</td><td></td><td></td><td>76</td><td>(4.68)</td><td>4 6</td><td>(0.84)</td><td>14-23</td></td<>	Diogenichthys atlanticus	49	(10.84)	27	(2, 41)			76	(4.68)	4 6	(0.84)	14-23
Gonichthys coccoi 6 (1,33) 13 (1,16) 19 (1,77) 4,3 (0,78) 20-46 Hygophum benoiti 4 (0,88) 4 (0,25) 0,2 (0,03) 13-19 Hygophum hygomii 3 (0,27) 3 (0,18) 5,1 (0,93) 51 Hygophum reinhardti 2 (0,44) 1 (0,09) 3 (0,18) 0,5 (0,00) 32-49 Lampadena chavesi 2 (0,44) 1 (0,09) 3 (0,18) 0,5 (0,06) 19 Lampanyctus crocodilus 1 (0,22) 15 (1,34) 16 (0,99) 3,6 (0,65) 33-42 Lampanyctus festivus 2 (0,44) 1 (0,62) 2 (3,92) 13 (0,80) 19-55 Lampanyctus pusillus 97 (21,46) 174 (15,52) 1 (1,96) 272 (16,75) 45,4 (8,26) 15-40 Lampanyctus tenuiformes 1 (0,22) 5 (9,80) 3 (0,18) 0,2 (0,03)	Electrona rissoi	1	(10,01) (0.22)		(_,)			1	(1,00)	0.7	(0,01)	34
Hygophum benoiti 4 (0,88) 4 (0,17) 10 (0,17) 10 (0,17) 13 (0,27) 10 (0,21) 1,3 (0,24) 32-49 Lampadena chavesi 2 (0,44) 1 (0,09) 3 (0,18) 5,1 (0,93) 51 Hygophum reinhardti 2 (0,44) 1 (0,09) 3 (0,18) 0,5 (0,09) 22-32 Nannobrachium atrum 1 (0,22) 1 (0,06) 0,3 (0,06) 19 Lampanyctus crocodilus 1 (0,22) 15 (1,34) 16 (0,99) 3,6 (0,65) 33-42 Lampanyctus festivus 2 (0,41) 14 (15,52) 1 1,99 (0,65) 1,5 (0,27) 31-40 Lampanyctus pusilius 97 (21,46) 174 (15,52) 1 (1,96) 272 (16,75) 45,4 (8,26) 15-40 Lampanyctus pusilius 97 (21,46) 174 (15,52) 1 (1,96) 272 (16,75) 45,4 (8,26)	Gonichthys coccoi	6	(0, 22) (1.33)	13	(1 16)			19	(1 17)	4.3	(0, 12) (0, 78)	20-46
Hygophum brokult I (0,20) I (0,20) I (0,00) I I I Hygophum reinhardti 2 (0,44) 1 (0,09) 3 (0,18) 5,1 (0,93) 51 Hygophum reinhardti 2 (0,44) 1 (0,09) 3 (0,18) 0,5 (0,09) 22-32 Nannobrachium atrum 1 (0,22) 15 (1,34) 16 (0,99) 3,6 (0,65) 33-42 Lampanyctus crocodilus 1 (0,22) 15 (1,34) 16 (0,99) 3,6 (0,65) 33-42 Lampanyctus festivus 2 (0,44) 7 (0,62) 2 (3,92) 13 (0,80) 4,4 (0,80) 19-55 Lampanyctus pusillus 97 (21,46) 174 (15,52) 1 (1,96) 272 (16,75) 45,4 (8,26) 15-40 Lampanyctus pusillus 97 (21,46) 174 (15,52) 1 (1,96) 272 (16,75) 45,4 (8,26) 15-40 Lampanyctus tenuiforme	Hvaophum benoiti	4	(1,00) (0.88)	10	(1,10)			4	(0.25)	0.2	(0, 0, 0, 0)	13-19
Hygophum reinhardti 2 (0,44) 1 (0,09) 2 (0,12) 1,3 (0,24) 32-49 Lampadena chavesi 2 (0,44) 1 (0,09) 3 (0,18) 0,5 (0,09) 22-32 Nannobrachium atrum 1 (0,22) 15 (1,34) 16 (0,99) 3,6 (0,65) 33-42 Lampanyctus festivus 2 (0,44) 2 (0,27) 0,3 (0,05) 28-33 Lampanyctus festivus 2 (0,44) 7 (0,62) 2 (3,92) 13 (0,80) 9.4 (0,80) 19.55 Lampanyctus futricarius 9 (0,80) 9 (0,55) 1,5 (0,27) 31-40 Lampanyctus futricarius 97 (21,46) 174 (15,52) 1 (1,96) 272 (16,75) 45.4 (8,26) 15-40 Lampanyctus fenuiformes 1 (0,22) 1 (1,96) 272 (16,75) 45.4 (8,26) 15-40 Lampanyctus fenuiformes 1 (0,22) 1 (0,09) 3	Hygophum hygomii	т	(0,00)	3	(0.27)			3	(0, 20) (0, 18)	5 1	(0,00)	51
Lampadena chavesi 2 (0,17) 1 (0,09) 3 (0,12) 10 (0,12) 10 10 Lampadena chavesi 2 (0,44) 1 (0,09) 3 (0,18) 0,5 (0,09) 22-32 Nannobrachium atrum 1 (0,22) 15 (1,34) 16 (0,99) 3,6 (0,65) 33-42 Lampanyctus festivus 2 (0,44) 2 (0,12) 0,3 (0,05) 28-33 Lampanyctus intricarius 9 (0,80) 9 (0,55) 1,5 (0,27) 31-40 Lampanyctus pusillus 97 (21,46) 174 (15,52) 1 (1,96) 272 (16,75) 45,4 (8,26) 15-40 Lampanyctus pusillus 97 (21,46) 174 (15,52) 1 (1,96) 272 (16,75) 45,4 (8,26) 15-40 Lampanyctus tenuiformes 1 (0,22) 1 (0,09) 3 (0,18) 0,2 (0,03) 19-22 Lepidophanes gaussi 2 (0,41) 3 (0,27) <	Hygophum reinhardti	2	(0.44)	Ũ	(0,21)			2	(0, 10)	1.3	(0, 24)	32-49
Nannobrachium atrum 1 (0,22) 1 (0,06) 0,3 (0,06) 19 Lampanyctus crocodilus 1 (0,22) 15 (1,34) 16 (0,99) 3,6 (0,65) 33-42 Lampanyctus festivus 2 (0,44) 2 (0,12) 0,3 (0,05) 28-33 Lampanyctus intricarius 9 (0,80) 9 (0,55) 1,5 (0,27) 31-40 Lampanyctus phtonotus 4 (0,88) 7 (0,62) 2 (3,92) 13 (0,80) 4,4 (0,80) 19-55 Lampanyctus pusillus 97 (21,46) 174 (15,52) 1 (1,96) 272 (16,75) 45,4 (8,26) 15-40 Lampanyctus tenuiformes 1 (0,22) 1 (0,06) 1,4 (0,25) 69 Lepidophanes gaussi 2 (0,44) 1 (0,09) 3 (0,18) (2,0,03) 19-22 Lepidophanes gaussi 2 (0,44) 3 (0,27) 5 (0,31) 7,0 (1,27) 58-63	l ampadena chavesi	2	(0, 11) (0.44)	1	(0.09)			3	(0, 12)	0.5	(0, 0, 0, 0, 0, 0)	22-32
Lampanyctus crocodilus 1 (0,22) 15 (1,34) 16 (0,09) 3,6 (0,65) 33-42 Lampanyctus festivus 2 (0,44) 2 (0,12) 0,3 (0,05) 28-33 Lampanyctus intricarius 9 (0,80) 9 (0,55) 1,5 (0,27) 31-40 Lampanyctus phonotus 4 (0,88) 7 (0,62) 2 (3,92) 13 (0,80) 4,4 (0,80) 19-55 Lampanyctus pusillus 97 (21,46) 174 (15,52) 1 (1,96) 272 (16,75) 45,4 (8,26) 15-40 Lampanyctus tenuiformes 1 (0,22) 1 (10,09) 3 (0,18) 0,2 (0,03) 19-22 Lepidophanes gaussi 2 (0,44) 1 (0,09) 3 (0,18) 0,2 (0,03) 19-22 Lepidophanes gaussi 2 (0,44) 3 (0,27) 5 (0,31) 7,0 (1,27) 58-63 Lobianchia dofleini 73 (16,15) 321 (28,64) 24 <td>Nannobrachium atrum</td> <td>1</td> <td>(0, 11) (0, 22)</td> <td></td> <td>(0,00)</td> <td></td> <td></td> <td>1</td> <td>(0, 10)</td> <td>0.3</td> <td>(0,00)</td> <td>19</td>	Nannobrachium atrum	1	(0, 11) (0, 22)		(0,00)			1	(0, 10)	0.3	(0,00)	19
Lampanyctus festivus 2 (0,42) 1 (1,07) 10 (0,00) 0,05 12 Lampanyctus festivus 2 (0,44) 2 (0,12) 0,3 (0,05) 28-33 Lampanyctus intricarius 9 (0,62) 2 (3,92) 13 (0,80) 4,4 (0,80) 19-55 Lampanyctus phtonotus 4 (0,88) 7 (0,62) 2 (3,92) 13 (0,80) 4,4 (0,80) 19-55 Lampanyctus pusillus 97 (21,46) 174 (15,52) 1 (1,96) 272 (16,75) 45,4 (8,26) 15-40 Lampanyctus tenuiformes 1 (0,22) 1 (0,09) 3 (0,18) 0,2 (0,03) 19-22 Lepidophanes guesti 2 (0,44) 1 (0,09) 5 (0,31) 7,0 (1,27) 58-63 Lobianchia dofleini 73 (16,15) 321 (28,64) 24 (47,06) 418 (25,74) 110 (20,15) 12-39 Myctophum punctatum 6 (0,54) <td>l ampanyctus crocodilus</td> <td>1</td> <td>(0,22)</td> <td>15</td> <td>(1.34)</td> <td></td> <td></td> <td>16</td> <td>(0,00) (0.99)</td> <td>3.6</td> <td>(0,00) (0,65)</td> <td>33-42</td>	l ampanyctus crocodilus	1	(0,22)	15	(1.34)			16	(0,00) (0.99)	3.6	(0,00) (0,65)	33-42
Lampanyctus intricarius 9 (0,80) 9 (0,55) 1,5 (0,27) 31-40 Lampanyctus phtonotus 4 (0,88) 7 (0,62) 2 (3,92) 13 (0,80) 4,4 (0,80) 19-55 Lampanyctus phtonotus 97 (21,46) 174 (15,52) 1 (1,96) 272 (16,75) 45,4 (8,26) 15-40 Lampanyctus tenuiformes 1 (0,22) 1 (1,96) 272 (16,75) 45,4 (8,26) 15-40 Lepidophanes gaussi 2 (0,44) 1 (0,09) 3 (0,18) 0,2 (0,03) 19-22 Lepidophanes guestheri 2 (0,44) 3 (0,27) 5 (0,31) 7,0 (1,27) 58-63 Lobianchia dofleini 73 (16,15) 321 (28,64) 24 (47,06) 418 (25,74) 110, (20,15) 12-39 Myctophum punctatum 26 (2,32) 5 (9,80) 31 (1,91) 23,5 (4,27) 2-57 Notoscopelus kroeyeri	Lampanyctus festivus	2	(0, 24)	10	(1,01)			2	(0,00)	0.3	(0,00)	28-33
Lampanyotus phonotus 4 (0,88) 7 (0,62) 2 (3,92) 13 (0,80) 4,4 (0,80) 19-55 Lampanyotus pusillus 97 (21,46) 174 (15,52) 1 (1,96) 272 (16,75) 45,4 (8,26) 15-40 Lampanyotus tenuiformes 1 (0,22) 1 (0,06) 1,4 (0,25) 69 Lepidophanes gaussi 2 (0,44) 1 (0,09) 3 (0,18) 0,2 (0,03) 19-22 Lepidophanes guentheri 2 (0,44) 3 (0,27) 5 (0,31) 7,0 (1,27) 58-63 Lobianchia dofleini 73 (16,15) 321 (28,64) 24 (47,06) 418 (25,74) 110, (20,15) 12-39 Myctophum punctatum 26 (2,32) 5 (9,80) 31 (1,91) 23,5 (4,27) 22-57 Notoscopelus bolini 6 (0,54) 3 (5,88) 9 (0,55) 12,1 (2,20) 50-60 Notoscopelus kroeyeri 2 <td>Lampanyctus intricarius</td> <td>-</td> <td>(0,11)</td> <td>9</td> <td>(0.80)</td> <td></td> <td></td> <td>9</td> <td>(0, 12) (0.55)</td> <td>1.5</td> <td>(0,00)</td> <td>31-40</td>	Lampanyctus intricarius	-	(0,11)	9	(0.80)			9	(0, 12) (0.55)	1.5	(0,00)	31-40
Lampanyotus pusillus 97 (21,46) 174 (15,52) 1 (1,96) 272 (16,75) 45,4 (8,26) 15-40 Lampanyotus pusillus 97 (21,46) 174 (15,52) 1 (1,96) 272 (16,75) 45,4 (8,26) 15-40 Lampanyotus tenuiformes 1 (0,22) 1 (0,09) 3 (0,18) 0,2 (0,03) 19-22 Lepidophanes guesti 2 (0,44) 3 (0,27) 5 (0,31) 7,0 (1,27) 58-63 Lobianchia dofleini 73 (16,15) 321 (28,64) 24 (47,06) 418 (25,74) 110, (20,15) 12-39 Myctophum punctatum 26 (2,32) 5 (9,80) 31 (1,91) 23,5 (4,27) 22-57 Notolychnus valdiviae 9 (1,99) 10 (0,89) 19 (1,17) 1,0 (0,17) 18-22 Notoscopelus bolini 6 (0,54) 3 (5,88) 9 (0,55) 12,1 (2,20) 50-60	Lampanyctus phtopotus	4	(0.88)	7	(0,62)	2	(3.92)	13	(0,00)	44	(0, 27)	19-55
Lampanyctus tenuiformes 1 (0,22) 1 (0,06) 1,4 (0,25) 69 Lepidophanes gaussi 2 (0,44) 1 (0,09) 3 (0,18) 0,2 (0,03) 19-22 Lepidophanes guentheri 2 (0,44) 3 (0,27) 5 (0,31) 7,0 (1,27) 58-63 Lobianchia dofleini 73 (16,15) 321 (28,64) 24 (47,06) 418 (25,74) 110, (20,15) 12-39 Myctophum punctatum 26 (2,32) 5 (9,80) 31 (1,91) 23,5 (4,27) 22-57 Notolychnus valdiviae 9 (1,99) 10 (0,89) 19 (1,17) 1,0 (0,17) 18-22 Notoscopelus bolini 6 (0,54) 3 (5,88) 9 (0,55) 12,1 (2,20) 50-60 Notoscopelus kroeyeri 2 (0,18) 2 (0,12) 2,0 (1,23) 14,9 (2,72) 27-69 Symbolophorus veranyi 2 (0,18) 2 (0,12) 0,6 <td>Lampanyctus pusillus</td> <td>97</td> <td>(21.46)</td> <td>174</td> <td>(15,52)</td> <td>1</td> <td>(1.96)</td> <td>272</td> <td>(16,00)</td> <td>45.4</td> <td>(8,26)</td> <td>15-40</td>	Lampanyctus pusillus	97	(21.46)	174	(15,52)	1	(1.96)	272	(16,00)	45.4	(8,26)	15-40
Lepidophanes gaussi 2 (0,44) 1 (0,09) 3 (0,18) 0,2 (0,03) 19-22 Lepidophanes guentheri 2 (0,44) 3 (0,27) 5 (0,31) 7,0 (1,27) 58-63 Lobianchia dofleini 73 (16,15) 321 (28,64) 24 (47,06) 418 (25,74) 110, (20,15) 12-39 Myctophum punctatum 26 (2,32) 5 (9,80) 31 (1,91) 23,5 (4,27) 22-57 Notolychnus valdiviae 9 (1,99) 10 (0,89) 19 (1,17) 1,0 (0,17) 18-22 Notoscopelus bolini 6 (0,54) 3 (5,88) 9 (0,55) 12,1 (2,20) 50-60 Notoscopelus kroeyeri 2 (0,18) 2 (0,12) 2,0 (0,36) 45-57 Notoscopelus resplendens 1 (0,22) 8 (0,71) 11 (21,57) 20 (1,23) 14,9 (2,72) 27-69 Symbolophorus veranyi 2 (0,18) 2<	Lampanyctus tenuiformes	1	(0.22)		(10,02)	•	(1,00)	1	(10,10) (0,06)	14	(0, 20)	69
Lepidophanes guentheri 2 (0,44) 3 (0,27) 5 (0,31) 7,0 (1,27) 58-63 Lobianchia dofleini 73 (16,15) 321 (28,64) 24 (47,06) 418 (25,74) 110, (20,15) 12-39 Myctophum punctatum 26 (2,32) 5 (9,80) 31 (1,91) 23,5 (4,27) 22-57 Notolychnus valdiviae 9 (1,99) 10 (0,89) 19 (1,17) 1,0 (0,17) 18-22 Notoscopelus bolini 6 (0,54) 3 (5,88) 9 (0,55) 12,1 (2,20) 50-60 Notoscopelus kroeyeri 2 (0,18) 2 (0,12) 2,0 (0,36) 45-57 Notoscopelus veranyi 2 (0,18) 2 (0,12) 0,6 (0,11) 26-41 Nemichthyidae 1 (0,22) 1 (0,09) 2 (0,12) 5,5 (1,00) 460-624 Notosudidae 1 (0,22) 3 (0,27) 4 (0,25) 0,7 (0,13	Lepidophanes gaussi	2	(0, 44)	1	(0.09)			3	(0,18)	0.2	(0, 03)	19-22
Lobianchia dofleini 73 (16,15) 321 (28,64) 24 (47,06) 418 (25,74) 110, (20,15) 12-39 Myctophum punctatum 26 (2,32) 5 (9,80) 31 (1,91) 23,5 (4,27) 22-57 Notolychnus valdiviae 9 (1,99) 10 (0,89) 19 (1,17) 1,0 (0,17) 18-22 Notoscopelus bolini 6 (0,54) 3 (5,88) 9 (0,55) 12,1 (2,20) 50-60 Notoscopelus kroeyeri 2 (0,18) 2 (0,12) 2,0 (0,36) 45-57 Notoscopelus resplendens 1 (0,22) 8 (0,71) 11 (21,57) 20 (1,23) 14,9 (2,72) 27-69 Symbolophorus veranyi 2 (0,18) 2 (0,12) 0,6 (0,11) 26-41 Nemichthyidae 1 (0,22) 1 (0,09) 2 (0,12) 5,5 (1,00) 460-624 Notosudidae 1 (0,09) 1 (0,06) 2,7 <t< td=""><td>l epidophanes quentheri</td><td>2</td><td>(0, 44)</td><td>3</td><td>(0,27)</td><td></td><td></td><td>5</td><td>(0, 31)</td><td>7.0</td><td>(1 27)</td><td>58-63</td></t<>	l epidophanes quentheri	2	(0, 44)	3	(0,27)			5	(0, 31)	7.0	(1 27)	58-63
Myctophum punctatum 26 (2,32) 5 (9,80) 31 (1,91) 23,5 (4,27) 22-57 Notolychnus valdiviae 9 (1,99) 10 (0,89) 19 (1,17) 1,0 (0,17) 18-22 Notoscopelus bolini 6 (0,54) 3 (5,88) 9 (0,55) 12,1 (2,20) 50-60 Notoscopelus kroeyeri 2 (0,18) 2 (0,12) 2,0 (0,36) 45-57 Notoscopelus resplendens 1 (0,22) 8 (0,71) 11 (21,57) 20 (1,23) 14,9 (2,72) 27-69 Symbolophorus veranyi 2 (0,18) 2 (0,12) 0,6 (0,11) 26-41 Nemichthyidae 2 (0,09) 2 (0,12) 5,5 (1,00) 460-624 Notosudidae 1 (0,09) 1 (0,06) 2,7 (0,50) 94 Paralepididae 1 (0,22) 3 (0,27) 4 (0,25) 0,7 (0,13) 35-68	l obianchia dofleini	- 73	(16 15)	321	(28.64)	24	(47 06)	418	(2574)	110	(20.15)	12-39
Notolychnus valdiviae 9 (1,99) 10 (0,89) 19 (1,17) 1,0 (0,17) 18-22 Notoscopelus bolini 6 (0,54) 3 (5,88) 9 (0,55) 12,1 (2,20) 50-60 Notoscopelus kroeyeri 2 (0,18) 2 (0,12) 2,0 (0,36) 45-57 Notoscopelus resplendens 1 (0,22) 8 (0,71) 11 (21,57) 20 (1,23) 14,9 (2,72) 27-69 Symbolophorus veranyi 2 (0,18) 2 (0,12) 0,6 (0,11) 26-41 Nemichthyidae Nemichthys scolopaceus 1 (0,22) 1 (0,09) 2 (0,12) 5,5 (1,00) 460-624 Notosudidae 5 5 1 (0,09) 1 (0,06) 2,7 (0,50) 94 Paralepididae 1 (0,22) 3 (0,27) 4 (0,25) 0,7 (0,13) 35-68	Myctophum punctatum		(10,10)	26	(232)	5	(9.80)	31	(1.91)	23.5	(4 27)	22-57
Notoscopelus bolini 6 (0,54) 3 (5,88) 9 (0,55) 12,1 (2,20) 50-60 Notoscopelus kroeyeri 2 (0,18) 2 (0,12) 2,0 (0,36) 45-57 Notoscopelus resplendens 1 (0,22) 8 (0,71) 11 (21,57) 20 (1,23) 14,9 (2,72) 27-69 Symbolophorus veranyi 2 (0,18) 2 (0,12) 0,6 (0,11) 26-41 Nemichthyidae Nemichthys scolopaceus 1 (0,22) 1 (0,09) 2 (0,12) 5,5 (1,00) 460-624 Notosudidae 5 5 1 (0,09) 1 (0,06) 2,7 (0,50) 94 Paralepididae 1 (0,22) 3 (0,27) 4 (0,25) 0,7 (0,13) 35-68	Notolychnus valdiviae	9	(1.99)	10	(0.89)	Ũ	(0,00)	19	(1,31)	10	(0, 17)	18-22
Notoscopelus kroeyeri 2 (0,87) 0 (0,67) 0 (0,67) 12,1 (1,23) 12,1 (1,23) 12,1 14,9 12,2 2,7 14,9 14,9 12,2 2,7 14,9 14,9 12,2 2,7 14,9 14,9 12,1 14,9 12,1 14,9 12,1 14,9 12,1 14,9 12,1 14,9	Notoscopelus bolini	Ŭ	(1,00)	6	(0,50)	3	(5.88)	9	(0.55)	12 1	(2, 20)	50-60
Notoscopelus resplendens 1 (0,22) 8 (0,71) 11 (21,57) 20 (1,23) 14,9 (2,72) 27-69 Symbolophorus veranyi 2 (0,18) 2 (0,12) 0,6 (0,11) 26-41 Nemichthyidae 0,09) 2 (0,12) 5,5 (1,00) 460-624 Notosudidae 0,09) 1 (0,06) 2,7 (0,50) 94 Paralepididae 0,22) 3 (0,27) 4 (0,25) 0,7 (0,13) 35-68	Notoscopelus kroeveri			2	(0,01)	Ũ	(0,00)	2	(0,00)	20	(0.36)	45-57
Symbolophorus veranyi 2 (0,17) 11 (1,10) 11,10 (1,12) 11 100 Symbolophorus veranyi 2 (0,18) 2 (0,12) 0,6 (0,11) 26-41 Nemichthyidae 1 (0,02) 1 (0,09) 2 (0,12) 5,5 (1,00) 460-624 Notosudidae 1 (0,09) 1 (0,06) 2,7 (0,50) 94 Paralepididae 1 (0,22) 3 (0,27) 4 (0,25) 0,7 (0,13) 35-68	Notoscopelus resplendens	1	(0.22)	8	(0, 71)	11	(21.57)	20	(1, 23)	14.9	(2, 72)	27-69
Nemichthyidae 1 (0,22) 1 (0,09) 2 (0,12) 5,5 (1,00) 460-624 Notosudidae 5 5 (0,09) 1 (0,06) 2,7 (0,50) 94 Paralepididae 1 (0,22) 3 (0,27) 4 (0,25) 0,7 (0,13) 35-68	Symbolophorus veranvi		(0,)	2	(0,18)		(,e.)	2	(0, 12)	0.6	(0, 11)	26-41
Nemichthys scolopaceus 1 (0,22) 1 (0,09) 2 (0,12) 5,5 (1,00) 460-624 Notosudidae Scopelosaurus argentus 1 (0,09) 1 (0,06) 2,7 (0,50) 94 Paralepididae Uncisudis quadrimaculata 1 (0,22) 3 (0,27) 4 (0,25) 0,7 (0,13) 35-68	Nemichthvidae			-	(0,.0)			-	(0,)	0,0	(0,11)	
Notosudidae Scopelosaurus argentus 1 (0,09) 1 (0,06) 2,7 (0,50) 94 Paralepididae Uncisudis quadrimaculata 1 (0,22) 3 (0,27) 4 (0,25) 0,7 (0,13) 35-68	Nemichthys scolopaceus	1	(0.22)	1	(0.09)			2	(0.12)	5.5	(1.00)	460-624
Scopelosaurus argentus 1 (0,09) 1 (0,06) 2,7 (0,50) 94 Paralepididae Uncisudis quadrimaculata 1 (0,22) 3 (0,27) 4 (0,25) 0,7 (0,13) 35-68	Notosudidae		(-,)	-	(-,-•)			-	(-,· -)	-,-	(,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,	2° T T T
Paralepididae Uncisudis quadrimaculata 1 (0,22) 3 (0,27) 4 (0,25) 0,7 (0,13) 35-68	Scopelosaurus argentus			1	(0.09)			1	(0.06)	2.7	(0.50)	94
Uncisudis quadrimaculata 1 (0,22) 3 (0,27) 4 (0,25) 0,7 (0,13) 35-68	Paralepididae			-	(-,-•)				(-,,	_,.	(-,-•)	- 1
	Uncisudis quadrimaculata	1	(0,22)	3	(0,27)			4	(0,25)	0,7	(0,13)	35-68

Tab. 15. Fortsetzung.

	Bathymetrischer Bereich (N)						Abundanz		Biomasse		Längenspektrum
Art	0	(%)	А	(%)	Ρ	(%)	Ν	(%)	g	(%)	(mm SL)
Phosichthyidae											
Ichthyococcus ovatus			3	(0,27)			3	(0,18)	1,2	(0,22)	17-43
Vinciguerria attenuata	10	(2,21)	14	(1,25)			24	(1,48)	2,0	(0,36)	12-31
Vinciguerria nimbaria			3	(0,27)			3	(0,18)	0,6	(0,11)	25-35
Vinciguerria poweriae	10	(2,21)	41	(3,66)			51	(3,14)	10,1	(1,85)	18-34
Sternoptychidae											
Argyropelecus aculeatus	9	(1,99)	9	(0,80)			18	(1,11)	42,0	(7,64)	12-53
Argyropelecus hemigymnus	16	(3,54)	38	(3,39)			54	(3,33)	8,9	(1,63)	8-35
Sternoptyx diaphana	10	(2,21)					10	(0,62)	0,3	(0,05)	6-11
Valenciennellus tripunctulatus			20	(1,78)			20	(1,23)	2,3	(0,41)	16-27
Stomiidae											
Aristostomias grimaldii			1	(0,09)			1	(0,06)	1,6	(0,30)	65
Astronesthes gemmifer			1	(0,09)			1	(0,06)	0,5	(0,09)	42
Bathophilus vaillanti	1	(0,22)	1	(0,09)			2	(0,12)	0,9	(0,16)	35-56
Chauliodus danae	3	(0,66)	3	(0,27)			6	(0,37)	7,5	(1,36)	27-134
Chauliodus sloani	33	(7,30)	21	(1,87)			54	(3,33)	27,1	(4,93)	24-160
Stomias boa	4	(0,88)	6	(0,54)			10	(0,62)	6,0	(1,09)	61-103
Gesamt	452		112		51		1624		549,4		

Ein Vergleich zwischen Tag- und Nachtfängen in diesem Gebiet ist aufgrund der wenigen Taghols (6) nur bedingt möglich. In den Tagfängen wurden in zwei von sechs Hols mesopelagische Fische gefangen. Die Gesamtdichte in Tagfängen liegt zwischen 0 und 23,3 Individuen/10 000 m³ (Abb. 49A). In allen 15 RMT-8 Nachthols wurden mesopelagische Fische gefangen. Nachts beträgt die Dichte zwischen 5,0 und 39,3 Individuen/10 000 m³ (Abb. 49B). Die Häufigkeitsverteilung der Fische zeigt höhere Dichtewerte im zentralen Bereich der Princess Alice Bank, in dem die Wassertiefen 800 bis 1200 m betragen, als in den flacheren und den inselnahen Bereichen.



Abb. 49: Princess Alice Bank. Abundanzen (Individuen/10 000 m³) mesopelagischer Fische in RMT-8 Fängen. A. Taghols, B. Nachthols.

4.1.3.2 Gemeinschaftsanalyse

Die Darstellung der 18 positiven RMT-8 Hols auf dem MDS Plot, zeigt keine deutlichen Unterschiede zwischen Fängen, die zu verschiedenen Tageszeiten durchgeführt wurden (Abb. 50). Die wenigen Tag- (2) und Dämmerunghols (1) unterscheiden sich in ihrer Artenzusammensetzung nicht von den Nachtfängen. Das Ergebnis der ANOSIM ist dementsprechend nicht signifikant (R = 0,065; p = 0,322). Um den Einfluß der Tageszeit gänzlich auszuschließen und wegen der geringen Zahl von Taghols, werden die weiteren Analysen auf Nachtfänge beschränkt.



Abb. 50: Princess Alice Bank. MDS Plot der Bray-Curtis Ähnlichkeitsmatrix individueller JFT Fänge zu verschiedenen Tageszeiten.

Die Clusteranalyse der Nachtfänge zeigt auf einem Ähnlichkeitsniveau von 35 % eine Gliederung in drei Gruppen (Cluster I-III, Abb. 51). Das Cluster I vereinigt die beiden Hols über Wassertiefen > 500 m und zwei Abhanghols (Tiefe 500-1000 m). Cluster II ist die größte Gruppe und setzt sich aus Ozean- und Abhangfängen zusammen. Die dritte Gruppe (Cluster III) besteht nur aus einem ozeanischen Hol (P12), der sich stark in seiner Artenzusammensetzung von den anderen unterscheidet. Die Ordination der Hols durch die MDS bestätigt die Ergebnisse der Clusteranalyse (Abb. 52). Die ozeanischen Hols (Tiefenbereich > 1000 m) und Abhanghols (500-1000 m) zeigen keine deutliche Trennung. Dagegen ist Hol P12 wie in der Clusteranalyse deutlich von den anderen Ozeanhols isoliert. Die beiden Hols (P8 und P13) des Tiefenbereichs < 500 m zeigen eine große Ähnlichkeit und lassen sich von den Abhang- und Ozeanstationen abgrenzen.



 Abb. 51: Princess Alice Bank. Clusteranalyse der Bray-Curtis Ähnlichkeitsmatrix individueller RMT-8 Nachtfänge in verschiedenen bathymetrischen Bereichen. □ < 500 m Tiefe, ▲ 500-1000 m,
 > 1000 m. Holbezeichnung und befischter Tiefenbereich (in Klammern) sind angegeben.



Abb. 52: Princess Alice Bank. MDS Plot der Bray-Curtis Ähnlichkeitsmatrix individueller RMT-8 Nachtfänge in verschiedenen bathymetrischen Bereichen.

Die ANOSIM zeigt, dass Stationen der gleichen bathymetrischen Zonen sich signifikant voneinander unterscheiden (R = 0,265; p = 0,036). Der paarweise Vergleich zwischen den Stationsgruppen ist wegen der geringen Probenzahlen im Tiefenbereich < 500 m nicht signifikant.

Zur Veranschaulichung der Ergebnisse der Clusteranalyse wurden die Gruppierungen der Nachtfänge auf die Stationskarte projiziert (Abb. 53). Es zeigt sich, dass die Hols aus dem
zentralen, tieferen Bereich der Princess Alice Bank im Cluster II zusammengefasst sind. Der inselnahe Hol (P23) und die Hols über den flacheren Bankbereichen (P8, P10, und P13) bilden das Cluster I.



Abb. 53: Princess Alice Bank. Ergebnisse der Clusteranalyse für Nachtfänge. Cluster aus Abb. 51 sind über die Stationskarte projiziert.

4.1.3.3 Abiotische Faktoren

Die BIO-ENV Analyse zeigt generell schwache Korrelationen zwischen der biotischen Ähnlichkeitsmatrix der Nachtfänge und verschiedenen abiotischen Variablen. Die höchste Korrelation (0,393) ergibt die Kombination der abiotischen Faktoren minimale Bodentiefe und maximale Fangtiefe (Tab. 16).

Tab. 16: Princess Alice Bank. Ergebnisse der BIO-ENV Analyse. Rang Korrelationen zwischen der biotischen Ähnlichkeitmatrix und den k = 1, 2,3 und 4 Kombinationen folgender Umweltvariablen: FT_{min} und FT_{max}: maximale Fangtiefe, S_{min} und S_{max}: minimale und maximale Salinität im befischten Tiefenbereich, T_{min} und T_{max}: minimale und maximale Temperatur im befischten Tiefenbereich, BT_{min} und BT_{max}: minimale und maximale Bodentiefe. Die Variable (-nkombination) mit der höchsten Korrelation ist **fett** gedruckt.

Gruppe	k Variable		
Nachthols	1: FT _{max} (0,284)	BT _{min} (0,247)	BT _{max} (0,242)
	2: BT _{min} , FT _{max} (0,393)	BT _{max} , FT _{max} (0,352)	T _{min} , BT _{min} (0,281)
	3: FT_{min} , FT_{max} , BT_{max} (0,358)	S_{min} , FT_{min} , BT_{max} (0,341)	T_{min} , FT_{min} , BT_{max} (0,328)
	4: T_{min} , FT_{min} , FT_{max} , BT_{max} (0,334)	S_{min} , FT_{min} , FT_{max} , BT_{max} (0,334)	$T_{min},S_{min},FT_{min},BT_{max}\left(0,307\right)$

Durch das Hinzufügen weiterer abiotischer Faktoren wird keine Erhöhung der Korrelationswerte erzielt. Die maximale Fangtiefe ist die wichtigste Einzelvariable mit einem Korrelationswert von 0,284 und wird in ihrer Bedeutung gefolgt von der minimalen (0,247) und der maximalen Bodentiefe (0,242). Die Minimal- und Maximalwerte der Temperatur und des Salzgehalts zeigen nur in der Kombination mit den physikalischen Variablen Bodentiefe und Fangtiefe nennenswerte Korrelationswerte und sind als Einzelvariablen von untergeordneter Bedeutung.

4.1.3.4 Artniveau

Die SIMPER Analyse zeigt eine ähnliche Artenzusammensetzung für die Fänge der Tiefenbereiche > 1000 m und 500-1000 m (Tab. 17). Die drei Myctophidenarten *Lobianchia dofleini, Lampanyctus pusillus* und *Ceratoscopelus warmingii* dominieren die Artengemeinschaft in diesen bathymetrischen Bereichen. Die wichtigsten Arten über Wassertiefen < 500 m sind Arten mit einer ozeanischen Lebensweise. Die wichtigste Art in diesem Bereich ist *L. dofleini*, gefolgt von *Notoscopelus resplendens, Myctophum punctatum* und *C. warmingii*. Dagegen fehlen pseudo-ozeanische Arten über den flacheren Bereichen der Bank vollständig. Die Fischgemeinschaft dort scheint sich weniger durch das Auftreten spezifischer Arten, als vielmehr durch eine generelle Abnahme der Individuen- und Artenzahl von den tieferen bathymetrischen Zonen zu unterscheiden. Tab. 17: Princess Alice Bank. SIMPER Analyse. Konsolidierende mesopelagische Fischarten für verschiedene bathymetrische Bereiche. > 1000 m Tiefe, 500-1000 m und < 500 m. Mittlere Dichte: Individuen/10 000 m³, individueller Anteil (%) und kumulativer Anteil (Σ %) an der Gruppenähnlichkeit. Arten sind bis zu einem kumulativen Anteil von 90% in hierarchischer Reihenfolge aufgelistet.

> 1000 m			
Ähnlichkeit: 37,71 %			
Art	Dichte	Anteil %	Σ%
Lampanyctus pusillus	4,20	31,24	31,24
Lobianchia dofleini	3,38	24,84	56,08
Diogenichthys atlanticus	2,55	10,63	66,71
Bolinichthys indicus	0,68	7,87	74,58
Vinciguerria poweriae	0,49	7,51	82,09
Ceratoscopelus warmingii	1,57	3,23	85,32
Chauliodus sloani	0,50	2,50	87,82
Lampanyctus photonotus	0,11	1,98	89,80
Benthosema glaciale	0,11	1,98	91,79
500 4000 m			
	Diabta	A mtail 0/	5 0/
Art	Dichte		∑ % 20.70
	5,07	22,70	22,70
Ceratoscopelus warmingii	2,29	16,28	38,97
Diaphus holti	1,56	14,13	53,10
Lampanyctus pusillus	2,10	12,16	65,26
Vinciguerria poweriae	0,68	5,94	71,20
Myctophum punctatum	0,47	5,16	76,35
Bolinichthys indicus	0,29	3,90	80,25
Chauliodus sloani	0,27	3,58	83,83
Gonichthys coccoi	0,16	2,75	86,57
Diogenichthys atlanticus	0,56	1,87	88,44
Diaphus rafinesquei	0,45	1,63	90,07
< 500 m			
Ähnlichkeit 52,34 %			
Art	Dichte	Anteil %	Σ%
Lobianchia dofleini	3,48	40,96	40,96
Notoscopelus resplendens	1,22	28,09	69,04
Myctophum punctatum	0,75	15,48	84,52
Ceratoscopelus warmingii	0,59	15,48	100,00

4.1.3.5 Okologische Indices

Die kumulativen Dominanzkurven zeigen deutliche Unterschiede in den Diversitätsmustern der drei bathymetrisch definierten Zonen der Princess Alice Bank (Abb. 54). Die kumulative Artenzahl (8) ist am geringsten über Wassertiefen < 500 m. Im ozeanischen Bereich (Wassertiefen > 1000 m) steigt die Artenzahl auf 30 an und erreicht ein Maximum von 44 mesopelagischen Fischarten in Fängen des Tiefenbereichs 500-1000 m. Der Kurvenverlauf der Fänge < 500 m ist durch die Dominanz weniger Arten gekennzeichnet. Die häufigste Art, *Lobianchia dofleini*, dominiert mit einem Anteil von 52 %. Die Kurven der Tiefenbereiche 500-1000 m und > 1000 m ähneln sich stark in ihrem Verlauf und liegen deutlich unterhalb der < 500 m Kurve. Diese Beobachtung lässt auf eine höhere Diversität in den tieferen Bereichen der Bank schließen.



Abb. 54: Princess Alice Bank. Kumulative Dominanzkurven für die Nachtfänge mesopelagischer Fische in verschiedenen bathymetrischen Bereichen. □ < 500 m Wassertiefe; ▲ 500-1000 m; ● > 1000 m.

Der Medianwert der Artenzahl pro Hol beträgt 6 im Tiefenbereich < 500 m und ist damit deutlich niedriger als in Abhang- (14) und Ozeanfängen (13) (Abb. 55A). Der Unterschied ist statistisch jedoch nicht signifikant (Kruskal-Wallis Test H = 5,36; p > 0,05). Ein ähnliches Verteilungsmuster zeigt die Shannon Diversität in den verschiedenen Tiefenbereichen (Abb. 55B). Obwohl die Medianwerte im Ozean- und Abhangbereich, mit 1,83 und 2,04 deutlich über dem Wert für die beiden Plateauhols (1,35) liegen, sind die Unterschiede zwischen den drei bathymetrischen Zonen nicht signifikant (Kruskal-Wallis Test H = 2,75; p > 0,05). Die Äquität zeigt große Übereinstimmung zwischen den drei bathymetrischen Zonierungen der Princess Alice Bank und nimmt Werte zwischen 0,70 und 0,78 an (Abb. 55C). Die Berücksichtigung taxonomischer Aspekte beim Vergleich der Diversitäten vermittelt ein ähnliches Bild wie die vorherigen Indices: Die Medianwerte der taxonomischen Diversität Δ und der taxonomischen Distanz Δ^* in den flachen Bereichen sind deutlicher geringer als im Ozean- und Abhangbereich (Abb. 55D, E). Die



Unterschiede sind jedoch statistisch nicht signifikant (Kruskal-Wallis Test H = 4,28 und 4,88; p > 0,05).

Abb. 55: Princess Alice Bank. Ökologische Indices zur Beschreibung der mesopelagischen Fischgemeinschaft in verschiedenen bathymetrischen Bereichen. □ Median Taghols, ■ Median Nachthols, offene Balken markieren das obere und untere Quartil der Tagwerte, gefüllte Balken, das der Nachtwerte, Minimal- und Maximalwerte sind angegeben, n: Anzahl der Hols, A. Artenzahl, B. Shannon Diversität H', C. Pielou's Äquität J', D. Taxonomische Diversität Δ, E. Taxonomische Distanz Δ*, F. Dichte mesopelagischer Fische (Individuen/10 000 m³).

Die Häufigkeit mesopelagischer Fische unterscheidet sich zwischen den verschiedenen bathymetrischen Bereichen der Princess Alice Bank (Abb. 55F). Der Medianwert am Abhang (500-1000 m) mit 15,1 Individuen/10 000 m³ und im ozeanischen Bereich (14,9) war deutlich höher als im Tiefenbereich < 500 m mit 6,8 Individuen/10 000 m³. Aufgrund

der geringen Probenzahlen im Tiefenbereich < 500 m sind jedoch die Häufgikeitsunterschiede wie auch die Unterschiede zwischen den vorherigen Indices nicht signifikant (Kruskal-Wallis Test H = 2,9; p > 0,05).

4.1.4 Atlantis Bank

4.1.4.1 Faunistische Zusammensetzung

Insgesamt wurden in 37 JFT Hols 4122 mesopelagische Fische mit einem Gesamtgewicht von 4287 g gefangen (Tab. 18). Die 94 Fischarten sind 57 Gattungen und 20 Familien zuzuordnen. Die artenreichste mesopelagische Fischfamilie sind Myctophiden mit 39 Arten, gefolgt von den Stomiidae (16 Arten), Sternoptychidae (7 Arten) und den Melamphaidae (6 Arten). Vier Myctophidenarten (Ceratoscopelus warmingii, Lobianchia dofleini, Notoscopelus resplendens, Lampanyctus pusillus) stellen 57 % der gefangenen Individuen und 40 % der Fischbiomasse (Tab. 18). Eine dominierende Stellung nimmt C. warmingii ein, dessen Häufigkeit 35,5 % beträgt und dessen Gewichtsanteil 29,7 % ausmacht. Weitere häufige Arten in den Fängen sind neben den vier Myctophiden der Beilfisch Argyropelecus aculetaus (3,1 %) und der Stomiidae Chauliodus danae (3,1 %). 30 Individuen von Xenodermichthys copei, ein pseudo-ozeanischer Alepocephalidae, wurden über dem Seebergabhang gefangen. Das entspricht 1,6 % der Gesamtindividuenzahl in diesem topographischen Bereich. Der Fang von nur einem X. copei in den ozeanischen Referenzhols kann als Bestätigung für die Seeberg assoziierte Lebensweise dieser Art betrachtet werden. Dagegen wurde der pseudo-ozeanische Gonostomtidae Bonapartia pedaliota mit vergleichbarer Häufigkeit in Ozean- und Abhangfängen gefunden.

Tab. 18: Atlantis Bank. Individuenzahl (N) und prozentuale Zusammensetzung (%) in verschiedenen bathymetrischen Bereichen. O: Ozean (> 1000 m Tiefe), A: Abhang (500-1000 m), P: Plateau (< 500 m). Gesamtbiomasse als g Nassgewicht und Längenspektrum als (SL) Standardlänge in 37 JFT Fängen. *Arten mit pseudo-ozeanischem Verbreitungsmuster (*sensu* Hulley 1981).

Bathymetrischer Bereich (N)			Gesan	Gesamt		se	Längenspektrum				
Art	0	(%)	А	(%)	P	(%)	Ν	(%)	g	(%)	(SL mm)
Alepocephalidae											
Xenodermichthys copei*	1	(0,05)	30	(1,57)			31	(0,75)	177,9	(4,15)	45-161
Bathylagidae											
Bathylagus longirostris	3	(0,14)					3	(0,07)	32,0	(0,75)	115-140
Diretmidae											
Diretmus argentus	4	(0,18)	3	(0,16)			7	(0,17)	16,3	(0,38)	27-49
Gempylidae											
Diplospinus multistriatus			1	(0,05)			1	(0,02)	0,1	(0,00)	40
Gonostomatidae											
Bonapartia pedaliota	8	(0,37)	10	(0,52)			18	(0,44)	17,5	(0,41)	32-67
Diplophos taenia			1	(0,05)			1	(0,02)	1,8	(0,04)	79
Gonostoma denudatum	1	(0,05)	3	(0,16)			4	(0,10)	19,9	(0,46)	78-134
Gonostoma elongatum			1	(0,05)			1	(0,02)	9,0	(0,21)	148
Margrethia obtusirostra*	13	(0,60)	4	(0,21)			17	(0,41)	34,9	(0,81)	37-69
Macrouridae											
Cetonurus globiceps	1	(0,05)	1	(0,05)			2	(0,05)	44,0	(1,03)	337-367
Melamphaidae											
Melamphaes longivelis	1	(0,05)					1	(0,02)	0,9	(0,02)	39
Melamphaes simus	18	(0,82)					18	(0,44)	6,8	(0,16)	19-30
Melamphaes typhlops	2	(0,09)	1	(0,05)			3	(0,07)	5,2	(0,12)	34-51
Poromitra capito	4	(0,18)					4	(0,10)	19,3	(0,45)	49-69
Poromitra megalops	1	(0,05)					1	(0,02)	1,4	(0,03)	46
Scopeloberyx opisthopterus	2	(0,09)					2	(0,05)	0,5	(0,01)	22-30
Melanonidae								,			
Melanonus zugmayeri	3	(0,14)					3	(0,07)	3,4	(0,08)	64-75
Microstomatidae											
Microstoma microstoma			1	(0,05)			1	(0,02)	0,3	(0,01)	35
Myctophidae											
Benthosema suboribitale	19	(0,87)	5	(0,26)			24	(0,58)	3,7	(0,09)	12-29
Bolinichthys indicus	16	(0,73)	28	(1,47)			44	(1,07)	22,7	(0,53)	15-40
Ceratoscopelus maderensis	26	(1,19)	16	(0,84)			42	(1,02)	2,1	(0,05)	12-27
Ceratoscopelus warmingii	879	(40,28)	586	6 (30,66))		1465	(35,54)	1272,8	(29,69)	15-69
Diaphus effulgens	2	(0,09)	2	(0,10)			4	(0,10)	17,2	(0,40)	60-67
Diaphus holti	4	(0,18)					4	(0,10)	6,4	(0,15)	40-45
Diaphus metopoclampus	2	(0,09)					2	(0,05)	12,2	(0,28)	58-75
Diaphus mollis	16	(0,73)	14	(0,73)	6	(20,69)	36	(0,87)	38,0	(0,89)	11-50
Diaphus perspicillatus			12	(0,63)			12	(0,29)	25,6	(0,60)	37-53
Diaphus rafinesquii	31	(1,42)	4	(0,21)			35	(0,85)	148,5	(3,46)	32-73
Diogenichthys atlanticus	14	(0,64)	83	(4,34)	2	6,90	99	(2,40)	7,5	(0,17)	12-31
Electrona rissoi			2	(0,10)			2	(0,05)	0,3	(0,01)	16-19
Gonichthys coccoi			1	(0,05)			1	(0,02)	0,1	(0,00)	25
Hygophum benoiti	25	(1,15)	16	(0,84)			41	(0,99)	4,5	(0,10)	11-44
Hygophum hygomii	44	(2,02)	67	(3,51)	6	20,69	117	(2,84)	217,3	(5,07)	22-57
Hygophum reinhardtii	46	(2,11)	21	(1,10)			67	(1,63)	49,0	(1,14)	18-49
Hygophum taaningi	3	(0,14)	3	(0,16)			6	(0,15)	2,2	(0,05)	23-38
Lampadena chavesi	3	(0,14)	8	(0,42)			11	(0,27)	1,5	(0,04)	12-32
Lampadena urophaos atlantica			1	(0,05)			1	(0,02)	0,1	(0,00)	21
Lampanyctus crocodilus	5	(0,23)	1	(0,05)			6	(0,15)	1,2	(0,03)	16-36
Lampanyctus festivus	4	(0,18)		. ,			4	(0,10)	16,3	(0,38)	62-90
Lampanyctus intricarius	9	(0,41)					9	(0,22)	2,2	(0,05)	31-35
Lampanyctus photonotus	24	(1,10)					24	(0,58)	39,3	(0,92)	46-68
Lampanyctus pusillus	117	(5,36)	100	0 (5,23)			217	(5,26)	47,2	(1,10)	14-38

Tab. 18. Fortsetzung.

Art O (%) A (%) P (%) N (%) g (%) <		Bathymetrischer Bereich (N)							Gesamt		sse	Längenspektrum
Myctophilae P (3.62) 30 (1.57) 109 (2.64) 60.3 (1.41) 22.48 Lepidophanes guentheri 6 (0.27) 6 (0.15) 12.1 (0.28) 57.63 Lobianchia gemellari 170 (0.78) 24 (1.26) 1 (0.09) 72.0 (1.83) 137.8 Lowenne ara 1 (0.05) 1 (0.02) 0.1 (0.00) 22 Myctophum punctatum 1 (0.05) 1 (0.02) 0.5 (0.01) 35 Nannobrachium scuparium 36 (1.65) 6 (0.31) 42 (1.02) 7.7 (1.80) 39.107 Nannobrachium scuparium sclavatum 1 (0.05) 1 (0.02) 5.7 (1.80) 39.107 Nannobrachium scuparium sclavatum 1 (0.52) 27 (0.66) 1.4 (0.31) 16.21 Notoscopelus caudispinosus 1 (0.05) 1 (0.22) 1.5 (0.41) 16.70	Art	0	(%)	А	(%)	P	(%)	Ν	(%)	g	(%)	(SL mm)
Lepidophanes gaussi 79 (3, 62) 30 (1, 57) 109 (2, 64) (0, 2) (1, 2) Lobianchia doffeini 100 (4, 58) 229 (11, 98) 6 (0, 15) 12, 1 (0, 28) 57, 63 Lobianchia gemellari 17 (0, 78) 24 (1, 26) 14 (0, 09) 72, 0 (1, 88) 37.78 Lobianchia gemellari 17 (0, 75) 3 (0, 16) 1 (0, 02) 0, 10 05.5 (0, 01) 35 Myctophum senelops 1 (0, 05) 3 (0, 11) 1 0, 22 77, 2 (1, 80) 39-107 Nannobrachium inneatum 3 (0, 14) 1 (0, 53) 1 1 0, 22 77, 2 (1, 80) 39-107 Nannobrachium inneatum 1 (0, 05) 7 (1, 3, 45) 35 (1, 3, 13 23, 2 (1, 44) 10, 14 10, 14 10, 14 10, 14 10, 14 10, 14 10, 14 10, 14 10, 14	Myctophidae											<u> </u>
Lepidephanes guentheri 6 (0.27) - 6 (0.15) 12,1 (0.28) 57.83 Lobienchia doffeni 100 (4.58) 224 (1.28) 5 (3.73) 13.42 Loweine ara 1 (0.07) 24 (1.28) 1 (0.02) 0.5 (0.01) 35 Myctophum punctatur 1 (0.05) 3 (0.16) 1 (0.02) 0.5 (0.10) 35.6 (0.31) 44 (0.02) 0.5 (0.10) 35.7 Nannobrachium turum 36 (1.66) 6 (0.31) 1 (0.02) 1.7 (1.30) 35.7 (1.30) 35.7 (1.31) 105 Nannobrachium turum 36 (1.20) 7 (0.32) 2.7 (1.30) 16.2 1 (0.02) 1.4 (0.31) 15.7 (1.30) 16.7 Nannobrachium subirus valivius v	Lepidophanes gaussi	79	(3,62)	30	(1,57)			109	(2,64)	60,3	(1,41)	22-48
Lobianchia dofferini 100 (4,58) 229 (11,98) 6 (20,69) 335 (8,13) (192) (1,63) 31.78 Lobianchia gemellari 17 (0,78) 24 (1,26) 1 (0,02) 0,1 (0,00) 22 Myctophum suretatum 1 (0,05) 3 (0,10) 16,5 (0,00) 35 Nannobrachium inventum 36 (1,65) 6 (0,11) 1 (0,22) 5,7 (0,13) 105 Nannobrachium inventum 1 (0,05) 7 (0,73) 8 (0,19) 26,6 (0,22) 37,5 Nannobrachium suddiviae 17 (0,78) 10 (0,27) 8 (0,19) 26,6 (0,2) 19,7 (1,3) 105 Natobscoplus resplendens 138 (6,32) 196 (1,02) 1 (0,02) 1,5 (0,4) 28 Natobscoplus resplendens 138 (6,32) 14 (0,02) 1,5 (0,04) 28 Nem	Lepidophanes guentheri	6	(0,27)					6	(0,15)	12,1	(0,28)	57-63
Lobienchia gemellari 17 (0,78) 24 (1,26) 41 (0,99) 72.0 (1,68) 31-78 Loweina rara 1 (0,05) 1 (0,02) 0,1 (0,00) 22 Myctophum senelops 1 (0,05) 3 (0,10) 35 (0,10)	Lobianchia dofleini	100	(4,58)	229	(11,98)	6	(20,69)	335	(8,13)	159,7	(3,73)	13-42
Lowenine rare 1 (0,05) 1 (0,02) 0,5 (0,01) 35 Myctophum seneiops 1 (0,05) 3 (0,16) 42 (1,02) 0,5 (0,01) 35 Nannobrachium atrum 36 (1,65) 6 (0,31) 42 (1,02) 5,7 (1,80) 39-107 Nannobrachium inceutum 1 (0,05) 11 (0,02) 5,7 (0,13) 105 Nannobrachium intentum 1 (0,05) 11 (0,02) 5,7 (0,13) 105 Notoscopelus resplendens 138 (6,32) 196 (10,26) 1 (3,45) 335 (8,13) 233,2 (5,44) 16-70 Symbolophorus veranyi 10 (0,46) 1 (3,45) 335 (8,13) 233,2 (5,44) 16-70 Taaningichthys minimus 4 (0,15) 1 (0,02) 1,4 (0,03) 43-50 Nemichthys curvinostris 1 (0,05) 1 (0,02) 1,5 (0,44) 82 Opisthoprocutus soleatus 1 <	Lobianchia gemellari	17	(0,78)	24	(1,26)			41	(0,99)	72,0	(1,68)	31-78
Myctophum punctatum 1 0.05 1 0.025 0.01 35 Myctophum senelops 1 0.05 3 0.01 42 0.010 16.5 0.39 54-58 Nannobrachium eurgarium 3 0.14 11 0.58 14 0.34 8.5 0.203 37-55 Nannobrachium lineatum 1 0.057 7 0.37 5 1 0.024 5.7 0.13 105 Notolychnux seldviae 17 0.707 10 0.52 27 0.666 1.4 0.03 16-21 Notoscopelus resplendens 138 6.32 196 10.26 1 (3.45) 335 (8,13) 233.2 (5.44) 16-70 Symbolophorus veranyi 10 0.46 1 (0.02) 1.5 0.04 286 0.07 21-36 Taaningichthys minimus 4 (0.18) 1 (0.05) 1 (0.02) 1.5 0.04 286 Nemichthys soclopaceus 1 (0.05) 1 (0.02) 1.6 0.04 82	Loweina rara			1	(0,05)			1	(0,02)	0,1	(0,00)	22
Myckophum senelops 1 (0.05) 3 (0.16) 4 (0.10) 16.5 (0.39) 54-58 Nannobrachium atrum 36 (1.65) 6 (0.31) 142 (1.02) 77.2 (1.60) 39-107 Nannobrachium ineratum 1 (0.05) 1 (0.24) 5.7 (0.13) 105 Natolychnus valdiviae 17 (0.78) 10 (0.52) 27 (0.66) (1.4 (0.33) 16-21 Natoscopelus resplendens 138 (6.32) 195 1 (3.45) 335 (8.10) 2.6 (0.22) 19-77 Notoscopelus veranyi 10 (0.46) 1 (3.45) 335 (8.10) 4 (0.10) 4.1 (0.10) 4.1 (0.10) 4.1 (0.10) 4.3 (0.10) 4.3 (0.10) 4.3 (0.10) 4.3 (0.10) 4.3 (0.10) 4.3 (0.10) 4.3 (0.10) 4.3 (0.10) 4.3 (0.10) 4.3 (0.10) 4.3 (0.10) 4.3 (0.10) 4.3 (0.10) 4.3 (0.10) 4.3 (0.10) 4.3 (0.10) 4.3 (0.10) 1.5 (0.10) 1.5 (0.10) <td>Myctophum punctatum</td> <td></td> <td></td> <td>1</td> <td>(0,05)</td> <td></td> <td></td> <td>1</td> <td>(0,02)</td> <td>0,5</td> <td>(0,01)</td> <td>35</td>	Myctophum punctatum			1	(0,05)			1	(0,02)	0,5	(0,01)	35
Namobrischium strum 36 (1,65) 6 (0,11) 42 (1,02) 77,2 (1,80) 39-107 Nannobrachium iungeratum 1 (0,05) 14 (0,02) 5,7 (0,13) 105 Nannobrachium iungeratum 1 (0,05) 7 (0,13) 105 Natoscopelus caudispinosus 1 (0,05) 7 (0,13) 105 Notoscopelus resplenders 138 (6,32) 196 (10,37) 8 (0,24) 2,8 (0,07) 1-36 Taaningichthys minimus 4 (0,18) 1 (3,45) 335 (8,13) 233,2 (5,44) 16-70 Symbolophorus veranyi 10 (0,46) 1 (0,05) 1 (0,02) 1,5 (0,4) 286 Nemichthyida 1 (0,05) 1 (0,02) 1,5 (0,04) 38 Notosudidae 1 (0,05) 1 (0,02) 1,5 (0,04) 35 Paratepididae 1	Myctophum senelops	1	(0,05)	3	(0,16)			4	(0,10)	16,5	(0,39)	54-58
Nannobrachium cuprarium 3 0.14 11 0.53 14 0.03 5.7 0.20 37-55 Nannobrachium ineatum 1 0.05 - 1 0.05 5.7 0.13 105 Notoscopelus caudispinosus 1 0.05 7 0.37 8 0.19 26.6 0.621 19-77 Notoscopelus caudispinosus 138 0.321 196 10.261 1 (3.45) 335 8.13 233.2 5.44 16-70 Symbolophorus veranyi 10 0.469 - 1 0.051 1 0.021 1.5 (0.07) 21-36 Taaningichthys minimus 4 0.18 - 1 0.021 1.5 (0.04) 286 Nemichthys curvirostris 1 1 0.05 1 0.021 1.5 0.04) 33 Notosuidiae 1 0.055 1 0.021 1.5 0.04) 82 Opisthoprocitidae 2 0.10	Nannobrachium atrum	36	(1,65)	6	(0,31)			42	(1,02)	77,2	(1,80)	39-107
Nannobrachium lineatum 1 (0.05) 1 (0.02) 5.7 (0.13) 105 Notoscopelus caudispinosus 1 (0.05) 7 (0.32) 27 (0.66) 1.4 (0.03) 16-21 Notoscopelus respiendens 138 (6.32) 196 (10.26) 1 (3.45) 335 (8.13) 233.2 (5.44) 16-70 Symbolophorus veranyi 10 (0.46) - 4 (0.10) 4.1 (0.01) 4.350 Nemichthys minimus 4 (0.15) 1 (0.02) 1,5 (0.04) 286 Nemichthys curvirostris 1 (0.05) 1 (0.02) 1,4 (0.03) 438 Scopelosaurus smithi 1 (0.05) 1 (0.02) 1,5 (0.04) 82 Opisthoproctus soleatus 1 (0.05) 1 (0.02) 1,4 (0,03) 35 Phasiepidiae 1 (0.05) 1 (0.02) 0,0 (0,00) 35	Nannobrachium cuprarium	3	(0,14)	11	(0,58)			14	(0,34)	8,5	(0,20)	37-55
Notolychnus valdiviae 17 (0,78) 10 (0,52) 27 (0,66) 1,4 (0,03) 16-21 Notoscopelus caudispinosus 13 (0,05) 7 (0,07) 8 (0,19) 26,6 (0,62) 19.77 Notoscopelus caudispinosus 10 (0,46) 1 (3,45) 335 (8,13) 23.2 (5,44) 16-70 Symbolophorus veranyi 10 (0,41) 1 (0,02) 1,8 (0,04) 43.50 Taningichthys minimus 4 (0,18) 1 (0,05) 1 (0,02) 1,5 (0,04) 286 Nemichthys curvirostris 1 (0,05) 1 (0,02) 1,4 (0,03) 438 Notosudidae 1 (0,05) 1 (0,02) 1,5 (0,04) 82 Opisthoproctus soleatus 1 (0,05) 1 (0,02) 1,5 (0,04) 82 Opisthoproctus soleatus 11 (0,05) 1 (0,02) 0,0 0,	Nannobrachium lineatum	1	(0,05)					1	(0,02)	5,7	(0,13)	105
Notoscopelus caudispinosus 1 (0,05) 7 (0,37) 8 (0,19) 26.6 (0,62) 19-77 Notoscopelus resplendens 138 (6,32) 196 (10,26) 1 (3,45) 335 (8,13) 23.2 (5,44) 16-70 Symbolophorus veranyi 10 (0,46) - 4 (0,10) 4.1 (0,07) 21-36 Nemichthys curvinostris 1 (0,05) 1 (0,02) 1,5 (0,04) 507 Nemichthys curvinostris 1 (0,05) 1 (0,02) 1,4 (0,03) 438 Scopelosaurus smithii 1 (0,05) 1 (0,02) 1,5 (0,04) 82 Opisthoproctus coleatus 2 (0,10) 2 (0,05) 1,4 (0,02) 55-59 Paralepididae 1 (0,05) 11 (0,22) 9,7 (0,23) 13-58 Vincigueria attenuata 18 (2,20) 18 (0,47) 2 (6,60) <td< td=""><td>Notolychnus valdiviae</td><td>17</td><td>(0,78)</td><td>10</td><td>(0,52)</td><td></td><td></td><td>27</td><td>(0,66)</td><td>1,4</td><td>(0,03)</td><td>16-21</td></td<>	Notolychnus valdiviae	17	(0,78)	10	(0,52)			27	(0,66)	1,4	(0,03)	16-21
Notoscopelus resplendens 138 (6,32) 196 (10,26) 1 (3,45) 335 (8,13) 233.2 (5,44) 16-70 Symbolophorus veranyi 10 (0,46) 10 (0,24) 2.8 (0,07) 21-36 Taaningichthys minimus 4 (0,01) 4.1 (0,01) 4.1 (0,01) 4.3-50 Nemichthys curvirostris 1 (0,05) 1 (0,02) 1.5 (0,04) 286 Nemichthys scolopaceus 1 (0,05) 1 (0,02) 1.4 (0,03) 438 Notosudidae 3 (0,05) 1 (0,02) 1.5 (0,04) 82 Opisthoproctus soleatus 2 (0,01) 2 (0,02) 1.5 (0,00) 35 Phosichthyidae 1 (0,05) 1 (0,02) 0.0 (0,01) 1-334 Vincigueria nimbaria 1 (0,05) 1 (3,45) 40 (0,97) 8,1 (0,19) 1-334	Notoscopelus caudispinosus	1	(0,05)	7	(0,37)			8	(0,19)	26,6	(0,62)	19-77
Symbolophorus veranyi 10 (0,46) 10 (0,24) 2,8 (0,07) 21-36 Taaningichthys minimus 4 (0,18) 4 (0,10) 4,1 (0,10) 4,3-50 Nemichthys curvirostris 1 (0,05) 1 (0,02) 1,5 (0,04) 286 Nemichthys scolopaceus 1 (0,05) 1 (0,02) 1,4 (0,03) 438 Notosudidae 1 (0,05) 1 (0,02) 1,5 (0,04) 82 Opisthoproctus soleatus 1 (0,05) 1 (0,02) 1,5 (0,04) 82 Phalepididae 2 (0,10) 2 (0,05) 9,3 (0,22) 55-59 Prateipididae 2 (0,10) 2 (0,05) 9,3 (0,22) 15-59 Vinciguerria attenuata 18 (2,20) 18 (0,94) 66 (1,60) 3,2 (0,07) 13-34 Vinciguerria nimbaria 10 (0,46) 29 (1,52) 1 (3,45) 40 (0,97) 8,1 (0,19) <td< td=""><td>Notoscopelus resplendens</td><td>138</td><td>(6,32)</td><td>196</td><td>(10,26)</td><td>1</td><td>(3,45)</td><td>335</td><td>(8,13)</td><td>233,2</td><td>(5,44)</td><td>16-70</td></td<>	Notoscopelus resplendens	138	(6,32)	196	(10,26)	1	(3,45)	335	(8,13)	233,2	(5,44)	16-70
Taaningichthys minimus 4 (0,18) 4 (0,10) 4,1 (0,10) 4,3<50	Symbolophorus veranyi	10	(0,46)					10	(0,24)	2,8	(0,07)	21-36
Nemichthyjdae 1 (0,05) 1 (0,02) 1,5 (0,04) 286 Nemichthys scolopaceus 1 (0,05) 1 (0,02) 1,4 (0,03) 438 Notosudidae 1 (0,05) 1 (0,02) 1,4 (0,03) 438 Notosudidae Scopelosaurus smithii 1 (0,05) 1 (0,02) 1,4 (0,03) 438 Opisthoproctus soleatus 2 (0,10) 2 (0,05) 9,3 (0,22) 55-59 Paralepididae 1 (0,05) 1 (0,02) 0,0 (0,00) 35 Phosichthyidae 1 (0,05) 11 (0,27) 9,7 (0,23) 13-58 Vinciguerria attenuata 48 (2,20) 18 (0,94) 66 (1,60) 3,2 (0,07) 13-34 Vinciguerria poweriae 24 (1,10) 9 (0,47) 2 (6,90) 35 (1,14) 17-37 Platytroctidae 1 (0,05) 1 (3,45) 2 (0,07) 47-71	Taaningichthys minimus	4	(0,18)					4	(0,10)	4,1	(0,10)	43-50
Avocettina infans 1 (0,05) 1 (0,02) 1,5 (0,04) 286 Nemichthys curivostris 1 (0,05) 1 (0,02) 1,4 (0,03) 438 Notosudidae 1 (0,05) 1 (0,02) 1,5 (0,04) 507 Nemichthys colopaceus 1 (0,05) 1 (0,02) 1,5 (0,04) 82 Notosudidae 5copelosaurus smithii 1 (0,05) 1 (0,02) 1,5 (0,04) 82 Opisthoproctidae 2 (0,10) 2 (0,05) 9,3 (0,22) 55-59 Paralepididae 1 (0,05) 1 (0,02) 0,0 (0,00) 35 Phosichthyidae 1 (0,05) 1 (0,27) 9,7 (0,23) 13-58 Vincigueria attenuata 48 (2.20) 18 (0,94) 26 (0,10) 13-34 Vincigueria poweriae 24 (1,10) 9 (0,47) 2 (6,90) 35 (0,11 13-34 Scopelarchus analis 1 </td <td>Nemichthyidae</td> <td></td> <td>. ,</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>. ,</td> <td></td> <td>. ,</td> <td></td>	Nemichthyidae		. ,						. ,		. ,	
Nemichthys curvirostris 1 (0,05) 1 (0,02) 1,9 (0,04) 507 Nemichthys scolopaceus 1 (0,05) 1 (0,02) 1,4 (0,03) 438 Notosudidae Scopelosaurus smithii 1 (0,05) 1 (0,02) 1,5 (0,04) 82 Opisthoproctidae 2 (0,10) 2 (0,05) 9,3 (0,22) 55-59 Paralepididae 1 (0,05) 1 (0,02) 0,0 (0,00) 35 Phosichthyidae 1 (0,05) 1 (0,02) 9,7 (0,23) 13-58 Vinciguerria attenuata 48 (2,20) 18 (0,94) 66 (1,60) 3,2 (0,07) 13-34 Vinciguerria poweriae 24 (1,10) 9 (1,47) 2 (6,90) 35 (0,85) 6,1 (0,14) 17-37 Platytroctidae 5 5 1 (3,45) 2 (0,05) 2,9 (0,07)	Avocettina infans			1	(0,05)			1	(0,02)	1,5	(0,04)	286
Nemichthys scolopaceus 1 (0,05) 1 (0,02) 1,4 (0,03) 438 Notosudidae Scopelosaurus smithii 1 (0,05) 1 (0,02) 1,5 (0,03) 438 Scopelosaurus smithii 1 (0,05) 1 (0,02) 1,5 (0,04) 82 Opisthoproctus soleatus 2 (0,10) 2 (0,05) 9,3 (0,22) 55-59 Paralepididae Uncisudis quadrimaculata 1 (0,05) 1 (0,02) 0,0 (0,00) 35 Phosichthyidae 1 (0,05) 11 (0,27) 9,7 (0,23) 13-58 Vinciguerria attenuata 48 (2,20) 18 (0,94) 66 (1,60) 3,2 (0,07) 13-34 Vinciguerria nimbaria 10 (0,46) 29 (1,52) 1 (3,45) 40 (0,97) 8,1 (0,14) 17-37 Platytroctidae Scopelarchus analis 1 (0,05) 1 (3,45) <td>Nemichthys curvirostris</td> <td></td> <td></td> <td>1</td> <td>(0,05)</td> <td></td> <td></td> <td>1</td> <td>(0,02)</td> <td>1,9</td> <td>(0,04)</td> <td>507</td>	Nemichthys curvirostris			1	(0,05)			1	(0,02)	1,9	(0,04)	507
Notosuidae Scopelosaurus smithii 1 (0,05) 1 (0,02) 1,5 (0,04) 82 Opisthoproctidae Opisthoproctidas soleatus 2 (0,10) 2 (0,05) 9,3 (0,22) 55-59 Paralepididae 1 (0,05) 1 (0,02) 0,0 (0,00) 35 Phosichthyidae 1 (0,05) 1 (0,02) 9,7 (0,23) 13-58 Vinciguerria attenuata 48 (2,20) 18 (0,94) 66 (1,60) 3,2 (0,07) 13-34 Vinciguerria nimbaria 10 (0,46) 29 (1,52) 1 (3,45) 40 (0,97) 8,1 (0,19) 16-38 Vinciguerria poweriae 24 (1,10) 9 (0,47) 2 (6,90) 35 (1,10) 138 Scopelarchidae Scopelarchidae 1 (0,05) 1 (3,45) 2 (0,07) 47-71 Serrivomer beanii 21 0,96 21 <td>Nemichthys scolopaceus</td> <td></td> <td></td> <td>1</td> <td>(0,05)</td> <td></td> <td></td> <td>1</td> <td>(0,02)</td> <td>1,4</td> <td>(0,03)</td> <td>438</td>	Nemichthys scolopaceus			1	(0,05)			1	(0,02)	1,4	(0,03)	438
Scopelosaurus smithii 1 (0,05) 1 (0,02) 1,5 (0,04) 82 Opisthoproctidae Opisthoproctus soleatus 2 (0,10) 2 (0,05) 9,3 (0,22) 55-59 Paralepididae 1 (0,05) 1 (0,02) 0,0 (0,00) 35 Phosichthyidae 1 (0,05) 1 (0,02) 9,7 (0,23) 13-58 Vinciguerria attenuata 48 (2,20) 18 (0,94) 66 (1,60) 3,2 (0,07) 13-34 Vinciguerria nimbaria 10 (0,46) 29 (1,52) 1 (3,45) 40 (0,97) 8,1 (0,19) 16-38 Vinciguerria poweriae 24 (1,10) 9 (0,47) 2 (6,90) 35 (0,85) 6.1 (0,14) 17-37 Platytoctidae 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 6 6 1 </td <td>Notosudidae</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>()</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>(, ,</td> <td></td>	Notosudidae				()						(, ,	
Opisthoproctidae 2 (0,10) 2 (0,05) 9,3 (0,22) 55-59 Paralepididae 1 (0,05) 1 (0,02) 0,0 (0,00) 35 Phosichthyidae 1 (0,05) 11 (0,27) 9,7 (0,23) 13-58 Vinciguerria attenuata 48 (2,20) 18 (0,94) 66 (1,60) 3,2 (0,07) 13-34 Vinciguerria attenuata 48 (2,20) 18 (0,94) 66 (1,60) 3,2 (0,07) 13-34 Vinciguerria poweriae 24 (1,10) 9 (0,47) 2 (6,90) 35 (0,85) 6,1 (0,14) 17-37 Platytroctidae 5 5 1 (0,05) 1 (3,45) 2 (0,07) 4,5 (0,80) 81-44 Scopelarchidae 5 1 (0,37) 12 (0,63) 20 0,49) 6,0 (0,14) 118-226 Sternoptychidae 1 0,05 1 (0,43) 1 (0,22) 0,5 (0,01) <t< td=""><td>Scopelosaurus smithii</td><td>1</td><td>(0,05)</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>1</td><td>(0,02)</td><td>1,5</td><td>(0,04)</td><td>82</td></t<>	Scopelosaurus smithii	1	(0,05)					1	(0,02)	1,5	(0,04)	82
Opishoproctus soleatus 2 (0,10) 2 (0,05) 9,3 (0,22) 55-59 Paralepididae Uncisudis quadrimaculata 1 (0,05) -1 (0,02) 0,0 (0,00) 35 Phosichthyidae I (0,05) -1 (0,02) 9,7 (0,23) 13-58 Vinciguerria attenuata 48 (2,20) 18 (0,94) 66 (1,60) 3,2 (0,07) 13-34 Vinciguerria nimbaria 10 (0,46) 29 (1,52) 1 (3,45) 40 (0,97) 8,1 (0,19) 16-38 Vinciguerria poweriae 24 (1,10) 9 (0,47) 2 (6,90) 35 (0,85) 6,1 (0,14) 17-37 Platytroctidae	Opisthoproctidae		,						、 、,	-	,	
Paralepididae 1 (0,05) 1 (0,02) 0,0 (0,00) 35 Phosichthyidae 1 (0,05) 11 (0,02) 0,0 (0,00) 35 Vinciguerria attenuata 48 (2,20) 18 (0,94) 66 (1,60) 3,2 (0,07) 13-34 Vinciguerria nimbaria 10 (0,46) 29 (1,52) 1 (3,45) 40 (0,97) 8,1 (0,19) 16-38 Vinciguerria poweriae 24 (1,10) 9 (0,47) 2 (6,90) 35 (0,85) 6,1 (0,14) 17-37 Platytroctidae Serrivomer ja oweriae 1 (0,05) 1 (3,45) 2 (0,05) 2,9 (0,07) 47-71 Serrivomer idae 1 (0,05) 1 (3,45) 2 (0,05) 2,9 (0,07) 47-71 Serrivomer brevidentatus 8 (0,37) 12 (0,63) 20 0,49 6,0 (0,14) 118-226 Sternoptychidae 1 0,05 1 (0,02) 0,5	Opisthoproctus soleatus			2	(0,10)			2	(0,05)	9,3	(0,22)	55-59
Uncisualis quadrimaculata 1 (0,05) 1 (0,02) 0,0 (0,00) 35 Phosichthyidae I (0,50) 18 (0,94) I1 (0,27) 9,7 (0,23) 13-58 Vinciguerria attenuata 48 (2,20) 18 (0,94) 66 (1,60) 3,2 (0,07) 13-34 Vinciguerria nimbaria 10 (0,46) 29 (1,52) 1 (3,45) 40 (0,97) 8,1 (0,14) 17-37 Platyroctidae 24 (1,10) 9 (0,47) 2 (6,90) 35 (0,85) 6,1 (0,14) 17-37 Platyroctidae 5 5 (0,05) 1 (3,45) 2 (0,07) 2,400 0,01 138 Scopelarchidae 5 5 1 (3,45) 2 (0,05) 2,9 (0,07) 47-71 Serrivomer banii 21 (0,05) 1 (3,45) 20 0,49) 6,0 0,14) 118-226 Sternoptychidae 4 0,05 1 (0,02)	Paralepididae				()						(, ,	
Phosichthylidae I1 (0,50) I1 (0,27) 9,7 (0,23) 13-58 Vinciguerria attenuata 48 (2,20) 18 (0,94) 66 (1,60) 3,2 (0,07) 13-34 Vinciguerria nimbaria 10 (0,46) 29 (1,52) 1 (3,45) 40 (0,97) 8,1 (0,19) 16-38 Vinciguerria poweriae 24 (1,10) 9 (0,47) 2 (6,90) 35 (0,85) 6,1 (0,14) 17-37 Platytroctidae Scopelarchidae 5 1 (0,05) 1 (3,45) 2 (0,05) 2,9 (0,07) 47-71 Serrivomeridae 5 5 1 (3,45) 2 (0,05) 2,9 (0,07) 47-71 Serrivomer banii 21 (0,05) 1 (3,45) 2 (0,05) 2,9 (0,07) 47-71 Serrivomer brevidentatus 8 (0,37) 12 (0,63) 20 0,49 6,0 (0,14) 118-226 Sternoptychidae 7 65	Uncisudis quadrimaculata	1	(0.05)					1	(0,02)	0,0	(0,00)	35
Ichthyococcus ovatus 11 (0,50) 11 (0,27) 9,7 (0,23) 13-58 Vinciguerria attenuata 48 (2,20) 18 (0,94) 66 (1,60) 3,2 (0,07) 13-34 Vinciguerria nimbaria 10 (0,46) 29 (1,52) 1 (3,45) 40 (0,97) 8,1 (0,19) 16-38 Vinciguerria poweriae 24 (1,10) 9 (0,47) 2 (6,90) 35 (0,85) 6,1 (0,14) 17-37 Platytroctidae Scopelarchidae 1 (0,05) 1 (3,45) 2 (0,05) 2,9 (0,07) 47-71 Serrivomeridae 1 (0,05) 1 (3,45) 2 (0,05) 2,9 (0,07) 47-71 Serrivomer beanii 21 (0,06) 21 (1,10) 42 (1,02) 34,5 (0,80) 81-44 Serrivomer brevidentatus 8 (0,37) 12 (0,63) 20 0,49) 6,0 (0,14) 118-226 Stemoptychidae 1 0,05 <	Phosichthyidae										(, ,	
Vinciguerria attenuata 48 (2,20) 18 (0,94) 66 (1,60) 3,2 (0,07) 13-34 Vinciguerria nimbaria 10 (0,46) 29 (1,52) 1 (3,45) 40 (0,97) 8,1 (0,19) 16-38 Vinciguerria poweriae 24 (1,10) 9 (0,47) 2 (6,90) 35 (0,85) 6,1 (0,14) 17-37 Platytroctidae Scopelarchidae 1 (0,05) 1 (3,45) 2 (0,05) 2,9 (0,07) 47-71 Serrivomeridae 1 (0,05) 1 (3,45) 2 (0,05) 2,9 (0,07) 47-71 Serrivomer beanii 21 (0,96) 21 (1,10) 42 (1,02) 34,5 (0,80) 81-44 Serrivomer beanii 21 (0,96) 21 (1,10) 42 (1,02) 34,5 (0,80) 81-44 Serrivomer beanii 21 (0,96) 21 (1,10) 42 (1,02) 34,5 (0,01) 18-226 Stemoptychidae 1	Ichthyococcus ovatus	11	(0,50)					11	(0,27)	9,7	(0,23)	13-58
Vinciguerria nimbaria 10 (0,46) 29 (1,52) 1 (3,45) 40 (0,97) 8,1 (0,19) 16-38 Vinciguerria poweriae 24 (1,10) 9 (0,47) 2 (6,90) 35 (0,85) 6,1 (0,14) 17-37 Platytroctidae Searsia koefoedi 1 (0,05) 1 (3,45) 2 (0,05) 2,9 (0,07) 47.71 Scopelarchus analis 1 (0,05) 1 (3,45) 2 (0,05) 2,9 (0,07) 47.71 Serrivomeridae 21 (0,96) 21 (1,10) 42 (1,02) 34,5 (0,80) 81-44 Serrivomer brevidentatus 8 (0,37) 12 (0,63) 20 0,49) 6,0 (0,14) 118-226 Sternoptychidae 4 1 0,05 1 (0,02) 0,5 (0,01) 28 Argyropelecus aculeatus 60 2,75 65 (3,40) 3 (10,34) 128 (3,11) 489,2 (1,14) 7-81 Argyropelecus	Vinciquerria attenuata	48	(2,20)	18	(0,94)			66	(1,60)	3,2	(0,07)	13-34
Vinciguerria poweriae 24 (1,10) 9 (0,47) 2 (6,50) 35 (0,85) 6,1 (0,14) 17-37 Platytroctidae Searsia koefoedi 1 (0,05) 1 (0,02) 26,0 (0,61) 138 Scopelarchidae Scopelarchus analis 1 (0,05) 1 (3,45) 2 (0,05) 2,9 (0,07) 47-71 Serrivomeridae Serrivomer beanii 21 (0,96) 21 (1,10) 42 (1,02) 34,5 (0,80) 81-44 Serrivomer brevidentatus 8 (0,37) 12 (0,63) 20 0,49) 6,0 (0,14) 118-226 Sternoptychidae	Vinciquerria nimbaria	10	(0,46)	29	(1,52)	1	(3,45)	40	(0,97)	8,1	(0,19)	16-38
Platytroctidae 1 (0,05) 1 (0,02) 26,0 (0,61) 138 Scopelarchidae	Vinciquerria poweriae	24	(1,10)	9	(0,47)	2	(6,90)	35	(0,85)	6,1	(0,14)	17-37
Searsia koefoedi 1 (0,05) 1 (0,02) 26,0 (0,61) 138 Scopelarchidae Scopelarchus analis 1 (0,05) 1 (3,45) 2 (0,05) 2,9 (0,07) 47-71 Serrivomeridae Serrivomer beanii 21 (0,96) 21 (1,10) 42 (1,02) 34,5 (0,80) 81-44 Serrivomer brevidentatus 8 (0,37) 12 (0,63) 20 0,49) 6,0 (0,14) 118-226 Sternoptychidae	Platytroctidae				()						(, ,	
Scopelarchidae 1 (0,05) 1 (3,45) 2 (0,05) 2,9 (0,07) 47-71 Serrivomeridae 2 (1,02) 34,5 (0,80) 81-44 Serrivomer beanii 21 (0,96) 21 (1,10) 42 (1,02) 34,5 (0,80) 81-44 Serrivomer brevidentatus 8 (0,37) 12 (0,63) 20 0,49) 6,0 (0,14) 118-226 Sternoptychidae 4	Searsia koefoedi	1	(0.05)					1	(0,02)	26,0	(0,61)	138
Scopelarchus analis 1 (0,05) 1 (3,45) 2 (0,05) 2,9 (0,07) 47-71 Serrivomeridae Serrivomer beanii 21 (0,96) 21 (1,10) 42 (1,02) 34,5 (0,80) 81-44 Serrivomer brevidentatus 8 (0,37) 12 (0,63) 20 0,49) 6,0 (0,14) 118-226 Sternoptychidae	Scopelarchidae										(, ,	
Serrivomeridae 21 (0,96) 21 (1,10) 42 (1,02) 34,5 (0,80) 81-44 Serrivomer brevidentatus 8 (0,37) 12 (0,63) 20 0,49) 6,0 (0,14) 118-226 Sternoptychidae	Scopelarchus analis	1	(0.05)			1	(3,45)	2	(0,05)	2,9	(0,07)	47-71
Serrivomer beanii 21 (0,96) 21 (1,10) 42 (1,02) 34,5 (0,80) 81-44 Serrivomer brevidentatus 8 (0,37) 12 (0,63) 20 0,49) 6,0 (0,14) 118-226 Sternoptychidae 7 60 2,75 65 (3,40) 3 (10,34) 128 (3,11) 489,2 (11,41) 7-81 Argyropelecus aculeatus 60 2,75 65 (3,40) 3 (10,34) 128 (3,11) 489,2 (11,41) 7-81 Argyropelecus gigas 1 0,05 1 (0,02) 0,5 (0,01) 28 Argyropelecus olfersi 1 0,05 1 (0,02) 0,0 (0,00) 10 Sternoptyx diaphana 43 1,97 66 (3,45) 109 (2,64) 50,1 (1,17) 9-29 Sternoptyx pseudobscura 1 (0,05) 1 (0,02) 0,2 (0,01) 17 Valenciennellus tripunctulatus 33 1,51 4 (0,21) 37 (0,90)	Serrivomeridae										(, ,	
Serrivomer brevidentatus 8 (0,37) 12 (0,63) 20 0,49) 6,0 (0,14) 118-226 Sternoptychidae Argyropelecus aculeatus 60 2,75 65 (3,40) 3 (10,34) 128 (3,11) 489,2 (11,41) 7-81 Argyropelecus aculeatus 60 2,75 65 (3,40) 3 (10,34) 128 (3,11) 489,2 (11,41) 7-81 Argyropelecus gigas 1 0,05 1 (0,02) 0,5 (0,01) 28 Argyropelecus hemigymnus 33 1,51 30 (1,57) 63 (1,53) 16,8 (0,39) 8-34 Argyropelecus olfersi 1 0,05 1 (0,02) 0,0 (0,00) 10 Sternoptyx diaphana 43 1,97 66 (3,45) 109 (2,64) 50,1 (1,17) 9-29 Sternoptyx pseudobscura 1 (0,05) 1 (0,02) 0,2 (0,01) 17 Valenciennellus tripunctulatus 33 1,51 4 (0,21) 37	Serrivomer beanii	21	(0.96)	21	(1.10)			42	(1.02)	34.5	(0.80)	81-44
Sternoptychidae 60 2,75 65 (3,40) 3 (10,34) 128 (3,11) 489,2 (11,41) 7-81 Argyropelecus gigas 1 0,05 1 (0,02) 0,5 (0,01) 28 Argyropelecus hemigymnus 33 1,51 30 (1,57) 63 (1,53) 16,8 (0,39) 8-34 Argyropelecus olfersi 1 0,05 1 (0,02) 0,0 (0,00) 10 Sternoptyx diaphana 43 1,97 66 (3,45) 109 (2,64) 50,1 (1,17) 9-29 Sternoptyx pseudobscura 1 (0,05) 1 (0,02) 0,2 (0,01) 17 Valenciennellus tripunctulatus 33 1,51 4 (0,21) 37 (0,90) 4,1 (0,10) 17-29	Serrivomer brevidentatus	8	(0.37)	12	(0.63)			20	0.49)	6.0	(0.14)	118-226
Argyropelecus aculeatus 60 2,75 65 (3,40) 3 (10,34) 128 (3,11) 489,2 (11,41) 7-81 Argyropelecus gigas 1 0,05 1 (0,02) 0,5 (0,01) 28 Argyropelecus hemigymnus 33 1,51 30 (1,57) 63 (1,53) 16,8 (0,39) 8-34 Argyropelecus olfersi 1 0,05 1 (0,02) 0,0 (0,00) 10 Sternoptyx diaphana 43 1,97 66 (3,45) 109 (2,64) 50,1 (1,17) 9-29 Sternoptyx pseudobscura 1 (0,05) 1 (0,02) 0,2 (0,01) 17 Valenciennellus tripunctulatus 33 1,51 4 (0,21) 37 (0,90) 4,1 (0,10) 17-29	Sternoptychidae		(-)-)		(-,,				-, -,	- / -	(-, ,	
Argyropelecus gigas 1 0,05 1 (0,02) 0,5 (0,01) 28 Argyropelecus hemigymnus 33 1,51 30 (1,57) 63 (1,53) 16,8 (0,39) 8-34 Argyropelecus olfersi 1 0,05 1 (0,02) 0,0 (0,00) 10 Sternoptyx diaphana 43 1,97 66 (3,45) 109 (2,64) 50,1 (1,17) 9-29 Sternoptyx pseudobscura 1 (0,05) 1 (0,02) 0,2 (0,01) 17 Valenciennellus tripunctulatus 33 1,51 4 (0,21) 37 (0,90) 4,1 (0,10) 17-29	Aravropelecus aculeatus	60	2,75	65	(3,40)	3	(10,34)	128	(3,11)	489,2	(11,41)	7-81
Argyropelecus hemigymnus 33 1,51 30 (1,57) 63 (1,53) 16,8 (0,39) 8-34 Argyropelecus olfersi 1 0,05 1 (0,02) 0,0 (0,00) 10 Sternoptyx diaphana 43 1,97 66 (3,45) 109 (2,64) 50,1 (1,17) 9-29 Sternoptyx pseudobscura 1 (0,05) 1 (0,02) 0,2 (0,01) 17 Valenciennellus tripunctulatus 33 1,51 4 (0,21) 37 (0,90) 4,1 (0,10) 17-29	Aravropelecus aigas	1	0.05		(-, -,		(-) -)	1	(0.02)	0.5	(0.01)	28
Argyropelecus olfersi 1 0,05 1 (0,02) 0,0 (0,00) 10 Sternoptyx diaphana 43 1,97 66 (3,45) 109 (2,64) 50,1 (1,17) 9-29 Sternoptyx pseudobscura 1 (0,05) 1 (0,02) 0,2 (0,01) 17 Valenciennellus tripunctulatus 33 1,51 4 (0,21) 37 (0,90) 4,1 (0,10) 17-29	Aravropelecus hemiavmnus	33	1.51	30	(1.57)			63	(1.53)	16.8	(0.39)	8-34
Sternoptyx diaphana 43 1,97 66 (3,45) 109 (2,64) 50,1 (1,17) 9-29 Sternoptyx pseudobscura 1 (0,05) 1 (0,02) 0,2 (0,01) 17 Valenciennellus tripunctulatus 33 1,51 4 (0,21) 37 (0,90) 4,1 (0,10) 17-29	Argyropelecus olfersi	1	0,05	-				1	(0,02)	0,0	(0,00)	10
Sternoptyx pseudobscura 1 (0,05) 1 (0,02) 0,2 (0,01) 17 Valenciennellus tripunctulatus 33 1,51 4 (0,21) 37 (0,90) 4,1 (0,10) 17-29	Sternoptvx diaphana	43	1.97	66	(3.45)			109	(2.64)	50.1	(1.17)	9-29
Valenciennellus tripunctulatus 33 1,51 4 (0,21) 37 (0,90) 4,1 (0,10) 17-29	Sternoptvx pseudobscura		,	1	(0.05)			1	(0.02)	0.2	(0.01)	17
	Valenciennellus tripunctulatus	33	1,51	4	(0,21)			37	(0,90)	4,1	(0,10)	17-29

Tab. 18: Fortsetzung.

	Bath	nymetris	cher l	Bereich (N	V)		Gesa	amt	Biomasse		Längenspektrum
Art	0	(%)	А	(%)	Ρ	(%)	Ν	(%)	g	(%)	(SL mm)
Stomiidae											
Astronesthes cyclophotus			1	(0,05)			1	(0,02)	0,2	(0,01)	30
Astronesthes gemmifer	1	(0,05)					1	(0,02)	0,1	(0,00)	20
Astronesthes niger	1	(0,05)					1	(0,02)	0,4	(0,01)	39
Bathophilus vaillanti	3	(0,14)	5	(0,26)	1	(3,45)	9	(0,22)	28,6	(0,67)	37-153
Chauliodus danae	57	(2,61)	71	(3,72)			128	(3,11)	223,1	(5,20)	27-125
Chauliodus sloani	10	(0,46)	5	(0,26)			15	(0,36)	51,2	(1,20)	23-254
Chirostomias pliopterus	2	(0,09)					2	(0,05)	5,3	(0,12)	82
Echiostoma barbatum	1	(0,05)					1	(0,02)	54,9	(1,28)	206
Eustomias obscurus	2	(0,09)					2	(0,05)	9,5	(0,22)	151-179
Idiacanthus fasciola	13	(0,60)	5	(0,26)			18	(0,44)	26,9	(0,63)	42-290
Leptostomias gladiator	1	(0,05)					1	(0,02)	5,9	(0,14)	135
Malacosteus niger	8	(0,37)	13	(0,68)			21	(0,51)	51,8	(1,21)	39-137
Melanostomias bartonbeani	2	(0,09)					2	(0,05)	49,1	(1,15)	199-215
Melanostomias melanops	1	(0,05)					1	(0,02)	67,6	(1,58)	245
Photostomias guernei	18	(0,82)	4	(0,21)			22	(0,53)	29,1	(0,68)	47-117
Stomias boa	1	(0,05)	3	(0,16)			4	(0,10)	0,8	(0,02)	46-62
Gesamt	218	2	191 ⁻	1	29		4122		4287,2		

Die Verteilung der Abundanzen im Bereich der Atlantis Bank zeigt starke Unterschiede zwischen Tag- und Nachtfängen (Abb. 56A, B). In 11 der 14 Taghols wurden mesopelagische Fische in Dichten von 0,03 bis 2,17 Individuen/10 000 m³ gefangen (Abb. 56A). In drei Hols über dem Plateau der Atlantis Bank wurden keine mesopelagischen Fische gefunden. Am Tag ist die Konzentration über dem Abhang und im ozeanischen Bereich gering und zeigt keinen deutlichen Unterschied zwischen den beiden bathymetrischen Bereichen.

In der Nacht beträgt die Häufigkeit zwischen 0 und 14,5 Individuen/10 000 m³ (Abb. 56B). Die Dichte unterscheidet sich deutlich in den drei topographischen Bereichen. Die geringsten Fischkonzentrationen (< 2,9 Individuen/10 000 m³) zeigen die Plateaufänge. Die Hols über dem Seebergabhang sind durch eine starke Variabilität gekennzeichnet. Hier liegt die Dichte zwischen 0 und 21,6 Individuen/10 000 m³. Am häufigsten sind mesopelagische Fische in ozeanischen Fängen (5,6-13,0 Individuen/10 000 m³).





4.1.4.2 Gemeinschaftsanalyse

Der MDS Plot als Ergebnis der Ordination von Bray-Curtis Ähnlichkeiten zeigt eine deutliche Gruppierung von Tag- und Nachthols (Abb. 57). Eine ANOSIM bestätigt diese Beobachtung und ergibt signifikante Unterschiede in der Artenzusammensetzung

zwischen Tag- und Nachtfängen (R = 0,235; p = 0,007). Aus diesem Grund wurden Tagund Nachthols getrennt analysiert und Dämmerungsfänge von den nachfolgenden Auswertungen ausgeschlossen.



Abb. 57: Atlantis Bank. MDS Plot der Bray-Curtis Ähnlichkeitsmatrix individueller JFT Fänge zu verschiedenen Tageszeiten.

Taghols

Die Klassifikation der Tagfänge zeigt drei Gruppen (Cluster I-III) auf einem Ähnlichkeitsniveau von 40 % (Abb. 58). Die größte Gruppe (Cluster I) besteht aus Ozeanund Abhanghols. Cluster I gliedert sich in zwei Untergruppen (Cluster Ia und Ib), die Fänge aus verschiedenen Tiefenhorizonten vereinigen. Cluster Ia setzt sich aus Hols des unteren Mesopelagials (Fangtiefen 538-800 m) und Cluster Ib aus Hols des oberen Mesopelagials (Fangtiefen 330-538 m) zusammen. Die beiden anderen Stationsgruppen (Cluster II und III) sind klein und umfassen zwei (Cluster II) bzw. ein Abhanghol (Cluster III). Die Fänge beider Cluster sind durch geringe Fangtiefen (182-419 m) gekennzeichnet.



Abb. 58: Atlantis Bank. Clusteranalyse der Bray-Curtis Ähnlichkeitsmatrix individueller JFT Tagfänge in verschiedenen bathymetrischen Bereichen. ▲ Abhang (500-1000 m Tiefe), ● Ozean (> 1000 m). Holbezeichnung und Fangtiefe (in Klammern) sind angegeben, *Fangtiefe geschätzt.



Abb. 59: Atlantis Bank. MDS Plot der Bray-Curtis Ähnlichkeitsmatrix individueller JFT Tagfänge in verschiedenen bathymetrischen Bereichen.

Das Ordinationsverfahren der MDS bestätigt die Ergebnisse der Clusteranalyse (Abb. 59). Ozean- und Abhangfänge zeigen keine deutliche Trennung auf dem MDS Plot. Ozeanische Hols sind stärker aggregiert als Abhanghols, die eine hohe Streuung aufweisen. Auch ANOSIM zeigt keine signifikanten Unterschiede in der Artenzusammensetzung zwischen Ozean- und Abhanghols (R = -0,005; p = 0,467). In einem zweiten MDS Plot wurden die Fanghorizonte über die einzelnen Hols projiziert (Abb. 60). Es zeigt sich eine deutliche Gruppierung der Objekte entsprechend ihrer Fangtiefe. Eine Ausnahme bildet wie bereits in der Clusteranalyse der Hol A70, der sich deutlich von den anderen Fängen unterscheidet. Die Fänge im unteren Mesopelagial (Fangtiefen 500–800 m) weisen eine höhere Ähnlichkeit in der Artenzusammensetzung auf als Fänge im oberen Mesopelagial. Die ANOSIM bestätigt den visuellen Eindruck und indiziert signifikante Unterschiede zwischen den Fängen beider Tiefenbereiche (R = 0,293; p = 0.015).



Abb. 60: Atlantis Bank. MDS Plot der Bray-Curtis Ähnlichkeitsmatrix individueller JFT Tagfänge in verschiedenen vertikalen Tiefenhorizonten.

Nachthols

Die Clusteranalyse der Nachthols zeigt vier Stationsgruppen (Cluster I-IV) auf einem Ähnlichkeitsniveau von 20 % (Abb. 61). Die erste Gruppe (Cluster I) gliedert sich auf einem Ähnlichkeitsniveau von 40 % in zwei Untergruppen (Cluster Ia und Ib). Cluster Ia wird mit Ausnahme des Abhanghols A76 aus ozeanischen Hols gebildet. Die zweite Untergruppe (Cluster Ib) vereinigt Abhanghols in Fangtiefen zwischen 106 und 601 m. Das Cluster II besteht aus zwei Abhanghols in geringen Fangtiefen (23-234 m) und drei Plateauhols. Die beiden anderen Plateauhols A58 und A59 zeigen aufgrund ihrer Artenzusammensetzung keine Ähnlichkeit mit den anderen Stationsgruppen und bilden zwei eigene Cluster (III und IV).

Der MDS Plot (Abb. 62) bestätigt die Resultate der Clusteranalyse. Die Nachthols sind entsprechend ihrer bathymetrischen Zonierung angeordnet. Ozeanische Hols ähneln sich stark in ihrer Artenzusammensetzung und bilden eine geschlossene Gruppe. Abhanghols sind deutlich von ozeanischen Hols getrennt. Eine Ausnahme bildet der Abhanghol A76, der eine stärkere räumliche Affinität zu ozeanischen Hols aufweist. Die Plateauhols zeigen augrund der geringen Homogenität in der Artenzusammensetzung eine starke Streuung auf dem MDS Plot.

Die ANOSIM bestätigt die Ergebnisse der Ordination und Klassifikation und zeigt signifikante Unterschiede zwischen den drei bathymetrischen Zonen (R = 0,504; p = 0,001). Der paarweise Vergleich der Stationsgruppen ergibt deutliche Unterschiede zwischen Ozean- und Plateauhols (R = 0,576; p = 0,002), sowie zwischen Abhang- und Plateauhols (R = 0,63; p = 0,001). Der Unterschied zwischen Abhang- und Ozeanhols ist geringer (R = 0,3), aber ebenfalls signifikant (p = 0,025).

Eine weitere ANOSIM zeigt keine signifikanten Unterschiede (R = -0,073; p = 0,797) in der Artenzusammensetzung der drei Tiefenhorizonte Epipelagial, oberes und unteres Mesopelagial.



Abb. 61: Atlantis Bank. Clusteranalyse der Bray-Curtis Ähnlichkeitsmatrix individueller JFT Nachtfänge in verschiedenen bathymetrischen Bereichen. □ Plateau (< 500 m Tiefe); ▲ Abhang (500-1000 m);
Ozean (> 1000 m). Holbezeichnung und Fangtiefe (in Klammern) sind angegeben, *Fangtiefe geschätzt.



Abb. 62: Atlantis Bank. MDS Plot der Bray-Curtis Ähnlichkeitsmatrix individueller JFT Nachtfänge in verschiedenen bathymetrischen Bereichen.

4.1.4.3 Abiotische Faktoren

Die Betrachtung der Tagfänge zeigt, dass bereits die einzelnen abiotischen Faktoren hohe Übereinstimmung mit der biotischen Ähnlichkeitsmatrix aufweisen (Tab. 19). Den besten Korrelationswert zeigt der Faktor minimaler Salzgehalt (S_{min}, r = 0,744), gefolgt vom maximalen Salzgehalt S_{max} (r = 0,613) und der minimalen Temperatur T_{min} (r = 0,582). Die Kombinationen mit weiteren abiotischen Faktoren hat keine Verbesserung der Korrelationswerte zur Folge. Die beste multifaktorielle Kombination zeigen der minimale und maximale Salzgehalt (r = 0,723). Die Minimal- und Maximalwerte der Bodentiefe korrelieren nur auf geringem Niveau mit der biotischen Matrix und sind nur von Bedeutung in Kombination mit anderen Parametern.

Die abiotischen Faktoren der Nachtfänge zeigen generell eine geringere Übereinstimmung mit der biotischen Matrix als die der Tagfänge (Tab. 19). Die höchste Korrelation erzielt die maximale Bodentiefe (r = 0,411), gefolgt von der minimalen Bodentiefe (r = 0,374) und der maximalen Temperatur (r = 0,101). Der Einschluss weiterer Faktoren führt zu keiner Erhöhung der Korrelation zwischen den abiotischen Parametern und der biotischen Ähnlichkeitsmatrix.

Tab. 19: Atlantis Bank. Ergebnisse der BIO-ENV Analyse. Rang Korrelationen zwischen der biotischen Ähnlichkeitmatrix und den k = 1, 2, 3 und 4 Kombinationen folgender Umweltvariablen: FT_{min} und FT_{max}: minimale und maximale Fangtiefe, S_{min} und S_{max}: minimale und maximale Salinität im befischten Tiefenbereich, T_{min} und T_{max}: minimale und maximale Temperatur im befischten Tiefenbereich, BT_{min} und BT_{max}: minimale und maximale Bodentiefe. Die Variable(-nkombination) mit der höchsten Korrelation ist **fett** gedruckt.

Gruppe	k	Beste Variablenkombination	
Taghols	1: S _{min} (0,774)	S _{max} (0,613)	T _{min} (0,582)
	2: S _{min} , S _{max} (0,723)	T _{min} , S _{min} (0,694)	T _{max} , S _{min} (0,672)
	3: S_{min} , S_{max} , BT_{min} (0,682)	S_{min} , S_{max} , BT_{max} (0,676)	T _{min} , S _{min} , S _{max} (0,672)
	4: T_{min} , S_{min} , S_{max} , BT_{min} (0,674)	$T_{min},S_{min},S_{max},BT_{max}(0,669)$	T _{min} , T _{max} , S _{min} , BT _{min} (0,641)
Nachthol	s 1: BT_{max} (0,411)	BT _{min} (0,374)	T _{max} (0,101)
	2: BT _{min} , BT _{max} (0,41)	T _{max} , BT _{max} (0,195)	T _{max} , BT _{min} (0,187)
	3: T _{max} , BT _{min} , BT _{max} (0,203)	T_{min} , BT_{min} , BT_{max} (0,18)	T _{min} , T _{max} , BT _{max} (0,168)
	4: T_{min} , T_{max} , BT_{min} , BT_{max} (0,163)	$S_{\text{max}},T_{\text{max}},BT_{\text{min}},BT_{\text{max}}(0,159)$	S_{min} , T_{max} , BT_{min} , BT_{max} (0,149)

4.1.4.4 Artniveau

Die SIMPER Analyse (Tab. 20) zeigt deutliche Unterschiede in der Zusammensetzung der Fischgemeinschaft in Tag- und Nachtfängen, sowie in verschiedenen topographischen Bereichen. Tagsüber fehlen mesopelagische Fische über dem Seebergplateau vollständig. Am Abhang und im ozeanischen Bereich sind die Tagfänge durch Vertreter der Sternoptychidae (Argyropelecus aculeatus, Valenciennellus tripunctulatus) und Phosichthydae (Vinciguerria attenuata) geprägt. Myctophiden sind in den Tagfängen mit Ausnahme von Lobianchia dofleini von untergeordneter Bedeutung. In der Nacht dagegen dominieren Myctophiden die mesopelagische Fischgemeinschaft. Die wichtigsten Arten in Ozean- und Abhangfängen sind C. warmingii, N. resplendens, L. pusillus und L. dofleini. Nachts zeigen die Ozean- und die Abhangfänge eine ähnliche Artenzusammensetzung, wobei mit Ausnahme von L. dofleini alle Arten im ozeanischen Bereich in höheren Konzentrationen gefangen wurden als über dem Abhang. Die individuen- und artenarme mesopelagische Fischgemeinschaft über dem Plateau wird nachts von drei Myctophidenarten Hygophum hygomii, Diaphus mollis und L. dofleini dominiert (Tab. 20).

Tab. 20: Atlantis Bank. SIMPER Analyse. Konsolidierende mesopelagische Fischarten für Tag- und Nachtfänge der bathymetrischen Bereiche Ozean, Abhang und Plateau. Mittlere Dichte: Individuen/10 000 m³, individueller Anteil (%) und kumulativer Anteil (∑%) an der Gruppenähnlichkeit. Arten sind bis zu einem kumulativen Anteil von 80 % in hierarchischer Reihenfolge aufgelistet.

Та	ag			Nacht					
Ozean				Ozean					
Ähnlichkeit: 39,99 %				Ähnlichkeit: 54,22 %					
Art	Dichte	Anteil %	Σ%	Art	Dichte	Anteil %	Σ%		
Argyropelecus aculeatus	0,18	20,21	20,21	Ceratoscopelus warmingii	5,62	26,51	26,51		
Lobianchia dofleini	0,18	15,02	35,23	Notoscopelus resplendens	0,94	7,57	34,08		
Valenciennellus tripunctulatus	0,11	12,46	47,69	Lampanyctus pusillus	0,59	5,74	39,83		
Vinciguerria attenuata	0,26	9,41	57,1	Lobianchia dofleini	0,43	4,74	44,57		
Ichthyococcus ovatus	0,03	8,6	65,7	Nannobrachium atrum	0,2	4,23	48,79		
Magrethia obtusirostra	0,07	7,36	73,07	Hygophum reinhardti	0,31	4,14	52,93		
Argyropelecus hemigymnus	0,11	5,68	78,75	Lepidophanes gaussi	0,55	3,95	56,88		
Diaphus mollis	0,03	4,47	83,22	Hygophum benoiti	0,14	3,81	60,69		
				Chauliodus danae	0,2	3,75	64,44		
				Hhygophum hygomii	0,25	3,74	68,18		
				Photostomias guentheri	0,1	3,29	71,47		
				Lampanyctus photonotus	0,15	2,77	74,24		
				Argyropelecus aculeatus	0,17	2,59	76,83		
				Notolychnus valdiviae	0,08	2,57	79,4		
				Bolinichthys indicus	0,07	2,1	81,5		
Abhang				Abhang					
Ähnlichkeit: 19,75 %				Ähnlichkeit: 38,97%					
Art	Dichte	Anteil %	Σ%	Art	Dichte	Anteil %	Σ%		
Vinciguerria attenuata	0,04	16,31	16,31	Ceratoscopelus warmingii	1,86	27,23	27,23		
Chauliodus danae	0,14	14,36	30,67	Lobianchia dofleini	0,63	20,03	47,26		
Argyropelecus aculeatus	0,06	11,72	42,39	Notoscopelus resplendens	0,67	11,66	58,92		
Sternoptyx diaphana	0,17	8,94	51,33	Vinciguerria nimbaria	0,09	9,06	67,98		
Serrivomer beani	0,04	5,98	57,31	Hygophum hygomii	0,19	7,51	75,49		
Lampanyctus pusillus	0,07	5,91	63,22	Diogenichthys atlanticus	0,32	3,94	79,42		
Lobianchia dofleini	0,12	5,64	68,86	Lampanyctus pusillus	0,22	3,71	83,14		
Lobianchia gemellari	0,03	4,89	73,75						
Argyropelecus hemigymnus	0,02	4,31	78,06						
Magrethia obtusirostra	0,01	3,73	81,79						
				Plateau					
				Ähnlichkeit: 13,44 %					

Art	Dichte	Anteil %	Σ%
Hhygophum hygomii	0,05	58,1	58,1
Diaphus mollis	0,04	17,37	75,47
Lobianchia dofleini	0,03	14,45	89,92

Die zweite SIMPER Analyse für die Tag- und Nachtfänge an der Atlantis Bank zeigt, dass die einzelnen Tiefenhorizonten durch unterschiedliche Arten geprägt sind (Tab. 21). Die Tagfänge im oberen Mesopelagial sind charakterisiert durch *Vinciguerria attenuata* (Phosichthyidae), *Argyropelecus aculeatus* (Sternoptychidae) und *Magrethia obtusirostra* (Gonostomatidae), die gemeinsam für 68,9 % der Gruppenähnlichkeit verantwortlich sind. *Lobianchia dofleini* ist als einzige Myctophidenart unter den konsolidierenden Arten vertreten. Die Fänge im unteren Mesopelagial sind tagsüber durch Vertreter zahlreicher mesopelagischer Fischfamilien gekennzeichnet. Die wichtigsten Arten sind *Chauliodus sloani* (Stomiidae), *Lampanyctus pusillus* (Myctophidae) und *Serrivomer beani* (Serrivomeridae).

In der Nacht dominieren Myctophiden die Fänge in allen drei Tiefenbereichen. *C. warmingii*, *N. resplendens* und *L. dofleini* sind die vorherrschenden Arten. Der kumulative Anteil dieser drei Arten an der Gruppenähnlichkeit beträgt in jedem Tiefenhorizont > 35 %. Generell tragen im unteren Mesopelagial mehr Arten zur Ähnlichkeit bei als im Epipelagial und im oberen Mesopelagial. Tab. 21: Atlantis Bank. SIMPER Analyse. Konsolidierende mesopelagische Fischarten für die vertikalen Tiefenhorizonte Epipelagial, unteres und oberes Mesopelagial. Mittlere Dichte: Individuen/10 000 m³, individueller Anteil (%) und kumulativer Anteil (∑%) an der Gruppenähnlichkeit. Arten sind bis zu einem kumulativen Anteil von 80 % in hierarchischer Reihenfolge aufgelistet.

Tag					Nacht			
				Epipelagial				
				Arten		Dichte	Antoil %	Σ %
				Ceratosconelus warmingii		4 66	27 28	Z /0 27.28
				Notoscopelus resplendens		4,00 1 56	16.9	44 18
				I obianchia dofleini		0.7	9.71	53 89
				Diogenichthys atlanticus		0.57	7 21	61 1
				Hyaophum hyaomii		0.19	7	68 11
				Vinciquerria nimbaria		0.1	5.62	73 72
				Hyaophum benoiti		0.12	4 84	78 57
				Hygophum reinhardtii		0,28	4,25	82,82
Oberes Mesopelagial				Oberes Mesopelagial				
Ahnlichkeit: 16,77 %				Ahnlichkeit: 35,37%				
Art	Dichte	Anteil %	Σ%	Arten		Dichte	Anteil %	Σ%
Vinciguerria attenuata	0,17	32,88	32,88	Ceratoscopelus warmingii		2,09	30,39	30,39
Argyropelecus aculeatus	0,11	24,1	56,98	Lobianchia dofleini		0,51	18,65	49,04
Magrethia obtusirostra	0,05	11,95	68,94	Notoscopelus resplendens		0,3	8,52	57,57
Lobianchia dofleini	0,09	7,79	76,72	Argyropelecus aculeatus		0,23	8,28	65,84
Valenciennellus tripunctulatus	0,06	6,9	83,63	Chauliodus danae		0,11	4,77	70,62
				Hygophum hygomii		0,15	4,29	74,91
				Vinciguerria nimbaria		0,04	4,15	79,06
				Lampanyctus pusillus		0,29	3,61	82,67
unteres Mesopelagial				unteres Mesopelagial				
Ähnlichkeit: 49,71%				Ähnlichkeit: 55,2 %				
Art	Dichte	Anteil %	Σ%	Arten		Dichte	Anteil %	Σ%
Chauliodus danae	0,26	13,91	13,91	Ceratoscopelus warmingii		3,67	20,25	20,25
Lampanyctus pusillus	0,17	8,86	22,78	Lobianchia dofleini		0,41	8,68	28,93
Serrivomer beani	0,09	8,37	31,14	Hygophum hygomii		0,35	7,36	36,29
Lobianchia dofleini	0,2	7,85	38,99	Notoscopelus resplendens		0,51	7,27	43,56
Argyropelecus aculeatus	0,1	7,81	46,8	Lampanyctus pusillus		0,39	7,17	50,73
Sternoptyx diaphana	0,24	7,46	54,26	Argyropelecus hemigymnus		0,2	5,6	56,33
Lobianchia gemellari	0,07	6,9	61,16	Lepidophanes gaussi		0,22	5,06	61,39
Argyropelecus aculeatus	0,06	5,89	67,05	Argyropelecus aculeatus		0,14	4,43	65,82
Vinciguerria attenuata	0,05	3,43	70,47	Vinciguerria nimbaria		0,09	4,3	70,11
Notolychnus valdiviae	0,03	3,26	73,73	Hygophum reinhardtii		0,12	4,11	74,23
Bolinichthys indicus	0,04	3,18	76,92	Sternoptyx diaphana		0,33	3,56	77,79
Photostomias guentheri	0,02	2,88	79,8	Notolychnus valdiviae		0,05	2,68	80,47
Malacosteus niger	0,06	1,97	81,77					

4.1.4.5 Ökologische Indices der horizontalen Struktur

Über dem Plateau wurden am Tag keine mesopelagische Fische gefangen (Abb. 63A). Die kumulative Artenzahl in Abhanghols ist mit 45 Arten höher als in Ozeanstation mit 43 Arten. Die Dominanzkurven zeigen für beide bathymetrischen Zonen einen ähnlichen Verlauf und weisen auf vergleichbare Diversitätsmuster hin. Die Individuen sind in Abhang- und Ozeanfängen relativ gleichmäßig auf die Arten verteilt, ohne dass einzelne Spezies dominieren.

In der Nacht zeigen die Dominanzkurven der drei topographischen Bereiche deutliche Unterschiede (Abb. 63B). Die Dominanzkurve der Plateaufänge liegt zunächst unter den Abhang- und Ozeanfängen, schneidet die beiden anderen Kurven aber später. Die kumulative Artenzahl ist am höchsten auf der Ozeanstation (71 Arten), gefolgt von der Abhangstation (47 Arten) und der Plateaustation (10 Arten). Die Startpunkte der Dominanzkurven der Nachtfänge im Ozean- und Abhangbereich liegen auf einem wesentlich höheren Niveau als die der Tagfänge. Die Ursache hierfür ist die hohe Dominanz von *Ceratoscopelus warmingii* in den Nachtfängen.



Abb. 63: Atlantis Bank. Kumulative Dominanzkurven mesopelagischer Fische in verschiedenen bathymetrischen Bereichen. □ Plateau (< 500 m Wassertiefe), ▲ Abhang (500-1000 m), ● Ozean (> 1000 m). A. Taghols, B. Nachthols.

Die Artenzahl pro Hol unterscheidet sich tagsüber signifikant in den drei topographischen Bereichen (Abb. 64A). Der Medianwert der Artenzahl über dem Abhang (17) ist höher als im ozeanischen Bereich (12,5) und über dem Plateau (0). In der Nacht sind die ozeanischen Fänge am Artenreichsten (Medianwert 36,5 Arten). Die Artenzahlen über dem Abhang (12,5) und dem Plateau (2) sind signifikant niedriger (Tab. 22). Der post-hoc Test zeigt signifikante Unterschiede zwischen Ozean- und Plateauhols.

Die Medianwerte der Shannon Diversität H' zeigen ein ähnliches Verteilungsmuster wie die Artenzahl (Abb. 64B). Auf keiner der topographischen Stationen bestehen signifikante

Unterschiede zwischen Tag- und Nachtfängen (Tab. 22). Dagegen unterscheidet sich die Diversität zu beiden Tageszeiten signifikant in verschiedenen topographischen Bereichen (Tab. 22). In der Nacht ist der Median der H' Werte in Plateauhols (0,52) signifikant niedriger als in Abhang- (1,96) und Ozeanfängen (2,06). Am Tag zeigen die Plateaufänge ebenfalls die geringste Artenzahl (Median 0). Der paarweise Vergleich mit den Artenzahlen der Ozean- und Abhangfänge ist jedoch nicht signifikant.

Im ozeanischen Bereich ist der Medianwert der Äquität J' mit 0,83 tagsüber signifikant höher als in der Nacht mit 0,61 (Abb. 64C). Die geringere Äquität der Nachtfänge geht wesentlich auf die hohe Dominanz von *Ceratoscopelus warmingii* zurück. Die Abhang- und Plateaufänge zeigen keine signifikanten Tag-Nacht Unterschiede in der Äquität. Tagsüber ist die Äquität über dem Plateau (0,0) signifikant niedriger als am Abhang (0,83) und im ozeanischen Bereich (0,83). Dagegen sind in der Nacht die J' Werte verschiedener topographischer Zonen relativ ähnlich und zeigen keine signifikanten Unterschiede der Medianwerte (Tab. 22).

Die Einbeziehung taxonomischer Aspekte in die Untersuchung der Diversität vergrößert die Differenzen zwischen Tag- und Nachtfängen. Die taxonomische Diversität Δ ist in ozeanischen Tagfängen signifikant höher als in Nachtfängen (Abb. 64D, Tab. 22). Der Median der Δ Werte ist über dem Plateau (0,0) tagsüber signifikant niedriger als in Ozean-(70,1) und Abhangfängen (73,1). Dagegen sind in Nachtfängen keine signifikanten Unterschiede nachweisbar. Die taxonomische Distanz Δ^* ist signifikant höher in Tagfängen, sowohl auf der ozeanischen Station, als auch auf der Abhangstation (Abb. 64E, Tab. 22). Die höhere taxonomische Diversität und Distanz in Tagfängen im Vergleich zu Nachtfängen lässt sich auf den höheren numerischen Anteil von Sternoptychiden und Phosichthyden in Tagfängen zurückführen, wogegen die Nachtfänge von Myctophiden dominiert werden.



Abb. 64: Atlantis Bank. Ökologische Indices zur Beschreibung der mesopelagischen Fischgemeinschaft in verschiedenen bathymetrischen Bereichen. □ Median Taghols, ■ Median Nachthols, offene Balken markieren das obere und untere Quartil der Tagwerte, gefüllte Balken, das der Nachtwerte, Minimal- und Maximalwerte sind angegeben, n: Anzahl der Hols, A. Artenzahl, B. Shannon Diversität H', C. Pielou's Äquität J', D. Taxonomische Diversität Δ, E. Taxonomische Distanz Δ*, F. Dichte mesopelagischer Fische (Individuen/10 000 m³).

Tab. 22: Atlantis Bank. Signifikanztests auf	uf Unterschiede in der Diversität und Dichte mesopelag	ischer
Fische zwischen Tag- (T) und N	Nachthols (N) mit dem Mann-Whitney U-Test und zwi	schen
verschiedenen bathymetrischen B	Bereichen (O: Ozean, A: Abhang, P: Plateau) anhand o	der H
Statistik des Kruskal-Wallis Tests, p	paarweiser Vergleich mit einem post-hoc Test nach Dunn.	

Parameter	0	А	Р	Tag H	A vs P	O vs A	O vs P	Nacht H	A vs P	O vs A	O vs P
Artenzahl S	T <n*< td=""><td></td><td>T<n*< td=""><td>6,75*</td><td></td><td></td><td></td><td>15,0***</td><td></td><td></td><td>0>P*</td></n*<></td></n*<>		T <n*< td=""><td>6,75*</td><td></td><td></td><td></td><td>15,0***</td><td></td><td></td><td>0>P*</td></n*<>	6,75*				15,0***			0>P*
Diversität H'				6,76*				10,4*	A>P*		0>P*
Äquität J'	T>N*			6,88*	A>P*			1,88			
Taxon. Diversität	T>N*			6,66*				1,22			
Taxon. "Distanz"	T>N*	T>N*		7,77*	A>P*			0,03			
Dichte	T <n*< td=""><td></td><td>T<n*< td=""><td>7,02*</td><td></td><td></td><td>0>P*</td><td>14,0***</td><td></td><td></td><td>0>P*</td></n*<></td></n*<>		T <n*< td=""><td>7,02*</td><td></td><td></td><td>0>P*</td><td>14,0***</td><td></td><td></td><td>0>P*</td></n*<>	7,02*			0>P*	14,0***			0>P*

* P<0,05; **p<0,005; ***p <0,001

Signifikante Tag-Nacht Unterschiede im Medianwert der Dichte zeigen die Ozean- und Abhangfänge (Abb. 64F, Tab. 22). Tagsüber sind die Konzentrationen mesopelagischer Fische gering und betragen 1,51 Individuen/10 000 m³ in Ozean- und 2,42 in Abhangfängen. Über dem Seebergplateau fehlen mesopelagische Fische tagsüber vollständig. In Nachtfängen beträgt der Medianwert der Häufigkeit 12,96 Individuen/10 000 m³ im ozeanischen Bereich, gefolgt von 2,89 am Abhang und 0,17 über dem Seebergplateau (Abb. 64F). Die Unterschiede in der Fischabundanz verschiedener Bereiche sind in Tag- und Nachtfängen statistisch signifikant (Tab. 22).

4.1.4.6 Ökologische Indices der vertikalen Struktur

Die Artengemeinschaft über dem Seebergplateau unterscheidet sich signifikant vom Abhang- und Ozeanbereich (s. Ergebnisse 4.1.4.2). Deshalb wurden Plateaufänge bei der Untersuchung der vertikalen Gemeinschaftsstruktur nicht berücksichtigt. Am Tag wurden auf der Ozean- und der Abhangstation keine Fänge im Epipelagial durchgeführt. Aus diesem Grunde ist der direkte Vergleich zwischen Tag- und Nachthols auf die Tiefenbereiche oberes und unteres Mesopelagial beschränkt.



Abb. 65: Atlantis Bank. Dominanzkurven mesopelagischer Fische in verschiedenen vertikalen Tiefenhorizonten. △ Epipelagial (0-200 m), ▲ oberes Mesopelagial (200-500 m), □ unteres Mesopelagial (500-800 m). A. Taghols, B. Nachthols.

Die kumulative Artenzahl mesopelagischer Fische (Abb. 65A) in Tagfängen im oberen Mesopelagial beträgt 22 Arten und ist niedriger als im unteren Mesopelagial mit 49 Fischarten. Die Dominanzkurve der Fänge im unteren Mesopelagial liegt über der Kurve für die Fänge im oberen Mesopelagial. Der unterschiedliche Kurvenverlauf zeigt, dass die Diversität im unteren Mesopelagial höher und die Dominanz einzelner Arten weniger ausgeprägt ist als im oberen Mesopelagial.

Nachts ist die kumulative Artenzahl in Fängen im unteren Mesopelagial mit 66 Arten höher als im oberen Mesopelagial (49) und im Epipelagial (50). Die Dominanzkurven der drei Tiefenhorizonten zeigen einen ähnlichen Verlauf und überschneiden sich teilweise (Abb. 65B). Die Fänge in allen drei Tiefenhorizonten wurde von der Myctophidenart *Ceratoscopelus warmingii* dominiert.

Die höchste Artenzahl pro Hol weisen die Tag- und Nachtfänge im unteren Mesopelagial auf (Abb. 66A). Tagsüber ist der Medianwert der Artenzahl im unteren Mesopelagial mit 25 Arten signifikant höher als im oberen Mesopelagial mit 6,5 Arten (Tab. 23). Obwohl nachts die Artenzahl im unteren Mesopelagial mit 25 Arten höher liegt als im oberen Mesopelagial (17) und im Epipelagial (16), ist der Unterschied nicht signifikant (Tab. 23).



Abb. 66: Atlantis Bank. Ökologische Indices zur Beschreibung der mesopelagischen Fischgemeinschaft in verschiedenen vertikalen Tiefenhorizonten. 0-200 m: Epipelagial, 200-500 m: oberes Mesopelagial, 500-800 m: unteres Mesopelagial. □ Median Taghols, ■ Median Nachthols, offene Balken markieren das obere und untere Quartil der Tagwerte, gefüllte Balken, das der Nachtwerte, Minimal- und Maximalwerte sind angegeben, n: Anzahl der Hols, A. Artenzahl, B. Shannon Diversität H', C. Pielou's Äquität J', D. Taxonomische Diversität Δ, E. Taxonomische Distanz Δ*, F. Dichte mesopelagischer Fische (Individuen/10 000 m³).

Tab. 23: Atlantis Bank. Signifikanztests auf Unterschiede in der Diversität und Dichte mesopelagischer Fische zwischen Tag- (T) und Nachthols (N) mit dem Mann-Whitney U-Test und zwischen verschiedenen vertikalen Tiefenhorizonten (E: Epipelagial, oM: oberes Mesopelagial, uM: unteres Mesopelagial) anhand der H-Statistik des Kruskal-Wallis Tests, paarweiser Vergleich mit einem post-hoc Test nach Dunn.

Parameter	оМ	uM	Tag	Nacht H	E vs oM	E vs uM	oM vs uM
Artenzahl S	N>T*		uM>oM**	3,31			
Diversität H'			uM>oM**	5,29			
Äquität J'		T>N*		0,36			
Taxon. Diversität		T>N*	uM>oM*	4,35			
Taxon. "Distanz"				6,37*			
Dichte	N>T*	N>T*	uM>oM*	1,66			

* P<0,05; **p<0,005; ***p <0,001

Die Medianwerte der Shannon Diversität H' zeigen in keinem der beprobten Tiefenhorizonte signifikante Unterschiede zwischen Tag- und Nachtfängen (Abb. 66B, Tab. 23). Am Tag beträgt der Median der H' Werte im unteren Mesopelagial 2,65 und ist damit signifikant höher als im oberen Mesopelagial (1,4). In Nachtfängen liegt der mediane H' Wert im unteren Mesopelagial mit 2,42 deutlich höher als im Epipelagial (1,96) und im oberen Mesopelagial (1,95). Die Unterschiede sind jedoch statistisch nicht signifikant (Tab. 23).

Abweichend von der Artenzahl und Shannon Diversität ist der Medianwert der Äquität J' in Taghols höher als in Nachthols (Abb. 66C). Im unteren Mesopelagial ist der Unterschied statistisch signifikant (Tab. 23). Die geringere Äquität in den Nachtfängen resultiert aus der hohen Abundanz von *C. warmingii*. Weder in Tag- noch in Nachtfängen zeigen sich signifikante Unterschiede zwischen den medianen J' Werten verschiedener Tiefenhorizonte.

Die Berücksichtigung des Verwandtschaftsgrads zwischen den Arten bei der Berechnung der Diversität, zeigt eine höhere taxonomische Vielfalt in Tagfängen im Vergleich zu Nachtfängen. Die taxonomische Diversität Δ in Tagfängen im unteren Mesopelagial (Median 77,7) ist signifikant höher als in Nachtfängen (62,3) im selben Tiefenbereich (Abb. 66D, Tab. 23). Am Tag nimmt die taxonomische Diversität in größeren Fangtiefen zu. Der mediane Δ Wert im unteren Mesopelagial (77,7) ist signifikant höher als ist die Zunahme der taxonomischen Diversität im oberen und unteren Mesopelagial im Vergleich zum Epipelagial nicht signifikant.

Das Verteilungsmuster der taxonomischen Distanz Δ^* in den Tiefenhorizonten ähnelt der Äquität J' (Abb. 66E). Der Tag-Nacht Vergleich der Δ^* Werte in den entsprechenden Tiefenhorizonten zeigt keine signifikanten Unterschiede. Nachts nehmen die Δ^* Werte in den tieferen Fanghorizonten signifikant zu (Tab. 23). Die höchste taxonomische Distanz zeigt das untere Mesopelagial (Medianwert 73,2) gefolgt vom oberen Mesopelagial (71,6) und dem Epipelagial (56,3).

Die Dichte mesopelagischer Fische weist starke Tag-Nacht Unterschiede in den jeweiligen Tiefenhorizonten auf (Abb. 66F). Im oberen und unteren Mesopelagial ist die Dichte in Nachthols signifikant höher als in Taghols (Tab. 23). Am Tag ist der Medianwert der Dichte im unteren Mesopelagial mit 2,17 Individuen/10 000 m³ signifikant höher als im oberen Mesopelagial (0,56). Die Medianwerte der Häufigkeiten unterscheiden sich nicht signifikant in den drei Tiefenhorizonten. Die höchste Konzentration mesopelagischer Fische zeigen die Fänge im unteren Mesopelagial 8,0 Individuen/10 000 m³ gefolgt von Fängen im Epipelagial (7,9) und im oberen Mesopelagial (4,0).

4.1.4.7 Vertikalverteilung

Die Vertikalverteilung mesopelagischer Fische auf der Ozean-, Abhang und Plateaustation wurde durch die gezielte Befischung von 6 Zieltiefen untersucht (Abb. 67A-C). Die Zieltiefen 25 m und 100 m wurden tagsüber am Abhang und im ozeanischen Bereich nicht beprobt, weil die Tagestiefe mesopelagischer Fische unterhalb von 200 m Tiefe liegt (Abb. 67A und B). Die geringe Wassertiefe über dem Plateau beschränkte die Fänge in diesem Bereich auf Fangtiefen < 300 m (Abb. 67C). In Tagfängen ist die Dichte mesopelagischer Fische in den parallel befischten Tiefenhorizonten geringer als in den Nachtfängen (Abb. 67A-C). Tagsüber fehlen mesopelagische Fische über dem Plateau vollständig.



Abb. 67: Atlantis Bank. Mittlere Dichte mesopelagischer Fische in verschiedenen bathymetrischen Bereichen. A. Ozean, B. Abhang, C. Plateau. Offene Balken: Taghols, gefüllte Balken: Nachthols, angegeben sind Minimal- und Maximalwerte, in Klammern: Anzahl der Hols, (-) keine Daten.

Nachts ist die Häufigkeit mesopelagischer Fische in den sechs Zieltiefen des ozeanischen Bereichs relativ gleichmäßig verteilt und liegt zwischen 14,6 und 5,6 Individuen/10 000 m³ (Abb. 67A). Am Tag steigt die Dichte mit zunehmender Fangtiefe leicht an. Sie nimmt von 0,9 Individuen/10 000 m³ in 250 m Tiefe auf 2,5 in 800 m Tiefe zu.

Die Untersuchung der Vertikalverteilung an der Atlantis Bank bestätigt die bereits vorher beschriebene Abnahme der Dichte über dem Seeberg (Abb. 67B). Nachts ist die mittlere Häufigkeit mesopelagischer Fische über dem Abhang in allen Tiefenbereichen niedriger als auf der Ozeanstation. Die Fischdichten sind auch über dem Abhang relativ ähnlich in den fünf Tiefenhorizonten. Eine Ausnahme bildet ein außergewöhnlich individuenreicher Fang (21,7 Individuen/10 000 m³) im 100 m Tiefenhorizont. Am Tag zeigt sich eine geringere Fischdichte in Abhangfängen im Vergleich zu Ozeanfängen im 100 und 250 m Tiefenhorizont. Dagegen sind die Konzentrationen in 600 und 800 m Tiefe in Ozean- und Abhangfängen vergleichbar hoch. In Nachtfängen über dem Plateau nimmt die Dichte im Vergleich zu Ozean- und Abhangfängen weiter ab (Abb. 67C).

Die Analyse der tagesperiodischen Vertikalwanderung zeigt spezifische Muster für die einzelnen Arten. *Ceratoscopelus warmingii* und *Notoscopelus resplendens* sind Beispiele für Arten mit einer stark ausgeprägten tagesperiodischen Vertikalwanderung (Abb. 68). *C. warmingii* tritt im ozeanischen Bereich in allen sechs Tiefenhorizonten (25–800 m) in hohen Dichten auf, wobei das Abundanzmaximum mit 7,8 Individuen/10 000 m³ in 250 m Tiefe liegt. Das vollständige Fehlen dieser Art in Tagfängen im Mesopelagial, lässt auf eine Tagestiefe > 800 m schließen und ist ein Hinweis auf intensive Vertikalwanderungen.

Nachts zeigt *C. warmingii* auf der Abhangstation in 100 m Tiefe eine vergleichbar hohe Dichte (Mittelwert 5,1 Individuen/10 000 m³) wie auf der Ozeanstation (7,8 Individuen/10 000 m³). In größeren Fangtiefen nimmt die Häufigkeit dieser Art auf der Abhangstation deutlich ab und ist wesentlich geringer als im ozeanischen Bereich in den entsprechenden Tiefen. Am Tag nimmt die Häufigkeit von *C. warmingii* über dem Abhang im Vergleich zu den Nachtfängen deutlich ab. Im Gegensatz zum ozeanischen Bereich, wo die Art am Tag vollständig fehlt, ist sie über dem Abhang mit einzelnen Individuen in Fängen in 600 und 800 m Tiefe vertreten. Über dem Plateau wurde *C. warmingii* weder am Tag noch in der Nacht gefangen.

Notoscopelus resplendens zeigt eine vergleichbare Vertikalverteilung wie *C. warmingii* (Abb. 68). Nachts ist *N. resplendens* auf der Ozeanstation in allen sechs Tiefenhorizonten vertreten, wobei das Abundanzmaximum in 25 m Tiefe liegt. *N. resplendens* macht

ebenfalls intensive tagesperiodische Vertikalwanderungen und fehlt in den Tagfängen im ozeanischen Bereich. Am Seebergabhang liegt das Dichtemaximum von *N. resplendens* in 100 m Tiefe und ist im Vergleich zum ozeanischen Bereich in größere Tiefen verlagert. Im Gegensatz zu *C. warmingii* wurden einzelne Individuen von *N. resplendens* über dem Plateau der Atlantis Bank gefangen.

Lobianchia dofleini und Argyropelecus aculeatus sind Beispiele für Arten mit einer schwach ausgeprägten tagesperiodischen Vertikalwanderung (Abb. 69). Obwohl die Häufigkeit von *L. dofleini* in Ozeanfängen am Tag im Vergleich zur Nacht deutlich reduziert ist, verbleibt zumindest ein Teil der Population tagsüber in den oberen 800 m der Wassersäule.

Das Dichtemaximum der Vertikalverteilung von *A. aculeatus* im ozeanischen Bereich liegt in Tag- und Nachtfängen im oberen Mesopelagial in 250 und 400 m Tiefe. Im Gegensatz zu den vorher beschriebenen Arten zeigen *L. dofleini* und *A. aculeatus* keine Abnahme der Häufigkeit in Abhanghols im Vergleich zu Ozeanhols. Beide Arten wurden zudem, wenn auch in geringeren Konzentrationen als im Ozean- und Abhangbereich, über dem Seebergplateau gefangen (Abb. 69).



Abb. 68: Atlantis Bank. Mittlere Dichten von *C. warmingii* und *N. resplendens*, die durch starke Vertikalwanderungen gekennzeichnet sind. Offene Balken: Taghols, gefüllte Balken: Nachthols, angegeben sind Minimal- und Maximalwerte, in Klammern: Anzahl der Hols, (-) keine Daten.



Abb. 69: Atlantis Bank. Mittlere Dichte von *L. dofleini* und *A. aculeatus* als Beispiele mesopelagischer Fischarten mit schwacher tagesperiodischer Vertikalwanderung. Offene Balken: Taghols, gefüllte Balken: Nachthols, angegeben sind Minimal- und Maximalwerte, in Klammern: Anzahl der Hols, (-) keine Daten.

4.1.5 Große Meteor Bank

4.1.5.1 Faunistische Zusammensetzung

Untersuchungsgebiet wurden 1189 mesopelagische Fische Im mit einem Gesamtnassgewicht von 843 g gefangen. Die 65 mesopelagischen Fischarten lassen sich 42 Gattungen und 13 Familien zuordnen. Erneut sind Myctophiden, die mit 28 Arten in den Fängen vertreten sind, die artenreichste Fischfamilie, gefolgt von den Stomiiden (13 Arten), Gonostomatiden (6) und Paralepiden (5). Drei Myctophidenarten, Ceratoscopelus warmingii, Lobianchia dofleini und Hygophum hygomii, stellen 39 % der gefangenen Individuen und 41 % des Gesamtgewichts. C. warmingii ist wie im Gebiet der Atlantis Bank die häufigste Art, jedoch ist ihre Dominanz mit einem prozentualen Anteil von 21,5 % an der Individuenzahl und 17,9 % am Gesamtgewicht weniger stark ausgeprägt. Zu den häufigeren Arten, die taxonomisch nicht den Myctophiden zuzuordnen sind, zählt der Paralepididae Lestidiops affinis mit 6,2 % der Individuen und 1,5 % Gewichtsanteil. Der pseudo-ozeanische Alepocephalidae Xenodermichthys copei ist durch ein Individuum über dem Abhang der Großen Meteor Bank vertreten. Eine weitere pseudo-ozeanische Art, der Zwerghai Squaliolus laticaudis, ist nicht in Tab. 24 aufgeführt. Ein Exemplar mit einer Standardlänge von 121 mm und einem Gewicht von 8,9 g wurde auf der Abhangstation M 10 gefangen.

Tab. 24: Große Meteor Bank. Individuenzahl (N) und prozentuale Zusammensetzung (%) in verschiedenen bathymetrischen Bereichen. O: Ozean (> 1000 m Tiefe), A: Abhang (500-1000 m), P: Plateau (< 500 m). Biomasse als g Nassgewicht und Längenspektrum als (SL) Standardlänge in 12 JFT Fängen. *Arten mit pseudo-ozeanischem Verbreitungsmuster (*sensu* Hulley 1981).

	Bathymetrischer Bereich (N)						Gesamt		sse	Längenspektrum
Art	0	(%)	А	(%)	P (%)	Ν	(%)	g	(%)	(mm SL)
Alepocephalidae										
Xenodermichthys copei*			1	(0,18)		1	(0,08)	2,1	(0,25)	74
Bramidae										
Pteraclis carolinus			4	(0,73)	1 (1,59)	5	(0,42)	1,4	(0,17)	12-26
Evermannellidae										
Evermannella indica	1	(0,17)				1	(0,08)	1,1	(0,13)	60
Gempylidae										
Diplospinus multistriatus	6	(1,04)	11	(2,00)	23(36,51)	40	(3,36)	8,0	(0,95)	10-133
Gigantactinidae										
Gigantactis vanhoeffeni	1	(0,17)				1	(0,08)	5,8	(0,68)	85
Gonostomatidae										
Bonapartia pedaliota	5	(0,87)				5	(0,42)	1,7	(0,20)	35-45
Diplophos maderensis			1	(0,18)		1	(0,08)	1,5	(0,18)	78
Diplophos taenia					2 (3,17)	2	(0,17)	0,1	(0,01)	35
Gonostoma denudatum	1	(0,17)				1	(0,08)	0,5	(0,06)	54
Gonostoma elongatum	5	(0,87)	1	(0,18)		6	(0,50)	24,2	(2,88)	47-144
Margrethia obtusirostra*	6	(1,04)				6	(0,50)	4,4	(0,52)	22-47
Myctophidae							,	-	()	
Benthosema suborbitale	3	(0,52)	1	(0,18)		4	(0,34)	0,6	(0,08)	21-29
Bolinichthvs indicus	25	(4,33)	6	(1,09)		31	(2,61)	7,6	(0,90)	16-40
Ceratoscopelus warmingii	68	(11.79)	186	(33.88)	2 (3.17)	256	(21.53)	150.6	(17.87)	16-79
Diaphus brachvcephalus	2	(0.35)	2	(0.36)	(-) /	4	(0.34)	5.1	(0.61)	40-43
Diaphus dumerilii		(-,,	1	(0.18)		1	(0.08)	1.4	(0.17)	54
Diaphus effulgens			2	(0.36)		2	(0.17)	3.5	(0.41)	49-56
Diaphus lucidus			2	(0.36)		2	(0.17)	2.3	(0.27)	18-58
Diaphus mollis	14	(2.43)	18	(3.28)		32	(2.69)	20.3	(2.40)	10-46
Diogenichthys atlanticus	1	(0.17)		(-, -,		1	(0.08)	0.1	(0.01)	18
Hvaophum hvaomii	61	(10.57)	21	(3.83)		82	(6,90)	160.5	(19.04)	23-63
Hvgophum reinhardtii	27	(4.68)	1	(0.18)		28	(2,35)	8.2	(0.97)	21-48
Hvgophum taaningi	6	(1.04)		(-,,		6	(0.50)	4.9	(0.58)	37-47
l ampadena chavesi	8	(1,39)	3	(0.55)		11	(0,93)	6.3	(0,75)	29-63
Lampadena urophaos atlantic	a5	(0.87)	Ũ	(0,00)		5	(0,00)	21	(0, 25)	25-53
Lampanyctus festivus	24	(4,16)				24	(2, 12)	27.6	(3,28)	29-86
Lampanyctus photopotus	3	(0, 52)				3	(0.25)	2.5	(0, 30)	21-62
Lepidophanes gaussi	42	(7,28)	15	(273)		57	(4,79)	_,° 8 1	(0.96)	16-45
Lepidophanes quentheri	12	(2.08)	10	(_,, 0)		12	(1,10)	12 7	(0,00) (1.50)	28-62
Lobianchia dofleini	70	$(12\ 13)$	56	(10.20)		126	(1,01)	36.0	(4 27)	22-37
Lobianchia gemellari	8	(12,10) (139)	7	(1 28)		15	(12,00)	20.1	(2.38)	33-60
Myctophum pitidulum	0	(1,00)	2	(0.36)		2	(0.17)	64	(0.76)	65
Nappobrachium cuprarium	24	(4 16)	2	(0,00)		24	(0, 17) (2.02)	0, 1 31 5	(0,70) (3.74)	43-77
Nannobrachium lineatum	5	(0.87)				5	(2,02) (0.42)	87	(3,7+) (1.04)	33-105
Notolychnus valdiviae	7	(0,07) (1.21)	2	(0.36)		a	(0,72)	0,7	(0.05)	17-24
Notoscopelus caudispinosus	6	(1,21)	2	(0, 30)		9 Q	(0,70)	0, 4 24 2	(0,00)	62.78
Notoscopelus resplendens	1	(0.17)	<u>د</u> 50	(10,30)		60	(5,07)	27,3 42 7	(2,09)	30-66
Symbolophorus rufinus	1 /	(0, 17)	29	(10,75)		4	(0.24)	۳ <u>۲</u> , /	(0,00)	25 28
Taaningichthus minimus	+ F	(0,09)				4 5	(0,34)	1,U 2 7	(0, 11) (0.32)	20-00
Nomichthyidaa	3	(0,07)				5	(0,42)	2,1	(0,33)	JY-41
			2	(0.55)		2	(0.25)	26	(0.24)	410 625
Mernichtings curvitostins			3	(0,00)		3	(0,25)	∠,0	(0,31)	410-033

Tab. 24: Fortsetzung

	Bathymetrischer Bereich (N)						Gesa	Gesamt		sse	Längenspektrum
Art	0	(%)	А	(%)	Ρ	(%)	Ν	(%)	g	(%)	(mm SL)
Paralepididae											
Lestidiops affinis	14	(2,43)	42	(7,65)	18	(28,57)	74	(6,22)	12,8	(1,51)	18-96
Lestidiops jayakari	5	(0,87)					5	(0,42)	5,4	(0,64)	81-108
Macroparalepis brevis					8	(12,70)	8	(0,67)	1,1	(0,12)	47-63
Sudis hyalina	5	(0,87)	22	(4,01)	5	(7,94)	32	(2,69)	9,2	(1,09)	16-74
Uncisudis longirostris			1	(0,18)			1	(0,08)	0,3	(0,03)	125
Percichthydae											
Howella sherborni	1	(0,17)					1	(0,08)	3,6	(0,43)	63
Phosichthyidae											
Ichthyococcus ovatus	1	(0,17)					1	(0,08)	0,1	(0,01)	18
Vinciguerria attenuata	1	(0,17)	3	(0,55)			4	(0,34)	0,5	(0,06)	15-36
Vinciguerria nimbaria	21	(3,64)	32	(5,83)	2	(3,17)	55	(4,63)	6,6	(0,78)	14-38
Vinciguerria poweriae	7	(1,21)	3	(0,55)	1	(1,59)	11	(0,93)	1,4	(0,16)	14-29
Sternoptychidae											
Argyropelecus aculeatus	21	(3,64)	6	(1,09)			27	(2,27)	37,9	(4,50)	8-57
Valenciennellus tripunctulatus	2	(0,35)					2	(0,17)	0,2	(0,02)	18-22
Stomiidae											
Bathophilus digitatus	1	(0,17)					1	(0,08)	4,3	(0,51)	98
Bathophilus vaillanti			2	(0,36)	1	(1,59)	3	(0,25)	0,5	(0,06)	26-44
Chauliodus danae	26	(4,51)	12	(2,19)			38	(3,20)	25,7	(3,05)	19-136
Echiostoma barbatum	1	(0,17)					1	(0,08)	57,1	(6,78)	220
Eustomias filifer	3	(0,52)					3	(0,25)	1,1	(0,13)	65-77
Eustomias macronema	3	(0,52)	1	(0,18)			4	(0,34)	5,9	(0,69)	63-113
Eustomias obscurus	3	(0,52)	2	(0,36)			5	(0,42)	1,0	(0,12)	68-77
Eustomias schmidti			2	(0,36)			2	(0,17)	1,4	(0,16)	77-80
Eustomias simplex			1	(0,18)			1	(0,08)	0,3	(0,04)	70
Idiacanthus fasciola	2	(0,35)					2	(0,17)	6,7	(0,80)	58-390
Leptostomias gladiator			11	(2,00)			11	(0,93)	4,4	(0,52)	63-77
Photonectes braueri	1	(0,17)					1	(0,08)	0,7	(0,08)	63
Photostomias guernei	3	(0,52)	2	(0,36)			5	(0,42)	3,5	(0,41)	42-92
Gesamt	577		549		63		1189		842,9		

Wie in den zuvor behandelten Untersuchungsgebieten zeigen sich deutliche Unterschiede in der Abundanz mesopelagischer Fische zwischen Tag- und Nachtfängen (Abb. 70). Vier der fünf Taghols im nordöstlichen Bereich der Großen Meteor Bank waren positiv, d.h. es wurden mesopelagische Fische gefangen (Abb. 70A). Die Tagfänge sind unabhängig von der Bodentiefe durch geringe Abundanzen von 0,11 bis 0,22 Individuen/10 000 m³ gekennzeichnet. In den Nachtfängen sind die Dichten deutlich höher und liegen zwischen 0,39 und 10,4 Individuen/10 000 m³. (Abb. 70B). Die Abbildung zeigt, dass sich die Konzentration der Fische mit abnehmender Bodentiefe verringert. Eine Ausnahme bildet der Abhanghol M6 im Südwesten der Großen Meteor Bank, wo die höchste Fischabundanz (10,4 Individuen/10 000 m³) gefunden wurde. Da die hydrographischen Verhältnisse in diesem Bereich des Seebergs von der Nordostflanke der Großen Meteor Bank abweichen, wird Hol M6 von der weiteren Analyse ausgeschlossen.


Abb. 70: Große Meteor Bank. Abundanzen (Individuen/10 000 m³) mesopelagischer Fische in JFT Fängen. A. Taghols, B. Nachthols.

4.1.5.2 Gemeinschaftsanalyse

Die JFT Fänge zeigen deutliche Unterschiede in der Artenzusammensetzung zwischen Tag- und Nachtfängen (Abb. 71). Auf dem MDS Plot sind die Taghols mit Ausnahme von

M5 in der rechten Hälfte gruppiert. Der Taghol M5 zeigt eine räumliche Affinität zu den Nachthols, die im MDS Plot links angeordnet sind. Trotzdem zeigt die ANOSIM einen signifikanten Unterschied zwischen Tag- und Nachthols (R = 0,679; p = 0,01). Aufgrund des starken Einflusses der Tageszeit auf die Fischgemeinschaft werden wie bereits in den anderen Untersuchungsgebieten Tag- und Nachthols getrennt betrachtet.





Taghols

Die Clusteranalyse der vier positiven Tagfänge zeigt eine klare Gliederung (Abb. 72). Die erste Gruppe (Cluster I) setzt sich aus den beiden ozeanischen Hols (M1, M2) zusammen, die auf einem Ähnlichkeitsniveau von 30 % mit dem Abhanghol (M3) fusionieren. Der Plateauhol M5 besitzt aufgrund seiner Artenzusammensetzung keine Ähnlichkeit mit den übrigen Hols und bildet eine separate Gruppe (Cluster III).



Abb. 72: Große Meteor Bank. Clusteranalyse der Bray-Curtis Ähnlichkeitsmatrix individueller JFT Tagfänge in verschiedenen bathymetrischen Bereichen. □ Plateau (< 500 m Tiefe), ▲ Abhang (500-1000 m),
Ozean (> 1000 m). Holbezeichnung und Fangtiefe (in Klammern) sind angegeben.



Abb. 73: Große Meteor Bank. MDS Plot der Bray-Curtis Ähnlichkeitsmatrix individueller JFT Tagfänge in verschiedenen bathymetrischen Bereichen.

Das Ordinationsverfahren durch die MDS bestätigt die Ergebnisse der Klassifikation und zeigt eine Gruppierung der Hols entsprechend ihrer bathymetrischen Zuordnung (Abb. 73). Für die Tagfänge der Großen Meteor Bank musste auf eine ANOSIM zur Untersuchung

der Ähnlichkeit zwischen Stationsgruppen aufgrund der geringen Anzahl von Hols verzichtet werden.

Nachthols

Die Clusteranalyse der Nachtstationen zeigt eine deutliche Gruppierung der Hols auf einem Ähnlichkeitsniveau von 40 % (Abb. 74). Die erste Gruppe (Cluster I) setzt sich aus den beiden Abhanghols (M9, M10) zusammen. Die zweite Gruppe (Cluster II) bilden zwei Hols (M7, M8), die im ozeanischen Bereich beprobt wurden. Die beiden Nachtfänge über dem Seebergplateau (M11, M12) sind in der dritten Gruppe (Cluster III) vereinigt. Die Ergebnisse der Clusteranalyse werden durch das Ordinationsverfahren der MDS bestätigt (Abb. 75). Die R-Statistik der ANOSIM ergibt deutliche Unterschiede zwischen den Stationen (R = 1) sowohl im globalen, als auch im paarweisen Vergleich. Aufgrund des geringen Probenumfangs ist jedoch keiner dieser Unterschiede signifikant (p > 0,05).



Abb. 74: Große Meteor Bank. Clusteranalyse der Bray-Curtis Ähnlichkeitsmatrix individueller JFT Nachtfänge in verschiedenen bathymetrischen Bereichen. □ Plateau (< 500 m Tiefe), ▲ Abhang (500-1000 m), ● Ozean (> 1000 m). Holbezeichnung und Fangtiefe (in Klammern) sind angegeben.



Abb. 75: Große Meteor Bank. MDS Plot der Bray-Curtis Ähnlichkeitsmatrix individueller JFT Nachtfänge in verschiedenen bathymetrischen Bereichen.

4.1.5.3 Abiotische Faktoren

Aufgrund der geringen Anzahl der Tagfänge wurde die BIO-ENV Analyse nur für Nachtfänge durchgeführt (Tab. 25). Die maximale Bodentiefe (BT_{max}) zeigt die höchste Korrelation (r = 0,832) mit der biotischen Ähnlichkeitsmatrix und ist die wichtigste abiotische Einzelvariable, um die Struktur der Fischgemeinschaft zu erklären. Die

zweitwichtigste Umweltvariable ist die minimale Bodentiefe (BT_{min}) mit einem Korrelationswert von r = 0,768. Dagegen haben die anderen Einzelvariablen (minimale und maximale Fangtiefe, Temperatur und Salinität) kaum eine Beziehung zu den biologischen Verteilungsmustern (r < 0,1). Die Kombination der minimalen und maximalen Bodentiefe erzielt den gleichen Korrelationswert wie die Einzelvariablen BT_{max} . Die Bodentiefe stellt, ähnlich wie an der Atlantis Bank, den Hauptfaktor für die Struktur der mesopelagischen Fischgemeinschaft dar.

Tab. 25: Große Meteor Bank. Ergebnisse der BIO-ENV Analyse. Rang Korrelationen zwischen der biotischen Ähnlichkeitsmatrix der Nachtfänge und den k = 1, 2, 3 und 4 Kombinationen folgender Umweltvariablen: FT_{min} und FT_{max}: minimale und maximale Fangtiefe, S_{min} und S_{max}: minimale und maximale Salinität im befischten Tiefenbereich, T_{min} und T_{max}: minimale und maximale Temperatur im befischten Tiefenbereich, BT_{min} und BT_{max}: minimale und maximale Bodentiefe. Die Variable(-nkombination) mit der höchsten Korrelation ist **fett** gedruckt.

Gruppe	k Variable		
Nachthols	1: BT_{max} (0,832)	BT _{min} (0,768)	S _{max} (0,039)
	2: BT _{min} , BT _{max} (0,832)	BT _{max} , S _{min} (0,464)	BT _{max} , T min (0,464)
	3: BT_{min} , BT_{max} , T_{max} (0,604)	$BT_{min}, BT_{max}, S_{max}$ (0,564)	$BT_{min}, BT_{max}, S_{min}$ (0,518)
	4: BT_{min} , BT_{max} , T_{min} , S_{max} (0,5)	$BT_{min}, BT_{max}, FT_{max}, S_{min}$ (0,475)	$BT_{min},BT_{max},FT_{max},T_{min}$ (0,475)

4.1.5.4 Artniveau

Die SIMPER Analyse konnten für Taghols aufgrund der geringen Anzahl und der geringen Individuenzahlen mesopelagischer Fische nur für die Ozeanfänge durchgeführt werden (Tab. 26). Die wichtigste konsolidierende Art in ozeanischen Tagfängen ist der Gonostomatidae *Bonapartia pedaliota,* verantwortlich für 41,1 % der beobachteten Ähnlichkeit zwischen ozeanischen Stationen. Gefolgt wird er von den Arten *Argyropelecus aculeatus* (29,9 %) und *Vinciguerria attenuata* (29,1 %). Im Gegensatz zu den Tagfängen werden die beiden Nachtfänge des ozeanischen Bereichs durch verschiedene Myctophidenarten charakterisiert. Die wichtigste Art ist wie an der Atlantis Bank *Ceratoscopelus warmingii* (8,1 % der Gruppenähnlichkeit), gefolgt von *Lobianchia dofleini* (8,0 %), *Hygophum hygomii* (7,4 %) und *Lepidophanes gaussi* (6,0 %). Tab. 26: Große Meteor Bank. SIMPER Analyse. Konsolidierende mesopelagische Fischarten für Tag- und Nachtfänge der bathymetrischen Bereiche Ozean, Abhang und Plateau. Mittlere Dichte: Individuen/10 000 m³, individueller Anteil (%) und kumulativer Anteil (∑%) an der Gruppenähnlichkeit. Arten sind bis zu einem kumulativen Anteil von 80 % in hierarchischer Reihenfolge aufgelistet.

-	Tag				Nacht		
Ozean Ähnlichkeit:66,22%				Ozean Ähnlichkeit: 77,16			
Art	Dichte	Anteil (%)	Σ%	Art	Dichte	Anteil (%)	Σ%
Bonapartia pedaliota	0,05	41,09	41,09	Ceratoscopelus warmingii	0,62	8,13	8,13
Argyropelecus aculeatus	0,04	29,86	70,95	Lobianchia dofleini	0,61	7,95	16,09
Vinciguerria attenuata	0,02	29,05	100	Hygophum hygomii	0,57	7,37	23,45
				Lepidophanes gaussi	0,36	5,98	29,43
				Bolinichthys indicus	0,23	5,04	34,48
				Chauliodus sloani	0,23	4,97	39,45
				Hygophum reinhardti	0,26	4,51	43,96
				Lampanyctus festivus	0,24	4,12	48,08
				Argyropelecus aculeatus	0,15	4,12	52,2
				Vinciguerria nimbaria	0,21	3,91	56,11
				Lestidiops affinis	0,13	3,68	59,79
				Diaphus mollis	0,13	3,68	63,48
				Lepidophanes guentheri	0,11	3,45	66,92
				Vinciguerria poweriae	0,06	2,34	69,27
				Lampadena chavesi	0,07	2,34	71,61
				Hygophum taaingi	0,05	2,34	73,96
				Notolychnus valdiviae	0,07	2,26	76,21
				Sudis hyalina	0,05	2,26	78,47
				Lobianchia gemellari	0,08	2,26	80,72
				Abhang			
				Ähnlichkeit: 54,23 %			
				Art	Dichte	Anteil (%)	Σ%
				Hygophum hygomii	0,3	19,55	19,55
				Vinciguerria nimbaria	0,23	17,49	37,04
				Notoscopelus resplendens	0,23	15,15	52,19
				Lestidiops affinis	0,39	13,83	66,01
				Sudis hyalina	0,28	10,32	76,33
				Diaphus mollis	0,07	8,74	85,07
				Plateau			
				Ähnlichkeit: 48,81 %			
				Art	Dichte	Anteil (%)	Σ%
				Diplospinus multistriatus	0,25	35,16	35,16
				Lestidiops affinis	0,24	31,44	66,6
				Sudis hyalina	0,06	17,68	84,28

Die wichtigste Art am Abhang ist *H. hygomii,* deren Anteil 19,6 % der Ähnlichkeit beträgt. Weitere konsolidierende Arten für diese Stationsgruppe sind *Vinciguerria nimbaria, Notoscopelus resplendens* und der Paralepididae *Lestidiops affinis*. Die Charakterarten über dem Plateau sind ein Gempylidae, *Diplospinus multistriatus* und zwei Paralepididae, *Lestidiops affinis* und *Sudis hyalina*.

4.1.5.5 Ökologische Indices

Aufgrund der geringen Anzahl von Proben wurde bei der Untersuchung der Diversitätsindices der Großen Meteor Bank auf statistische Signifikanztests verzichtet. Trotz des geringeren Probenaufwands, lassen sich im Untersuchungsgebiet der Großen Meteor Bank ähnliche Diversitätsmuster wie an der Atlantis Bank erkennen (Abb. 76, Abb. 77).

Tagsüber ist die kumulative Artenzahl gering und beträgt 5 Arten in Ozeanfängen, 3 am Abhang und 2 über dem Plateau (Abb. 76A). Auch der Verlauf der Dominanzkurven veranschaulicht, dass die Diversität sukzessiv über dem Abhang und dem Plateau im Vergleich zum ozeanischen Bereich abnimmt (Abb. 76A).



Abb. 76: Große Meteor Bank. Kumulative Dominanzkurven mesopelagischer Fische in verschiedenen bathymetrischen Bereichen. □ Plateau (< 500 m Tiefe), ▲ Abhang (500-1000 m), ● Ozean (> 1000 m). A. Taghols, B. Nachthols.

Die kumulative Artenzahl in Nachtfängen ist deutlich höher als in Tagfängen und beträgt 48 Arten im ozeanischen Bereich gefolgt von den Abhangfängen mit 19 Arten und den Plateaufängen mit 10 Arten (Abb. 76B). Der Verlauf der Dominanzkurven in der Nacht gleicht dem der Tagfänge und zeigt, dass die Diversität in Ozean- und Abhanghols höher ist als in Plateauhols. Die Diversitätsstruktur der Plateaufänge ist durch die Dominanz weniger Arten gekennzeichnet.

Die Mediane der Artenzahl pro Hol zeigen deutlich höhere Werte in Nach- als in Tagfängen (Abb. 77A). Die Medianwerte der Artenzahlen für die Tagfänge liegen zwischen 1 in Plateauhols und 4 in Ozeanhols. Für Nachthols beträgt der Medianwert der Artenzahl 39 im ozeanischen Bereich. Er nimmt in Abhang- und Plateaufängen auf 13,5 bzw. 7 Arten ab. Ein ähnliches Bild vermittelt die Shannon Diversität H' (Abb. 77B). Die Nachthols weisen mit medianen H' Werten von 1,55 (Plateau) bis 3,1 (Ozean) eine deutlich höhere Shannon Diversität auf als Taghols, deren H' Werte zwischen 0,34 und 1,24 liegen.

Die Äquität J' zeigt, im Gegensatz zu den zuvor erwähnten Diversitätsindices, nur geringe Unterschiede zwischen Tag- und Nachthols (Abb. 77C). Mit Ausnahme der geringen Äquität der Plateauhols am Tag ist die Variabilität der J' Werte auf verschiedenen topographischen Stationen sowohl in Tag- als auch in Nachthols gering. Für die Nachthols ist die taxonomische Diversität Δ deutlich höher als für die Taghols. Die höchsten Δ Werte weisen zu beiden Tageszeiten die Abhangfänge auf (Abb. 77D). Die taxonomische Distanz Δ^* zeigt ein vergleichbares Muster wie die Äquität (Abb. 77E). Die Dichte mesopelagischer Fische zeigt tageszeitlich bedingte Unterschiede in den JFT Fängen (Abb. 77F). Die Medianwerte im ozeanischen Bereich und am Abhang sind 0,15 und 0,12 Individuen/10 000 m³ für die Taghols. Über dem Plateau liegen sie bei 0,11 Individuen/10 000 m³. Für die Nachthols beträgt der Median der Dichte 5,06 im ozeanischen Bereich und zeigt eine deutliche Abnahme am Abhang (2,31) und insbesondere über dem Plateau (0,70).



Abb. 77: Große Meteor Bank. Ökologische Indices zur Beschreibung der mesopelagischen Fischgemeinschaft in verschiedenen bathymetrischen Bereichen. □ Median Taghols, ■ Median Nachthols, offene Balken markieren das obere und untere Quartil der Tagwerte, gefüllte Balken, das der Nachtwerte, Minimal- und Maximalwerte sind angegeben, n: Anzahl der Hols, A. Artenzahl, B. Shannon Diversität H', C. Pielou's Äquität J', D. Taxonomische Diversität Δ, E. Taxonomische Distanz Δ*, F. Dichte mesopelagischer Fische (Individuen/10 000 m³).

4.1.6 Zusammenfassende Betrachtung des Einflusses topographischer Strukturen auf mesopelagische Fischgemeinschaften

Die Ergebnisse der multivariaten Analyse zeigen, dass alle fünf topographischen Erhebungen einen Einfluß auf die Verteilung und Artenzusammensetzung der mesopelagischen Fischgemeinschaften ausüben (Tab. 27). Die R-Werte der ANOSIM sind getrennt für Tag- und Nachtfänge dargestellt. Die Unterschiede zwischen topographischen Stationsgruppen sind im Gebiet der Porcupine Bank am Tag (R = 0,544) stärker ausgeprägt als in der Nacht (R = 0,243). Umgekehrt sind diese Unterschiede im Gebiet des MAR (Twins) und der Atlantis Bank für die Nachtfänge größer als für die Tagfänge. Keine Unterschiede zwischen Tag und Nacht zeigen die globalen R-Werte der Fänge im Gebiet der Großen Meteor Bank. Für das Gebiet der Princess Alice Bank ist aufgrund der geringen Anzahl von positiven Tagfängen (2) kein Tag-Nacht Vergleich möglich.

Den stärksten Einfluss auf die Fischgemeinschaft am Tag besitzt die Große Meteor Bank (R = 1; p = 0,167) gefolgt von der Porcupine Bank (R = 0,544; p = 0,04), der Atlantis Bank (R = 0,228; p = 0,007) und der Felsnadel im Bereich des MAR, Twins (R = 0,215; p = 0,026).

Beim Vergleich der R-Werte für die Nachtfänge zeigen sich deutliche Unterschiede zwischen den verschiedenen topographischen Strukturen. Die höchsten R-Werte zeigen die Fänge an der Großen Meteor Bank (R = 1; p = 0,067) und der Atlantis Bank (R = 0,504; p = 0,01). Zudem ist die Atlantis Bank das einzige Gebiet, in dem sich alle drei bathymetrischen Stationsgruppen im paarweisen Vergleich signifikant unterscheiden. Die horizontale Verbreitung der Fischgemeinschaft wird durch die beiden Tafelseeberge (Guyots) offensichtlich stärker beeinflusst als durch die anderen topographischen Strukturen. Den niedrigsten R-Wert (R = 0,243; p = 0,025) zeigt die ANOSIM für die Nachtfänge an der Porcupine Bank. Im Bereich der Princess Alice Bank sind die Unterschiede (R = 0,265; p = 0,036) zwischen verschiedenen bathymetrischen Bereichen nur unwesentlich stärker ausgeprägt (Tab. 27). Dagegen ist der Einfluss der Felsnadel (Twins) auf die Fischgemeinschaft trotz der geringen räumlichen Ausdehnung dieser Struktur vergleichsweise hoch (R = 0,342; p = 0,06).

Tab. 27: Fünf	Untersuchu	ingsgebiete.	Globale	und	paarweise	R-Statistik	der	ANOSIM	in	Tag-	und
Nach	ıtfängen für	verschieden	e bathyn	netrisc	he Bereich	e. Signifikar	nte E	Irgebnisse	(p<	0,05)	sind
umra	ndet.										

Gebiet	Porcupine Bank	MAR (Twins)	Princess Alice Bank	Atlantis Bank	Große Meteor Bank
Topographische Struktur	Schelf	Felsnadel	Seeberg/Insel	Guyot	Guyot
Tag					
Global R	0,544 (p = 0,004)*	0,215 (p = 0,026)*		0,228 (p = 0,007)*	1 (p = 0,167)
<500 vs 500-1000	0,631 (p = 0,007)*	0,385 (p = 0,029)*		0,424 (p = 0,007)*	-
<500 vs >1000 m	0,711 (p = 0,003)*	0,861 (p = 0,005)*		0,617 (p = 0,001)*	1 (p=0,167)
500-1000 vs > 1000 m	0,0 (p = 0,4)	-0,097 (p = 0,889)	_	0,031 (p = 0,284)	1 (p = 0,167)
Nacht					
Global R	0,243 (p = 0,025)*	0,342 (p = 0,006)*	0,265 (p = 0,036)*	0,504 (p = 0,001)*	1 (p = 0,067)
<500 vs 500-1000	0,173 (p = 0,157)	0,584 (p = 0,056)	0,348 (p = 0,055)	0,63 (p = 0,002)*	1 (p = 0,333)
<500 vs >1000 m	0,385 (p = 0,009)*	0,927 (p = 0,036)*	0,5 (p = 0,133)	0,576 (p = 0,002)*	1 (p = 0,333)
500-1000 vs > 1000 m	0,238 (p = 0,111)	0,085 (p = 0,186)	0,104 (p = 0,232)	0,3 (p = 0,015)*	1 (p = 0,333)
					-

4.2 Regionale Aspekte

4.2.1 Faunistische Zusammensetzung

Vergleich der Der taxonomischen Zusammensetzung der mesopelagischen Fischgemeinschaften ergibt deutliche Unterschiede zwischen den untersuchten Gebieten (Tab. 28). Die höchste Artenzahl zeigt das Gebiet des MAR (Twins) mit 102 mesopelagischen Fischarten, gefolgt von der Atlantis Bank (94 Arten), der Großen Meteor Bank (65 Arten) und der Princess Alice Bank (56 Arten). Im Gebiet der Porcupine Bank wurden nur 20 mesopelagische Fischarten gefunden, obwohl hier mehr Hols durchgeführt und mehr Fische gefangen wurden als in den anderen Gebieten. Die vergleichsweise geringe Artenzahl im Gebiet der Princess Alice Bank muss unter dem Vorbehalt des Einsatzes eines Fanggerätes (RMT-8) mit kleinerer Netzöffnung (8 m²) und Maschenweite (4 mm) betrachtet werden.

Tab. 28: Fünf Untersuchungsgebiete. Beprobungsaufwand und taxonomischer Überblick. PB: Porcupine Bank, MAR: Mittelatlantischer Rücken (Twins), PAB: Princess Alice Bank, AB: Atlantis Bank, GMB: Große Meteor Bank. ES: erwartete Artenzahl unter der Annahme dass 1189 Individuen gefangen wurden, N: Gesamtindividuenzahl.

	PB	MAR	PAB	AB	GMB
Gesamthols	187	40	22	37	12
positive Hols	67	39	18	33	12
Familien	9	25	13	20	13
Gattungen	18	65	37	57	42
Arten	20	102	56	94	65
ES1189	13	66	53	67	65
Ν	9441	6639	1624	4122	1189

Die geringste Individuenzahl (N = 1189) wurde im Gebiet der Großen Meteor Bank gefangen. Mit der rarefaction Methode (siehe Material & Methoden) konnten die erwarteten Artenzahlen in den fünf Untersuchungsgebieten miteinander verglichen werden und zwar auf Basis der hypothetischen Annahme, dass in allen Gebieten 1189 Tiere (kleinste Menge) gefangen wurden. Der Vergleich zeigt, dass auch die vom unterschiedlichen Probenaufwand bereinigte Artenzahl in den Gebieten MAR (Twins), Atlantis Bank, Große Meteor Bank und Princess Alice Bank deutlich höher ist als im Gebiet der Porcupine Bank.

	PB		MAR		PAB		AB		GMB	
Familie	N	(%)								
Alepocephalidae	2	(0.02)	10	(0.15)	3	(0.18)	31	(0.75)	1	(0.08)
Argentinidae	5	(0.05)	2	(0,03)		(-, -,		(-, -,		()
Bathylagidae		()	5	(0,08)	1	(0.06)	3	(0,07)		
Bramidae						()		()	5	(0,42)
Centrolophidae			1	(0,02)						
Chiasmodontidae			6	(0,09)						
Diretmidae			21	(0,32)	2	(0,12)	7	(0,17)		
Evermannellidae					5	(0,31)		()	1	(0,08)
Gempylidae						,	1	(0,02)	40	(3,36)
Gigantactinidae								(· ·)	1	(0,08)
Gonostomatidae	2	(0,02)	180	(2,71)	8	(0,49)	41	(0,99)	21	(1,77)
Macrouridae			1	(0,02)			2	(0,05)		
Melamphaidae			4	(0,06)	1	(0,06)	29	(0,70)		
Melanonidae			4	(0,06)			3	(0,07)		
Microstomatidae	18	(0,19)	1	(0,02)			1	(0,02)		
Myctophidae	8365	(88,60)	4795	(72,22)	1340	(82,51)	3211	(77,90)	819	(68,88)
Nemichthyidae			7	(0,11)	2	(0,12)	3	(0,07)	3	(0,25)
Nomeidae	1	(0,01)	5	(0,08)						
Notosudidae			1	(0,02)	1	(0,06)	1	(0,02)		
Opisthoproctidae			32	(0,48)			2	(0,05)		
Paralepididae	9	(0,10)	8	(0,12)	4	(0,25)	1	(0,02)	120	(10,09)
Percichthydae			4	(0,06)					1	(0,08)
Phosichthyidae			227	(3,42)	81	(4,98)	152	(3,69)	71	(5,97)
Platytroctidae			1	(0,02)			1	(0,02)		
Scopelarchidae			2	(0,03)			2	(0,05)		
Serrivomeridae			8	(0,12)			62	(1,50)		
Sternoptychidae	1016	(10,76)	998	(15,03)	102	(6,28)	340	(8,25)	29	(2,44)
Stomiidae	23	(0,24)	309	(4,65)	74	(4,55)	229	(5,56)	77	(6,48)
Tetragonuridae			7	(0,11)						
Summe	9441		6639		1624		4122		1189	

Tab. 29:	Fünf	Untersuch	ungsgel	biete.	Тахо	nomiscł	ne Zu	isamme	ensetz	ung	der	meso	pelagis	schen
	Fischge	emeinscha	ft. PB: F	Porcupi	ne Bar	nk, MAF	R: Mittel	atlantis	cher F	Rücken	(Twins	s), PA	B: Pri	ncess
	Alice B	ank, AB:	Atlantis	Bank,	GMB:	Große	Meteor	Bank,	N: Ir	dividue	enzahl,	(%):	prozer	ntuale
	Zusamr	mensetzur	ıg.											

In der Tab. 29 ist die Verteilung der Fische auf die verschiedenen mesopelagischen Fischfamilien dargestellt. Die Myctophiden sind die dominierende Fischfamilie in allen fünf Untersuchungsgebieten. Der Anteil dieser Familie an der Gesamtindividuenzahl variiert zwischen 88,6 % im Bereich der Porcupine Bank und 68,9 % im Gebiet der Großen Meteor Bank. Die zweitwichtigste Familie ist die der Sternoptychidae. Ihr prozentualer Anteil beträgt zwischen 2,4 % an der Große Meteor Bank und 15,0 % am MAR (Twins). Weitere individuenreiche Fischfamilien in allen fünf Gebieten sind die Phosichthydae, Gonostomatidae und im Bereich der Großen Meteor Bank die Paralepididae.

Aufgrund ihrer hohen numerischen Dominanz wurden die zoogeographischen Verbreitungsmuster der Myctophidae genauer untersucht. Die Nomenklatur der zoogeographischen Affinitäten basiert auf den Hauptverbreitungsmustern von Hulley (1981; 1984).

Zwischen den fünf Untersuchungsgebieten sind deutliche Unterschiede in der zoogeographischen Zusammensetzung der Myctophidengemeinschaft erkennbar (Tab. 30, Abb. 78). Arten, deren Verbreitungsgebiet sich nördlich von 35° N und südlich von 35° S erstreckt werden als gemäßigt ("temperate") klassifiziert (Krefft 1974; Hulley 1981). Das Verbreitungsmuster borealer Arten, deren Vorkommen auf die nördliche Hemisphäre beschränkt ist, werden als nördlich gemäßigt ("northern temperate") bezeichnet. Im Gebiet der Porcupine Bank gehören 99,8 % der Individuen diesem Verbreitungsmuster an. Die Dominanz von Myctophidenarten der nördlich gemäßigten Zone resultiert überwiegend aus der hohen Individuenzahl von Benthosema glaciale (Abb. 78, Tab. 30). Der Anteil nördlich gemäßigter Arten nimmt in den südlicheren Untersuchungsgebieten kontinuierlich ab, und Arten mit diesem Verbreitungsmuster fehlen schließlich vollständig in der Myctophidengemeinschaft der Großen Meteor Bank.

Im Nordost-Atlantik werden nach Krefft (1974) Myctophiden mit einem Verbreitungsschwerpunkt zwischen 35° N und 20° N als subtropische Vertreter definiert. Arten mit einem subtropischen Verbreitungsmuster treten in allen Untersuchungsgebieten mit Ausnahme der Porcupine Bank auf. Der höchste prozentuale Anteil dieses Verbreitungsmusters wurde mit 29,6 % an der Großen Meteor Bank beobachtet, wo subtropische Arten wie *Hygophum hygomii, Lepidophanes gaussi* und *Bolinichthys indicus* häufig sind (Tab. 30).

Nach Backus *et al.* (1977) verläuft die nördliche Grenze der tropischen Region im Bereich der 14° C Isotherme in 200 m Tiefe. Hulley (1981) definiert Arten mit einer nördlichen Verbreitungsgrenze im Bereich von 20° N als "tropisch". In den hier untersuchten Gebieten ist die Zahl der Myctophiden mit einer tropischen Verbreitung gering. Den höchsten Anteil tropischer Arten weist mit 1,6 % der Individuen das Gebiet der Großen Meteor Bank auf. Ihr Anteil nimmt in den nördlichen Untersuchungsgebieten kontinuierlich ab und an der Porcupine Bank fehlen tropische Myctophiden ganz.

Tab. 30: Fünf Untersuchungsgebiete. Zoogeographische Verbreitungsmuster der Myctophidengemeinschaften. Individuenzahlen der einzelnen Arten. PB: Porcupine Bank, MAR: Mittelatlantischer Rücken (Twins), PAB: Princess Alice Bank, AB: Atlantis Bank, GMB: Große Meteor Bank. Nomenklatur der Verbreitungsmuster nach Hulley (1981; 1984), weitere Erläuterungen im Text.

Art	Verbreitungsmuster	PB	MAR	PAB	AB	GMB
Benthosema glaciale	nördlich gemäßigt	6920	17	4		
Benthosema suborbitale	gesamttropisch		24	1	24	4
Bolinichthys indicus	subtropisch		102	27	44	31
Bolinichthys supralateralis	tropisch		1			
Ceratoscopelus maderensis	nördlich gemäßigt		24	11	42	
Ceratoscopelus warmingii	gesamttropisch		6	199	1465	256
Diaphus brachycephalus	gesamttropisch					4
Diaphus dumerilii	tropisch					1
Diaphus effulgens	subtropisch		1		4	2
Diaphus holti	nördlich gemäßigt		573	122	4	
Diaphus lucidus	gesamttropisch					2
Diaphus metopoclampus	subtropisch		19		2	
Diaphus mollis	gesamttropisch		9	2	36	32
Diaphus perspicillatus	tropisch				12	
Diaphus rafinesquii	nördlich gemäßigt		254	43	35	
Diogenichthys atlanticus	weitverbreitet		1	76	99	1
Electrona rissoi	weitverbreitet	2	768	1	2	
Gonichthys coccoi	gesamttropisch		8	19	1	
Hygophum benoiti	nördlich gemäßigt		57	4	41	
Hygophum hygomii	subtropisch		315	3	117	82
Hygophum reinhardtii	gesamttropisch		20	2	67	28
Hygophum taaningi	gesamttropisch				6	6
Lampadena chavesi	subtropisch		2	3	11	11
Lampadena speculigueria	gemäßigt		4			
Lampadena urophaos atlantica	subtropisch		2		1	5
Nannobrachium atrum	subtropisch		111	1	42	
Lampanyctus crocodilus	nördlich gemäßigt	9	134	16	6	
Nannobrachium cuprarium	subtropisch				14	24
Lampanyctus festivus	subtropisch		6	2	4	24
Lampanyctus intricarius	gemäßigt	1	11	9	9	
Nannobrachium lineatum	gesamttropisch				1	5
Lampanyctus photonotus	gesamttropisch		36	13	24	3
Lampanyctus pusillus	subtropisch		337	272	217	
Lampanyctus tenuiformes	tropisch		1	1		
Lepidophanes gaussi	subtropisch		1	3	109	57
Lepidophanes guentheri	tropisch		13	5	6	12
Lobianchia dofleini	weitverbreitet		1023	418	335	126
Lobianchia gemellari	gesamttropisch	14	81		41	15
Loweina interrupta	gemäßigt		2			
Loweina rara	gesamttropisch				1	
Myctophum nitidulum	gesamttropisch					2
Myctophum punctatum	nördlich gemäßigt	898	29	31	1	
Myctophum senelops	gesamttropisch				4	
Notolychnus valdiviae	weitverbreitet		5	19	27	9
Notoscopelus bolini	nördlich gemäßigt		695	9		
Notoscopelus caudispinosus	gesamttropisch				8	8
Notoscopelus kroeyeri	nördlich gemäßigt	516		2		
Notoscopelus resplendens	gesamttropisch			20	335	60
Protomyctophum arcticum	nördlich gemäßigt	2				
Symbolophorus rufinus	gesamttropisch					4
Symbolophorus veranyi	nördlich gemäßigt	3	99	2	10	
Taaningichthys minimus	subtropisch		4		4	5
Summe		8365	4795	1340	3211	819

Arten die in tropischen und subtropischen Gebieten vertreten sind werden nach Hulley (1981)als gesamttropisch ("broadly tropical") bezeichnet. Ihre nördliche Verbreitungsgrenze ist im Nordost-Atlantik bei 35°-40° N lokalisiert (Krefft 1974; Badcock & Merrett 1977). Der prozentuale Anteil der Myctophiden mit einem gesamttropischen Verbreitungsmuster nimmt erwartungsgemäß im latitudinalen Verlauf der Untersuchungsgebiete von Nord nach Süd zu. So steigt der Anteil gesamttropischer Arten von 0,2 % im Gebiet der Porcupine Bank auf 62,7 % an der Atlantis Bank und 52,2 % an der Großen Meteor Bank. Die hohen Werte in den beiden zuletzt genannten Gebieten resultieren aus den hohen Fangzahlen der gesamttropischen Art Ceratoscopelus warmingii.



Abb. 78: Fünf Untersuchungsgebiete. Zusammensetzung der Myctophidengemeinschaft entsprechend ihrer zoogeographischen Verbreitungsmuster nach Hulley (1981; 1984).

Myctophiden, deren Verbreitung durch die 10° C Isotherme in 200 m Tiefe begrenzt ist, und die in gemäßigten, subtropischen sowie tropischen Gebieten auftreten, werden nach Hulley (1981) als weitverbreitet klassifiziert. Ein solches Verbreitungsmuster ist am charakteristischen für die Myctophidengemeinschaften des MAR (37,5 % der Myctophiden) und der Princess Alice Bank (38,4 %). An den südlicher gelegenen Seebergen Atlantis Bank und Große Meteor Bank ist der Anteil von Arten mit diesem Verbreitungsmuster deutlich niedriger (14,4 und 16,6 %). Im Gebiet der Porcupine Bank ist der prozentuale Anteil (0,02 %) weitverbreiteter Myctophiden vernachlässigbar gering. Die häufigste weitverbreitete Myctophidenart in allen Gebieten ist *Lobianchia dofleini*. Ihr prozentualer Anteil liegt in keinem Gebiet < 10 %. Sie fehlt aber auf der Porcupine Bank (Tab. 30).

4.2.2 Einfluss lokaler und regionaler Faktoren

Die Untersuchung der lokalen Verteilung mesopelagischer Fische zeigt signifikante Unterschiede in der mesopelagischen Fischgemeinschaft in unterschiedlichen topographischen Bereichen und in verschiedenen vertikalen Tiefenhorizonten. Im Folgenden soll untersucht werden wie sich die mesopelagische Fischgemeinschaft im latitudinalen Gradienten verändert. Die großräumigen, zoogeographischen Veränderungen der Artengemeinschaften zwischen den Untersuchungsgebieten werden dabei mit der lokalen Variabilität in der Topographie und den vertikalen Tiefenhorizonten in Beziehung gesetzt.



Abb. 79: Fünf Untersuchungsgebiete. MDS Plot der Bray-Curtis Ähnlichkeitsmatrix individueller JFT Fänge mesopelagischer Fische zu verschiedenen Tageszeiten.

Die Häufigkeiten mesopelagischer Fische in den Fängen der fünf Untersuchungsgebiete wurden standardisiert (prozentuale Zusammensetzung), um die Proben, die mit unterschiedlichen Fanggeräten gesammelt wurden, miteinander vergleichbar zu machen (Clarke & Warwick 1994). Der MDS Plot zeigt, wie schon die Untersuchung der Einzelgebiete, starke Unterschiede zwischen Tag- und Nachtfängen (Abb. 79). Da auch die ANOSIM signifikante Unterschiede (R = 0,13; p = 0,001) zwischen Fängen

verschiedener Tageszeiten indiziert, werden Tag- und Nachthols getrennt analysiert und Dämmerungshols von der Auswertung ausgeschlossen.

Taghols

Die Tagfänge der fünf Untersuchungsgebiete zeigen eine starke Streuung auf dem MDS Plot. Die bathymetrische Zone (Abb. 80A), der vertikale Tiefenhorizont (Abb. 80B) und das Fanggebiet (Abb. 80C) wurden über den MDS Plot projiziert, um zu untersuchen, welcher dieser drei Faktoren die höchste Übereinstimmung mit der Gemeinschaftsstruktur besitzt. Wie schon die Analyse der lokalen Untersuchungsgebiete zeigt, weisen Ozeanhols (über Tiefen > 1000 m) und Abhanghols (500-1000 m Tiefe) eine große Ähnlichkeit in ihrer Artenzusammensetzung auf und überlagern sich räumlich auf dem MDS Plot (Abb. 80A). Die Fänge über Tiefen < 500 m sind deutlich von Ozean- und Abhanghols zu trennen und konzentrieren sich in der unteren rechten Ecke des MDS Plots.

Die ANOSIM ergibt signifikante Unterschiede zwischen den Hols verschiedener bathymetrischer Zonierungen (R = 0,332, p = 0,001). Der anschließende paarweise Vergleich zwischen den Stationsgruppen macht deutlich, dass sich die Fänge aus dem Schelf- und Plateaubereich signifikant von Abhanghols (R = 0,47; p = 0,001) und ozeanischen Hols (R = 0,68; p = 0,001) unterscheiden. Dagegen zeigen sich keine signifikanten Unterschiede in der Artenzusammensetzung in Abhang- und Ozeanfängen (R = -0,045; p = 0,933).



Abb. 80: Fünf Untersuchungsgebiete. MDS Plots der Bray-Cutis Ähnlichkeitmatrix individueller JFT Tagfänge. In Abb. A-C sind verschiedene Faktoren dargestellt: A. bathymetrischer Bereich, B. vertikaler Tiefenhorizont, C. Untersuchungsgebiet.

Zur Untersuchung des Einflusses der Fangtiefe auf die Gemeinschaftsstruktur wurden die drei Tiefenhorizonte Epipelagial, unteres und oberes Mesopelagial über die Punkte, die einzelne Hols repräsentieren, projiziert (Abb. 80B). Die Hols des unteren Mesopelagials

konzentrieren sich in der Mitte des MDS Plots, während Hols des oberen Mesopelagials stärker über den MDS Plot verstreut sind. Die wenigen Fänge im Epipelagial konzentrieren sich in der oberen rechten Ecke des Plots.

Die ANOSIM indiziert geringe, aber signifikante Unterschiede (R = 0,19; p = 0,002) zwischen den befischten Tiefenhorizonten. Ein paarweiser Vergleich zeigt, dass sich das Epipelagial und das untere Mesopelagial (R = 0,723; p = 0,001), sowie das untere und obere Mesopelagial (R = 0,137; p = 0,015) signifikant in ihrer Artenzusammensetzung voneinander unterscheiden. Dagegen besteht kein Unterschied zwischen epipelagischen Hols und Fängen aus dem oberen Mesopelagial (R = 0,118; p = 0,07).

Die Abb. 80C zeigt, dass die beste Gruppierung der Hols entsprechend der Untersuchungsgebiete erzielt wird. Die Fänge aus dem Gebiet der Porcupine Bank sind in der rechten Hälfte des Plots angeordnet und unterscheiden sich deutlich von den übrigen Untersuchungsgebieten. Die Hols der übrigen vier Gebiete gruppieren sich durch das MDS Verfahren in der linken Hälfte des Plots. Die Fänge aus dem Gebiet des MAR (Twins), Atlantis Bank und Große Meteor Bank bilden mehr oder weniger geschlossene Ähnlichkeit Gruppen, weisen aber insgesamt eine relativ hohe in der Artenzusammensetzung auf.

Die globale R-Statistik (R = 0.54; p = 0.001) der ANOSIM unterstreicht die hohe Bedeutung des Faktors Untersuchungsgebiet für die Ordination der Taghols. Um die Beziehung zwischen der geographischen Distanz und der Ähnlichkeit zwischen den Fischgemeinschaften genauer zu analysieren, wird die paarweise R-Statistik mit der geographischen Distanz zwischen den Gebieten korreliert (Abb. 81).



Abb. 81: Fünf Untersuchungsgebiete (Taghols). Signifikanzniveau p (▼) und R-Statistik (△) der ANOSIM aufgetragen gegen die räumliche Distanz (km) zwischen den Gebieten (obere x-Achse). PB Porcupine Bank, MAR Mittelatlantischer Rücken (Twins), PAB Princess Alice Bank, AB Atlantis Bank, GMB Große Meteor Bank.

zeigen Die Untersuchungsgebiete signifikante Unterschiede (p < 0,05) in der Gemeinschaftsstruktur, ab einer Distanz von 1000 km zueinander. Die R-Werte, die ein Maß der Unähnlichkeitkeit zwischen den Gemeinschaften darstellen, steigen mit zunehmender Entfernung zwischen den Untersuchungsgebieten an. Den geringsten R-Wert (0,048) und damit die größte Ähnlichkeit zeigen die Gemeinschaften der dicht beieinanderliegenden Atlantis Bank und der Princess Alice Bank (Entfernung 443 km). Dagegen unterscheiden sich die weit entfernten Gemeinschaften der Porcupine Bank und der Großen Meteor Bank deutlich (R=0,806) voneinander. Eine Ausnahme bildet der Vergleich zwischen der Großen Meteor Bank und der Princess Alice Bank, die trotz einer geringen Entfernung von 890 km die stärksten relativ Unterschiede in der Fischgemeinschaft zeigen (R=1). Dieser Unterschied ist jedoch statistisch nicht signifikant (p = 0, 1).

Nachthols

Im ersten Schritt wird, wie für die Tagfänge, die bathymetrische Zonierung über den MDS Plot projiziert (Abb. 82A). Es zeigt sich, dass die Fänge in den bathymetrischen Bereichen Abhang (500-1000 m Tiefe) und Ozean (> 1000 m) eine starke Ähnlichkeit in ihrer

Gemeinschaftsstruktur aufweisen, während die Plateau- und Schelfhols (< 500 m) sich deutlich von den anderen Hols unterscheiden. Die Hols der letzteren Kategorie sind relativ stark über den MDS Plot zerstreut. Die R-Statistik der ANOSIM indiziert geringe (R = 0.111), aber signifikante Unterschiede (p = 0.001) zwischen den bathymetrischen Stationsgruppen. Der paarweise Vergleich ergibt, dass sich Plateau-/Schelfhols signifikant Abhanghols (R = 0.225; p = 0.002) und Ozeanhols (R = 0.208; p = 0.001) von unterscheiden. Dagegen sind keine signifikanten Unterschiede zwischen Ozean- und Abhanghols nachweisbar (R = 0.024; p = 0.106). In der Abb. 82B sind die vertikalen Fanghorizonte über den MDS Plot projiziert. Sie zeigt eine hohe Übereinstimmung in der Artenzusammensetzung der verschiedenen Tiefenbereiche. Diese Beobachtung wird durch die R-Statistik der ANOSIM bestätigt, die geringe aber signifikante Unterschiede in der Artenzusammensetzung der Tiefenhorizonte indiziert (R = 0,127; p = 0,01). Der paarweise Vergleich zwischen den Stationsgruppen ist nur signifikant zwischen Fängen im Epipelagial und oberen Mesopelagial (R = 0,152; p = 0,001).

Der MDS Plot der Nachthols in Abb. 82C zeigt eine deutliche Gruppierung der Hols entsprechend der Untersuchungsgebiete. Die Porcupine Bank Fänge sind auf dem MDS Plot räumlich von den Hols aus den anderen Fanggebieten getrennt. Die Fänge aus dem Gebiet des MAR (Twins), der Princess Alice Bank, der Atlantis Bank und der Großen Meteor Bank zeigen Ähnlichkeiten in ihren Artengemeinschaften, bilden auf dem MDS Plot jedoch mehr oder weniger getrennte Gruppen.



Abb. 82: Fünf Untersuchungsgebiete. MDS Plots der Bray-Curtis Ähnlichkeitsmatrix individueller JFT Nachtfänge. In Abb. A-C sind verschiedene Faktoren dargestellt: A. bathymetrischer Bereich, B. vertikaler Tiefenhorizont, C. Untersuchungsgebiet.

Die R-Statistik der ANOSIM zeigt deutliche Unterschiede zwischen den Artengemeinschaften der verschiedenen Untersuchungsgebiete (R = 0,698), die hoch signifikant sind (p = 0,001). Der Vergleich der paarweisen R-Statistik mit der

geographischen Distanz zeigt generell höhere R-Werte für die Nachthols als für Tagfänge (Abb. 83). Die Fischgemeinschaften aller fünf Gebiete unterscheiden sich unabhängig von der räumlichen Distanz signifikant voneinander (p < 0,05). Wie schon in den Tagfängen, ist ein Anstieg der R-Werte und damit der Unähnlichkeit der Gemeinschaften mit zunehmender räumlicher Distanz zu beobachten. Ab einer Entfernung von 500 km unterscheiden sich die mesopelagischen Fischgemeinschaften deutlich voneinander (R-Werte \exists 0,5). Die geringste Ähnlichkeit zeigen die Gemeinschaften des MAR (Twins) und der Großen Meteor Bank (R = 0,95).



Abb. 83: Fünf Untersuchungsgebiete (Nachthols). R-Statistik (△) und Signifikanzniveau p (▼) der ANOSIM aufgetragen gegen die räumliche Distanz (km) zwischen den Gebieten (obere x-Achse). PB: Porcupine Bank, MAR: Mittelatlantischer Rücken (Twins), PAB: Princess Alice Bank, AB: Atlantis Bank, GMB: Große Meteor Bank.

4.2.3 Latitudinaler Vergleich

Die Untersuchung des lokalen Einflusses der topographischen Strukturen auf die mesopelagische Fischgemeinschaft zeigt, dass sich Fänge aus den Flachbereichen der topographischen Strukturen (Seebergplateaus, Kontinentalschelf mit Bodentiefen < 500 m) in ihrer Artenzusammensetzung signifikant von den ozeanischen Hols (> 1000 m Bodentiefe) und den Abhanghols (500-1000 m) unterscheiden. Um die mesopelagischen Fischgemeinschaften verschiedener Gebiete vergleichen zu können, soll der Einfluss der topographischen Strukturen auf die Gemeinschaften so weit wie möglich reduziert werden. Aus diesem Grund werden die Plateau- und Schelfhols (Hols über Bodentiefen < 500 m)

beim latitudinalen Vergleich der Fischgemeinschaften ausgeschlossen. Weiterhin wird die Analyse auf Nachthols beschränkt, weil tagsüber die Befischungsstrategien in den verschiedenen Untersuchungsgebieten zu stark variierten, um die Fänge miteinander vergleichen zu können. Der Einfluss der Fangtiefe auf die Artenzusammensetzung ist in der Nacht geringer als in Tagfängen und wird in der Untersuchung der latitudinalen Aspekte vernachlässigt.

4.2.3.1 Gemeinschaftsanalyse

Die Klassifikation der Hols durch die Clusteranalyse ergibt drei Stationsgruppen (Cluster I-III) auf einem Ähnlichkeitsniveau von 5 % (Abb. 84). Die erste Gruppe (Cluster I) umfasst die Stationen aus vier Untersuchungsgebieten und zeigt auf einem Ähnlichkeitsniveau von 25 % eine Gliederung in zwei Untergruppen (Cluster IA und IB). Cluster IA lässt sich weiter aufgliedern in Cluster IAa, das die Fänge des MAR vereinigt und Cluster IAb, das sich aus den RMT-8 Fängen der Princess Alice Bank zusammensetzt. Cluster IB vereinigt, mit Ausnahme des Hols P10 (Princess Alice Bank), Fänge aus dem Gebiet der Atlantis Bank und der Großen Meteor Bank, die eine große Ähnlichkeit in ihrer Artenzusammensetzung aufweisen. Die zweite Großgruppe (Cluster II) umfasst die Fänge aus dem Gebiet der Porcupine Bank. Die dritte Gruppe (Cluster III) besteht aus einem einzigen Hol (TV5-2) aus dem Gebiet der Porcupine Bank, der aufgrund seiner Artenzusammensetzung keiner anderen Gruppe zugeordnet werden kann.

Eine Klassifikation der Ähnlichkeitsmatrix dient der Identifikation von Artenassoziationen, die häufig gemeinsam in Fängen auftreten. Dabei wurden nur solche Arten berücksichtigt, deren relative Individuenzahl mindestens 15 % in einem Fang beträgt. Diese Reduktion der Artenzahl in der Clusteranalyse wurde durchgeführt, weil das Einbeziehen seltener Arten, die nur durch einzelne Individuen in den Proben vertreten sind, einer Verschleierung der Gemeinschaftsstrukturen zur Folge hat (Clarke & Warwick 1994).



Abb. 84: Dendrogramm der Clusteranalyse für Stationen der fünf Untersuchungsgebiete. ● Mittelatlantischer Rücken (Twins), ◆ Princess Alice Bank, ■ Große Meteor Bank, ▲ Atlantis Bank, ▼ Porcupine Bank.



Abb. 85: Dendrogramm der Clusteranalyse für dominante mesopelagische Fischarten (mit einer relativen Frequenz von mindestens 15 %) der fünf Untersuchungsgebiete. In Klammern das zoogeographische Verbreitungsmuster. NG: nördlich gemäßigt, W: weitverbreitet, ST: subtropisch, GT: gesamttropisch, T: tropisch.

Das Dendrogramm der Artenähnlichkeit zeigt, dass die Trennung der Arten weniger deutlich ist als die der Stationen (Abb. 85). Trotzdem lassen sich Artengruppen identifizieren, die bestimmten Stationsgruppen zuzuordnen sind. Auf einem niedrigen Ähnlichkeitsniveau (2%) ist eine Gliederung in 2 Gruppen (Cluster 1 und 2) erkennbar. Cluster 1 gliedert sich auf einem Ähnlichkeitsniveau von 10 % in drei Untergruppen (Cluster 1A, B und C). Cluster 1A setzt sich aus zwei Arten (Sudis hyalina und Lestidiops affinis) zusammen, die nur an der Großen Meteorbank häufig waren. Cluster 1B vereinigt Arten mit subtropischem (Lepidophanes gaussi), tropischem (Vinciguerria nimbaria) und gesamttropischem Verbreitungsmuster (Ceratoscopelus warmingii, Notoscopelus resplendens). Diese Gruppe repräsentiert das Stationscluster IB und konstituiert sich aus den dominierenden Arten der Atlantis Bank und der Großen Meteor Bank. Cluster 1C vereinigt die Hauptarten des MAR (Twins) und der Porcupine Bank und repräsentiert das Stationscluster IA. Die Zusammensetzung der zoogeographischen Verbreitungsmuster der Arten dieses Clusters ist sehr heterogen. Neben Arten mit weitem Verbreitungsmuster (z.B. Lobianchia dofleini, Electrona rissoi) und Arten mit einem nördlich gemäßigtem Verbreitungsmuster (Notoscopelus bolini, Diaphus holti) sind auch Arten mit einem subtropischen Verbreitungsmuster (Argyropelecus aculeatus, Lampanyctus pusillus) in diesem Cluster vertreten.

Cluster 2 umfasst eine Artenassoziation, die charakteristisch für das Gebiet der Porcupine Bank ist (Stationscluster II) und umfasst Arten mit nördlich gemäßigter Verbreitung (z. B. Benthosema glaciale, Myctophum punctatum, Notoscopelus kroyeri) und die pseudoozeanische Art Maurolicus muelleri mit einem weiten Verbreitungsmuster.

4.2.3.2 Umweltparameter

Um den Einfluß der räumlichen Distanz auf die Ähnlichkeit der mesopelagischen Fischgemeinschaften zu untersuchen, wurde die prozentuale Bray-Curtis Ähnlichkeit mit korreliert (Abb. 86). Die Ähnlichkeit ihr zwischen den mesopelagischen Fischgemeinschaften nimmt mit zunehmender Entfernung deutlich ab. Gebiete, die eine Distanz > 2000 km zueinander aufweisen (Atlantis Bank vs Porcupine Bank und Porcupine Bank vs Große Meteor Bank) haben eine Bray-Curtis Ähnlichkeit von 0. Das heißt, die mesopelagischen Fischgemeinschaften dieser Gebiete verfügen über keine gemeinsamen Arten. Auffällig niedrig sind die Ähnlichkeiten zwischen den Fischgemeinschaften folgender Gebietspaarungen: Atlantis Bank vs Princesse Alice Bank, Princesse Alice Bank vs Große Meteor Bank und Porcupine Bank vs Mittelatlantischer Rücken (Abb. 86). Neben

der räumlichen Distanz sind somit weitere Faktoren für die Unterschiede zwischen den Gebieten verantwortlich.



Abb. 86: Fünf Untersuchungsgebiete. Räumliche Distanz (km) in Beziehung zur (%) Bray-Curtis Ähnlichkeit (Median ± Quartile) zwischen Paarungen der fünf Gebiete. MAR: Mittelatlantischer Rücken (Twins), PAB: Princess Alice Bank, GMB: Große Meteor Bank, AB: Atlantis Bank, PB: Porcupine Bank.

BIO-ENV Analyse wurden verschiedene Stationsparameter (Breitengrad, In der Oberflächenchlorophyllgehalt, -temperatur und -salzgehalt, Bodentiefe, Fangtiefe, sowie die Temperatur in 200 m Tiefe) mit der biotischen Matrix korreliert, denen eine Bedeutung für die großskalige, regionale Verbreitung mesopelagischer Fische beigemessen wird (Tab. 31). Korrelation Der Einzelparameter mit der besten ist der Oberflächenchlorophyllgehalt (r = 0,745), gefolgt von der Temperatur in 200 m Tiefe und der Oberflächentemperatur, die beide einen Korrelationswert von 0,72 aufweisen. Der Breitengrad als einzelner Faktor zeigt einen deutlich geringeren Wert (r = 0,661) als die anderen latitudinalen Umweltparameter.

Die Hinzunahme weiterer Parameter und die Kombinationen der Einzelparameter haben keine Erhöhung der Korrelationswerte zur Folge. Bodentiefe und die Fangtiefe zeigen keine bzw. eine sehr geringe Übereinstimmung mit der großräumigen Gemeinschaftsstruktur der mesopelagischen Fischgemeinschaft und sind in der Tab. 31 nicht dargestellt.

Tab. 31: Ergebnisse der BIO-ENV Analyse für die fünf Untersuchungsgebiete. Rangkorrelationen zwischen der biotischen Ähnlichkeitmatrix und den k = 1, 2, 3, und 4 Kombinationen folgender Umweltvariablen: LAT: Breitengrad, OChI: Oberflächenchlorophyllgehalt, OS: Oberflächensalinität, OT: Oberflächentemperatur, T₂₀₀: Temperatur in 200 m Tiefe, Die Variable(-nkombination) mit der höchsten Korrelation ist **fett** gedruckt.

К	Variable			
1:	OChl (0,745)	OT (0,720)	T ₂₀₀ (0,720)	LAT (0,661)
2:	OT, T ₂₀₀ (0,731)	OT, OChl (0,723)	OChl, T ₂₀₀ (0,722)	OChl, OS (0,721)
3:	OT, T ₂₀₀ , OChl (0,731)	OT, T ₂₀₀ , OS (0,727)	OT OChl, OS (0,72)	OChI, T ₂₀₀ ,OS (0,720)
4:	OT, T ₂₀₀ , OChl, OS (0,73)	OT, T ₂₀₀ , OChl, Lat (0,698)	OS, T ₂₀₀ , OT, LAT (0,695)	OS, OT, T ₂₀₀ , LAT (0,695)
4:	OT, T ₂₀₀ , OChl, OS (0,73)	OT, T ₂₀₀ , OChl, Lat (0,698)	OS, T ₂₀₀ , OT, LAT (0,695)	OS, OT, T ₂₀₀ , LAT (0,695)

4.2.3.3 Artniveau

Die SIMPER Analyse dient der Bestimmung von diskriminierenden Arten, die am stärksten zur Unterscheidung von Stationsgruppen beitragen (Tab. 32). Die Fänge der Porcupine Bank unterscheiden sich von den Fängen anderer Gebiete durch die hohe Abundanz von *Benthosema glaciale*. Der Anteil dieser Art an der Unähnlichkeit beträgt in allen vier Gebietspaarungen > 12 %. *Notoscopelus bolini* ist aufgrund der Häufigkeit ihres Auftretens eine Charakterart für die Fänge im Gebiet des MAR (Twins). Die Fänge im Gebiet der Princess Alice Bank unterscheiden sich von den anderen Gebieten durch hohe Fangzahlen von *Lobianchia dofleini* und *Lampanyctus pusillus*. Die Gemeinschaften der Atlantis Bank und der Großen Meteor Bank können von den anderen Gebieten durch die höhere Abundanz von *Ceratoscopelus warmingii* abgegrenzt werden.

Tab. 32: Diskriminierende Arten zwischen den fünf Untersuchungsgebieten identifiziert durch SIMPER Analyse. ZV: Zoogeographisches Verbreitungsmuster. NG: nördlich gemäßigt, W: weitverbreitet, ST: subtropisch, GT: gesamttropisch, T: tropisch. Abd.1: mittlere Abundanz im ^{1ten} Gebiet (Zeile), Abd. 2: mittlere Abundanz im ^{2ten} Gebiet (Spalte) und der %-Anteil der Art an der Unähnlichkeit der Gebiete. Abundanz in Individuen/10 000 m³.

	Porcupine Ban	×	MAR (Twins)		Princess Alice Bank	Atlantis Bank	
	Art (ZV)/1 Abd./2 Abd/	% Unähnl.	Art (ZV)/1 Abd./2 Abd/ % I	Unähnl.	Art (ZV)/1 Abd./2 Abd/ % Unähnl.	Art (ZV)/1 Abd./2 Abd/	% Unähnl.
MAR (Twins)	Benthosema glaciale (NG) Notoscopelus bolini (NG)	0,01 13,80 13,50 2,53 0,00 9,10					
	Lobianchia doffeini (W)	2,50 0,00 9,00					
	Myctophum punctatum (NG)	0,09 1,49 5,90					
	Hygophum hygomii (ST)	1,07 0,00 5,75					
Princess Alice Bank	Benthosema glaciale (NG)	0,06 13,80 15,54	Notoscopelus bolini (NG) 0,0	17 2,53 9,42			
	Lobianchia dofleini (W)	4,55 0,00 10,57	Hygophum hygomii (ST) 0,0:	33 1,07 6,19			
	Lampanyctus pusillus (ST)	2,75 0,00 8,14	Ceratoscopelus warmingii (GT) 2,0	07 0,02 5,64			
	Myctophum punctatum (NG)	0,32 1,49 6,78	Lampanyctus pusillus (ST) 2,7	75 0,73 4,51			
			Lobianchia dofleini (W) 4,5	55 2,50 4,25			
			Diaphus hotti (NG) 1,1-	4 0,33 3,80			
			Diogenichthys atlanticus (W) 1,1'	17 0,00 3,44			
			Electrona rissoi (W) 0,0	01 0,39 3,10			
Atlantic Rank	Benthosema glaciale (NG)	0,00 13,80 14,41	Ceratoscopelus warmingii (GT) 3,3	36 0,02 11,01	Ceratoscopelus warmingii (GT) 3,36 2,07 7,40		
	Ceratoscopelus warmingii (GT)	3,36 0,00 11,98	Notoscopelus bolini (NG) 0,0	00 2,53 8,99	Lampanyctus pusillus (ST) 0,37 2,75 5,69		
	Myctophum punctatum (NG)	0,00 1,49 7,37	Notoscopelu resplendens (GT) 0,7	78 0,00 5,12	Lobianchia dofleini (W) 0,55 4,55 5,49		
	Lobianchia dofleini (W)	0,55 0,00 6,30	Lobianchia dofleini (W) 0,5	55 2,50 3,74	Notoscopelu resplendens (GT) 0,78 0,13 5,11		
			Hygophum hygomii (ST) 0,2	22 1,07 3,14	Diaphus holti (NG) 0,00 1,14 4,75		
			Lampanyctus crocodilus (NG) 0,0	01 0,33 2,86	Diogenichthys atlanticus (W) 0,20 1,17 3,70		
			Electrona rissoi (W) 0,0	00 0,39 2,73	Vinciguerria poweriae (ST) 0,08 0,62 3,54		
			Vinciguerria nimbaria (T) 0,0	38 0,00 2,68	Hygophum hygomii (ST) 0,22 0,03 3,19		
					Vinciguerria nimbaria (T) 0,08 0,05 2,98		
Große Meteor Bank	Benthosema glaciale (NG)	0,00 13,80 12,50	Notoscopelus bolini (NG) 0,0	00 2,53 7,31	Lampanyctus pusillus (ST) 0,00 2,75 6,16	Ceratoscopelus warmingii (GT)	1,26 3,36 5,89
	Myctophum punctatum (NG)	0,00 1,49 6,47	Ceratoscopelus warmingii (GT) 1,2	26 0,02 5,32	Hygophum hygomii (ST) 0,39 0,03 4,88	Lestidiops affinis (GT)	0,25 0,00 5,72
	Ceratoscopelus warmingii (GT)	1,26 0,00 6,13	Lestidiops affinis (GT) 0,2	25 0,00 4,27	Lobianchia dofleini (W) 0,62 4,55 4,74	Sudis hyalina (W)	0,14 0,00 4,08
	Hygophum hygomii (ST)	0,39 0,00 5,18	Vinciguerria nimbaria (T) 0,2	26 0,00 3,87	Lestidiops affinis (GT) 0,25 0,00 4,73	Hygophum hygomii (ST)	0,39 0,22 3,75
	Lestidiops affinis (GT)	0,25 0,00 4,84	Lampanyctus pusillus (ST) 0,0	00 0,73 3,80	Vinciguerria nimbaria (T) 0,26 0,05 4,12	Vinciguerria nimbaria (T)	0,26 0,08 3,58
	Lobianchia dofleini (W)	0,62 0,00 4,50	Notoscopelu resplendens (GT) 0,2	29 0,00 3,36	Ceratoscopelus warmingii (GT) 1,26 2,07 4,03	Lobianchia dofleini (W)	0,62 0,55 3,46
	Vinciguerria nimbaria (T)	0,26 0,00 4,47	Lobianchia dofleini (W) 0,6	32 2,50 3,24	Diaphus holti (NG) 0,00 1,14 3,78	Notoscopelu resplendens (GT)	0,29 0,78 3,46
			Sudis hyalina (W) 0,14	4 0,00 3,04	Notoscopelu resplendens (GT) 0,29 0,13 3,40	Lampanyctus pusillus (ST)	0,00 0,37 3,13
			Diaphus mollis (GT) 0,11	15 0,01 2,55	Sudis hyalina (W) 0,14 0,00 3,38	Diplospinus multistriatus	0,07 0,00 2,88
			Lampanyctus crocodilus (NG) 0,0	00 0,33 2,51	Diaphus mollis (GT) 0,15 0,04 2,74	Lepidophanes gaussi (ST)	0,28 0,26 2,86
			Chauliodus danae	8 0,00 2,50		Diaphus molifs (GT)	0,15 0,05 2,77

4.2.3.4 Ökologische Indices

Der Vergleich der kumulativen Artenzahlen in den Nachtfängen ergibt deutliche Unterschiede zwischen den fünf Untersuchungsgebieten (Abb. 87A).



Abb. 87: Fünf Untersuchungsgebiete. A. Kumulative Artenzahl mesopelagischer Fische der zufällig gemischten Nachthols, B. Kumulative Dominanzkurve (%) der Arten in der Rangfolge ihrer Abundanz.

Die kumulative Artenzahl beträgt 19 in Fängen im Gebiet der Porcupine Bank und ist damit deutlich niedriger als im Gebiet der Princess Alice Bank (50 Arten), der Großen Meteor Bank (61), des MAR (69) und der Atlantis Bank mit 83 Arten. Der Verlauf der Kurven deutet daraufhin, dass mit Ausnahme der Porcupine Bank die Artenkurven weit vom Erreichen des asymptotischen Maximalwertes entfernt sind. Die kumulativen Kurven der südlicheren Gebiete steigen wesentlich steiler an als die Kurve der Porcupine Bank Fänge. Den steilsten Anstieg zeigen die Fänge im Gebiet der Großen Meteor Bank.

Die Dominanzkurve für die Porcupine Bank Fänge liegt deutlich über den Kurven für die anderen Gebiete (Abb. 87B). Ihr Verlauf resultiert aus der starken Dominanz der Myctophidenart *Benthosema glaciale*, auf die mehr als 80 % der Individuen in diesem Gebiet entfallen. Die kumulativen Dominanzkurven der vier südlichen Gebiete haben einen vergleichbaren Verlauf. Hier verteilen sich die Individuen auf mehr Arten und die Dominanz einzelner Arten ist weniger ausgeprägt. Die Kurve der Meteor Fänge zeigt einen sigmoidalen Verlauf und repräsentiert die artenreichste Gemeinschaft.

Die Artenzahlen pro Hol unterscheiden sich signifikant (H = 54,0; p < 0,001) in den einzelnen Untersuchungsgebieten und nehmen im latitudinalen Verlauf von Norden nach Süden zu (Abb. 88A, Tab. 33). Der Medianwerte der Artenzahl in den Porcupine Bank Fängen ist mit 3,5 signifikant niedriger als im Gebiet des MAR (24), der Princess Alice Bank (13), der Atlantis Bank (20,5) und der Großen Meteor Bank mit 31 Arten.

Ein ähnliches Muster ist beim Vergleich der Shannon Diversität H' erkennbar, das signifikante Unterschiede zwischen den Untersuchungsgebieten zeigt (Abb. 88B, Tab. 33). Die Fänge im Gebiet der Porcupine Bank weisen die mit Abstand geringste Diversität auf (0,65). Die medianen H' Werte in den südlichen Gebieten sind deutlich höher, der Maximalwert von 2,49 resultiert aus Fängen im Gebiet des MAR (Twins). Signifikante Unterschiede ergeben sich ebenfalls beim Vergleich der Medianwerte der Äquität (Abb. 88C, Tab. 33). Der mediane J' Wert ist mit 0,5 am geringsten in den Porcupine Bank Fängen und unterscheidet sich signifikant von der Äquität im Gebiet des MAR (0,77), der Princess Alice Bank (0,76) und der Großen Meteor Bank (0,84), nicht jedoch von der Atlantis Bank (0,69).

Die Einbeziehung taxonomischer Aspekte in die Berechnung der Diversität vermittelt ein ähnliches Bild wie die Ergebnisse der vorherigen Indices. Die taxonomische Diversität Δ unterscheidet sich signifikant in den fünf Untersuchungsgebieten und erneut sind die Δ Werte in den Fängen der Porcupine Bank signifikant niedriger als in den übrigen Untersuchungsgebieten (Abb. 88D, Tab. 33). Ein Vergleich der taxonomischen Distanz Δ^* zeigt geringere Unterschiede zwischen den Untersuchungsgebieten (Abb. 88E). Nur die Δ^* Werte der Porcupine Bank und der Großen Meteor Bank unterscheiden sich signifikant voneinander (Tab. 33).

Die Dichten mesopelagischer Fische unterscheiden sich in den einzelnen Gebieten signifikant voneinander (Abb. 88F, Tab. 33). Am höchsten ist der Medianwert der Dichte (15,1 Individuen/10 000 m³) in den RMT-8 Fangen an der Princess Alice Bank, gefolgt vom MAR (10,0), der Porcupine Bank (8,2), der Großen Meteor Bank (5,6) und der Atlantis Bank (5,0). Die höchste Variabilität zeigen die Dichtewerte im Bereich der Porcupine Bank, wo der Maximalwert 172 Individuen/10 000 m³ beträgt.



Abb. 88: Ökologische Indices für die fünf Untersuchungsgebiete. PB: Porcupine Bank, MAR: Mittelatlantischer Rücken (Twins), PAB: Princess Alice Bank, AB: Atlantis Bank, GMB: Große Meteor Bank. ■ Median, gefüllte Balken markieren das obere und untere Quartil, Minimal- und Maximalwerte sind angegeben, n: Anzahl der Hols, A. Artenzahl, B. Shannon Diversität H', C. Pielou's Äquität J', D. Taxonomische Diversität Δ, E. Taxonomische Distanz Δ*, F. Dichte mesopelagischer Fische (Individuen/10 000 m³).

Tab. 33: Signifikanztests auf Unterschiede in der Diversität und Dichte zwischen den fünf Untersuchungsgebieten AB: Atlantis Bank, GMB: Große Meteor Bank, MAR: Mittelatlantischer Rücken (Twins), PAB: Princess Alice Bank, PB: Porcupine Bank anhand der H Statistik des Kruskal-Wallis Tests, paarweiser Vergleich mit einem post-hoc Test nach Dunn.

Parameter	Artenzahl S	Diversität H'	Äquität J'	Taxon. Diversität	Taxon. Distanz	Dichte
H Statistik	54,0***	57,0***	19,7***	39,1***	16,2**	12,0*
MAR vs PB	MAR>PB*	MAR>PB*	MAR>PB*	MAR>PB*		
MAR vs PAB						
MAR vs GMB						
MAR vs AB						
AB vs PB	AB>PB*	AB>PB*		AB>PB*		
AB vs PAB						
AB vs GMB						
GMB vs PB	GMB>PB*	GMB>PB*	GMB>PB*	GMB>PB*	GMB>PB*	
GMB vs PAB						
PAB vs PB	PAB>PB*	PAB>PB*	PAB>PB*	PAB>PB*		

*p<0,05; **p<0,005; ***p <0,001

4.2.3.5 Diversität in Beziehung zur Chlorophyllkonzentration

In der Abb. 89 ist die mittlere Chlorophyllverteilung in den Augustmonaten der Jahre 1998 bis 2000 für den Nordost-Atlantik dargestellt. Die Graphik verdeutlicht, dass die fünf Untersuchungsgebiete in sehr verschiedenen produktionsbiologischen Zonen lokalisiert sind. Das Gebiet der Porcupine Bank weist die höchsten Chlorophyllgehalte für die Augustmonate auf (Mittelwert 0,531 mg/m³) auf, gefolgt von der Princess Alice Bank (0,115), dem MAR (0,081), der Atlantis Bank (0,044) und der Großen Meteor Bank (0,026).

Die Beziehung zwischen den produktionsbiologischen Verhältnissen und der Diversität wird untersucht, indem der mittlere Chlorophyllgehalt des Untersuchungsgebiets mit der Artenzahl mesopelagischer Fische korreliert wurde (Abb. 90). Mit Hilfe der "rarefaction" Methode wurde die kumulative Artenzahl mesopelagischer Fische für 1107 Individuen bestimmt. Die Zahl entspricht der niedrigsten Fangzahl mesopelagischer Fische in einem der fünf Gebiete. Die Abb. 90 zeigt eine negative Korrelation zwischen der Artenzahl und den entsprechenden Chlorophyllgehalten. Der Verlauf der Regressionsgeraden deutet auf eine logarithmisch lineare Beziehung hin.



Abb. 89: Chlorophyllverteilung (mg/m³) im Nordost-Atlantik gemittelt für die Augustmonate der Jahre 1998 bis 2000.



Abb. 90: Beziehung zwischen der Artenzahl (rarefaction) und dem Chlorophyllgehalt in den fünf Untersuchungsgebieten. AB: Atlantis Bank, GMB: Große Meteor Bank, MAR: Mittelatlantischer Rücken (Twins), PAB: Princess Alice Bank, PB: Porcupine Bank. Eine logarithmische Regressionsgerade ist eingezeichnet (y = 20,85 ln(x) - 0,3873; R = 0,981).
5 Diskussion

5.1 Methodische Analyse

5.1.1 Fanggeräte

Die wichtigste Vorraussetzung für die ökologische Untersuchung einer Fischgemeinschaft ist ihre adäquate Beprobung. Das Hauptproblem bei der Verwendung kleiner wissenschaftlicher die Fanggeräte ist Netzvermeidung durch mobile Mikronektonorganismen (Harrisson 1967; Pearcy 1980). Große kommerzielle Netze besitzen, aufgrund ihrer effektiven Netzöffnung (> 200 m^2) und der Geschwindigkeiten (3-5 kn) mit der sie geschleppt werden, eine höhere Fangeffizienz als kleinere Fanggeräte wie z.B. das Rectangular Midwater Trawl (RMT) und Isaac-Kidds Midwater Trawl (IKMT), die gewöhnlich eine Netzöffnung von weniger als 10 m² aufweisen (Krefft 1976; Pearcy 1980). Große, kommerzielle Trawls sind daher besser zum Fang schnell schwimmender Organismen wie großen mesopelagischen Fischen, dekapoden Krebsen und Tintenfischen geeignet (Watanabe et al. 1999). Sie haben jedoch den Nachteil, dass kleine mesopelagische Fischarten durch die bei solchen Geräten relativ großen Maschen entkommen können. Auch ist der Einsatz nur von großen Forschungsschiffen (z.B. FS "Walther Herwig") aus möglich (Kashkin & Parin 1983).

Das JFT, das in vier Untersuchungsgebieten der vorliegenden Studie zum Einsatz kam, hat eine effektive Netzöffnung von 80 m² und eine Maschenweite von 11 mm im Steert. Die Verwendung dieser geringen Maschenweite ist aufgrund des hohen friktionalen Widerstandes nicht für das gesamte Netz möglich. In den Flügeln und im Tunnel des JFT wurden daher ein Netztuch mit größeren Maschen (400 mm) verwendet, die zwar eine potentielle Fluchtmöglichkeit für mesopelagische Fische darstellen, aber vermutlich durch ihre Scheuchwirkung die Fische größtenteils in den engmaschigeren Steertbereich treiben (Watanabe *et al.* 1999). Das JFT stellt somit einen Kompromiss zwischen den Fangeigenschaften großer kommerzieller Trawls und kleineren wissenschaftlichen Fanggeräten dar, indem einerseits die Netzöffnung groß genug ist, um ein breites Längenspektrum mesopelagischer Fische zu erfassen, und anderseits die Abmessung des Netzes einen Einsatz auch auf Forschungsschiffen erlaubt.

Abweichend von den anderen Gebieten erfolgte die Probennahme im Gebiet der Princess Alice Bank mit einem Rectangular Midwater Trawl (RMT-8), das durch eine Netzöffnung von 8 m² und eine Maschenweite von 4 mm gekennzeichnet ist. Da die Netzöffnung, die Maschenweite und die Schleppgeschwindigkeit einen wesentlichen Einfluß auf die

Fangeigenschaften und die Selektivität eines Netzes haben (Kashkin & Parin 1983), wurden mit dem JFT und RMT-8 sehr wahrscheinlich unterschiedliche Größenspektren der mesopelagischen Fischgemeinschaft gefangen. Ein Vergleich der Längenhäufigkeitsverteilung der Fische zeigt, dass die Standardlänge (Median 26 mm) in RMT-8 Fängen über der Princess Alice Bank signifikant niedriger ist (Kruskal-Wallis Test, H = 1602,8; p < 0.001) als in den JFT Fängen der anderen Gebiete (Abb. 91). Insbesondere Fische des Längenbereichs 10-24 mm sind in den RMT-8 Fängen stärker repräsentiert als in den JFT Fängen. Im Gegensatz dazu sind mesopelagische Fische > 34 mm in den RMT-8 Fängen deutlich unterrepräsentiert (Abb. 91). Diese Beobachtungen bestätigen, dass durch den Einsatz verschiedener Maschenweiten die Längenzusammensetzung mesopelagischer Fische stark beeinflusst wird (Gartner et al. 1989) und die Verwendung größerer Netzte in einer Größenzunahme der gefangenen Fische resultiert (Harrisson 1967; Pearcy 1980). Kleine mesopelagische Fischarten wie z.B. Diogenichthys atlanticus und juvenile Entwicklungsstadien größerer Arten sind in den RMT Fängen besser repräsentiert als in den JFT Fängen. In dieser Arbeit wurde deshalb auf einen Vergleich der Längenhäufigkeitsverteilungen zwischen den verschiedenen Gebieten verzichtet.

Nach Kashkin & Parin (1983) sind die Fangergebnisse bestimmter Geräte durch eine spezifische taxonomische Zusammensetzung der Arten gekennzeichnet. Demnach beträgt der typische Anteil von Myctophiden in Fängen mit großen pelagischen Trawls ungefähr 90 %. Die vorliegende Studie zeigt eine relativ gute Übereinstimmung in der taxonomischen Artenzusammensetzung zwischen RMT-8 Fängen und JFT Fängen. Der prozentuale Anteil von Myctophiden beträgt 82,5 % der gefangenen Individuen in RMT-8 Fängen und variiert zwischen 72,2 % und 88,6 % in JFT Fängen (Tab. 29). Dieser Befund zeigt, dass mit dem JFT und dem RMT-8 die gleiche Gemeinschaft befischt wurde, was damit den Vergleich zwischen Fängen beider Geräte zulässt.



Abb. 91: Längenhäufigkeit mesopelagischer Fische aus Jungfischtrawl (JFT) und Rectangular Midwater Trawl (RMT-8) Fängen verschiedener Gebiete, in Klammern: Zahl der vermessenen Individuen.

Die Beprobung vertikaler Tiefenhorizonte pelagischen mit Trawls ohne Schließmechanismus birgt die Gefahr, dass die Fänge beim Aussetzen und Hieven des Netzes durch Organismen kontaminiert werden, die nicht aus der Zieltiefe des Fanggerätes stammen (Pearcy 1980; Watanabe et al. 1999). Aus diesem Grund wurde beim Aussetzen des JFT die Schiffsgeschwindigkeit erhöht und beim Hieven auf 2 Kn verringert. Diese Fangtechnik bewirkt ein Kollabieren des Netzes, was die Fängigkeit des JFT während des Vorgangs des Hievens und Fierens stark reduziert. Eine adäquate Fangtechnik kann die Kontamination der Fänge durch Organismen, die nicht aus der Zieltiefe des Netzes stammen auf < 2 % minimieren (Watanabe et al. 1999). Mit dem aufgrund des fehlenden Schließmechanismus und der starren RMT-8 konnten Netzkonstruktion keine diskreten Tiefenhorizonte im Gebiet der Princess Alice Bank befischt werden.

In den letzten Jahren hat sich die Bedeutung bioakustischer Methoden zur Untersuchung der Verbreitung und Biomasse mesopelagischer Organismen stark erhöht (Giske *et al.* 1990; Mozgovoy & Bekker 1991; Kaartvedt *et al.* 1996; Benoit-Bird *et al.* 2001; McClatchie & Dunford 2003). Akustische Aufnahmen haben im Vergleich zu Netzfängen den Vorteil, dass wesentlich größere Wasservolumina erfasst werden können und eine bessere Auflösung der Vertikalverteilung der Mikronektonorganismen möglich ist (Brooks &

Saenger 1991). Aus dem Vergleich zwischen stratifizierten Netzfängen und akustischen Echolotaufzeichnungen wird geschlussfolgert, dass lediglich 4 bis 14 % der Mikronektonbiomasse mit pelagischen Trawls erfasst wird (Koslow et al. 1997). Der große Nachteil von akustischen Untersuchungen ist aber die mangelnde Spezifität der Methode und die hohe Variabilität der akustischen Reflektionseigenschaften von pelagischen Organismen in Abhängigkeit von der Existenz oder dem Fehlen von Hartstrukturen oder gasgefüllten Schwimmblasen (Wiebe et al. 1990). Deshalb sind konventionelle Netzfänge zur Analyse der Größen- und Artenzusammensetzung der untersuchten Gemeinschaft nach wie vor unverzichtbar (Brooks & Saenger 1991; Koslow et al. 1997). Wegen der nicht quantifizierbaren Fangeffizienz des JFT wurde in der vorliegenden Studie auf eine Abschätzung der mesopelagischen Fischbiomasse verzichtet.

5.1.2 Probennahme

In den fünf Untersuchungsgebieten wurden unterschiedliche Beprobungsstrategien angewandt. Während im Gebiet der Porcupine Bank und der Princess Alice Bank weiträumige Stationsnetze beprobt wurden, erfolgte die Probennahme bei den Twins, der Atlantis Bank und der Großen Meteor Bank in räumlich begrenzten topographischen Bereichen. Die beiden Strategien weisen Vor- und Nachteile auf: Während eine weiträumige Beprobung eine gute Auflösung der horizontalen Verbreitung von Organismen liefert, ermöglicht die punktuelle Probennahme eine wesentlich höhere Zahl von Replikationen. Die Beprobung verschiedener Tiefenhorizonte, wie sie am MAR (Twins) und der Atlantis Bank durchgeführt wurde, liefert zudem Informationen über die Vertikalverteilung der Organismen.

Die Probennahmen mesopelagischer Fische in den einzelnen Gebieten erfolgten in verschiedenen Jahren. Die hydrographischen Bedingungen und der Verlauf ozeanographischer Fronten, die eine große Bedeutung für die Verteilung pelagischer Organismen besitzen, sind einer inter- und intraanuellen Variabilität unterworfen. Da die vier Forschungsreisen jedoch alle im Sommer bzw. Frühherbst durchgeführt wurden, sollte trotz dieser Einschränkung eine generelle Vergleichbarkeit der Gemeinschaften unter zoogeographischen Aspekten gegeben sein.

Viele Studien zur Zoogeographie mesopelagischer Fische weisen eine wesentlich höhere geographische als eine lokale Probennahmeintensität auf (Barnett 1984). Gute Beispiele hierfür sind die Studien von Backus *et al* (1970), Krefft (1974; 1976) und Hulley (1981), in denen ausgedehnte latitudinale Transekte im Atlantik beprobt wurden, um Veränderungen

in den Fischgemeinschaften zu erfassen. Andere Untersuchungen weisen eine höhere lokale Probennahmeintensität in mesoskaligen Gebieten von 50-200 km Durchmesser auf (Jahn & Backus 1976; Barnett 1983; Barnett 1984; Figueroa et al. 1998). Nach Angel (1997) sind Studien in lokal begrenzten Gebieten ungeeignet um biogeographische Prozesse zu identifizieren. Dagegen stellt Barnett (1984) die zoogeographische Aussagekraft großskaliger Studien in Frage, weil die Variabilität in der Abundanz und Artenzusammensetzung der Gemeinschaft aufgrund fehlender Probenreplikation vernachlässigt wird. Der Schwerpunkt der vorliegenden Arbeit liegt in der Untersuchung des Einflusses topographischer Erhebungen in verschiedenen Gebieten auf die mesopelagischen Fischgemeinschaften. Da die Struktur und Zonierung mesopelagischer Gemeinschaften nur im lokalen Maßstab identifiziert werden kann (Hulley 1992), wurden die jeweiligen Gebieten, deren räumlich Ausdehnung zwischen 20 und 400 km beträgt, mit relativ hoher Intensität (12-187 Hols pro Gebiet) beprobt. Der Verlauf der kumulativen Artenkurven (Abb. 87A) zeigt, dass nur für die Porcupine Bank davon ausgegangen werden kann, dass fast alle in dem Gebiet vorhandenen mesopelagischen Fischarten mit dem JFT gefangen wurden. Die Kurven für die anderen Gebiete sind weit vom Erreichen eines asymptotischen Maximalwerts entfernt. Dementsprechend ist die tatsächliche Gesamtartenzahl in den entsprechenden Gebieten sehr wahrscheinlich wesentlich höher als die in der vorliegenden Studie ermittelten Werte. Um die Gebiete besser miteinander vergleichen zu können, müsste die Probenzahl am MAR (Twins), Princess Alice Bank, Atlantis Bank und an der Großen Meteor Bank deutlich gesteigert werden.

5.2 Faunistische Zusammensetzung

Die univariate und multivariate Analyse der mesopelagischen Fischgemeinschaft aus epiund mesopelagischen Bodentiefen zeigt in allen Untersuchungsgebieten deutliche Unterschiede in der Artenzusammensetzung zwischen Tag- und Nachtfängen. In zahlreichen Studien wurde schon die tageszeitliche Vertikalverteilung von ozeanischem Mikronekton untersucht. Die Wassersäule von 0-1000 m wurde sowohl mit Schräghols untersucht (Pearcy & Laurs 1966; Pearcy *et al.* 1977) als auch durch stratifizierte Fänge befischt (Roe & Badcock 1984; Hulley 1992; Williams & Koslow 1997; Watanabe *et al.* 1999). Diskrete Tiefenhorizonte wurden im subtropischen Nordost-Atlantik bis 3000 m (Badcock & Merrett 1977), im tropischen Nordost-Atlantik bis 1250 m Tiefe (Kinzer & Schulz 1985; 1988) und im Nordwest-Atlantik bis 1550 m Tiefe beprobt (Gibbs & Karnella 1987; Howell 1987; Karnella 1987; Brooks & Saenger 1991). Ein generelles Muster der Vertikalverteilung ist, dass die meisten Mikronektonarten sich am Tag zwischen 300 und 1000 m Tiefe aufhalten und ihre Häufigkeit im Tiefenbereich < 1000 m stark abnimmt (Badcock & Merrett 1976; Brooks & Saenger 1991). Durch die Aufwärtswanderung der Arten ins Epipelagial wird das Abundanzmaximum in der Nacht in oberflächennahe Tiefen verschoben (Clarke 1973; Badcock & Merrett 1976). Die Mehrzahl der Myctophidenarten führt ausgeprägte tagesperiodische Vertikalwanderungen durch, deren vertikale Distanz bis zu 1500 m betragen kann (Badcock & Merrett 1976; Hulley 1981; Kinzer & Schulz 1985; Karnella 1987). Bei zahlreichen Arten der Familie Sternoptychidae und Phosichthydae, ist eine in ihrer vertikalen Ausdehnung begrenzte oder auch vollständig fehlende Vertikalwanderung zu beobachten (Badcock 1984c; 1984b; Howell 1987; Kinzer & Schulz 1988). Unterschiedliche Muster der Vertikalwanderung wurden in dieser Studie für verschiedene Fischarten im Gebiet der Atlantis Bank untersucht.

Tagesperiodische Vertikalwanderungen verändern die Gemeinschaftsstruktur zwischen Tag- und Nachtfängen (Williams & Koslow 1997). Infolgedessen dominieren nachts in den fünf Untersuchungsgebieten Myctophidenarten, wogegen am Tag Arten der Familien Sternoptychidae und Phosichthydae die Individuenzahlen der Myctophiden übersteigen. Gleichzeitig wurden mehr mesopelagische Fische in der Nacht als am Tag gefangen. Es ist unklar, ob die Abnahme mesopelagischer Fische in Tagfängen durch Abwanderung in Tiefen unterhalb 800 m begründet ist, oder ob die reduzierten Fangzahlen auf eine verstärkte Netzvermeidung am Tag zurückgehen. Letztere wird von Pearcy & Laurs (1966) angenommen. Die geringe Häufigkeit in Tagfängen von Arten wie z.B. Lampanyctus pusiilus und Notoscopelus bolini am MAR (Twins), sowie Ceratoscopelus warmingii und Notoscopelus bolini an der Atlantis Bank sind mit hoher Wahrscheinlichkeit auf tagesperiodische Vertikalwanderungen zurückzuführen. Ein solches Wanderverhalten ist für diese Arten in der Literatur mehrfach beschrieben (Badcock & Merrett 1976; Kinzer & Schulz 1985) Die vergleichsweise hohen Fangzahlen am Tag von Arten mit schwacher Vertikalwanderung wie Electrona rissoi und Diaphus holti am MAR (Twins) und Argyropelecus aculeatus an der Atlantis Bank zeigen, dass die Netzvermeidung in der vorliegenden Studie keine große Bedeutung hat.

Unabhängig von dieser Fragestellung, machten die Unterschiede in der Artenzusammensetzung und der Dichte eine getrennte Analyse für Tag- und Nachtfänge erforderlich. Auf dieser Basis wird die Artenzusammensetzung der mesopelagischen Fischgemeinschaft in den Untersuchungsgebieten diskutiert.

5.2.1 Porcupine Bank

Die Artenzusammensetzung, der auf der Porcupine Bank gefangenen mesopelagischen Fischfauna, weicht nicht wesentlich von den für diesen Bereich beschriebenen Arten ab (Krefft 1974; Hulley 1981; Whitehead *et al.* 1984).

Die Dominanz von Myctophiden, sowohl in der Häufigkeit als auch der Biomasse, bestätigt die Ergebnisse von Untersuchungen im Bereich der benachbarten Rockall Bank (Post 1988) und dem Rockall Trough (Kawaguchi & Mauchline 1982; Merrett 1986; Kawaguchi & Mauchline 1987; Hulley 1992). In der vorliegenden Studie wurden insgesamt 9 Myctophidenarten im Bereich der Porcupine Bank identifiziert. Diese Zahl entspricht 40 % aller für dieses Gebiet nachgewiesenen Myctophidenarten (Nafpaktitis *et al.* 1977; Post 1988; Hulley 1992). Die höhere Anzahl von Myctophidenarten in den Untersuchung von Post (1988) mit 16 Arten und von Hulley (1992) mit 17 Arten könnte auf Unterschiede in den Fangmethoden beruhen. Die Untersuchungen von Post (1988) und Hulley (1992) erfolgte mit einem kommerziellen pelagischen Trawl (Engel PT 1600), das eine geschätzte effektive Netzöffnung von 600 m² hat. Größere Trawls besitzen wie schon gesagt eine höhere Fängigkeit als kleine Netze, was dann auch zu einer höheren Zahl gefangener Arten führt (Kashkin & Parin 1983).

Die Untersuchungen von Hulley (1992) und Post (1988) beruhen auf Fängen bis 800 m Tiefe. In der vorliegenden Untersuchung setzen sich die Fänge zu 86 % aus epipelagischen Hols zusammen und die maximale Fangtiefe beträgt nur 500 m. Deshalb wurden in der vorliegenden Studie nur Arten gefangen, die im Epipelagial bzw. oberen Mesopelagial auftreten. Ein Vergleich der in dieser Studie gefundenen Myctophidenarten mit den Arten in den Untersuchungen von Hulley (1992) und Post (1988) zeigt, dass Myctophidenarten mit einem subtropischen Verbreitungsmuster wie z.B. *Diaphus effulgens*, *Lampadena urophaos atlantica*, *Lampanyctus pusillus* bei der vorliegenden Untersuchung nicht gefunden wurden. Diese Arten halten sich hauptsächlich in Tiefen unterhalb von 600 m auf. In dieser Tiefe existiert ein Mischwasserköper von Nordatlantischem und Mediterranem Wasser. Es wird angenommen, dass das Auftreten von Myctophidenarten mit subtropischer Verbreitung an diesen Wasserkörper gebunden ist.

Die Nachtfänge auf Ozean- und Abhangstationen der Porcupine Bank werden von *Benthosema glaciale* dominiert (73,3 % der gefangenen Individuen). Die hohe Abundanz dieser Art in dem Gebiet wurde schon von Kawaguchi & Mauchline (1982) auf der Rockall Bank und von Post (1988) für die Hatton Bank beschrieben. Entsprechend gilt *B. galciale*

als eine der häufigsten Myctophidenart im subarktischen und gemäßigten Nord-Atlantik (Jahn & Backus 1976; Nafpaktitis *et al.* 1977).

Die mittlere Standardlänge von *B. glaciale* in der vorliegenden Studie beträgt 30 mm und liegt damit deutlich unter den von Hulley (1992) gemessenen Mittelwerten, die in Abhängigkeit vom befischten Tiefenhorizont zwischen 36 und 53 mm variieren. Entsprechend einer Wachstumskurve von Gjoesaeter (1981a) sind die von uns gefangenen Individuen juvenil und repräsentierten die Altersklassen 0 und 1. Das Fehlen adulter Altersklassen wird auf die geringe Fangtiefe (nur 2 Nachthols > 300 m im Ozeanund Abhangbereich) zurückgeführt. Nach Halliday (1970) nimmt die mittlere Standardlänge von *B. glaciale* in größeren Tiefen zu. Der Autor führt aus, dass die Vertikalwanderung von Individuen mit einer Standardlänge > 55 mm weniger ausgedehnt ist und sie auch in der Nacht unterhalb 275 m Tiefe verweilen. Eine Zunahme der Standardlänge mit zunehmender Tiefe wurde von Heincke (1913) als "Größer-Tiefer" Gesetz beschrieben und ist inzwischen für verschiedene mesopelagische Fischarten nachgewiesen worden (Clarke 1972; Hulley 1992).

Die drei Sternoptychidae Arten Argyropelecus hemigymnus, Maurolicus muelleri und Argyropelecus olfersi sind die häufigsten in den Tagfängen der Porcupine Bank. A. hemigymnus und M. muelleri besitzen im Untersuchungsgebiet standorttreue Fortpflanzungsgemeinschaften, wohingegen A. olfersi wohl aus südlicheren Gebieten advektiert wird (Kawaguchi & Mauchline 1987). Die hohe Abundanz von M. muelleri in den Tagfängen der vorliegenden Untersuchung ist in Übereinstimmung mit der Studie von Post (1988). Dieser Autor führt die hohen Fangzahlen von M. muelleri im Bereich der Rockall Bank, insbesondere in Tagfängen, auf das Schwarmverhalten dieser Art zurück. Eine große Häufigkeit von M. muelleri Larven im Ichthyoplankton der Rockall und der Hatton Bank wird auch von Kloppmann (1989) beschrieben. Die zwei Modalklassen zeigende Längenverteilung von M. muelleri in den JFT Fängen, repräsentiert vermutlich zwei Kohorten. Das lässt darauf schließen, dass die Art im Gebiet der Porcupine Bank ein Alter von 2 Jahren erreicht. Dieser Befund steht im Widerspruch zu Ergebnissen von Kawaguchi & Mauchline (1987), die einen nur 1-jährigen Lebenszyklus für M. muelleri im Rockall Trough postulieren. Dagegen fand Gjoesaeter (1981b) eine hohe Mortalität von 2-3 jährigen Individuen nach dem Ablaichen in norwegischen Fjorden.

5.2.2 MAR (Twins)

Die mesopelagische Fischfauna im Bereich des MAR ist noch wenig untersucht. Erst seit jüngster Zeit besteht ein größeres wissenschaftliches Interesse an der mit dem Mittelatlantischen Rücken assoziierten pelagischen und demersalen Fauna (z.B. MAR Eco Projekt, Bergstad & Falkenhaug 2002), was auch mit einer möglichen kommerziellen Nutzung von benthopelagischen Fischbeständen in Zusammenhang steht (Vinnichenko 1998; Hareide & Garnes 2001).

Die mesopelagische Fischgemeinschaft im Bereich des MAR (Twins) wurde durch Myctophiden mit 37 Arten in den Gesamtfängen dominiert. Aus diesem Gebiet des Nordost-Atlantiks wurden bisher nur 29 Myctophidenarten beschrieben (Nafpaktitis *et al.* 1977; Hulley 1981), von denen *Notoscopelus kroyeri* als einzige Art in den Twins-Fängen fehlte. Neun Myctophidenarten *Benthosema supralateralis, Ceratoscopelus warmingii, Hygophum renhardtii, Lampadena chavesi, Lampadena urophaos atlantica, Lampanyctus tenuiformes, Lepidophanes gaussi, Lepidophanes guentheri* und *Taaningichthys minimus* wurden nur vereinzelt (< 20 Individuen) gefangen. Diese Arten haben ein tropisches, subtropisches oder gesamttropisches Verbreitungsmuster und stoßen im Bereich der Twins bei 44° N an ihre nördliche Verbreitungsgrenze (Nafpaktitis *et al.* 1977; Hulley 1981). Das Auftreten dieser Arten nördlich ihres Hauptverbreitungsgebiets unterstützt die Hypothese der Durchlässigkeit zoogeographischer Verbreitungsgrenzen, die somit keine absoluten Barrieren darstellen (Backus 1986). So können Teile mesopelagischer Fischpopulationen durch ozeanische Strömungen und Wirbelbildungen aus ihrem Kerngebiet verdriftet werden (Brandt 1983).

Vier Myctophidenarten, Lobianchia dofleini, Electrona rissoi, Notoscopelus bolini und Diaphus holti, dominieren die mesopelagische Fischgemeinschaft im Gebiet der Twins. Dieses Ergebnis deckt sich mit Untersuchungen von Fock et al. (2004), die die bathy- und mesopelagische Fischgemeinschaft im Einflussbereich des MAR untersuchten. Im Gegensatz zu Fock et al. (2004), in deren Fängen Argyropelecus olfersi eine häufige Art darstellt, ist die Art in der vorliegenden Untersuchung von sekundärer Bedeutung. Häufiger sind die subtropische Beilfischart Argyropelecus aculeatus und der weitverbreitete Argyropelecus hemigymnus. Ein starker Einstrom von subarktischem Wasser sorgte im Jahr 1982 für eine negative Temperaturanomalie und resultiert in einer Oberflächentemperatur, die zum Zeitpunkt der Untersuchung von Fock et al. (2004) fast 5° C niedriger ist als im Jahr 2000 (vorliegende Studie). Da die geographische Verbreitung mesopelagischer Fische nach der sogenannten "Wassermassenhypothese" eng mit den hydrographischen Verhältnissen verknüpft ist, könnte das die Erklärung für die beobachteten unterschiedlichen Artenzusammensetzungen in den Jahren 1982 und 2000 sein.

Obwohl nur durch ein Individuum über dem Abhang vertreten, stellt die Centrolophidae-Art *Schedophilus medusophagus* einen Biomasseanteil von fast 5 % in den MAR Fängen. In der Untersuchung von Fock *et al.* (2004) ist diese Art, die sich primär von den Tentakeln und Gonaden von Medusen ernährt (Haedrich 1986), eine Charakterart der Fänge über dem MAR. Eine höhere Abundanz gelatinöser Zooplanktonorganismen über dem MAR könnte durch den Auftrieb von bathypelagischen Populationen oder als Reaktion auf erhöhte Primärproduktion hervorgerufen werden.

5.2.3 Princess Alice Bank

Im Untersuchungsgebiet wurden nur sechs Tagfänge durchgeführt, von denen drei mesopelagische Fische enthielten. Aufgrund dieser geringen Probenzahl ist ein Vergleich der Tag- und Nachtfänge nicht sinnvoll. Aus dem Gebiet der Azoren sind 45 Myctophidenarten bekannt (Nafpaktitis et al. 1977; Santos et al. 1997; Porteiro et al. 1999), von denen 31 Arten auch in der vorliegenden Studie gefunden wurden. Die tropische Art Lampanyctus tenuiformes wurde für das Azorengebiet zum ersten Mal nachgewiesen. Es wurde eine typische mesopelagische Fischgemeinschaft beobachtet, dominiert von Myctophiden (82,5 % der gefangenen Individuen), gefolgt von Sternoptychidae (6,28 %), Phosichthydae (4,98 %) und Stomiidae (4,55 %). Die häufigsten Myctophidenarten sind L. dofleini, L. pusillus und C. warmingii. Die große Häufigkeit von L. dofleini in der Azorenregion ist, aufgrund des dokumentierten Verbreitungsgebiets, zu erwarten (Nafpaktitis et al. 1977). Dagegen liegt das Hauptverbreitungsgebiet von C. warmingii südlich der subtropischen Konvergenz (ca. 35° N) im Nordost-Atlantik (Nafpaktitis et al. 1977; Hulley 1981). Die hohe Abundanz dieser gesamttropischen Art könnte auf den Einstrom von West Atlantischem Wasser in das Gebiet zum Untersuchungszeitpunkt hindeuten. Dagegen wurden von Sobrinho-Goncalves & Isidro (2001) in einer Fischlarvenstudie extrem große Mengen der congenerischen Art Ceratoscopelus maderensis beobachtet. Beide Schwesterarten zeigen unterschiedliche zoogeographische Verbreitungsmuster, die sich im Bereich der Azoren überschneiden (Nafpaktitis et al. 1977; Hulley 1981). Im Gegensatz zu C. warmingii ist C. maderensis durch eine nördlich gemässigte Verbreitung gekennzeichnet.

5.2.4 Atlantis Bank

Die Fischgemeinschaft im Bereich der Atlantis Bank wird ebenfalls durch Myctophiden dominiert. Die taxonomische Zusammensetzung der mesopelagischen Fischfamilien ist somit vergleichbar mit den anderen Gebieten. Die beobachtete Artenzusammensetzung steht in guter Übereinstimmung mit vorherigen Studien über die mesopelagische Fischgemeinschaft im subtropischen Nordost-Atlantik (Kotthaus 1972; Krefft 1974; Nafpaktitis *et al.* 1977; Hulley 1981). *Ceratoscopelus warmingii* bestimmt die mesopelagische Fischgemeinschaft in Nachtfängen im Bereich der Atlantis Bank betreffend ihrer Anzahl und Biomasse. *C. warmingii* zählt zu den häufigsten Myctophidenarten des subtropischen Nordost-Atlantiks (Nafpaktitis *et al.* 1977; Badcock & Araujo 1988). Weitere Myctophidenarten, die häufig in den Fängen auftreten, sind *Notoscopelus resplendens, Lobianchia dofleini* und *Lampanyctus pusillus*.

Wie in den anderen Gebieten bestehen deutliche Unterschiede in der Artenzusammensetzung zwischen Tag- und Nachtfängen. Die häufigste Art in den Tagfängen ist *L. dofleini*, gefolgt von *Chauliodus sloanii*, *Vinciguerria attenuata, Sternoptyx diaphana* und *Argyropelecus aculeatus*. Die starke Abundanzabnahme von *C. warmingii* und *N. resplendens* tagsüber im oberen und unteren Mesopelagial ist auf die starken tagesperiodischen Vertikalwanderungen dieser Arten zurückzuführen.

5.2.5 Große Meteor Bank

Die Artenzusammensetzung der mesopelagischen Fischgemeinschaft ist in guter Übereinstimmung mit dem Artenspektrum in Fischlarven Studien von Nellen (1973; 2004) und Belyanina (1989) im Gebiet der Großen Meteor Bank, sowie einer Untersuchung adulter mesopelagischer Fische in der entsprechenden geographischen Breite des subtropischen Nordost-Atlantiks (Badcock & Merrett 1976).

In den Fängen dominieren Myctophiden mit 28 Arten und 68,9 % der gefangenen Individuen. Die Stomiidae sind mit 13 Arten vertreten, stellen jedoch nur 6,4 % der gefangenen Individuen, gefolgt von den Gonostomatidae mit 6 Arten (1,7 %), Paralepidae mit 5 Arten (10,1 %), sowie den Phosichthydae mit 4 Arten und 6,0 % der Individuen. Aus dem Gebiet der Meteor Bank sind 45 Myctophidenarten bekannt (Nafpaktitis *et al.* 1977; Hulley 1981). Der Beprobungsaufwand von 12 JFT Hols mit insgesamt 1189 mesopelagischen Fischen war zu gering, um das komplette Artenspektrum im Bereich der Großen Meteor Bank zu erfassen. Diese Beobachtung wird durch den weit vom Erreichen eines asymptotischen Wertes entfernten Kurvenverlauf der kumulativen Artenzahl

bestätigt (Abb. 87A). Die Annahme, dass im Untersuchungsgebiet zum Probennahmezeitpunkt mehr Myctophidenarten vorkommen als die von uns identifizierten, wird durch die Untersuchung von Nellen (2004) unterstützt, der Larven von zehn Myctophidenarten fand, die in den JFT Fängen fehlen.

5.3 Einfluss der Topographie

Der Einfluss der topographischen Strukturen auf die mesopelagische Fischgemeinschaft unterscheidet sich in den fünf Untersuchungsgebieten. Einige Autoren vertreten die Hypothese, dass die abnehmende Bodentiefe der Hauptfaktor ist, der die landwärtige Verbreitung mesopelagischer Fische bestimmt (Pearcy 1964; Badcock 1981; Hopkins et al. 1981; Hulley 1981; Hulley & Prosch 1987; Hulley & Lutjeharms 1989). Auf der anderen Seite haben die physikalischen und chemischen Eigenschaften der Wassersäule einen Einfluß wesentlichen auf die Verbreitung und Struktur mesopelagischer Fischgemeinschaften (Backus et al. 1969; Backus et al. 1970; Krefft 1974; Backus et al. 1977; Hulley 1981; McGinnis 1982; Brandt 1983; Backus 1986). Im Folgenden sollen deshalb beobachteten Gemeinschaftsstrukturen unter die Berücksichtigung der bathymetrischen und hydrographischen Verhältnisse in den jeweiligen Untersuchungsgebieten diskutiert werden.

5.3.1 Porcupine Bank

Eine "down-slope" Zonierung mesopelagischer Fischgemeinschaften, d.h. das Auftreten von Artenassoziationen über definierten Tiefenbereichen des Schelfabhangs wird in verschiedenen Studien gezeigt (Badcock 1981; Hulley & Prosch 1987; Hulley & Lutjeharms 1989; Hulley 1992). Badcock (1981) differenziert die mesopelagische Fischgemeinschaft des nordwest-afrikanischen Schelfabhangs in drei faunistische Gruppen: (1) eine "offslope" Gruppe im ozeanischen Tiefenbereich (2) eine "onslope" Gruppe ozeanischer Arten über dem Abhang und (3) eine Gruppe spezialisierter mesopelagischer Fischarten, deren Verbreitungsschwerpunkt im Bereich der Schelfkante liegt.

Die vorliegende Studie zeigt signifikante Unterschiede in der Gemeinschaftsstruktur verschiedener bathymetrischer Zonierungen der Porcupine Bank und des angrenzenden Irischen Schelfabhangs. Nachts ist die Dichte und die Artenzahl mesopelagischer Fische über dem Schelf (Tiefenbereich < 500 m) signifikant niedriger als auf Ozean- und Abhangstationen. In der Nacht ist die mesopelagische Fischgemeinschaft im ozeanischen

Bereich und über dem Schelfabhang von einer Myctophidengemeinschaft mit nördlich gemäßigtem Verbreitungsmuster geprägt.

Benthosema glaciale ist die dominierende Art in Nachtfängen auf Ozeanstationen und zeigt eine graduelle Abnahme ihrer Häufigkeit über dem Schelfabhang. In Übereinstimmung mit den Untersuchungen von Hulley (1992) und Merrett (1986) im nördlich gelegenen Rockall Trough stellt die 500 m Tiefenlinie eine Verbreitungsgrenze für diese ozeanische Art dar. Im Gegensatz dazu bildet *B. glaciale* einen wesentlichen Bestandteil der pseudo-ozeanischen Fischgemeinschaft über dem Schelfabhang im Mauretanischen Auftriebsgebiet (Badcock 1981).

Ein ähnliches Verbreitungsmuster zeigt Maurolicus muelleri im Bereich der Porcupine Bank und über dem Irischen Schelfabhang. M. muelleri ist in Tag- und Nachtfängen häufiger über dem Schelf und dem Schelfabhang als auf den ozeanischen Stationen. Diese weitverbreitete Art zählt zu den dominanten Sternoptychidae im Bereich des Rockall Troughs (Badcock 1984c; Kawaguchi & Mauchline 1987; Post 1988) und wird aufgrund ihrer räumlichen Affinität zu topographischen Strukturen als pseudo-ozeanische Art bezeichnet. Hohe Abundanzen von M. muelleri sind ebenfalls über dem norwegischen Schelf zu finden, wo diese Art bis in die Fjorde mit Wassertiefen von < 200 m vordringt (Giske et al. 1990; Torgersen et al. 1997). Entsprechend kann der obere Schelfabhang im Bereich der Porcupine Bank als Ökoton angesehen werden, der einen Übergangsbereich zwischen dem ozeanischen und neritischen Lebensraum darstellt, charakterisiert durch relativ hohe Dichten von *M. muelleri*. Eine ähnliche Gemeinschaftsstruktur wird von Hulley & Lutjeharms (1989) und Hulley & Prosch (1987) am kontinentalen Schelfabhang der südlichen Benguela Region (Südost-Atlantik) beschrieben. In diesem Gebiet ist die 800 m Tiefenlinie die Grenze zwischen einer "in-shore" Gemeinschaft, bestimmt durch das Vorkommen der pseudo-ozeanischen Arten M. muelleri und Lampanyctodes hectoris und einer "off-shore" Gemeinschaft, gekennzeichnet durch ozeanische Myctophidenarten. Die Zonierung der mesopelagischen Fischgemeinschaft über dem Schelfabhang des südlichen Benguela Gebietes beruht nach Hulley (1992) auf einer Faktorenkombination von Wassertiefe und Temperaturverteilung in der Wassersäule. Derselbe Autor leitet das Fehlen einer ausgeprägten Zonierung der mesopelagischen Fischgemeinschaft im Gebiet der Rockall Bank aus der homogenen Temperaturstruktur des Wasserkörpers ab.

Die thermohalinen Eigenschaften der Wassersäule im Gebiet der Porcupine Bank in der vorliegenden Studie zeigen einen ausgeprägten Gradienten in der vertikalen und horizontalen Verteilung (Abb. 4). Im Übergangsbereich von ozeanischem und neritischem

Lebensraum verläuft eine Schelffront, lokalisiert im Bereich der 200 m Tiefenlinie. Dagegen liegt die bathymetrische Verbreitungsgrenze von B. glaciale seewärtig der Schelfkante nahe der 500 m Tiefenlinie. Die Beobachtung, dass die Wassertiefe einen stärkeren Effekt auf die Struktur der mesopelagischen Fischgemeinschaft hat als die physikalisch-chemischen Eigenschaften der Wassersäule, wird durch die hohe Korrelation der minimalen und maximalen Wassertiefe mit der biologischen Ähnlichkeitsmatrix in der BIO-ENV Analyse bestätigt (Tab. 6). In Übereinstimmung mit diesem Ergebnis fanden Hopkins et al. (1981) über dem Schelfabhang westlich von Florida und Pearcy (1964) über dem Kontinentalabhang von Oregon eine Begrenzung der landwärtigen Verbreitung mesopelagischer Fische durch die abnehmende Wassertiefe. Nach Hopkins et al. (1981) und Pearcy (1964) wird die tagesperiodische Vertikalwanderung der Fischgemeinschaft durch die abnehmende Wassertiefe gestört oder vollständig unterbunden. Der Einfluß der tagesperiodischen Vertikalwanderung der Fische auf ihre bathymetrische Verbreitungsgrenze über der Porcupine Bank konnte in der vorliegenden Arbeit nicht genauer untersucht werden, weil die JFT Fänge auf das Epipelagial (0-200 m) und das obere Mesopelagial (200-500 m) beschränkt sind. In Tagfängen bis 500 m Tiefe ist B. glaciale nur durch einzelne Individuen vertreten und nach Hulley (1984) beträgt die Tagestiefe dieser Art im Nordost-Atlantik 275-800 m. Die Einschränkung der tagesperiodischen Vertikalwanderung durch die abnehmende Wassertiefe wird daher auch für *B. glaciale* einer der wichtigsten Gründe für die landwärtige Verbreitungsgrenze sein. In der Nacht zeigt *B. glaciale* hohe Konzentrationen in epipelagischen Wasserschichten. Zu dieser Zeit könnten die Fische bei entsprechenden Strömungsverhältnissen über den Schelf advektiert werden. Die Strömungsverhältnisse konnten in der vorliegenden Studie nicht genauer untersucht werden. Hydrographische Daten von Kloppmann et al. (2001) aus dem gleichen Untersuchungsgebiet im Frühjahr 1994 zeigen aber, dass die geostrophischen Strömungen entlang der Schelfkante schwach (1-2,5 cm s⁻¹) und hauptsächlich nordwärts gerichtet sind. Unter der Annahme, dass zum Zeitpunkt der vorliegenden Untersuchung ähnliche hydrographische Bedingungen herrschten wie von

Kloppmann *et al.* (2001) beschrieben, ist ein lateraler Transport mesopelagischer Fische aus dem ozeanischen Bereich westlich der Porcupine Bank über den Irischen Schelf unwahrscheinlich.

5.3.2 MAR (Twins)

Die topographische Struktur der Twins ist aufgrund ihrer geringen Größe nur bedingt mit den anderen Untersuchungsgebieten vergleichbar. Die Plateaufläche der Felsnadel hat ein Ausmaß von 0,49 km² und ihre räumliche Ausdehnung beträgt somit etwa 1/4000 derjenigen der Großen Meteor Bank. Die geringste Wassertiefe über der Felsnadel beträgt 387 m. Die kleine Ausdehnung dieser topographischen Struktur lässt einen geringeren Effekt auf die Strömungsprozesse des umgebenden Wasserkörpers erwarten, als ihn beispielsweise große Tafelseeberge ausüben.

Am Tag wurde über der Felsnadel eine geringere Dichte mesopelagischer Fische als auf den Ozean- und der Abhangstationen festgestellt, der Unterschied ist statistisch jedoch nicht signifikant. Gleiches gilt für die Nachtfänge, die relativ kleine Unterschiede in der Fischabundanz zwischen den drei topographischen Zonen zeigen. Eine "gap formation" in der Verteilung der mesopelagischen Fischgemeinschaft, im Sinne einer Verteilungslücke mesopelagischer Fische über der Felsnadel, wurde nicht beobachtet. Das Ergebnis zeigt, dass der Einfluß eines topographischen Hindernisses auf die Fischgemeinschaft von seiner räumlichen Ausdehnung und der minimalen Wassertiefen abhängt.

Die multivariate Analyse der Gemeinschaftsstruktur am MAR (Twins) zeigt sowohl am Tag als auch in der Nacht stärkere Unterschiede in der vertikalen Zonierung als zwischen verschiedenen topographischen Bereichen. Tagsüber ist die Artengemeinschaft des unteren Mesopelagials (Tiefenbereich 500-800 m) durch eine signifikant höhere Artenzahl und Diversität gekennzeichnet als die des oberen Mesopelagials (200-500 m) und Epipelagials (0-200 m). Die Ergebnisse der BIO-ENV Analyse bestätigen, dass die Temperatur und der Salzgehalt, die beide einen starken vertikalen Gradienten im Untersuchungsgebiet aufweisen, die Struktur der mesopelagischen Fischgemeinschaft besser erklären können, als die Wassertiefe.

Trotzdem ergibt die ANOSIM für die Fangdaten im Bereich des MAR (Twins) sowohl am Tag als auch in der Nacht, signifikante Unterschiede zwischen den drei topographischen Bereichen Ozean, Abhang und Felsnadel. Das Muster der Gemeinschaftsstruktur ähnelte sich zu beiden Zeiten: die Ozean- und Abhanghols weisen eine ähnliche Artenzusammensetzung auf, wohingegen sich die Hols aus dem Bereich der Felsnadel deutlich von den Ozean- und Abhanghols unterscheiden. Am Tag sind die Fänge über der Felsnadel durch die Arten *Electrona rissoi* und *Maurolicus muelleri* geprägt. In der Nacht ist auf dieser Station, neben *E. rissoi* und *M. muelleri*, die Myctophidenart *Diaphus holti* von Bedeutung.

Wie über dem Schelf des Porcupine Bank Gebiets ist *M. muelleri* eine Indikatorart für die flachen Stationen über der Felsnadel. Dagegen tritt sie in Fängen über dem Abhang und im ozeanischen Bereich nur sporadisch auf. Die Aggregation von *M. muelleri* in der Nähe topographischer Strukturen wurde für verschiedene pazifische Seebergen beschrieben (Boehlert & Seki 1984; Boehlert *et al.* 1994; Sassa *et al.* 2002).

Der Medianwert der Standardlänge von M. muelleri in der vorliegenden Arbeit beträgt 25 mm und variiert zwischen 18 und 37 mm. Das deutet daraufhin, dass es sich um juvenile Individuen der Altersklasse 0+ handelt (Kawaguchi & Mauchline 1987; Boehlert et al. 1994). Nach Boehlert et al. (1994) kann zwischen abhängigen und unabhängigen Populationen unterschieden werden, wobei erstere in ihrer Rekrutierung abhängig sind von einer entfernt lebenden (unabhängigen) Basispopulation. Dieselben Autoren vermuten, dass unabhängige Populationen von M. muelleri in Schelfgebieten (z.B. Irischer Schelf und Japanischer Schelf) ein Alter von 3 Jahren erreichen. Dagegen werden Fische abhängiger Populationen z.B. an Seebergen im Pazifik und Süd-Atlantik nur 1 Jahr alt. Die unimodale Längenverteilung von M. muelleri im Bereich des MAR (Twins) lässt darauf schließen, dass sich die Population aus Individuen der 0-Gruppe konstituiert. Falls der *M. muelleri* Bestand am MAR (Twins) im Sinne von Boehlert eine abhängige Population ist, stellt sich die Frage, aus welcher Basispopulation sich dieser Fischbestand rekrutiert. Die vorherrschenden oberflächennahen Strömungen im Bereich des MAR (Twins) lassen einen ostwärtsgerichteten Transport von Eiern und Larven erwarten (Marotzke & Willebrand 1996). Damit scheidet der Bestand von M. muelleri aus dem Gebiet der Porcupine Bank und des Irischen Schelfs als potentielle Basispopulation aus.

Fock *et al.* (2004) stellen das Auftreten von *M. muelleri* mit den Produktionsverhältnissen im Nordost-Atlantik in Zusammenhang. Die Autoren beschreiben eine hohe Abundanz adulter *M. muelleri* über ozeanischen Wassertiefen (> 3000 m Tiefe) auf einem latitudinalen Transekt (45° N) zwischen dem MAR und dem Irischen Schelf. Das Untersuchungsgebiet dieser Studie befindet sich, wie der oben erwähnte Transekt in einer Übergangszone des Nord-Atlantiks, die durch eine hohe Primärproduktion gekennzeichnet ist. Eine Beziehung zwischen der Primärproduktion und der mesopelagischen Fischbiomasse wurde auch in einer Golf-Ring Studie von Boyd *et al.* (1986) gezeigt. Diese Beobachtung wird ebenfalls gestützt durch eine Studie von May & Blaber (1989b) über dem Schelfabhang von Maria Island (Tasmanien), die einen 200-fachen Anstieg der Abundanz von *M. muelleri* während einer Phase saisonal erhöhter Primärproduktion feststellten. Andere Autoren betonen, dass das Auftreten von *M. muelleri* eng an das Vorhandensein flacher topographischer Strukturen wie Schelfabhänge (Clarke 1982; Reid *et al.* 1991) und Seeberge gekoppelt ist (Borets 1986; Boehlert *et al.* 1994).

Das Auftreten von *M. muelleri* über flachen, topographischen Strukturen steht vermutlich in einem engen Zusammenhang mit den hydrographischen Verhältnissen in diesen Meeresgebieten. Es ist bekannt, dass Seeberge und andere topographische Strukturen die Strömungsverhältnisse in ihrer Umgebung beeinflussen (Roden 1987). Dabei kann es zur Ausbildung hydrographischer Phänomene wie Taylor Säulen kommen, die den Auftrieb nährstoffreichen Tiefenwassers in oberflächennahe Wasserschichten bewirken. Die daraus resultierende erhöhte Primärproduktion könnte bei entsprechender zeitlicher Stabilität der hydrographischen Struktur über planktivores Zooplankton bis hin zu höheren trophischen Stufen, wie z.B. zooplanktivore mesopelagische Fische, transferiert werden. Die Frage, ob die untersuchte mesoskalige Felsnadel im Bereich der Twins einen signifikanten Effekt auf den umgebenden Wasserkörper hat, muss an dieser Stelle offen bleiben. Über der topographischen Struktur wurde eine oberflächennahe Abnahme von Temperatur und Salzgehalt beobachtet. Um zu klären, ob diese hydrographischen Verhältnisse Indikatoren für den Auftrieb nährstoffreichen Tiefenwassers darstellen, wären umfassendere ozeanographische Untersuchungen erforderlich. Jüngste Untersuchungen oberflächennahen Strömungen zeigen eine Reihe von zyklonischen der und antizyklonischen mesoskaligen Wirbeln im Bereich des MAR (Lavender et al. 2000). Es ist aber weder bekannt, ob diese Wirbel stabil sind, noch ist geklärt, ob sie mit dem Tiefenwasser interferieren.

5.3.3 Princess Alice Bank

Reid *et al.* (1991) und Benoit-Bird *et al.* (2001) beschreiben eine mesopelagische Grenzgemeinschaft ("boundary community"), die räumlich mit dem Hawaiianischen Inselarchipel assoziiert ist. Die Autoren postulieren die Existenz ähnlicher Gemeinschaften im Übergangsbereich zwischen dem ozeanischen und dem neritischen Lebensraum auch für andere Inseln und topographische Strukturen.

Die multivariate Analyse der RMT-8 Fänge in dieser Arbeit zeigt keine klare Gliederung der Fänge entsprechend ihrer Distanz zu den beiden Inseln des zentralen Azoren Archipels. Trotzdem konnten zwei Stationsgruppen identifiziert werden, die sich in ihrer Artenzusammensetzung unterscheiden. Die erste Gruppe umfasst Stationen über geringeren Tiefen (< 500 m) und inselnahe Stationen. Die zweite größere Gruppe konstituiert sich aus Stationen im zentralen tieferen Bereich der Princess Alice Bank.

Dementsprechend kann die Struktur der mesopelagischen Fischgemeinschaft am besten mit dem Faktor Wassertiefe erklärt werden. Die pseudo-ozeanischen Arten Xenodermichthys copei und Magrethia obtusirostra sind durch zwei bzw. drei Individuen in den Fängen vertreten. Diese können aber nicht als Indikatoren für eine spezifische landbetrachtet werden. In allen assoziierte Fischgemeinschaft drei untersuchten bathymetrischen Zonen dominieren ozeanische Myctophidenarten. Die Unterschiede zwischen inselnahen und flachen Stationen (< 500 m Tiefe) und den tieferen Stationen im zentralen Bereich der Princess Alice Bank scheinen weniger auf der Artenzusammensetzung, als vielmehr auf der Gesamtabundanz mesopelagischer Fische zu beruhen. Ein größere Abundanz von Fischlarven neritischer und insbesondere mesopelagischer Arten im zentralen Bereich der Princess Alice Bank wurde ebenfalls von Sobrinho-Goncalves & Isidro (2001) festgestellt. In der Studie wird in Übereinstimmung mit der vorliegenden Arbeit eine (allerdings nicht signifikante) Korrelation zwischen der Fischlarvenabundanz und der Wassertiefe beschrieben. Sobrinho-Goncalves & Isidro (2001) führen die höheren Dichten im zentralen Bereich der Princess Alice Bank auf den hohen numerischen Anteil mesopelagischer und bathypelagischer Arten in den Zooplanktonfängen zurück, die über größeren Wassertiefen bessere Lebensbedingungen vorfinden. Das Gleiche scheint in der vorliegenden Untersuchung für adulte mesopelagische Fischarten zu gelten. Das in der vorliegenden Arbeit beobachtete Verteilungsmuster bestätigt das Inselmodell von Boehlert & Mundy (1993) nach dem die Fischlarvengemeinschaft in 0,5 bis 5 km Entfernung zu Inseln durch ozeanische Arten dominiert wird.

Im Gegensatz zu den RMT-8 Fängen wurden vom Tauchboot aus Aggregationen der pseudo-ozeanischen Art *Maurolicus muelleri* über den Abhängen des Inselsockels von Faial beobachtet (F.M. Porteiro persönliche Mitteilung). In Übereinstimmung mit dieser Beobachtung gehören die Larven von *M. muelleri* zu den häufigeren Fischlarven in Zooplanktonuntersuchungen über der Princess Alice Bank (Sobrinho-Goncalves & Isidro 2001).

Es stellt sich somit die Frage, warum in der vorliegenden Untersuchung keine pseudoozeanische Gemeinschaft beobachtet wurde. Zum einen kommen methodische Unzulänglichkeiten in Frage. Da keine ozeanischen Stationen außerhalb des Einflussbereichs der Inselgruppe beprobt wurden, stehen für die Fänge über der Princess Alice Bank keine Referenzproben zur Verfügung. Zum anderen konnten aufgrund der begrenzten Kabellänge, die auf der RV "Arquipelago" zur Verfügung stand, keine bodennahen RMT-8 Fänge durchgeführt werden. Dadurch wurden mesopelagische Arten, die in enger Assoziation zum Meeresgrund leben, nicht erfasst. Des Weiteren kann das Fehlen einer pseudo-ozeanischen Gemeinschaft unter geologischen und evolutionsbiologischen Gesichtspunkten betrachtet werden. Während Hawaii ein geologisches Alter von 25 Millionen Jahren aufweist, ist das Azoren Archipel, deren jüngste Insel Pico vor < 1 Millionen Jahren entstand (Morton & Britton 2000), geologisch betrachtet jung. Es mag sein, dass dieser Zeitraum für die Entwicklung einer landassoziierten Grenzgemeinschaft mesopelagischer Fische, wie für die Hawaiianischen Inseln beschrieben, zu kurz ist.

5.3.4 Atlantis Bank und Große Meteor Bank

Die multivariate Analyse der Gemeinschaftsstrukturen zeigt signifikante Unterschiede in der Artenzusammensetzung der verschiedenen topographischen Zonierungen in beiden Untersuchungsgebieten. Die beobachteten Unterschiede in der Gemeinschaftsstruktur der topographischen Zonierungen sind jedoch nicht mit der Existenz einer seebergspezifischen Fischgemeinschaft an der Atlantis Bank und der Großen Meteor Bank zu erklären, sondern resultieren vielmehr auf einer graduellen Abnahme der Abundanz mesopelagischer Fische auf den Plateau- und Abhangstationen der Seeberge im Vergleich zu den ozeanischen Referenzstationen. Die Fischgemeinschaften über den Abhängen der beiden Seeberge sind durch die gleichen ozeanischen Arten geprägt wie die Gemeinschaften der ozeanischen Tiefwasserstationen. Xenodermichthys copei ist die einzige pseudo-ozeanischen Art, die eine höhere Abundanz am Abhang der Atlantis Bank im Vergleich zur ozeanischen Referenzstation 65 km nördlich des Seebergs aufweist. Diese Art ist durch ihr demersales Laichverhalten auf Schelfabhänge und Seeberge angewiesen (Markle & Wenner 1979; Markle & Quero 1984). Allerdings tritt X. copei nur in geringen Dichten über der Atlantis Bank auf und zählt nach den Ergebnissen der SIMPER Analyse nicht zu den Charakterarten des Seebergabhangs. Eine spezifische, seebergassoziierte Gemeinschaft mesopelagischer Fische ist somit weder an der Atlantis noch an der Großen Meteor Bank nachweisbar.

Im Gegensatz zu diesen Ergebnissen beschreiben Parin & Prut'ko (1985) am Equator Seamount (Indischer Ozean) und Boehlert & Genin (1987) am mittelpazifischen Southeast Hancock Seamount eine solche seebergspezifische mesopelagische Fischgemeinschaft. Einer der möglichen Gründe für die Konzentration mesopelagischer Fischarten an Seebergen ist ein potentiell erhöhtes Nahrungsangebot in Form von Zooplankton, das wiederum von lokal erhöhter Primärproduktion durch den Auftrieb von nährstoffreichen Tiefenwasser profitiert (Boehlert & Genin 1987). Während der Untersuchung der Großen Meteor Bank wurde von Mohn & Beckmann (2002) eine Aufwölbung der Isothermen über dem Seebergplateau beobachtet und M. Kaufmann (pers. Mitteilung) registrierte einen leichten Anstieg der Phytoplanktonkonzentration über der Bank. Da die Generationsdauer von Zooplanktonorganismen auf Zeitskalen von Wochen bzw. Monaten rangieren, müssten die hydrographischen Bedingungen, die eine erhöhte Primärproduktion ermöglichen, für eine entsprechende Zeitperiode andauern, um signifikante Effekte auf die Zooplanktonmenge auszuüben (Rogers 1994). Ein numerisches Modell der Strömungsverhältnisse an der Großen Meteor Bank von Mohn & Beckmann (2002) zeigt eine relativ hohe Empfindlichkeit des Strömungssystems im Gebiet der Großen Meteor Bank gegenüber Windereignissen. Fänge mit dem Multischließnetz (Schnack-Schiel & Henning 2004) und dem Longhurst-Hardy Planktonrekorder (Martin 2002) auf unterschiedlichen topographischen Stationen der Großen Meteor Bank erbrachten keine Hinweise auf eine erhöhte Zooplanktondichte im Abhang- und Plateaubereich des Seebergs. Nahrungsuntersuchungen an drei dominanten Myctophidenarten an der Großen Meteor Bank zeigen eine erhöhte Fraßintensität über dem Abhang im Vergleich zur Ozeanstation (Pusch et al. 2004b). Eine mögliche Ursache für den besseren Fraßerfolg über dem Abhang könnte auf den hydrographischen Verhältnissen beruhen, die in diesem Bereich durch intensive Mischprozesse der antizyklonischen Zirkulation um das & Beckmann Die Seebergplateau geprägt sind (Mohn 2002). besseren Nahrungsbedingungen üben jedoch offensichtlich keine Attraktion auf die mesopelagische Fischgemeinschaft aus: Anstatt einer spezifischen Seeberggemeinschaft wurde über dem Abhang der Atlantis Bank und der Großen Meteor Bank eine ausgedünnte ozeanische mesopelagische Fischgemeinschaft festgestellt. Die Dichte, die Artenzahl und die Diversität sind über den Seebergflanken im Vergleich zu der ozeanischen Referenzstation deutlich reduziert. Noch stärker ist die Konzentration mesopelagischer Fische über den Plateaus der beiden Seeberge herabgesetzt. Während in der Nacht über dem Seebergplateau mesopelagische Fische noch vereinzelt auftreten, fehlen sie tagsüber in diesem Bereich vollständig. Gegen die Existenz einer spezifischen Seeberggemeinschaft sprechen weiterhin die Ergebnisse der multivariaten Analyse der Fänge über der Atlantis Bank. Auf dem MDS Plot, sind keine diskreten Gruppen zu erkennen (Abb. 59, Abb. 62). Stattdessen zeigt sich eine starke räumliche Überschneidung zwischen den Fängen verschiedener bathymetrischen Zonierungen, die auf eine graduelle Veränderung der Fischgemeinschaft hindeuten.

Diese Beobachtungen stimmen gut mit den Ergebnissen von Untersuchungen zur Zooplanktonverteilung im Bereich flacher topographischer Strukturen überein (Rogers 1994; Dower & Mackas 1996; Haury et al. 2000). Nellen (1973) beschreibt eine reduzierte Abundanz der Larven mesopelagischer Fische über der Großen Meteor Bank im Vergleich zur umgebenden Tiefsee. Das Fehlen vertikal wandernder Euphausiaceen wurde von Weigmann (1974) über der Großen Meteor Bank und von Genin et al. (1988) über der Nidever Bank (Nord Pazifik) beobachtet. Eine solche tagesperiodische "gap formation", d.h. Verteilungslücken wandernder Organismen während der Nacht über flachen topographischen Strukturen wurde auch von Haury al. (2000) für die et Zooplanktongemeinschaft zweier Seeberge im östlichen Nord Pazifik beschrieben. Einen ähnlichen Effekt topographischer Strukturen auf die Verteilung mesopelagischer Fische konnte ebenfalls in dieser Arbeit an der Atlantis Bank und der Großen Meteor Bank nachgewiesen werden.

Die Untersuchung der Vertikalverteilung mesopelagischer Fische im Bereich der Atlantis Bank bestätigt die Ergebnisse vorausgegangener Untersuchungen (Kinzer & Schulz 1985; Watanabe et al. 1999), dass die Mehrzahl der Arten Vertikalwanderungen durchführen. Die Fische verweilen am Tag in Tiefen < 500 m, d.h. unterhalb der Plateautiefe der Atlantis Bank und der Großen Meteor Bank. Zu dieser Tageszeit ist ein lateraler Transport mesopelagischer Organismen über das Seebergplateau nicht möglich. Dagegen stellt die laterale Advektion durch oberflächennahe Strömungen während des nächtlichen Aufenthalts in epipelagischen Wasserschichten stromaufwärts des Seebergs einen Transportweg mesopelagischer Organismen über die Abhänge und Plateaus dar (Rogers 1994). Die Strömungsmodelle zeigen, dass die Hauptströmung in beiden Gebieten südwestwärts gerichtet sind (Mohn & Beckmann 2002; Pusch et al. 2004a). Damit ist die Wahrscheinlichkeit hoch, dass mesopelagische Fische in der Nacht über die nordöstlichen Flanken und die Plateaus der Seeberge verdriftet werden. Trotz dieses potentiellen Transportmechanismus ist die Abundanz mesopelagischer Fische über den Seebergabhängen aber deutlich reduziert, und sie fehlen nahezu vollständig über den Plateaus. Die möglichen Ursachen hierfür können vielfältig sein. Die folgenden drei Hypothesen werden für die beobachtete Verteilung mesopelagischer Fische im Bereich der Atlantis Bank und der Großen Meteor Bank diskutiert:

- Mesopelagische Fische, die über die Plateaus der Seeberge verdriftet werden, sind nicht in der Lage, den Zyklus der Vertikalwanderung über abnehmenden Wassertiefen durchzuführen und stoßen während ihres morgendlichen Abstiegs auf den Meeresgrund, verlieren die Orientierung und sterben.
- Mesopelagische Fische, die über die Plateaus verdriftet werden, sind einem hohen Prädationsdruck durch die dort ansässigen benthopelagischen Fische ausgesetzt und werden von diesen rasch eliminiert.
- iii. Die geringe Abundanz mesopelagischer Fische über dem Seebergplateau kann aus einer verhaltensbiologischen Vermeidungsreaktion als Antwort auf die vorherrschenden Strömungsverhältnisse im Bereich der Seeberge resultieren.

Die erste Hypothese wird dadurch bestätigt, dass die Nachthols auf der ozeanischen Referenzstation von stark vertikal wandernden Arten, wie z.B. Ceratoscopelus warmingii und Notoscopelus resplendens dominiert werden. Die Abundanz dieser Arten sind über dem Abhang deutlich reduziert und über dem Plateau fehlen sie fast vollständig. Die Abundanz mesopelagischer Fischarten mit einer weniger stark ausgeprägten Vertikalwanderung wie z. B. Argyropelecus aculeatus und L. dofleini, scheinen durch die Abnahme der Wassertiefe über dem Seeberg weniger beeinflusst zu werden. Diese Beobachtung ist in Übereinstimmung mit Ergebnissen von Hopkins et al. (1981), die eine starke Abundanzabnahme mesopelagischer Fische auf einem Transekt über den Kontinentalabhang von West Florida beobachteten. Die Autoren zeigen eine signifikante Korrelation zwischen der landwärtigsten Station, in der die Arten noch auftreten und ihrer bathymetrischen Vertikalverteilung auf einer ozeanischen Referenzstation. Die stärkste Abnahme mesopelagischer Fischarten wurde zwischen 275 und 400 m Wassertiefe beobachtet, ein Tiefenbereich, der der Plateautiefe der Großen Meteor Bank und der Atlantis Bank entspricht. Ein ähnlicher Mechanismus wird von Genin et al. (1988) für wanderndes Zooplankton beschrieben. Arten, die durch vertikal eine starke Vertikalwanderung gekennzeichnet sind, treten über dem Seeberg in geringeren Dichten auf als auf einer ozeanischen Station, wohingegen die Abundanz von Arten mit geringer oder fehlender Vertikalwanderung kaum beeinflusst wird. Der starke Einfluß der Bathymetrie auf die Struktur der mesopelagischen Fischgemeinschaft an der Atlantis Bank wird unterstrichen durch die hohe Korrelation der minimalen und maximalen Wassertiefe mit der biotischen Ähnlichkeitsmatrix der Nachtfänge (Tab. 19). Dagegen ist in Tagfängen die Wassertiefe von untergeordneter Bedeutung und die höchsten Korrelationen zeigen

die Parameter Temperatur und Salinität. Da die Arten, die tagsüber auf der Abhangstation vorherrschen (z.B. *Argyropelecus aculeatus, Vinciguerria attenuata*) nur schwach ausgeprägte Vertikalwanderungen durchführen, ist die Interaktion zwischen der Bodentopographie und der Fischgemeinschaft am Tag schwächer als in der Nacht. Dementsprechend ist der Faktor Wassertiefe am Tag von geringerer Bedeutung, um die Struktur der Fischgemeinschaft zu erklären.

Hinweise auf die zweite Hypothese (ii), dass die Prädation durch piscivore Räuber einer der Hauptgründe für die reduzierte Abundanz mesopelagischer Fische über dem Plateaubereich der Seeberge ist, ergeben sich aus Mageninhaltsuntersuchungen an Zenopsis conchifer und Antigonia capros durch Fock et al. (2002a). Beide benthopelagischen Arten wurden mit einem Bodentrawl über dem Plateau der Großen Meteor Bank gefangen (Uiblein et al. 1999). Z. conchifer und A. capros konsumieren insbesondere mesopelagische Fischarten, Myctophiden (z.B. Lampanyctus sp., Lepidophanes sp. Ceratoscopelus sp.), die auch häufig in den JFT Fängen über dem nordöstlichen Abhang vorkommen (Zidowitz et al. 2002). Des weiteren beschreiben Fock et al. (2002b) spezifische benthopelagische Fischarten, die an den Rändern des Plateaus der Großen Meteor Bank konzentriert sind. Diese Konzentrationen sind vermutlich die Reaktion auf eine erhöhte Nahrungsverfügbarkeit in Form von mesopelagischen Fischen und Crustaceen, die über das Plateau verdriftet werden. Wechselwirkungen zwischen Organismen der Echostreuschicht und den, auf Plateaus ansässigen, benthopelagischen Prädatoren wurden mehrfach beschrieben (Genin et al. 1988; Genin et al. 1994; Haury et al. 1995) und sind Bestandteil der "sound scattering interception hypothesis", die zuerst durch Isaacs & Schwartzlose (1965) formuliert wurde. Diese Hypothese postuliert, dass die trophische Grundlage der relativ großen benthopelagischen Fischbestände an Seebergen primär auf der allochthonen Nährstoffzufuhr in Form vertikal wandernden Zooplanktonvon und Mikronektonorganismen der Echostreuschicht beruht. Diese werden während ihres nächtlichen Aufenthalts epipelagischen Wasserschichten in lateral über das Seebergplateau verdriftet, wodurch ihr morgendlicher Abstieg in tiefere Wasserschichten gefangenen Organismen stellen eine leichte Beute blockiert ist. Die SO für benthopelagische Prädatoren dar.

Der dritte Mechanismus, der das Fehlen mesopelagischer Organismen über den Seebergen erklären könnte, ist eine Form der verhaltensbiologischen Reaktion auf das vorherrschende Strömungssystem, wie sie von Dower & Mackas (1996) für Zooplanktonorganismen diskutiert wird. In deren Studie konnte ein Seebergeffekt auf eine Zooplanktongemeinschaft nachgewiesen werden, der als Reaktion auf die veränderten hydrographischen Verhältnisse über dem Seeberg interpretiert wird.

Eine Untersuchung von Mackas et al. (1993) zeigt, dass Copepodenarten Wasserschichten mit spezifischen Strömungsverhältnissen im subarktischen Pazifik aufsuchen, die ihnen optimale Fraßbedingungen bieten. Die numerischen Modelle der Strömungsverhältnisse an der Großen Meteor Bank und der Atlantis Bank (Mohn & Beckmann 2002; Pusch et al. 2004a) zeigen, dass die Strömungsgeschwindigkeiten in den Randbereichen beider Seeberge erhöht ist, mit typischen Geschwindigkeiten von 6 cm s⁻¹ im Bereich der Großen Meteor Bank und 15 cm s⁻¹ an der Atlantis Bank. Obwohl die Schwimmleistungen mesopelagischer Fische bisher nur wenig untersucht sind, werden auf der Grundlage von Echolotaufzeichnungen horizontale Schwimmgeschwindigkeiten von 10-30 cm s⁻¹ geschlussfolgert (Benoit-Bird *et al.* 2001; Torgersen & Kaartvedt 2001). So ist, gemessen an dem lokomotorischen Leistungsvermögen mesopelagischer Fische, eine Vermeidung der Zonen turbulenter antizyklonischer Strömung möglich. Die Vorraussetzung hierfür ist allerdings ein navigatorisches Orientierungsvermögen der Fische in der Wassersäule. Parin (1986) postuliert, dass die pseudo-ozeanische Myctophidenart Diaphus suborbitalis mit einem solchen Orientierungsvermögen ausgestattet ist, um laterale Verdriftung zu vermeiden und dadurch den Aufenthalt in der Nähe des Seeberges aufrecht zu erhalten. Übereinstimmend beschreiben Rogachev et al. (1996) die Fähigkeit subarktischer Myctophiden Strömungen zu detektieren, um in Wasserkörpern zu verbleiben, die ihre Temperaturansprüche erfüllen. Aufgrund der vertikalen und horizontalen Verteilung mesopelagischer Fische an der Atlantis Bank ist zu vermuten, dass stark vertikal wandernde Arten wie Ceratoscopelus warmingii und Notoscopelus resplendens besser in der Lage sind, spezifische Wasserkörper aufzusuchen als Arten mit schwachen Vertikalwanderungen und entsprechend geringerer Schwimmleistung wie z.B. Argyropelecus aculeatus. Diese Beobachtung könnte das Auftreten der letzteren Art über dem Plateau erklären, da ihre Verteilung weniger durch die Atlantis Bank beeinflusst wird als die der beiden Myctophidenarten.

5.4 Latitudinaler Vergleich

5.4.1 Gemeinschaften

Mit Ausnahme weniger Ansätze zu Studien der pelagischen Gemeinschaft (Williams *et al.* 1981; McKelvie 1985) gehen die meisten Untersuchungen von strukturierten Gemeinschaften aus, d.h. dem Vorkommen von Arten liegt ein spezifisches zoogeographisches Muster zu Grunde.

Die Zoogeographie pelagischer Organismen im Nordost-Atlantik wurde für verschiedene systematische Gruppen wie z.B. Ostracoden (Angel & Fasham 1975; Fasham & Angel 1975), Fische (Krefft 1976; Backus *et al.* 1977; Hulley 1981), dekapode Krebse (Fasham 1979) und Foraminiferen (Ottens 1991) untersucht. Die Mehrzahl dieser Studien zeigen eine Abhängigkeit der geographischen Verbreitungsmuster der Organismen von den hydrographischen Verhältnissen (Fasham 1979; Ottens 1991). Nach der zuerst von Sverdrup *et al.* (1942) formulierten Wassermassen-Hypothese ("watermass hypothesis"), ist das Auftreten von pelagischen Organismen an Wasserkörper mit definierten physikalisch-chemischen Eigenschaften gebunden. Entsprechend dieser Hypothese, ist an Wassermassengrenzen eine Veränderung der Artenzusammensetzung zu beobachten. In Übereinstimmung mit früheren zoogeographischen Studien im Nord-Atlantik (Backus *et al.* 1969; Backus *et al.* 1970; Jahn & Backus 1976), konnten in der vorliegenden Arbeit Artengemeinschaften mesopelagischer Fische bestimmten Wassermassen im Nordost-Atlantik zugeordnet werden.

Anhand der Verbreitung mesopelagischer Fische und dem Verlauf hydrographischer Grenzen in den oberen Wasserschichten (0-1000 m) wurde der Nord-Atlantik von Backus et al. (1977) in faunistische Regionen und Provinzen gegliedert. Nach dieser Gliederung liegen die fünf Untersuchungsgebiete der vorliegenden Studie zum einen in der gemäßigten, zum anderen in der subtropischen Region des Nord-Atlantiks. Eine zoogeographische Einteilung des Pelagials nach der Primärproduktion, der Strömungsverhältnisse sowie der Temperatur- und Salzgehaltsverteilung wurde von Longhurst (1998) vorgenommen. Nach seiner Klassifikation ist das Gebiet der Porcupine Bank der Nord-Atlantischen Drift Provinz ("North Atlantic drift province", NADR) und die südlicheren Gebiete der Nord-Atlantischen Subtropischen Wirbel Provinz ("North Atlantic Subtropical Gyral Province", NAST) zuzuordnen.

Auch zeitliche Skalen prägen die zoogeographische Struktur pelagischer Gemeinschaften (Haury & McGowan 1998). Auf großen Zeitskalen, wird die Gemeinschaftsstruktur eines

ganzen Ozeans durch klimatische Ereignisse beeinflusst. Diese Zeitskalen können von Jahren (z.B. El nino Effekt) bis zu Jahrtausenden (z.B. Eiszeiten) betragen. Auf kürzeren Zeitskalen wird die Gemeinschaft durch saisonale Variabilität beeinflusst (Angel 1991). Die tagesperiodische Variabilität durch Vertikalwanderungen auf die Artenzusammensetzung wurde in der vorliegenden Studie reduziert, indem nur Nachtfänge berücksichtigt wurden. Untersuchungen, die sich über ein großes Gebiet erstrecken und zeitlich befristet sind, beschreiben ein statisches System, das keine oder nur wenige Informationen über gemeinschaftsrelevante Zeitskalen liefert. Auch die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung stellen nur eine Momentaufnahme der Gemeinschaftsstruktur zu verschiedenen Jahren dar.

Die Fischgemeinschaften unterscheiden sich deutlich zwischen den fünf Untersuchungsgebieten. Die Ähnlichkeit zwischen den Gemeinschaften nimmt mit zunehmender geographischer Distanz ab (Abb. 86). Die Fänge der Porcupine Bank zeigen die geringste Bray-Curtis Ähnlichkeit zu den anderen Gebieten und bilden eine geschlossene Gruppe in der Clusteranalyse (Cluster II in Abb. 84). Diese Beobachtung stimmt überein mit der relativ großen Entfernung der Porcupine Bank zu den anderen Gebieten, die zwischen 1420 km zum MAR (Twins) und 2630 km zur Großen Meteor Bank beträgt. Zusätzlich zur großen räumlichen Distanz ist die Porcupine Bank durch eine Wassermassengrenze von den südlichen Gebieten getrennt. Diese hydrographische Grenze verläuft bei ca. 42° N zwischen der nordöstlich gerichteten Nordatlantischen Strömung und der südöstlich gerichteten Azorenströmung (Krause 1986). Sie bildet nach Longhurst (1998) die Grenze zwischen der Nord-Atlantischen Drift und dem Nord-Atlantischen Subtropischen Wirbel. Der 40. Breitengrad Nord wurde auch als zoogeographische Verbreitungsgrenze pelagischer Foraminiferen, dekapoder Krebse und mesopelagischer Fische auf einem latitudinalen Transekt auf 20° W erkannt (Angel & Fasham 1975; Badcock & Merrett 1977; Fasham 1979). Die starken Unterschiede in der Artenzusammensetzung zwischen der Porcupine Bank und den südlicheren Gebieten sind somit sowohl auf die geographischen Entfernungen, als auch auf die hydrographischen Verhältnisse zurückzuführen. Zusätzlich unterscheidet sich die Porcupine Bank von den anderen Gebieten durch ihre geographische Lage zum Nordost-Atlantischen Kontinentalrand. Der MAR (Twins), die Porcupine Bank, die Atlantis Bank und die Große Meteor Bank sind durch ihre zentrale Lage im Nord-Atlantik weit von kontinentalen Landmassen entfernt und weisen eine Distanz von > 1300 km zum Schelfrand auf. Die Porcupine Bank liegt im Übergangsgebiet zwischen dem ozeanischen und neritischen Lebensraum (dem Westirischen Schelf). Entsprechend der zoogeographischen Einteilung von Longhurst (1998) bildet dieses Gebiet den Übergangsbereich zwischen der Nordatlantischen Drift Provinz ("North Atlantic Drift Province", NADR) und der Nordost Atlantischen Schelfprovinz ("Northeast Atlantic Shelves Province", NECS), deren Grenze entlang der Schelfkante verläuft.

Die vier südlicheren Gebiete zeigen auf einem Ähnlichkeitsniveau von 25 % die Trennung in zwei Untergruppen. Die erste Untergruppe bilden die Fänge des MAR (Twins) und der Princess Alice Bank, die zweite konstituiert sich aus Fängen im Gebiet der Atlantis Bank und der Großen Meteor Bank.

Die mesopelagische Fischgemeinschaft im Bereich der Princess Alice Bank hat eine geringere Ähnlichkeit mit der Gemeinschaft der Atlantis Bank (29 %) als mit der Gemeinschaft des MAR (Medianwert der Bray-Curtis Ähnlichkeit 36 %), obwohl dieser weiter von der Princess Alice Bank entfernt ist (ca. 660 km) als die südlicher gelegene Atlantis Bank mit 440 km (Abb. 86). Diese Beobachtung zeigt, dass auch in den südlichen Gebieten die Ähnlichkeit zwischen den Gemeinschaften nicht alleine durch die räumliche Distanz zwischen den Gebieten bestimmt wird. Die geringe Übereinstimmung in der Artenzusammensetzung zwischen der Princess Alice Bank und der Atlantis Bank Gemeinschaft kann ursächlich auf die hydrographischen Verhältnisse zurückgeführt werden. Die Azorenströmung verläuft südlich des Azorenarchipels und bildet eine hydrographische Front, die als Azorenfront bezeichnet wird. Sie kann als faunistische Barriere fungieren (Domanski 1986). Die Atlantis Bank und die Große Meteor Bank liegen südlich der Azorenströmung, und ihre Hydrographie wird von der südwärts gerichteten antizyklonischen Rezirkulation des Golfstromsystems bestimmt (Longhurst 1998). Im Gegensatz dazu wird die Fischgemeinschaften im Bereich des MAR (Twins) von der Nordatlantischen Strömung beeinflusst. Die Princess Alice Bank liegt in einem Übergangsgebiet zwischen der Nordatlantischen Strömung und der Azorenströmung.

In einer zweiten Clusteranalyse wurden die Verbreitungsmuster der charakteristischen Arten miteinander verglichen (Abb. 84). Dabei zeigt sich, dass die Fischarten weniger ausgeprägte Gruppen bilden als die Stationen. Die Ursache ist vermutlich in einem graduellen Übergang der mesopelagischen Fischgemeinschaften an den Wassermassengrenzen zu suchen, wie er von McGowan & Walker (1985) für eine ozeanische Zooplanktongemeinschaften beschrieben wurde. McGowan & Walker (1979) beobachteten, dass sich die Artenzusammensetzung des Zooplanktons über eine Distanz von 100 km nur wenig verändert.

Die genauen Eigenschaften faunistischer Grenzen für die Verbreitung pelagischer Organismen sind noch weitgehend unbekannt. In der Regel sind die horizontalen Gradienten hydrographischer Faktoren wie z.B. der Temperatur an Wassermassengrenzen wesentlich geringer ausgeprägt als die vertikalen Gradienten in der Wassersäule (Angel 1997). Zahlreiche mesopelagische Fische sind im Verlauf ihrer tagesperiodischen Vertikalwanderung starken Temperaturunterschieden ausgesetzt. Daher ist es unwahrscheinlich, dass hydrographische Fronten für diese Organismen eine unüberwindbare Barriere bilden. Weiterhin sorgen Effekte wie mesoskalige Wirbelbildung für den Transport von Faunenelementen über hydrographische Grenzen hinweg (Olson & Backus 1985).

Einen graduellen Übergang zwischen den faunistischen Gruppen mesopelagischer Fische beschreibt McKelvie (1985) für den Nordwest-Atlantik. Domanski (1986) untersuchte die faunistische Veränderung einer Dekapodengemeinschaft nördlich und südlich der Azorenfront. Er fand eine graduelle Veränderung der Artenzusammensetzung in den beiden Wassermassen, die sich weniger in der An- bzw. Abwesenheit spezifischer Arten, als vielmehr in der relativen Häufigkeit der Arten ausdrückt. Ottens (1991) beschreibt das Fehlen zoogeographisch deutlich abgegrenzter Artengemeinschaften planktischer Foraminiferen, insbesondere in den tropischen Breiten des Nordost-Atlantiks. Als Grund nennt derselbe Autor die geringere Häufigkeit und die höhere Artenzahl in diesem latitudinalen Bereich im Vergleich zu höheren Breiten.

Die diskriminierenden Arten zwischen den Untersuchungsgebieten in der vorliegenden mit Arbeit sind mesopelagische Fischarten einem latitudinal begrenzten Verbreitungsgebiet. Die Fänge der Porcupine Bank unterscheiden sich von den südlichen Gebieten durch die hohe Dominanz von Benthosema glaciale. Badcock & Merrett (1977) zeigen, dass das Vorkommen der nördlich gemäßigten Art B. glaciale im Bereich von 40° N von der tropischen Schwesterart Benthosema suborbitale abgelöst wird. Auch in der vorliegenden Untersuchung wurde eine rapide Abnahme der Abundanz von B. glaciale in den südlicheren Gebieten verzeichnet. Während im Bereich des MAR (Twins) und der Princess Alice Bank noch vereinzelte Individuen von B. glaciale gefangen wurden, fehlt die Art an der Atlantis und Großen Meteor Bank vollständig.

Eine ähnliche latitudinale Veränderung der dominierenden Arten konnte auch für die Sternoptychidengattung *Argyropelecus* beobachtet werden. Während die weitverbreitete Art *A. hemigymnus* in allen Gebieten, mit Ausnahme der Großen Meteorbank, auftritt, kommt die nördlich gemäßigte Art *Argyropelecus olfersi* in hohen Abundanzen nur an der

Porcupine Bank und mit einzelnen Individuen im Bereich des MAR (Twins) vor. Die subtropische Art *Argyropelecus aculeatus* ist am häufigsten am MAR (Twins) und der Atlantis Bank. Dieses Verbreitungsmuster deckt sich mit zoogeographischen Studien von Badcock & Merrett (1977) und Baird (1971).

Das Gebiet des MAR (Twins) ist, trotz der Dominanz nördlich gemäßigter und weitverbreiteter Arten, durch einen relativ hohen Anteil von Myctophiden mit subtropischen (19%) und gesamttropischen (4%) Verbreitungsmuster gekennzeichnet (Abb. 78). Der Anteil von subtropischen und tropischen Myctophiden liegt mit 23 % bzw. 19 % im Gebiet der Princess Alice Bank noch höher. Dies deutet darauf hin, dass die Azorenfront relativ durchlässig für den Transport von Arten aus dem Süden in nördliche Gebiete ist. Schon Krefft (1976) weist auf die Möglichkeit der Verfrachtung von Teilpopulationen mesopelagischer Fische durch Strömungen und Wirbelbildungen hin. Andererseits scheint die Azorenfront für nördliche Myctophidenarten eine stärkere Barriere darzustellen. Dementsprechend ist der prozentuale Anteil von Myctophiden von 4,3 % mit einem nördlich gemäßigten Verbreitungsmuster im Bereich der Atlantis Bank gering, und an der Großen Meteor Bank fehlt dieses Verbreitungsmuster vollständig. Stattdessen überwiegen beiden Gebieten Arten mit einem subtropischen und gesamttropischen in Verbreitungsmuster (Abb. 78).

Die Fischgemeinschaften der Atlantis Bank und Großen Meteor Bank zeigen von allen fünf Untersuchungsgebieten die größte Ähnlichkeit in ihrer Artenzusammensetzung. Woodd-Walker *et al.* (2002) beschreiben eine ähnlich hohe Übereinstimmung in der Artengemeinschaft calanoider Copepoden für verschiedene Gebiete in subtropischen Breiten des Pazifiks und begründen sie mit den stabilen hydrographischen und produktionsbiologischen Bedingungen in subtropischen Wirbelsystemen.

5.4.2 Diversität und Artenzahl

Der großräumige, latitudinale Vergleich zeigt eine signifikante Zunahme der Artenzahl und der Diversität vom nördlichsten Untersuchungsgebiet zu den weiter südlichen Gebieten. Die mit Abstand geringste Zahl mesopelagischer Fischarten (20) und die geringste Diversität zeigt die Fischgemeinschaft im Gebiet der Porcupine Bank (Abb. 88), obwohl hier die größte Anzahl von Fängen durchgeführt und die höchste Individuenzahl mesopelagischer Fische gefangen wurden. Auch die Äquität und die taxonomische

Diversität der Artengemeinschaft ist im Gebiet der Porcupine Bank deutlich niedriger als in den vier südlich gelegenen Gebieten.

In Übereinstimmung mit diesen Ergebnissen beschreibt Ottens (1991) eine geringe Diversität Äquität planktischer Foraminiferen im östlichen und Bereich der Nordatlantischen Strömung. Als Ursache für die relativ geringe Diversität in diesem Gebiet wird der hohe Nährstoffeintrag aus den europäischen Schelfgebieten genannt. Im Gegensatz zu Ottens (1991) Beobachtungen und den Ergebnissen der vorliegenden Studie beschreiben Beaugrand et al. (2000) eine Zunahme der Diversität calanoider Copepoden über dem Keltischen Schelfabhang. Die Autoren schreiben diesen Effekt der hydrographischen Vielfalt im Bereich des Schelfabhangs, sowie der Überschneidung zwischen den Verbreitungsgebieten ozeanischer und neritischer Arten, zu.

Der Verlauf der kumulativen Artenkurven für die südlichen Untersuchungsgebiete lässt keine deutlichen Diversitätsunterschiede zwischen den Gemeinschaften des MAR (Twins), der Princess Alice Bank und der Atlantis Bank erkennen (Abb. 87A). Die kumulative Artenkurve für die Fänge an der Großen Meteor Bank liegt über den anderen Kurven und zeigt eine hohe Diversität für dieses Gebiet. Die geringste Artenzahl (56) unter den vier südlichen Gebieten wurde über der Princess Alice Bank gefunden. Auch nach Anwendung der "rarefaction Methode", bleibt die rechnerisch bestimmte Artenzahl hinter der des MAR (Twins), der Atlantis Bank und der Großen Meteor Bank zurück. Die höchste Gesamtzahl mesopelagischer Fischarten zeigen die Fänge an der Atlantis Bank mit 94 Arten und an der Großen Meteor Bank mit 65 Arten. Eine Zunahme der Artenzahl mesopelagischer Myctophidenarten im Nord-Süd Verlauf wurde ebenfalls von Backus *et al.* (1977) und Angel (1991) beschrieben.

Es stellt sich die Frage, welche Umweltfaktoren für die generelle Zunahme der Artenzahl und der Diversität in den südlichen Gebieten verantwortlich ist.

Latitudinale Gradienten in der Artenvielfalt zählen zu den allgemein gültigen Grundprinzipien der Ökologie und wurden von zahlreichen Autoren beschrieben (McArthur 1965; Pielou 1975; Begon *et al.* 1986; Stevens 1989). Dementsprechend groß ist die Zahl der Umweltparameter, von denen vermutet wird, dass sie die Zooplanktondiversität regulieren und zu latitudinalen Diversitätsgradienten führen (Rohde 1992; Rutherford *et al.* 1999). Da der Breitengrad allein die großräumigen Diversitätsmuster von Gemeinschaften oft nicht erklären kann, werden Faktoren wie die Produktivität, Energieverfügbarkeit, Konkurrenz, evolutionäres Alter des Ökosystems und die Fläche herangezogen, um sie mit der Diversität in Beziehung zu setzen. Die BIO-ENV Analyse in der vorliegenden

Studie zeigt, dass der Umweltfaktor Chlorophyllgehalt die Gemeinschaftsstruktur der mesopelagischen Fischgemeinschaft stärker beeinflusst als Faktoren wie Temperatur, Salzgehalt und Breitengrad. Dieses Ergebnis lässt vermuten, dass die Primärproduktion in enger Beziehung zu den beobachteten Diversitätsmustern steht.

Die Wassermassen im Nordost-Atlantik unterscheiden sich nördlich und südlich 40° Nord in ihrer Produktivität (Angel 1997). Die Unterschiede in der Primärproduktion resultieren aus den verschiedenen hydrographischen Bedingungen. Die oberflächennahen Wasserschichten weisen in geographischen Breiten südlich 40° Nord ganzjährig eine thermale Schichtung auf. Als Folge dessen weist das relativ warme Oberflächenwasser der euphotischen Zone niedrige Nährstoffkonzentrationen auf, die nur durch lokale Wirbelbildung und langsame Diffusionsprozesse ergänzt werden. Nördlich des 40° N ermöglicht die winterliche Abkühlung eine starke vertikale Konvektion, wodurch Nährstoffe aus tieferen Wasserschichten in die euphotische Zone transportiert werden.

In der vorliegenden Untersuchung wird, eine Abnahme der Artenzahl mit zunehmenden Chlorophyllgehalten gezeigt (Abb. 90). Diese Beobachtung wird unterstützt durch Ergebnisse von Williams et al. (2001) und Fock et al. (2004), die latitudinale Veränderungen in der Struktur von benthischen und pelagischen Fischgemeinschaften mit der Primärproduktion in den entsprechenden Gebieten korrelieren. Backus et al. (1969) fanden im Rahmen der Untersuchung thermaler Fronten in der Sargasso See die jeweils oder mesopelagische Fischarten, an höhere niedrigere Produktionsbedingungen angepasst sind. In Übereinstimmung mit meinen Ergebnissen beschreiben Jahn & Backus (1976) eine enge Beziehung zwischen der Artenzahl mesopelagischer Fische und der Primärproduktion. Während die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit eine logarithmisch lineare Beziehung zwischen der Primärproduktion und der Artenzahl vermuten lassen (Abb. 90), zeigen andere Untersuchungen positive oder "buckelförmige" Korrelationen zwischen der Primärproduktion und Artenvielfalt (Mittelbach et al. 2001). Nach Angel (1997) erreicht die Artenzahl mesopelagischer Fische im Nordost-Atlantik bei 20° Nord ein Maximum und nimmt südlich davon wieder ab. In der vorliegenden Untersuchung wurde nur ein kleiner Ausschnitt (53° bis 30° Nord) des latitudinalen Gradienten im Nordost-Atlantik beprobt. Es ist denkbar, dass die Untersuchung südlicherer Gebiete mit geringerer Primärproduktion eine Abnahme der Artenzahl ergeben und in einem "buckelförmigen" Kurvenverlauf resultieren würde.

5.5 Schlussfolgerung und Ausblick

Die Morphologie und minimale Wassertiefe der fünf unterseeischen Strukturen wirken sich auf die Verbreitung und Artenzusammensetzung der mesopelagischen Fischgemeinschaften aus. Am stärksten beeinflussen die großen Tafelseeberge (Große Meteor Bank und Atlantis Bank) die Fischgemeinschaft. Die Plateaus dieser Guyots stellen lebensfeindliche Habitate für mesopelagische Fische dar. Die physikalische Begrenzung des vertikalen Lebensraums durch die abnehmende Bodentiefe hindert die Fische an der Durchführung ihrer tagesperiodischen Vertikalwanderung. Zusätzlich sind die Mikronektonorganismen über den Seebergplateaus einem hohen Prädationsdruck durch die dort ansässigen benthopelagischen Nektonbestände ausgesetzt. Die Interaktion von benthopelagischen Fische und den Organismen der Echostreuschicht ist somit ein Schlüssel zum Verständnis des Seebergökosystems und sollte in zukünftigen Studien genauer untersucht werden. Die Erforschung der Übergangszone zwischen dem neritischen und dem ozeanischen Lebensraum wird durch methodische Probleme erschwert. Die Einsatzmöglichkeiten von klassischen Fanggeräten wie z.B. Schleppnetzen sind durch die Topographie an Seebergen stark eingeschränkt. Alternativ wäre der Einsatz akustischer Methoden (Echolotaufzeichnungen) zur Bestandserfassung denkbar. Optische Systeme installiert an Bord von Tauchfahrzeugen wie z.B. "Autonomous Underwater Vehicles" (AUV) und "Remotely Operated Vehicles" (ROV) bieten sich an zur Untersuchung schwer zugänglicher Lebensräume, wie sie die Flanken von Seebergen darstellen.

In der vorliegenden Arbeit konnte keine spezifische Seeberg-assoziierte mesopelagische Fischgemeinschaft gefunden werden. Vereinzelt wurden pseudo-ozeanische Arten wie z.B. Xenodermichthys copei an den untersuchten Seebergen gefangen, und im Gebiet der Porcupine Bank ist eine Grenzgemeinschaft mit dem Hauptvertreter Maurolicus muelleri im Bereich des oberen Schelfabhangs ausgebildet. Diese Beobachtungen lassen dass Atlantik spezifische mesopelagische Fischarten vermuten. auch im mit topographischen Strukturen assoziiert sind, wie sie für den Pazifik beschrieben wurden. Möglicherweise war der Probennahmezeitraum der vorliegenden Studie zu kurz, um diese Gemeinschaft zu beobachten. Generell ist das Wissen über Seeberge, die weit vom Festland entfernt liegen, eingeschränkt durch die limitierte Dauer der meisten Forschungsprojekte. Die Mehrzahl dieser Projekte liefern deshalb nur Momentaufnahmen der biologischen Prozesse an Seebergen. Das Studium saisonaler Veränderungen könnte

von Dauerstationen und –plattformen erfolgen, die durch Satellitenübertragung über längere Zeiträume Daten liefern könnten.

Der zweite Abschnitt der Arbeit zeigt, dass die Gemeinschaften der verschiedenen Gebiete durch die latitudinale Distanz und die hydrographischen Verhältnisse beeinflusst werden. Zukünftige Forschungsprojekte sollten deshalb sowohl klein- als auch großskalige Gemeinschaftsstrukturen untersuchen. Insbesondere die faunistische Veränderung an Wassermassengrenzen wie z.B. der Azoren Front bedürfen eines genaueren Studiums.

6 Literatur

- Angel M. V., 1989: Vertical profiles of pelagic communities in the vicinity of the Azores front and their implications to deep ocean ecology. Prog. Oceanogr. 22: 1-46.
- Angel M. V., 1991: Variations in time and space: Is biogeography relevant to studies of long-time scale change? J. Mar. Biol. Ass. U.K. 71: 191-206.
- Angel M. V., 1997: Pelagic Biodiversity. In: Omond R. F. G.; Gage J. D.; Angel M. V. (eds.): Marine Biodiversity. Patterns and processes. Cambridge: Cambridge University Press, p. 35-68.
- Angel M. V.; Fasham M. J. R., 1975: Analysis of the vertical and geographic distribution of the abundant species of planktonic ostracods in the north-east Atlantic. J. Mar. Biol. Ass. U.K. 55: 709-737.
- Angel M. V.; P. H.; Kirkpatrick P.; Domanski P., 1982: Low variability in planktonic and micronektonic populations at 1,000m depth in the vicinity of 42 degree N, 17 degree W; Evidence against diel migratory behavior in the majority of species. Biol. Oceanogr. 1: 287-319.
- Angel M. V.; Pugh P. R., 2000: Quantification of diel vertical migration by micronektonic taxa in the Northeast Atlantic. Hydrobiologia 440: 161-179.
- Backus R. H., 1986: Biogeographical boundaries in the open ocean. UNESCO Tech. Papers Mar. Sci. 49: 9-13.
- Backus R. H.; Craddock J. E.; Haedrich R. L.; L. S. D., 1970: The distribution of mesopelagic fishes in the equatorial and Western north Atlantic ocean. J. Mar. Res. 28: 179-201.
- Backus R. H.; Craddock J. E.; Haedrich R. L.; Robison B. H., 1977: Atlantic Mesopelagic Zoogeography. In: Gibbs R. H., Jr.; Berry F. H.; Böhlke J. E.; Cohen D. M.; Collette B. B.; Eschmeyer W. N.; Mead G. W.; Merriman D.; Pietsch T. W. (eds.): Fishes of the Western North Atlantic. New Haven: Sears Foundation for Marine Research, Yale University, p. 266-287.
- Backus R. H.; Craddock J. E.; Haedrich R. L.; Shores D. L., 1969: Mesopelagic fishes and thermal fronts in the western Sargasso Sea. Mar. Biol. 3: 87-106.
- Backus R. H.; Mead G. W.; Haedrich L. R.; Ebeling A. W., 1965: The mesopelagic fishes collected during cruise 17 of R/V Chain with a method for analyzing faunal transects. Bull. Mus. comp. Zool. 145: 139-158.
- Badcock J., 1981: The significance of meristic variation in *Benthosema glaciale* (Pisces, Myctophoidei) and of the species distribution off northwest Africa. Deep-Sea Res. 28: 1477-1791.
- Badcock J., 1984a: Gonostomatidae. In: Whitehead P. J. P.; Bauchot M. L.; Hureau J. C.; Nielsen J.; Tortonese E. (eds.): Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean. Paris: UNESCO, p. 284-301.
- Badcock J., 1984b: Photichthyidae. In: Whitehead P. J. P.; Bauchot M. L.; Hureau J. C.; Nielsen J.; Tortonese E. (eds.): Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean. Paris: UNESCO, p. 318-324.
- Badcock J., 1984c: Sternoptychidae. In: Whitehead P. J. P.; Bauchot M. L.; Hureau J. C.; Nielsen J.; Tortonese E. (eds.): Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean. Paris: UNESCO, p. 302-317.

- Badcock J.; Araujo T. M. H., 1988: On the significance of variation in a warm water cosmopolitan species, nominally *Ceratoscopelus warmingii* (Pisces, Myctophidae). Bull. Mar. Sci. 42: 16-43.
- Badcock J.; Merrett N. R., 1976: Midwater fishes in the eastern North Atlantic- I. Vertical distribution and associated biology in 30°N, 23°W, with development notes on certain myctophids. Prog. Oceanogr. 7: 3-58.
- Badcock J.; Merrett N. R., 1977: On the distribution of midwater fishes in the eastern North Atlantic. In: Andersen N. R.; Zahuranec B. J. (eds.): Oceanic sound scattering prediction. New York: Plenum Press, p. 249-282.
- Baird R. C., 1971: The systematics, distribution and zoogeography of the marine hatchetfishes (family Sternoptychidae). Bull. Mus. comp. Zool. 142: 1-128.
- Barnett M. A., 1983: Species structure and temporal stability of mesopelagic fish assemblages in the Central Gyres of the North and South Pacific Ocean. Mar. Biol. 74: 245-256.
- Barnett M. A., 1984: Mesopelagic fish zoogeography in the central tropical and subtropical Pacific Ocean: Species composition and structure at representative locations in three ecosystems. Mar. Biol. 82: 199-208.
- Beaugrand G.; Reid P. C.; Ibanez F.; Planque B., 2000: Biodiversity of North Atlantic and North Sea calanoid copepods. Mar. Ecol. Prog. Ser. 204: 299-303.
- Beckmann A.; Mohn C., 2002: The upper circulation at Great Meteor Seamount. Part II: Retention potential of the seamount induced circulation. Ocean Dyn. 52: 194-204.
- Bednarz U., 1991: Petrologie des Atlantis-Seamount-Komplexes. In: Wefer G.; Weigel W.; Pfannkuche O. (eds.): Eastern Atlantic '90 Expedition, (R/V Meteor) Cruise No. 12, 13th March to 30 June 1990: Meteor-Berichte, Universität Hamburg, p. 115-123.
- Begon M.; Harper J. L.; Townsend C. R., 1986: Ecology, individuals, populations and communities. Blackwell, Oxford: 1024 pp.
- Belyanina T. N., 1989: Observations on the Ichthyofauna in the open waters of the Atlantic near the Great-Meteor seamount. J. Ichthyol. 24: 127-129.
- Benoit-Bird K. J.; Au W. W. L.; Brainard R. E.; Lammers M. O., 2001: Diel horizontal migration of the Hawaiian mesopelagic boundary community observed acoustically. Mar. Ecol. Prog. Ser. 217: 1-14.
- Berg L. S., 1958: System der rezenten und fossilen Fischartigen und Fische. Deutscher Verlag der Wissenschaft, Berlin: 310 pp.
- Bergstad O. A.; Falkenhaug T., 2002: The CoML project MAR-ECO: Goals, status and significance for ICES. ICES CM L:10
- Boehlert G. W.; Genin A., 1987: A review of the effects of seamounts on biological processes. In: Keating B. H.; Fryer P.; Batiza R.; Boehlert G. W. (eds.): Seamounts, Islands and Atolls. Washington, D.C.: American Geophysical Union, p. 319-334.
- Boehlert G. W.; Mundy B. C., 1993: Ichthyoplankton assemblages at seamounts and oceanic Islands. Bull. Mar. Sci. 53: 336-361.
- Boehlert G. W.; Seki M. P., 1984: Enhanced micronekton abundance over Mid Pacific seamounts. EOS Trans. Am. Geophys. Union 65: 928.
- Boehlert G. W.; Wilson C. D.; Mizuno K., 1994: Populations of the sternoptychid fish *Maurolicus muelleri* on seamounts in the Central North Pacific. Pac. Sci. 48: 57-69.

- Borets L. A., 1986: Ichthyofauna of the northwestern and Hawaiian submarine ranges. J. Ichthyol. 26: 1-13.
- Boyd S. H.; Wiebe P. H.; Backus R. H.; Craddock J. E.; Daher M. A., 1986: Biomass of the micronekton in the Gulf Stream ring 82-B and environs: Changes with time. Deep-Sea Res. I 33: 1885-1905.
- Brandt S. B., 1983: Temporal and spatial patterns of laternfish (family Myctphidae) communities associated with a warm-core eddy. Mar. Biol. 74: 231-244.
- Brooks A. L.; Saenger R. A., 1991: Vertical size-depth distribution properties of midwater fish off Bermuda, with comparative reviews for other open ocean areas. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 48: 694-721.
- Chapman D. C.; Haidvogel D. B., 1992: Formation of Taylor caps over a tall, isolated seamount in a stratified ocean. Geophys. Astrophys. Fluid Dyn. 64: 31-65.
- Clarke K. R., 1990: Comparison of dominance curves. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 138: 143-157.
- Clarke K. R., 1993: Non-parametric multivariate analysis of changes in community structure. Aust. J. Ecol. 18: 117-143.
- Clarke K. R.; Ainsworth M., 1993: A method of linking multivariate community structure to environmental variables. Mar. Ecol. Prog. Ser. 92: 205-219.
- Clarke K. R.; Warwick R. M., 1994: Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. Natural Environmental Research Council, Plymouth, pp 144.
- Clarke K. R.; Warwick R. M., 2001: Primer-E (5) computer program. Natural Environmental Reasearch Council, Plymouth
- Clarke T. A., 1972: Some aspects of the ecology of Lanternfishes (Myctophidae) in the Pacific Ocean near Hawaii. Fish. Bull. 71: 401-433.
- Clarke T. A., 1973: Some aspects of the ecology of lanternfishes (Myctophidae) in the Pacific Ocean near Hawaii. Fish. Bull. 71: 401-433.
- Clarke T. A., 1980: Diets of fourteen species of vertically migrating mesopelagic fishes in Haiwaiian waters. Fish. Bull. 78: 619-640.
- Clarke T. A., 1982: Distribution, growth and reproduction of the lightfish *Maurolicus muelleri* (Sternoptychidae) off south-east Australia. CSIRO Mar. Lab. Rep. 145: 1-10.
- Domanski P. A., 1986: The Azores front: A zoogeographic boundary? UNESCO Tech. Pap. Mar. Sci.. 49: 73-83.
- Dower J. F., 1994:Biological consequences of current-topography interations at Cobb Seamount. PhD thesis, Victoria
- Dower J. F.; Mackas D. L., 1996: "Seamount effects" in the zooplankton community near Cobb Seamount. Deep-Sea Res. I 43: 837-858.
- Ebeling A. W., 1962: Melamphaidae I. Systematics and zoogeography of the species in the bathypelagic fish genus Melamphaes Günther. Dana Rep. 58: 1-164.
- Ehrich E., 1977: Die Fischfauna der Großen Meteorbank. Meteor Forschungsergeb. (D) 25: 1-23.
- Eriksen C. C., 1982: Observations of internal wave reflection off sloping bottoms. J. Geophys. Res. 87: 525-538.
- Eriksen C. C., 1985: Implications of oceanic bottom reflection for internal wave spectra and mixing. J. Phys. Oceanogr. 15: 1145-1156.
- Eriksen C. C., 1991: Observations of amplified flows atop a large seamount. J. Geophys. Res. 96: 15.227-215.236.
- Fasham M. J. R., 1979: Zonal distribution of pelagic decapoda (Crustacea) in the eastern north Atlantic and its relation to the physical oceanography. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 37: 225-253.
- Fasham M. J. R.; Angel M. V., 1975: The relationship of the zoogeographic distributions of the planktonic ostracods in the North-East Atlantic to the water masses. J. Mar. Biol. Ass. U.K. 55: 739-757.
- Figueroa D. E.; De Astarloa J. M. D.; Martos P., 1998: Mesopelagic fish distribution in the southwest Atlantic in relation to water masses. Deep-Sea Res. I 45: 317-332.
- Fock H.; Matthiessen B.; Zidowitz H.; von Westernhagen H., 2002a: Diel and habitatdependent resource utilisation by deep sea fishes at the Great Meteor seamount: niche overlap and support for the sound scattering layer interception hypothesis. Mar. Ecol. Prog. Ser. 244: 219-233.
- Fock H.; Ulblein F.; Köster F.; von Westernhagen H., 2002b: Biodiversity and speciesenvironment relationships of the demersal fish assemblage at Great Meteor Seamount (subtropical NE Atlantic) sampled by different trawls. Mar. Biol. 141: 185-200.
- Fock H. O.; Pusch C.; Ehrich S., 2004: Structure and diversity patterns of deep-sea pelagic fish assemblages in relation to the Mid-Atlantic Ridge (45° N to 50° N). Deep Sea Res. I: submitted.
- Freeland H. J., 1994: Oceanic circulation at and near Cobb Seamount. Deep Sea Res. 41: 941-951.
- Gartner J. V., Jr.; Conley W. J.; Hopkins T. L., 1989: Escapement by fishes from midwater trawls: A case study using lanternfishes (Pisces: Myctophidae). Fish. Bull. 87: 213-222.
- Gartner J. V., Jr.; Crabtree R. E.; Sulak K. J., 1997: Feeding at depth. In: Randall D. J.; Farrel A. P. (eds.): Deep-Sea Fishes. San Diego: Academic Press, p. 1-388.
- Genin A.; Greene C.; Haury L.; Wiebe P.; Gal G.; Kaartvedt S.; Meir E.; Fey C.; Dawson J., 1994: Zooplankton patch dynamics: Daily gap formation over abrupt topography. Deep-Sea Res. I 41: 941-951.
- Genin A.; Haury L.; Greenblatt P., 1988: Interactions of migrating zooplankton with shallow topography: Predation by rockfishes and intensification of patchiness. Deep-Sea Res. I 35: 151-175.
- Genin A.; Noble M.; Lonsdale P. F., 1989: Tidal currents and anticyclonic motions on two North Pacific seamounts. Deep Sea Res. 36: 1803-1815.
- Gibbs R. H., Jr.; Karnella C., 1987: Background and methods used in studies of the biology of fishes of the Bermuda Oceane Acre. In: Gibbs R. H., Jr.; Krueger W. H. (eds.): Biology of midwater fishes of the Bermuda Ocean Acre. Washington: Smithsonian, p. 1-31.

- Giske J.; Aksnes D. L.; Balino B. M.; Kaartvedt S.; Lie U.; Nordeide J. T.; Vea Salvanes A. G.; Wakili S. M.; Aadnesen A., 1990: Vertical distribution and trophic interactions of zooplankton and fish in Masfjorden, Norway. Sarsia 75: 65-82.
- Gjoesaeter J., 1981a: Growth, production and reproduction of the myctophid fish *Benthosema glaciale* from western Norway and adjacent seas. Fiskeridir. Skr. (Havunders.) 17: 79-108.
- Gjoesaeter J., 1981b: Life history and ecology of *Maurolicus muelleri* (Gonostomatidae) in Norwegian waters. Fiskeridir. Skr. (Havunders.) 17: 109-131.
- Gjoesaeter J., 1984: Mesopelagic fish, a large potential resource in the Arabian Sea. Deep Sea Res. 31: 1019-1035.
- Gjoesaeter J.; Kawaguchi K., 1980: A review of the world resources of mesopelagic fish. FAO Fish. Tech. Pap. 193: 157pp.
- Gould W. J., 1985: Physical oceanography of the Azores front. Prog. Oceanogr. 14: 167-190.
- Grey M., 1964: Gonostomatidae. In: Bigelow H. B. (ed.) Fishes of the Western North Atlantic. New Haven: Mem. Sears Found. mar. Res., p. 78-240.
- Haedrich L. R., 1986: Centrolophidae. In: Whitehead P. J. P.; Bauchot M. L.; Hureau J. C.; Nielsen J.; Tortonese E. (eds.): Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean. Paris: UNESCO, p. 1177-1182.
- Halliday R. G., 1970: Growth and Vertical distribution of the Glacier Lanternfish *Benthosema glaciale* in the Northwestern Atlantic. J. Fish. Res. Board Can. 27: 105-116.
- Hareide N. R.; Garnes G., 2001: The distribution and catch rates of deep water fish along the Mid-Atlantic Ridge from 43 to 61°N. Fish. Res. 51: 297-310.
- Harrisson C. M. H., 1967: On the methods for sampling mesopelagic fish. Symp. zool. Soc. Lond. 19: 71-126.
- Haury L.; Fey C.; Gal G.; Hobday A.; Genin A., 1995: Copepod carcasses in the ocean. 1. Over seamounts. Mar. Ecol. Prog. Ser. 123: 57-63.
- Haury L.; Fey C.; Newland C.; Genin A., 2000: Zooplankton distribution around four eastern North Pacific seamounts. Prog. Oceanogr. 45: 69-105.
- Haury L. R.; McGowan J. A., 1998: Time-space scales in marine biogeography. In: Pierrot-Bults A. C.; van der Spoel S. (eds) Pelagic Biogeography ICoPB II. UNESCO, Paris (France), Noordwijkerhout, The Netherlands, pp 163-170.
- Heincke F., 1913: Untersuchung über die Scholle Generalbericht. I. Schollenfischerei und Schonmassregeln. Vorläufige kurze Übersicht über die wichtigsten Ergebnisse des Berichts. Rapp. P. v. Rèun. Cons. int. Explor. Mer 16: 1-70.
- Hogg N. G., 1973: On the stratified Taylor coumn. J. Fluid Mech. 58: 517-537.
- Hopkins T. L.; Baird R. C., 1977: Aspects of the feeding ecology of oceanic midwater fishes. In: Andersen N. R.; Zahuranec B. J. (eds.): Oceanic sound scattering prediction. New York: Plenum Press, p. 325-360.
- Hopkins T. L.; Baird R. C., 1981: Trophodynamics of the Fish Valenciennellus tripunctulatus . 2. Selectivity, Grazing Rates and Resource Utilization. Mar. Ecol. Prog. Ser. 5: 11-19.

- Hopkins T. L.; Milliken D. M.; Bell L. M.; McMichael E. J.; Heffernan J. J.; Cano R. V., 1981: The landward distribution of oceanic plakton and micronekton over the west Florida continental shelf as related to their vertical distribution. J. Plankton Res. 3: 645-658.
- Howell W. H., 1987: Family Sternoptychidae, marine hatchetfishes and related species. In: Gibbs R. H., Jr.; Krueger W. H. (eds.): Biology of midwater fishes of the Bermuda Ocean Acre. Washington: Smithsonian, p. 32-50.
- Huang W. G.; Cracknell A. P.; Vaughan R. A.; Davies P. A., 1991: A satellite and a field view of the Irish Shelf Front. Cont. Shelf Res. 11: 543-562.
- Hubbs C. L., 1959: Initial discoveries of fish faunas on seamounts and offshore banks in the eastern Pacific. Pac. Sci. 13: 311-316.
- Hulley P. A., 1981: Results of the research cruises of FRV "Walther Herwig" to South America LVIII. Family Myctophidae (Osteichthyes, Myctophiformes). Arch. Fisch Wiss. 31: 1-300.
- Hulley P. A., 1984: Myctophidae. In: Whitehead P. J. P.; Bauchot M. L.; Hureau J. C.; Nielsen J.; Tortonese E. (eds.): Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean. Paris: UNESCO, p. 429-483.
- Hulley P. A., 1992: Upper-slope distributions of oceanic laternfishes (family: Myctophidae). Mar. Biol. 114: 365-383.
- Hulley P. A.; Lutjeharms J. R. E., 1989: Laternfishes of the Southern Benguela Region. Part 3. The Pseudoceanic-oceanic interface. Ann. S. Afr. Mus. 98: 409-435.
- Hulley P. A.; Prosch R. M., 1987: Mesopelagic fish derivatives in the southern Benguela upwelling region. S. Afr. J. Mar. Sci. 5: 597-611.
- Hurlbert S. H., 1971: The nonconcept of species diversit: a critique and alternative parameters. Ecology 52: 577-586.
- Isaacs J. D.; Schwartzlose R. A., 1965: Migrant sound scatterers: interaction with the seafloor. Science Wash. 150: 1810-1813.
- Jahn A. E.; Backus R. H., 1976: On the mesopelagic fish faunas of slope water Gulf Stream, and norther Sargasso Sea. Deep-Sea Res. I 23: 223-234.
- Kaartvedt S.; Melle W.; Knutsen T.; Skjoldal H. R., 1996: Vertical distribution of fish and krill beneath water of varying optical properties. Mar. Ecol. Prog. Ser. 136: 51-58.
- Karnella C., 1987: Family Myctophidae, lanternfishes. In: Gibbs R. H., Jr.; Krueger W. H. (eds.): Biology of midwater fishes of the Bermuda Ocean Acre. Washington: Smithsonian, p. 51-168.
- Käse R. H.; Siedler G., 1982: Meandering of the subtropical front southeast of the Azores. Nature 300: 245-246.
- Kashkin N. I.; Parin N. V., 1983: Quantitative assessment of micronektonic fishes by nonclosing gear (a review). Biol. Oceanogr. 2: 263-287.
- Kawaguchi K.; Mauchline J., 1982: Biology of myctophid fishes (family Myctophidae) in the Rockall Trough, Northeastern Atlantic Ocean. Biol. Oceanogr. 1: 337-373.
- Kawaguchi K.; Mauchline J., 1987: Biology of sternoptychid fishes Rockall Trough, Northeastern Atlantic Ocean. Biol. Oceanogr. 4: 99-120.

- Kawaguchi K.; Shimuzu H., 1978: Taxonomy and distribution of the lanternfishes, genus *Diaphus* (Pisces, Myctophidae) in the western Pacific, eastern Indian Oceans and the Southeast Asian Seas. Bull. Ocean Res. Inst. Univ. Tokyo 10: 1-145.
- Kinzer J.; Schulz K., 1985: Vertical distribution and feeding patterns of midwater fish in the central equatorial Atlantic. I. Myctophidae. Mar. Biol. 85: 313-322.
- Kinzer J.; Schulz K., 1988: Vertical distribution and feeding patterns of midwater fish in the central equatorial Atlantic. II. Sternoptychidae. Mar. Biol. 99: 261-269.
- Kloppmann M., 1989: Composition, abundance and vertical distribution of fish larvae above Hatton and Rockall Bank (West of Britain). Arch. Fischereiwiss. 39: 95-110.
- Kloppmann M.; Mohn C.; Bartsch J., 2001: The distribution of blue whiting eggs and larvae on Porcupine Bank in relation to hydrography and currents. Fish. Res. 50: 89-109.
- Koslow J. A.; Kloser R. J.; Williams A., 1997: Pelagic biomass and community structure over the mid-continental slope off southeastern Australia based upon acoustic and midwater trawl sampling. Mar. Ecol. Prog. Ser. 146: 21-35.
- Kotthaus A., 1972: Die meso- und bathypelagischen Fische der "Meteor"-Roßbreiten Expedition 1970 (2. und 3. Fahrtabschnitt). Meteor Forschungsergeb. (D) 11: 1-28.
- Krause W., 1986: The North Atlantic Current. J. Geophys. Res. 91: 5061-5074.
- Krauss W.; Käse R. H., 1984: Mean circulation and eddy kinetic energy in the Eastern North Atlantic. J. Geophys. Res. 89: 3407-3415.
- Krefft G., 1974: Investigations on midwater fish in the Atlantic Ocean. Ber. Dtsch. Wiss. Komm. Meeresforsch. 23: 236-254.
- Krefft G., 1976: Distribution patterns of oceanic fishes in the Atlantic Ocean. Rev. Trav. Inst. Péches marit. 40: 439-460.
- Lambshead P. J. D.; Platt H. M.; Shaw K. M., 1983: The detection of differences among assemblages of marine benthic species based on an assessment of dominance and diversity. J. Nat. Hist. 17: 859-874.
- Lavender K. L.; Davis R. E.; Brechner W., 2000: Mid-depth recirculation observed in the interior Labrador and Irminger seas by direct velocity measurments. Nature 407: 66-69.
- Longhurst A., 1998: Ecological geography of the sea. Academic Press, San Diego: 398 pp.
- Longhurst A. R.; Bedo A. W.; Harrison W. G.; Head E. J. H.; Sameoto D. D., 1990: Vertical flux of respiratory carbon by oceanic diel migrant biota. Deep-Sea Res. I 37: 685-694.
- Mackas D. L.; Sefton H.; Miller C. B.; Raich A., 1993: Vertical habitat partitioning by large calanoid copepods in the oceanic Subarctic Pacific during spring. Prog. Oceanogr. 32: 259-294.
- Markle D. F.; Quero J. C., 1984: Alepocephalidae. In: Whitehead P. J. P.; Bauchot M. L.; Hureau J.-C.; Nielsen J.; Tortonese E. (eds.): Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean. Paris: UNESCO, p. 228-253.
- Markle D. F.; Wenner C. A., 1979: Evidence of demersal spawning in the mesopelagic zoarcid fish *Melanostigma atlanticum* with comments on demersal spawning in the alepocephalid fish *Xenodermichthys copei*. Copeia 2: 363-366.

- Marotzke J.; Willebrand J., 1996: The North Atlantic mean ciculation: Combining data and dynamics. In: Krauss W. (ed.) The warmwatersphere of the North Atlantic Ocean. Berlin: Gebrüder Borntraeger, p. 55-90.
- Martin B., 2002: Composition and distribution of zooplankton at Great Meteor Seamount, subtropical NE Atlantic. ICES CM M:27: 1-11.
- May J. L.; Blaber S. J. M., 1989a: Benthic and pelagic fish biomass of the upper continental slope off eastern Tasmania. Mar. Biol. 101: 11-25,.
- May J. L.; Blaber S. J. M., 1989b: Reproductive biology of three species of midwater fishes associated with the continental slope of Eastern Tasmania, Australia. Mar. Biol. 95: 323-332.
- McArthur R. H., 1965: Patterns of species diversity. Biol. Rev. 40: 510-533.
- McClatchie S.; Dunford A., 2003: Estimated biomass of vertically migrating mesopelagic fish off New Zealand. Deep Sea Res. I 50: 1263-1281.
- McGinnis R. F., 1982: Biogeography of laternfishes (Myctophidae) south of 30°. Antarct. Res. Ser. 35: 1-110.
- McGowan J. A.; Walker P. W., 1979: Structure in the copepod community of the North Pacific Centarl Gyre. Ecol. Monogr. 49: 195-226.
- McGowan J. A.; Walker P. W., 1985: Dominance and diversity maintenance in an oceanic ecosystem. Ecol. Monogr. 55: 113-118.
- McKelvie D. S., 1985: Discreteness of pelagic faunal regions. Mar. Biol. 88: 125-133.
- McMahon T.; Raine R.; Titov O.; Boychuk S., 1995: Some oceanographic features of northeaster Atlantic waters west of Ireland. ICES J. Mar. Sci. 52: 221-232.
- Meincke J., 1971: Observation of an anticyclonic vortex trapped above a seamount. J. Geophys. Res. 76: 7423-7440.
- Merrett N. R., 1986: Biogeography and the oceanic rim: A poorly known zone of ichthyofaunal interaction. UNESCO Techn. pap. mar. Sci. 49: 201-209.
- Mittelbach G. G.; Steiner C. F.; Scheiner S. M.; Gross K. L.; Reynolds H. L.; Waide R. B.; Willig M. R.; Dodson S. I.; Goughh L., 2001: What is the observed relationship between species richness and productivity? Ecology 82: 2381-2396.
- Mohn C.; Beckmann A., 2002: The upper oceanic circulation at Great Meteor Seamount. Part I: Structure of Density and Flow Fields. Ocean Dyn. 52: 179-193.
- Morton B.; Britton J. C., 2000: The origins of the costal and marine flora and fauna of the Azores. In: Gibson R. N.; Barnes M. (eds.): Oceanography and Marine Biology. London: Taylor & Francis Inc.
- Mourino B.; Fernandez E.; Serret P.; Harbour D.; Sinha B.; Pingree R., 2001: Variability and seasonality of physical and biological fields at the Great Meteor Tablemount (subtropical NE Atlantic). Oceanol. Acta 24: 167-185.
- Mozgovoy V. A.; Bekker V. E., 1991: Volume sound scattering and the composition of sound-scattering layers in the Canary Basin region. Oceanol. Acad. Sci. USSR. 31: 293-298.
- Musick J. A., 1973: Mesopelagic fishes from the Gulf of Maine and the adjacent cotinental slope. J. Fish. Res. Board Can. 30: 134-137.

- Nafpaktitis B. G., 1968: Taxonomy and distribution of the lanternfishes, Genera *Lobianchia* and *Diaphus* in the North Atlantic. Dana Rep. 73: 1-131.
- Nafpaktitis B. G., 1978: Systematics and distribution of the lanternfishes of the genera *Lobianchia* and *Diaphus* (Myctophidae), in the Indian Ocean. Sci. Bull. nat. Hist. Mus. Los Ang. City 30: 1-92.
- Nafpaktitis B. G.; Backus R. H.; Craddock J. E.; Haedrich L. R.; Robison B. H.; Karnella C., 1977: Family Myctophidae. In: Gibbs R. H., Jr.; Berry F. H.; Böhlke J. E.; Cohen D. M.; Collette B. B.; Eschmeyer W. N.; Mead G. W.; Merriman D.; Pietsch T. W. (eds.): Fishes of the Western North Atlantic. New Haven: Mem. Sears Found. Mar. Res., p. 13-265.
- Nafpaktitis B. G.; Paxton J., 1978: *Idiolychnus*, a new genus of Myctophidae based on *Diaphus urolampus*. Copeia 1978: 492-497.
- Nakamura E. L., 1970: Observations on the biology of the myctophid, *Diaphus garmani*. Copeia 1970: 374-377.
- Nellen W., 1973: Untersuchungen zur Verteilung von Fischlarven und Plankton im Gebiet der Großen Meteorbank. Meteor Forschungsergeb. (D) 13: 47-69.
- Nellen W., 2004: Composition of ichthyoplankton and horizontal and vertical distribution of fish larvae taxa in the Great Meteor Seamount area in Septemer 1998. Arch. Fish. Mar. Res. 51: in press.
- Nelson J. S., 1994: Fishes of the World. John Wiley & Sons, Inc., New York: 600 pp.
- Noble M.; Mullineaux L. S., 1989: Internal tidal currents over the summit of Cross Seamount. Deep Sea Res. 36: 1791-1802.
- Olson D. B.; Backus R. H., 1985: The concentrating of organisms at fronts: A cold-water fish and a warm-core Gulf Stream ring. J. Mar. Res. 43: 113-137.
- Ottens J. J., 1991: Planktic foraminfera as North Atlantic water mass indicators. Oceanol. Acta 14: 123-140.
- Parin N. V., 1986: Distribution of mesobenthopelagic fishes in slope waters and around submarine rises. UNESCO Tech. Pap. Mar. Sci. 49: 226-229.
- Parin N. V.; Prut`ko V. G., 1985: The Thalassial mesobenthopelagic icthyocoene above equator seamount in the western tropical Indian Ocean. Oceanology 25: 781-783.
- Parker T.; Tunnicliffe V., 1994: Dispersal strategies of the biota on an oceanic seamount: Implications for ecology and biogeography. Biol. Bull. 187: 336-345.
- Pearcy W. G., 1964: Some distributional features of mesopelagic fishes off Oregon. J. Mar. Res. 22: 83-102.
- Pearcy W. G., 1980: A large opening-closing midwater trawl for sampling oceanic nekton, and comparison of catches with an Isaacs-Kidd midwater trawl. Fish. Bull. 78: 529-534.
- Pearcy W. G.; Kryger E. E.; Mesecar R.; Ramsey F., 1977: Vertical distribution and migration of oceanic micronekton off Oregon. Deep-Sea Res. 24: 223-245.
- Pearcy W. G.; Laurs R. M., 1966: Vertical migration and distribution of mesopelagic fishes off Oregon. Deep Sea Res. 13: 153-165.

- Pereyra W. T.; Pearcy W. G.; Carvey F. E., Jr., 1969: *Sebastodes flavidus*, a shelf rockfish feeding on mesopelagic fauna, with consideration for ecological implications. J. Fish. Res. Board Can. 26: 2211-2215.
- Pielou E. C., 1975: Ecological diversity. Wiley, J., New York: 165 pp.
- Porteiro F. M.; Hartel K. E.; Craddock J. E.; Santos R. S., 1999: Deep-Sea pelagic fishes from the Azores (Eastern North Atlantic) deposited in the Museum of Comparative Zoology. Breviora 507: 1-42.
- Post A., 1988: Contribution to the knowledge of the fish fauna in waters west of the British Islands. Arch. Fischereiwiss. 39: 31-69.
- Pusch C.; Beckmann A.; Porteiro F. M.; von Westernhagen H., 2004a: The influence of seamounts on mesopelagic fish communities. Arch. Fish. Mar. Res. 51: in press.
- Pusch C.; Schnack-Schiel S.; Mizdalski E.; von Westernhagen H., 2004b: Feeding of three myctophid species at Great Meteor Seamount (NE Atlantic). Arch. Fish. Mar. Res. 51: in press.
- Reid S. B.; Hirota J.; Young R. E.; Hallacher L. E., 1991: Mesopelagic-boundary community in Hawaii: micronekton at the interface between neritic and ocanic ecosystems. Mar. Biol. 109: 427-440.
- Roden G. I., 1987: Effect of seamount and seamount chain on oceanic circulation and thermohaline structure. In: Keating B. H.; Fryer P.; Batiza R.; Boehlert G. W. (eds.): Seamounts, Islands and Atolls. Washington D.C.: American Geophysical Union, p. 335-354.
- Roe H. S. J., 1974: Observations on the diurnal vertical migrations of an oceanic animal community. Mar. Biol. 28: 99-113.
- Roe H. S. J.; Badcock J., 1984: The diel migrations and distributions within a mesopelagic community in the North East Atlantic. 5. vertical migrations and feeding of fish. Prog. Oceanogr. 13: 389-424.
- Rogachev K. A.; Salomatin A. S.; Carmack E. C., 1996: Concentration of pelagic organisms at mesoscale fronts in the western subarctic Pacific: Small fish on long waves. Fish. Oceanogr. 5: 153-162.
- Rogers A. D., 1994: The biology of seamounts. Adv. Mar. Biol. 30: 305-350.
- Rohde K., 1992: Latitudinal gradients in species diversity: the search for the primary cause. Oikos 65: 514-527.
- Rutherford S.; D'Hondt S.; Prell W., 1999: Environmental controls on the geographic distribution of zooplankton diversity. Nature 400: 749-753.
- Sachs L., 1978: Angewandte Statistik. Springer Verlag, Berlin: 552 pp.
- Salvanes A. G. V.; Kristoffersen J. B., 2001: Mesopelagic Fishes. In: Steel J.; Thorpe S.; Turekian K. (eds.): Encyclopedia of Ocean Sciences. San Diego: Academic Press, p. 1711-1717.
- Samuelson R. M., 1990: Evidence for wind-driven current fluctuations in the eastern North Atlantic. J. Geophys. Res.: 11359-11368.
- Sanders H. L., 1968: Marine benthic diversity: a comparative study. Am. Nat. 102: 243-282.

- Santos R. S.; Porteiro F. M.; Barreiros J. P., 1997: Marine fishes of the Azores. An annotated checklist and bibliography. Arquipélago (Cienc. Biol. Mar./Life Mar. Sci.) Supplement 1, Ponta Delgada. xxvii: 244 pp.
- Sassa C.; Kawaguchi K.; Kinoshita T.; Watanabe C., 2002: Assemblages of vertical migratory mesopelagic fish in the transitional region of the western North Pacific. Fish. Oceanogr. 11: 193-204.
- Schmitz W. J.; McCartney M. S., 1993: On the North Atlantic circulation. Rev. Geophys. 31: 29-49.
- Schnack-Schiel S. B.; Henning S., 2004: Occurence and distribution pattern of mesozooplankton at the Great Meteor Seamount (subtropical North Atlantic). Arch. Fish. Mar. Res. 51: in press.
- Sedberry G. R.; Musick J. A., 1978: Feeding strategies of some demersal fishes of the continental slope and rise off the Mid-Atlantic coast of the USA. Mar. Biol. 44: 357-375.
- Shannon C. E.; Weaver W., 1949: The mathematical theory of communication. Chicago: University Illinois Press, p. 111.
- Sobrinho-Goncalves L.; Isidro E., 2001: Fish larvae and zooplankton biomass around Faial Island (Azores Archipelago). A preliminary study of species occurence and relative abundance. Arquipelago 18A: 35-52.
- Stevens G. C., 1989: The latitudianl gradient in geographical range: how so many species coexist in the tropics. Am. Nat. 133: 240-256.
- Struhsacker P., 1973: *Argyripnus brocki*, a new species of stomiatoid fish from Hawaii, with observations on *A. ephippiatus* and *A. iridescens*. Fish. Bull. U.S. 71: 827-836.
- Sverdrup H. U.; Johnson M. W.; Fleming R. H., 1942: The oceans, their physics, chemestry and general biology. Prentice-Hall, New York: 1087 pp.
- Torgersen T.; Kaartvedt S., 2001: In situ swimming behaviour of individual mesopelagic fish studied by split-beam echo target tracking. ICES J. Mar. Sci. 58: 346-354.
- Torgersen T.; Kaartvedt S.; Melle W.; Knutsen T., 1997: Large scale distribution of acoustical scattering layers at the Norwegian continental shelf and the eastern Norwegian Sea. Sarsia 82: 87-96.
- Uiblein F.; Geldmacher A.; Koester F.; Nellen W.; Kraus G., 1999: Species composition and depth distribution of fish species collected in the area of the Great Meteor Seamount, Eastern Central Atlantic, during cruise M42/3 with seventeen new records. Inf. Tec. Inst. Canar. Cienc. Mar. 5: 49-85.
- Ulrich J., 1971: Zur Topographie der Grossen Meteorbank. Meteor Forschungsergeb. Reihe C 6: 48-68.
- Vinnichenko V. I., 1998: Alfonsino (Beryx splendens) biology and fishery on the seamounts in the open North Atlantic. ICES CM O:13: 1-8.
- von Westernhagen H.; Piatkowski U.; Heinemann H., 2000: Collections with a pelagic youngfish-trawl, targeting juvenile fish of pelagic and benthic species, pelagic crustations and cephalopods. In: Pfannkuche O.; Müller T. J.; Nellen W.; Wefer G. (eds) Ostatlantik 1998, Cruise No.42, 16 June - 26 October 1998. Meteor Berichte 00-1, Universität Hamburg, pp 133-136.

- Warwick R. M.; Clarke K. R., 1995: New 'biodiversity' measures reveal a decrease in taxonomic distinctness with increasing stress. Mar. Ecol. Prog. Ser. 129: 301-305.
- Watanabe H.; Moku M.; Kawaguchi K.; Ishimaru K.; Ohno A., 1999: Diel vertical migration of myctophid fishes (Family Myctophidae) in the transitional waters of the western North Pacific. Fish. Oceanogr. 8: 115-127.
- Weigmann R., 1974: Untersuchungen zum Vorkommen der Euphausiaceen (Crustacea) im Bereich der Großen Meteorbank. Meteor Forschungsergeb. (D) 17: 17-32.
- White M.; Mohn C.; Orren M. J., 1998: Nutrient distribution across Porcupine Bank. ICES J. Mar. Sci. 55: 1082-1094.
- Whitehead P. J. P.; Bauchot M. L.; Hureau J.-C.; Nielsen J.; Tortonese E., 1984: Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean. UNESCO, Paris, pp 1472.
- Wiebe P. H.; Greene C. H.; Stanton T. K.; Burczynski J., 1990: Sound scattering by live zooplankton and micronekton: Empirical studies with a dual-beam acoustical system. J. Acoust. Soc. Am. 86: 2346-2360.
- Williams A.; Koslow J. A., 1997: Species composition, biomass and vertical distribution of micronekton over the mid-slope region off southern Tasmania, Australia. Mar. Biol. 130: 259-276.
- Williams A.; Koslow J. A.; Last P. R., 2001: Diversity, density and community structure of the demersal fish fauna of the continental slope off western Australia (20 to 35 degree S). Mar. Ecol. Prog. Ser. 212: 247-263.
- Williams W. T.; Bunt J. S.; John R. D.; Abel D. J., 1981: The community concept and the phytoplankton. Mar. Ecol. Prog. Ser. 6: 115-121.
- Woodd-Walker R. S.; Ward P.; Clarke A., 2002: Large-scale patterns in diversity and community structure of surface water copepods from the Atlantic Ocean. Mar. Ecol. Prog. Ser. 236: 189-203.
- Zidowitz H.; Fock H.; von Westernhagen H., 2002: The role of *Zenopsis spp.* as a predator in seamount and shelf habitats. ICES CM M 28: 22.

7 Anhang

Tab. A1: Stationen im Gebiet der Porcupine Bank

Station	Hol	Breite N	Länge W	Habitat	Datum	Zeit	Licht	Wassertiefe (m)	Fangtiefe (m)
541	1	49°31,62	08°59,93	Schelf	24. Jun. 99	17:24-18:09	Tag	135-142	12-116
542	2	49°30,9	09°33,5	Schelf	24. Jun. 99	21:02-21:45	Тад	125-150	0-100
543	3	49°29,85	10°08,53	Schelf	24. Jun. 99	02:34-03:43	Nacht	116-127	0-100
544	4	49°31,0	10°32,3	Schelf	25. Jun. 99	05:57-06:48	Тад	138-141	0-100
545	5	49°29,4	11°02,0	Schelf	25. Jun. 99	09:35-10:13	Тад	188-194	3-100
546	6	49°30,4	11°32,11	Abhang	25. Jun. 99	13:13-14:20	Тад	659-733	0-100
547	7	49°32,7	12°00,8	Ozean	25. Jun. 99	17:36-18:17	Тад	1123-1125	0-100
548	8	49°59,0	11°57,2	Ozean	25. Jun. 99	22:21-23:05	Dämmerung	1783-1801	0-100
549	9	50°00,02	11°28,11	Abhang	26. Jun. 99	03:27-04:34	Nacht	854-960	0-100
550	10	49°59,4	10°59,2	Schelf	26. Jun. 99	08:05-09:07	Тад	198-386	0-100
551	11	49°59,60	10°28,84	Schelf	26. Jun. 99	11:38-12:45	Тад	129-136	0-100
552	12	49°57,92	09°57,18	Schelf	26. Jun. 99	15:22-16:28	Тад	127-141	0-100
553	13	49°59,0	09°33,0	Schelf	26. Jun. 99	19:07-19:54	Tag	111-138	0-110
554	14	50°00,41	09°05,01	Schelf	26. Jun. 99	23:39-00:46	Nacht	132-137	0-100
555	15	50°03,41	08°33,46	Schelf	27. Jun. 99	04:39-05:46	Dämmerung	107-122	0-120
556	16	50°29,51	08°05,5	Schelf	27. Jun. 99	10:46-11:53	Tag	90-118	0-100
557	17	50°30,24	08°32,36	Schelf	27. Jun. 99	14:22-15:29	Tag	106-118	0-115
558	18	50°29,71	09°02,1	Schelf	27. Jun. 99	18:35-19:39	Tag	124-128	0-100
559	19	50°29,2	09°33,2	Schelf	27. Jun. 99	22:59-23:48	Nacht	120-126	20-100
560	20	50°29,77	10°02,44	Schelf	28. Jun. 99	03:00-04:08	Nacht	138-143	0-100
561	21	50°29,8	10°32,5	Schelf	28. Jun. 99	07:07-08:13	Тад	163-165	0-100
562	22	50°28,8	11°02,3	Abhang	28. Jun. 99	11:10-12:16	Тад	864-927	420-480
563	23	50°30,78	11°31,32	Ozean	28. Jun. 99	16:39-17:45	Тад	1596-1690	0-100
564	24	50°31,4	11°59,4	Ozean	28. Jun. 99	21:49-22:51	Dämmerung	2110-2121	0-102
565	25	51°00,45	11°59,06	Ozean	29. Jun. 99	04:12-05:19	Dämmerung	1634-1691	0-100
566	26	51°01,2	11°31,1	Abhang	29. Jun. 99	09:27-10:21	Тад	610-895	0-100
567	27	50°59,7	10°59,27	Schelf	29. Jun. 99	14:17-15:24	Тад	173-176	0-100
568	28	50°59,3	10°28,7	Schelf	29. Jun. 99	17:55-19:02	Тад	151-157	0-101
569	29	50°58,01	10°00,3	Schelf	29. Jun. 99	21:22-22:28	Dämmerung	114-117	0-100
570	30	50°59,46	09°30,53	Schelf	29. Jun. 99	01:04-02:13	Nacht	117-118	0-100
571	31	50°59,78	08°58,66	Schelf	30. Jun. 99	04:46-05:53	Dämmerung	112-116	0-100
572	32	50°58,9	08°28,8	Schelf	30. Jun. 99	08:12-09:02	Тад	108-113	0-100
573	33	50°59,59	08°00,31	Schelf	30. Jun. 99	11:41-12:49	Тад	95-97	0-100
574	34	51°29,58	08°02,99	Schelf	30. Jun. 99	16:31-17:37	Тад	82-87	0-80
575	35	51°28,1	08°28,5	Schelf	30. Jun. 99	20:03-21:07	Тад	94-96	0-85
576	36	51°25,68	09°00,30	Schelf	30. Jun. 99	23:58-01:00	Nacht	79-84	0-78
577	37	51°28,2	10°02,5	Schelf	1. Jul. 99	06:24-07:17	Тад	73-76	0-63
578	38	51°29,1	10°31,1	Schelf	1. Jul. 99	09:56-11:05	Тад	139-149	0-102
579	39	51°29,07	11°00,68	Schelf	1. Jul. 99	13:41-14:49	Тад	167-183	0-115
580	40	51°29,9	11°30,2	Schelf	1. Jul. 99	17:30-18:36	Тад	358-481	0-110
581	41	51°29,9	11°57,7	Abhang	1. Jul. 99	21:38-22:43	Dämmerung	936-1067	0-100
582	42	51°33,5	12°27,0	Ozean	2. Jul. 99	03:22-04:30	Nacht	1290-1334	0-100
583	43	52°01,09	12°59,04	Abhang	2. Jul. 99	13:51-14:42	Тад	747-781	20-100
584	44	52°00,21	12°28,2	Abhang	2. Jul. 99	18:25-19:20	Tag	928-978	0-101

Fortsetzung: Tab. A1

Station	Hol	Breite N	Länge W	Habitat	Datum	Zeit	Licht	Wassertiefe (m)	Fangtiefe (m)
585	45	51°57,5	11°59,0	Abhang	2. Jul. 99	22:45-23:33	Dämmerung	717-741	399-420
586	46	51°57,49	11°28,97	Schelf	3. Jul. 99	04:19-05:09	Dämmerung	243-246	20-120
587	47	51°59,3	10°58,3	Schelf	3. Jul. 99	08:20-09:09	Тад	143-145	15-95
588	48	51°57,34	10°33,25	Schelf	3. Jul. 99	11:44-12:33	Тад	85-87	20-78
611	49	52°30,97	10°01,46	Schelf	11. Jul. 99	04:38-05:17	Dämmerung	56-67	0-50
612	50	52°30,8	10°30,6	Schelf	11. Jul. 99	08:10-09:15	Тад	93-106	0-78
613	51	52°30,97	11°04,15	Schelf	11. Jul. 99	12:05-13:13	Тад	123-128	0-100
614	52	52°30,66	11°31,90	Schelf	11. Jul. 99	15:26-16:16	Тад	149-158	0-103
615	53	52°30,9	12°02,6	Schelf	11. Jul. 99	19:26-20:32	Тад	296-331	0-105
616	54	52°30,3	12°33,1	Abhang	11. Jul. 99	23:18-00:24	Nacht	571-583	0-101
617	55	52°31,5	13°00,95	Abhang	12. Jul. 99	03:03-04:11	Nacht	502-527	0-100
618	56	52°30,7	13°33,2	Schelf	12. Jul. 99	07:07-08:12	Тад	325-334	0-105
619	57	52°30,7	14°01,4	Schelf	12. Jul. 99	10:38-11:46	Тад	295-301	0-111
627	58	53°00,41	13°58,7	Schelf	13. Jul. 99	08:29-09:18	Тад	190-195	32-102
628	59	52°59,10	13°29,48	Schelf	13. Jul. 99	12:12-13:03	Тад	217-231	20-104
629	60	53°01,0	13°00,8	Schelf	13. Jul. 99	21:29-22:35	Dämmerung	360-368	0-108
630	61	52°58,9	12°29,26	Schelf	14. Jul. 99	01:21-02:27	Nacht	348-365	0-103
631	62	52°59,53	12°01,14	Schelf	14. Jul. 99	05:00-06:06	Dämmerung	205-219	0-101
632	63	53°00,2	11°30,0	Schelf	14. Jul. 99	08:55-10:00	Тад	135-140	0-101
633	64	52°59,03	10°59,39	Schelf	14. Jul. 99	12:35-13:24	Тад	128-130	13-105
634	65	52°59,38	10°29,28	Schelf	14. Jul. 99	16:12-17:18	Тад	106-109	12-104
635	66	52°58,1	09°59,4	Schelf	14. Jul. 99	20:00-20:50	Тад	103-106	18-100
548	IS1	49°59,39	11°48,71	Ozean	25. Jun. 99	23:56-00:35	Nacht	1640-1693	303-445
549	IS2	50°00,43	11°19,14	Abhang	26. Jun. 99	05:09-05:43	Dämmerung	745-756	200-270
562	IS3	50°29,35	11°10,40	Abhang	28. Jun. 99	12:53-13:23	Тад	581-732	0-100
563	IS4	50°31,22	11°39,53	Ozean	28. Jun. 99	18:20-18:50	Тад	1875-1940	360-504
564	IS5	50°35,10	12°02,47	Ozean	28. Jun. 99	23:22-23:52	Nacht	2152-2211	160-292
565	IS6	50°59,38	11°49,66	Ozean	29. Jun. 99	05:56-06:26	Тад	1594-1599	354-458
567	IS7	50°59,6	11°22,2	Schelf	29. Jun. 99	11:29-11:59	Тад	340-438	343-405
581	IS8	51°32,96	12°04,69	Ozean	1. Jul. 99	23:21-23:51	Nacht	1161-1227	194-202
582	IS9	51°40,02	12°29,46	Ozean	2. Jul. 99	05:05-05:35	Dämmerung	1263-1272	293-301
585	IS10	51°54,39	11°56,33	Abhang	3. Jul. 99	00:14-00:45	Nacht	709-721	22-107
605	IS11	51°33,75	11°55,17	Abhang	6. Jul. 99	21:44-22:14	Dämmerung	820-862	360-411
606	IS12	51°31,37	11°35,59	Schelf	7. Jul. 99	00:35-01:05	Nacht	444-501	400-440
607	IS13	51°26,72	11°32,00	Schelf	7. Jul. 99	02:32-03:02	Nacht	372-379	362-376
608	IS14	51°21,78	11°27,97	Schelf	7. Jul. 99	04:29-04:59	Dämmerung	296-311	294-315
609	IS15	51°17,35	11°33,28	Schelf	7. Jul. 99	06:45-07:15	Тад	482-511	410-444
610	IS16	51°13,36	11°28,14	Schelf	7. Jul. 99	08:49-09:19	Тад	376-399	343-402
620	IS17	52°35,04	14°11,33	Schelf	12. Jul. 99	13:03-13:34	Тад	288-299	288-303
621	IS18	52°41,81	14°23,07	Schelf	12. Jul. 99	15:25-15:55	Тад	359-370	346-364
622	IS19	52°48,11	14°36,00	Schelf	12. Jul. 99	17:49-18:19	Tag	432-436	408-431
623	IS20	52°54,11	14°48,54	Abhang	12. Jul. 99	20:17-20:47	Tag	706-773	266-276
624	IS21	52°57,42	14°57,58	Ozean	12. Jul. 99	23:38-00:08	Nacht	939-1108	97-151
625	IS22	52°58,82	14°40,27	Schelf	13. Jul. 99	02:13-02:44	Nacht	424-445	377-407

Fortsetzung: Tab. A1

Station	Hol	Breite N	Länge W	Habitat	Datum	Zeit	Licht	Wassertiefe (m)	Fangtiefe (m)
626	IS23	52°59,70	14°20,64	Schelf	13. Jul. 99	05:25-05:55	Dämmerung	249-255	209-242
589	TV1-1	51°34,4	11°54,7	Abhang	4. Jul. 99	06:21-06:36	Тад	855	91-112
589	TV1-2	51°34,7	11°57,1	Abhang	4. Jul. 99	07:00-07:16	Тад	904	49-56
589	TV1-3	51°35,56	11°59,91	Abhang	4. Jul. 99	07:39-07:54	Тад	966	20-27
589	TV1-4	51°36,3	12°02,2	Ozean	4. Jul. 99	08:10-08:25	Тад	1060	0-10
590	TV2-1	51°34,1	11°57,8	Abhang	4. Jul. 99	10:18-10:33	Тад	926	90-110
590	TV2-2	51°32,5	11°57,1	Abhang	4. Jul. 99	10:55-11:10	Тад	918	48-61
590	TV2-3	51°31,97	11°57,15	Abhang	4. Jul. 99	11:31-11:46	Тад	914	18-30
590	TV2-4	51°33,47	11°59,62	Abhang	4. Jul. 99	12:08-12:24	Тад	976	0-10
591	TV3-1	51°34,30	12°00,75	Ozean	4. Jul. 99	14:18-14:33	Тад	1021	89-100
591	TV3-2	51°33,46	12°03,56	Ozean	4. Jul. 99	14:58-15:14	Тад	1203	48-55
591	TV3-3	51°33,71	12°04,20	Ozean	4. Jul. 99	15:46-16:01	Тад	1300	14-23
591	TV3-4	51°34,89	12°01,84	Ozean	4. Jul. 99	16:21-16:36	Тад	1057	0-10
592	TV4-1	51°34,8	12°02,3	Ozean	4. Jul. 99	18:19-18:34	Тад	1106	90-105
592	TV4-2	51°33,91	12°03,6	Ozean	4. Jul. 99	18:55-19:10	Тад	1245	48-58
592	TV4-3	51°33,5	12°03,2	Ozean	4. Jul. 99	19:30-19:45	Тад	1191	19-22
592	TV4-4	51°35,1	12°01,4	Ozean	4. Jul. 99	20:03-20:19	Тад	1035	0-10
593	TV5-1	51°35,7	12°02,6	Ozean	4. Jul. 99	22:20-22:35	Dämmerung	1090	90-102
593	TV5-2	51°36,5	12°01,6	Ozean	4. Jul. 99	23:03-23:18	Nacht	1021	50-68
593	TV5-3			Ozean	4. Jul. 99	23:41-23:57	Nacht	1125	21-24
593	TV5-4	51°33,78	12°03,14	Ozean	5. Jul. 99	00:21-00:36	Nacht	1212	0-10
594	TV6-1	51°34,00	12°06,71	Ozean	5. Jul. 99	02:20-02:35	Nacht	1254	96-101
594	TV6-2	51°32,25	12°05,98	Ozean	5. Jul. 99	03:03-03:18	Nacht	1129	49-59
594	TV6-3	51°31,14	12°04,00	Ozean	5. Jul. 99	03:42-03:57	Nacht	1296	19-22
594	TV6-4	51°31,10	12°00,79	Ozean	5. Jul. 99	04:18-04:33	Dämmerung	1027	0-10
595	TV7-1	51°30,41	12°06,4	Ozean	5. Jul. 99	06:19-06:34	Тад	1127	90-101
595	TV7-2	51°32,2	12°04,7	Ozean	5. Jul. 99	06:55-07:10	Тад	1323	46-57
595	TV7-3	51°32,9	12°04,1	Ozean	5. Jul. 99	07:30-07:45	Тад	1235	16-21
595	TV7-4	51°31,9	12°05,4	Ozean	5. Jul. 99	08:00-08:15	Тад	1199	0-10
596	TV8-1	51°31,3	12°04,3	Ozean	5. Jul. 99	10:16-10:31	Тад	1264	90-103
596	TV8-2	51°32,9	12°02,3	Ozean	5. Jul. 99	10:52-10:57	Тад	1179	45-52
596	TV8-3	51°33,54	12°01,6	Ozean	5. Jul. 99	11:26-11:42	Тад	1227	17-26
596	TV8-4	51°32,33	12°03,36	Ozean	5. Jul. 99	12:01-12:16	Тад	1268	0-10
599	TV11-1	51°25,8	11°58,2	Ozean	5. Jul. 99	22:17-22:32	Dämmerung	1012	94-112
599	TV11-2	51°24,4	11°59,7	Ozean	5. Jul. 99	22:55-23:10	Nacht	1080	40-55
599	TV11-3	51°23,79	11°59,99	Ozean	5. Jul. 99	23:31-23:46	Nacht	1090	20-32
599	TV11-4	51°25,30	11°57,72	Ozean	6. Jul. 99	00:08-00:23	Nacht	1008	0-10
600	TV12-1	51°26,82	11°53,71	Abhang	6. Jul. 99	02:16-02:31	Nacht	949	93-98
600	TV12-2	51°28,21	11°51,37	Abhang	6. Jul. 99	02:58-03:13	Nacht	982	48-58
600	TV12-3	51°29,77	11°50,01	Abhang	6. Jul. 99	03:37-03:52	Nacht	959	20-27
600	TV12-4	51°30,96	11°51,16	Abhang	6. Jul. 99	04:12-04:27	Nacht	915	0-10
601	TV13-1	51°28,21	11°53,4	Abhang	6. Jul. 99	06:15-06:30	Tag	929	90-101
601	TV13-2	51°26,8	11°55,0	Abhang	6. Jul. 99	06:53-07:08	Тад	944	44-51
601	TV13-3	51°26,5	11°55,9	Abhang	6. Jul. 99	07:30-07:46	Tag	957	19-22
601	TV13-4	51°28,3	11°55,3	Abhang	6. Jul. 99	08:04-08:19	Tag	920	0-10

Station	Hol	Breite N	Länge W	Habitat	Datum	Zeit	Licht	Wassertiefe (m)	Fangtiefe (m)
602	TV14-1	51°30,2	11°55,7	Abhang	6. Jul. 99	11:12-11:27	Tag	902	92-101
602	TV14-2	51°28,6	11°55,7	Abhang	6. Jul. 99	11:51-12:06	Тад	934	48-55
602	TV14-3	51°28,28	11°55,95	Abhang	6. Jul. 99	11:29-11:44	Тад	922	21-26
602	TV14-4	51°30,41	11°56,43	Abhang	6. Jul. 99	12:05-12:20	Тад	906	0-10
603	TV15-1	51°32,32	11°57,88	Abhang	6. Jul. 99	14:16-14:31	Тад	837	94-102
603	TV15-2	51°30,46	11°57,54	Abhang	6. Jul. 99	14:57-15:13	Тад	927	46-54
603	TV15-3	51°30,17	11°56,02	Abhang	6. Jul. 99	15:39-15:55	Тад	998	23-25
603	TV15-4	51°31,92	11°56,75	Abhang	6. Jul. 99	16:16-13:32	Тад	904	0-10
604	TV16-1	51°33,6	11°55,4	Abhang	6. Jul. 99	18:17-18:32	Тад	871	92-100
604	TV16-2	51°33,0	11°52,6	Abhang	6. Jul. 99	18:55-19:10	Тад	835	42-53
604	TV16-3	51°32,9	11°51,1	Abhang	6. Jul. 99	19:28-19:43	Тад	868	22-30
604	TV16-4	51°34,5	11°52,2	Abhang	6. Jul. 99	20:01-20:16	Тад	814	0-10
636	TV17-1	51°33,88	11°52,06	Abhang	15. Jul. 99	11:34-11:49	Тад	816	99-108
636	TV17-2	51°33,25	11°49,17	Abhang	15. Jul. 99	12:24-12:39	Тад	915	45-52
636	TV17-3	51°32,68	11°47,48	Abhang	15. Jul. 99	13:01-13:16	Тад	900	29-38
637	TV18-1	51°32,68	11°54,62	Abhang	15. Jul. 99	14:19-14:34	Тад	858	96-99
637	TV18-2	51°31,87	11°57,28	Abhang	15. Jul. 99	15:02-15:17	Тад	916	53-60
637	TV18-3	51°32,99	11°58,95	Abhang	15. Jul. 99	15:40-15:55	Тад	961	17-29
638	TV19-1	51°34,1	12°02,4	Ozean	15. Jul. 99	17:16-17:31	Тад	1194	94-106
638	TV19-2	51°32,9	12°03,5	Ozean	15. Jul. 99	17:53-18:08	Тад	1268	46-54
638	TV19-3	51°31,9	12°05,1	Ozean	15. Jul. 99	18:28-18:43	Тад	1250	21-30
639	TV20-1	51°31,0	12°08,5	Ozean	15. Jul. 99	20:36-20:51	Тад	1141	97-102
639	TV20-2	51°30,0	12°09,7	Ozean	15. Jul. 99	21:12-21:27	Тад	1254	48-61
639	TV20-3	51°29,2	12°09,3	Ozean	15. Jul. 99	21:45-22:00	Dämmerung	1371	16-27
640	TV21-1	51°30,8	12°03,3	Ozean	15. Jul. 99	23:23-23:38	Nacht	1319	100
640	TV21-2	51°30,66	11°59,38	Abhang	16. Jul. 99	00:06-00:21	Nacht	972	43-52
640	TV21-3	51°30,30	11°55,80	Abhang	16. Jul. 99	00:47-01:02	Nacht	894	20-23
641	TV22-1	51°30,39	11°57,15	Abhang	16. Jul. 99	02:17-02:32	Nacht	917	97-115
641	TV22-2	51°31,66	11°56,76	Abhang	16. Jul. 99	03:01-03:16	Nacht	904	40-61
641	TV22-3	51°31,5	11°53,29	Abhang	16. Jul. 99	03:40-03:55	Nacht	856	19-22
642	TV23-1	51°30,0	11°55,9	Abhang	16. Jul. 99	05:32-05:47	Dämmerung	904	94-105
642	TV23-2	51°30,1	11°58,0	Abhang	16. Jul. 99	06:08-06:23	Тад	940	48-53
642	TV23-3	51°29,6	11°58,8	Abhang	16. Jul. 99	06:41-06:56	Тад	963	15-25
643	TV24-1	51°30,0	11°53,6	Abhang	16. Jul. 99	08:21-08:36	Тад	887	93-112
643	TV24-2	51°28,7	11°55,5	Abhang	16. Jul. 99	08:58-09:13	Тад	908	48-55
643	TV24-3	51°27,9	11°55,8	Abhang	16. Jul. 99	09:32-09:47	Тад	933	17-33
644	TV25-1	51°28,06	11°54,60	Abhang	16. Jul. 99	11:38-11:54	Тад	915	95-112
644	TV25-2	51°27,51	11°55,26	Abhang	16. Jul. 99	12:18-12:34	Тад	926	42-57
644	TV25-3	51°28,54	11°51,38	Abhang	16. Jul. 99	13:00-13:15	Tag	955	14-23
645	TV26-1	51°28,24	11°52,40	Abhang	16. Jul. 99	14:32-14:47	Tag	945	100-103
645	TV26-2	51°30,56	11°52,10	Abhang	16. Jul. 99	14:58-15:13	Tag	896	40-50
645	TV26-3	51°32,61	11°51,82	Abhang	16. Jul. 99	15:38-15:53	Тад	855	15-22

Fortsetzung: Tab. A1

Station	Hol	Breite N	Länge W	Habitat	Datum	Zeit	Licht	Wassertiefe (m)	Fangtiefe (m)
646	TV27-1	51°33,5	11°53,04	Abhang	16. Jul. 99	17:15-17:30	Tag	823	95-116
646	TV27-2	51°33,6	11°54,9	Abhang	16. Jul. 99	17:49-18:14	Tag	862	46-63
646	TV27-3	51°33,7	11°56,8	Abhang	16. Jul. 99	18:21-18:36	Tag	901	18-24
647	TV28-1	51°28,8	12°04,4	Ozean	16. Jul. 99	20:36-20:51	Тад	1335	91-100
647	TV28-2	51°29,1	12°07,0	Ozean	16. Jul. 99	21:17-21:32	Tag	1203	45-50
647	TV28-3	51°29,1	12°08,2	Ozean	16. Jul. 99	21:50-22:05	Dämmerung	1194	16-22
648	TV29-1	51°28,5	12°04,2	Ozean	16. Jul. 99	23:21-23:55	Nacht	1413	100
648	TV29-2	51°30,02	12°04,99	Ozean	17. Jul. 99	00:02-00:17	Nacht	1263	45
648	TV29-3	51°30,90	12°01,51	Ozean	17. Jul. 99	00:46-01:01	Nacht	1094	17-23
649	TV30-1	51°26,4	11°54,3	Abhang	17. Jul. 99	02:36-02:51	Nacht	946	100
649	TV30-2	51°25,23	11°50,96	Ozean	17. Jul. 99	03:23-03:41	Nacht	1053	42-63
649	TV30-3	51°24,9	11°48,90	Ozean	17. Jul. 99	03:43-03:59	Nacht	1118	20-30

Station Hol Breite N Länge W Habitat Datum Zeit Licht Wassertiefe (m) Fangtiefe (m) 675 T1 43°55,1 28°21,2 Ozean 31. Jul. 00 12:53-13:32 Tag 2350-2600 170-357 676 T2 43°54,2 28°22,1 Ozean 31. Jul. 00 15:15-15:45 Tag 2800-2900 610-687 43°59,7 28°23,2 31. Jul. 00 18:31-19:02 677 Т3 Ozean Tag 2068-2879 583-621 678 Τ4 43°56,3 28°21,0 31. Jul. 00 21:24-21:54 Dämmerung 3000 484-539 Ozean 679 Τ5 31. Jul. 00 23:19-23:40 176-192 43°58,3 28°22,3 Ozean Nacht 2688 680 43°55,1 28°21,3 1. Aug. 00 00:19-00:40 2569 T6 Ozean Nacht 71-110 2460 681 Τ7 43°53,9 28°21,5 Ozean 1. Aug. 00 01:10-01:37 Nacht 27-38 682 Τ8 43°56,6 28°23,0 1. Aug. 00 02:06-02:36 Nacht 2750 99-170 Ozean 683 Т9 43°58,0 28°22,3 Ozean 1. Aug. 00 03:15-03:40 Nacht 2714-2885 143-181 684 T10 43°56,9 28°22,7 1. Aug. 00 04:30-05:00 Nacht 2742 330-390 Ozean 685 43°58,2 28°22,9 1. Aug. 00 06:11-06:50 77-225 T11 Ozean Dämmerung 2858 687 T12 43°58,0 28°22,4 Ozean 1. Aug. 00 13:05-14:05 Tag 2700-2969 247-324 688 T13 43°56,7 28°22,1 Ozean 1. Aug. 00 15:22-16:22 2707-2874 627-830 Tag 689 T14 43°59,0 28°22,9 Ozean 1. Aug. 00 18:30-19:32 Tag 2707-2932 434-511 690 T15 43°56,1 28°22,1 Ozean 1. Aug. 00 21:18-22:19 Dämmerung 2893-2972 247-363 692 T16 43°58,6 28°32,2 Abhang 2. Aug. 00 04:37-05:07 Nacht 750-1000 400* 693 T17 43°56,1 28°32,7 2. Aug. 00 06:13-06:43 Dämmerung 770-908 198-242 Abhang 695 T18 43°57,5 28°32,7 Abhang 2. Aug. 00 11:45-12:30 Tag 816-879 0-50 696 T19 43°58,8 28°32,1 2. Aug. 00 13:15-14:15 746-914 264-313 Abhang Tag 697 T20 43°56,2 28°33,3 Abhang 2. Aug. 00 15:40-16:40 Tag 901-1184 643-797 698 28°32,1 782-908 T21 43°59,8 Abhang 2. Aug. 00 18:17-19:17 506-583 Tag 699 T22 43°56,5 28°32,7 Abhang 2. Aug. 00 21:09-22:09 Dämmerung 811-902 352-555 700 T23 44°00,0 28°31,5 Abhang 2. Aug. 00 23:04-23:34 Nacht 815-829 275-346 701 T24 43°59,1 28°32,2 Abhang 3. Aug. 00 00:15-00:45 Nacht 785-991 82-99 702 T25 44°00,4 28°31,8 Abhang 3. Aug. 00 01:18-01:35 Nacht 891-961 27-38 703 T26 43°58.5 28°32.2 3. Aug. 00 02:05-02:25 798-915 99-148 Abhang Nacht 704 170-209 T27 43°56,6 28°32,5 3. Aug. 00 03:16-03:46 Nacht 703-775 Abhang 705 T28 43°58,3 28°32,4 Abhang 3. Aug. 00 04:48-05:18 749-836 429-638 Nacht 706 T29 43°56,1 28°33,5 Abhang 3. Aug. 00 06:58-07:29 Tag 1011-1047 841-951 707 43°58,6 28°32,2 3. Aug. 00 09:07-09:52 681-834 T30 Abhang Tag 555-588 709 T31 43°56,4 28°32,6 Abhang 3. Aug. 00 12:15-13:15 Tag 708-917 176-214 710 T32 44°00,6 28°31,8 588-638 Abhang 3. Aug. 00 14:27-15:27 Tag 795-968 43°57,4 711 T33 28°32,7 Abhang 3. Aug. 00 16:50-17:15 Tag 787-958 286-341 712 T34 43°59,9 28°31,6 Abhang 3. Aug. 00 18:45-19:45 Tag 755-896 71-154 716 T36 43°57,5 28°32,2 Plateau 4. Aug. 00 09:24-10:02 586-842 250-300 Tag 719 T37 43°56,8 28°32,3 Plateau 4. Aug. 00 13:17-13:47 537-657 200-250 Taq 720 T38 43°58,9 28°32,4 Plateau 4. Aug. 00 14:52-15:50 Tag 404-880 200-280 721 T39 28°32,1 478-745 180-250 43°57,1 Plateau 4. Aug. 00 16:48-17:25 Tag 723 T40 28°32,0 43°58,0 Plateau 4. Aug. 00 22:00-22:30 Nacht 482-863 200-250 724 T41 44°00,0 28°32,0 Plateau 4. Aug. 00 23:16-00:16 Nacht 495-963 200-280

Tab. A2: Stationsübersicht Mittelatlantischer Rücken (Twins).

* Fangtiefe abgeschätzt aus Kurrleinenlänge

32

31

P22 Abhang

Abhang

P23

13. Okt. 99 38°18,5`

13. Okt. 99 38°26,0`

Station	Hol	Breite N	Länge W	Habitat	Datum	Zeit	Licht	Wassertiefe (m)	Fangtiefe (m)
11	P1	Abhang	8. Okt. 99	38° 33,8`	28° 50,9`	19:25-20:25	Dämmerung	880-943	0-210
12	P2	Ozean	8. Okt. 99	38°27,4`	28°59,1`	22:32-23:32	Nacht	1120-1600	0-44
13	P3	Abhang	9. Okt. 99	38°17,9`	29°10,2`	02:25-03:25	Nacht	875-973	0-300
14	P4	Abhang	9. Okt. 99	38°12,1`	29°17,8`	05:58-07:08	Nacht	802	0-44
15	P5	Ozean	9. Okt. 99	38°05,5`	29°26,5`	09:07-10:07	Tag	1020	0-72
16	P6	Plateau	9. Okt. 99	37°59,5`	29°34,9`	12:15-13:17	Тад	500	0-48
26	P7	Abhang	9. Okt. 99	37°55,0`	29°23,7`	15:57-16:59	Тад	547-571	0-243
24	P8	Plateau	9. Okt. 99	38°07,3`	29°07,6`	23:40-00:40	Nacht	263-451	0-65
23	P9	Abhang	10. Okt. 99	38°14,7`	28° 57,7`	03:08-04:08	Nacht	800-966	0-92
22	P10	Abhang	10. Okt. 99	38°21,5`	28°49,3`	06:13-07:13	Nacht	542-726	0-59
21	P11	Abhang	10. Okt. 99	38°28,3`	28°41,8`	09:38-10:38	Тад	297-738	0-140
35	P12	Ozean	10. Okt. 99	37°56,9`	29°03,8`	21:50-22:50	Nacht	1041-1174	0-200
36	P13	Plateau	11. Okt. 99	37°50,4`	29°17,4`	01:22-02:22	Nacht	367-415	0-80
15	P15	Ozean	11. Okt. 99	38°05,9`	29°25,1`	06:00-06:55	Nacht	728-1707	0-60
12	P16	Abhang	11. Okt. 99	38°28,8`	28°56,1`	20:24-21:23	Nacht	815-920	0-200
11	P17	Abhang	11. Okt. 99	38°33,5`	28°49,7`	22:56-00:00	Nacht	547-726	0-110
32	P18	Ozean	12. Okt. 99	38°14,5`	28°44,5`	08:40-09:40	Тад	1303-1348	0-600
	P19	Ozean	12. Okt. 99	38°01,3`	29°07,6`	17:45-18:45	Тад	1145-1213	0-400
34	P20	Abhang	12. Okt. 99	38°04,1`	28°58,1`	20:30-21:30	Nacht	521-892	0-100
33	P21	Ozean	12. Okt. 99	38°11,1`	28°48,6`	22:56-23:56	Nacht	1234-1384	0-50

28°39,3`

28°31,6`

01:25-02:22

04:09-05:07

Nacht

Nacht

434-829

621-680

0-200

0-200

									-
Station	Hol	Breite N	Länge W	Habitat	Datum	Zeit	Licht	Wassertiefe (m)	Fangtiefe (m)
725	A42	34°41,6	29°58,0	Ozean	8. Aug 00	08:10-09:10	Tag	3483-3512	175-325
727	A43	34°42,2	29°56,4	Ozean	8. Aug 00	13:13-14:13	Tag	3504-3540	330-492
728	A44	34°40,7	29°55,5	Ozean	8. Aug 00	15:32-16:32	Tag	3458-3483	800*
729	A45	34°39,3	30°01,4	Ozean	8. Aug 00	18:15-19:15	Tag	3427-3497	479-538
731	A46	34°41,2	29°59,6	Ozean	8. Aug 00	21:55-22:55	Nacht	3492-3496	353-423
732	A47	34°41,8	29°57,6	Ozean	9. Aug 00	00:10-00:40	Nacht	3483-3490	175-261
733	A48	34°41,0	29°59,5	Ozean	9. Aug 00	01:19-01:51	Nacht	3493-3506	93-139
734	A49	34°43,0	29°57,7	Ozean	9. Aug 00	02:20-02:50	Nacht	3515-3525	10-33
735	A50	34°41,8	29°57,2	Ozean	9. Aug 00	3:40-4:12	Nacht	3481-3482	439-558
736	A51	34°40,2	29°58,7	Ozean	9. Aug 00	05:45-06:30	Nacht	3475-3493	800*
738	A52	34°10,3	30°18,5	Plateau	9. Aug 00	15:55-16:55	Tag	426-448	218-264
739	A53	34°06,8	30°15,1	Plateau	9. Aug 00	17:45-18:45	Tag	274-296	106-139
740	A54	34°02,8	30°11,7	Plateau	9. Aug 00	19:38-20:38	Tag	279-327	238-327
742	A55	34°07,7	30°17,9	Plateau	9. Aug 00	22:45-23:45	Nacht	386-418	234-304
743	A56	34°09,7	30°18,7	Plateau	10. Aug 00	00:35-01:05	Nacht	386-405	241-291
744	A57	34°07,9	30°18,0	Plateau	10. Aug 00	01:44-02:14	Nacht	377-405	102-132
745	A58	34°09,2	30°18,2	Plateau	10. Aug 00	02:40-03:10	Nacht	371-398	17-40
746	A59	34°06,1	30°14,6	Plateau	10. Aug 00	03:47-4:33	Nacht	275-284	155-264
747	A60	34°03,3	30°12,1	Plateau	10. Aug 00	05:23-05:53	Nacht	292-306	99-152
749	A61	34°00,5	30°07,2	Abhang	10. Aug 00	13:48-14:50	Tag	804-905	281-373
750	A62	33°58,0	30°07,9	Abhang	10. Aug 00	16:00-17:00	Tag	998-1115	800*
752	A63	34°00,6	30°07,0	Abhang	10. Aug 00	18:26-19:26	Tag	826-852	634-786
755	A64	34°02,2	30°06,9	Abhang	10. Aug 00	22:45-23:15	Nacht	794-844	258-310
756	A65	33°59,0	30°08,5	Abhang	11. Aug 00	00:09-00:39	Nacht	806-818	205-291
757	A66	33°59,5	30°08,0	Abhang	11. Aug 00	01:23-01:53	Nacht	802-818	106-126
758	A67	33°58,6	30°09,3	Abhang	11. Aug 00	02:22-02:53	Nacht	693-766	17-46
759	A68	33°59,3	30°08,1	Abhang	11. Aug 00	03:44-04:15	Nacht	812-837	600*
760	A69	33°58,6	30°07,4	Abhang	11. Aug 00	05:54-06:39	Dämmerung	g 987-1151	800*
761	A70	34°01,0	30°06,8	Abhang	11. Aug 00	08:20-09:20	Tag	795-859	182-251
764	A71	34°00,8	30°09,4	Abhang	11. Aug 00	13:05-14:05	Tag	571-845	261-419
765	A72	33°58,0	30°07,9	Abhang	11. Aug 00	15:21-16:21	Tag	998-1043	800*
766	A73	34°00,7	30°07,1	Abhang	11. Aug 00	17:49-18:49	Tag	819-843	538-663
768	A74	33°58,6	30°10,1	Abhang	11. Aug 00	21:51-22:51	Nacht	590-681	300-373
769	A75	34°01,7	30°08,7	Abhang	11. Aug 00	23:59-00:29	Nacht	601-624	129-234
770	A76	33°59,6	30°10,1	Abhang	12. Aug 00	01:09-01:39	Nacht	574-688	79-135
771	A77	33°58,5	30°10,1	Abhang	12. Aug 00	02:10-02:40	Nacht	615-691	23-53
773	A78	33°59,7	30°07,8	Abhang	12. Aug 00	05:01-05:46	Nacht	807-831	601-630

Tab. A4: Stationsübersicht Atlantis Bank.

* Fangtiefe abgeschätzt aus Kurrleinenlänge

Station	Hol	Breite N	Länge W	Habitat	Datum	Zeit	Licht	Wassertiefe (m)	Fangtiefe (m)
526	M1	30°13,1	28°10,8	Ozean	15. Sep 98	08:28-9:30	Tag	3270-3030	0-400
527	M2	30°10,5	28°16,4	Ozean	15. Sep 98	10:44-11:47	Tag	3030	0-420
528	М3	30°08,5	28°21,2	Abhang	15. Sep 98	12:52-13:48	Tag	578-1495	0-400
529	M4	30°04,6	28°27,0	Plateau	15. Sep 98	15:05-16:11	Tag	330-335	0-315
530	M5	30°00,6	28°30,9	Plateau	15. Sep 98	17:09-18:16	Tag	291-292	0-250
531	M6	29°47,8	28°38,4	Abhang	15. Sep 98	19:47-21:01	Nacht	325-1000	0-300
540	M7	30°10,1	28°17,8	Ozean	16. Sep 98	20:14-21:14	Nacht	2340-2475	100-250
541	M8	30°09,0	28°16,9	Ozean	16. Sep 98	22:13-23:29	Nacht	2348-2453	300-400
542	M9	30°07,1	28°23,0	Abhang	17. Sep 98	00:44-01:13	Nacht	452-570	120-135
543	M10	30°07,0	28°23,2	Abhang	17. Sep 98	02:01-02:53	Nacht	568-750	140-250
544	M11	30°06,1	28°26,8	Plateau	17. Sep 98	03:50-04:35	Nacht	320-334	0-125
545	M12	30°06,0	28°27,2	Plateau	17. Sep 98	05:34-06:36	Nacht	322-325	200-275

Danksagung

Mein Dank gilt Prof. Dr. Walter Nellen für die Möglichkeit diese Arbeit zu erstellen, und für die kritische Durchsicht des Manuskripts.

PD Dr. Sigi Schiel danke ich für die intensive und herzliche Betreuung insbesondere in der letzten Phase der Arbeit.

Ich danke ganz besonders Dr. Hein von Westernhagen ohne dessen Initiative diese Arbeit nicht entstanden wäre. Er stand mir sowohl während der Hamburger und Bremerhavener Zeit als auch nach seiner Pensionierung stets mit Rat und Tat zur Seite.

Mein Dank gilt weiterhin meiner ehemaligen Arbeitsgruppe (AG von Westernhagen) für die gute Zusammenarbeit, die Kaffeerunden und vor allen Dingen für die tatkräftige Unterstützung auf Seereisen.

Steffi Broehl und Anna Scherer bin ich zu Dank verpflichtet für ihre Hilfe beim Sortieren, Messen und Präparieren von Leuchtsardinen.

Bei Filipe Porteiro möchte ich mich für die gute Zusammenarbeit und die wunderschöne Zeit auf den Azoren bedanken. Eduardo Isidro danke ich für die Möglichkeit im Rahmen des Projekts ARICTIO 99 (FCT/PRAXIS XXI ref. 2/2.1/MAR/1728/95) mesopelagische Fische über der Princess Alice Bank von Bord der RV "Arquipelago" zu fangen.

Barbara Niehoff danke ich für die gute Atmosphäre am Arbeitsplatz, den sie mit mir netterweise im letzten Jahr geteilt hat.

Magnus Lucassen und Gisela Lannig haben mir ganz wesentlich beim Layout dieser Arbeit geholfen.

Dankend erwähnen möchte ich auch meine "neuen" Kollegen der Arbeitsgruppen V&Ö und Ö&Ö, die mich mit großer Herzlichkeit in ihrer Mitte aufgenommen haben. Christian B., Gisela, Rolf, Carsten und Glenn danke ich für die täglichen Besuche in der Mensa.

Mein Dank gilt Sonja, die mich in allen Lebenssituationen und vor allen Dingen in den letzten Wochen der Fertigstellung der Dissertation unterstützt hat.

Die Arbeit ist meinen Eltern gewidmet, die in all den Jahren immer zu mir gestanden haben.

Lebenslauf

Name:	Christian Pusch
Geburtsdatum:	09. Dezember 1970
Geburtsort:	Hamburg
Staatsangehörigkeit:	deutsch
Ausbildung:	
1976-1980	Grundschule, Hamburg.
1980-1990	Gymnasium Oldenfelde, Hamburg.
1990-1992	Zivildienst, Rotes Kreuz, Hamburg.
1992-1995	Biologie Grundstudium, Universität Hamburg.
1995-1998	Biologie Hauptstudium, Hauptfach: Hydrobiologie- und
	Fischereiwissenschaften, Nebenfächer: Zoologie und
	Naturschutz.
1998	Diplomarbeit, an der Bundesforschungsanstalt für Fischerei,
	Hamburg. Thema: "Tiefenverteilung, Häufigkeit und
	Mageninhalte mesopelagischer Fischarten am Schelfabhang
	der Süd-Shetland Inseln" Betreuer PD Dr. Karl-Hermann Kock,
	Prof. Dr. Walter Nellen.
1999-2004	Promotionsarbeit am Alfred-Wegener-Institut für Polar- und
	Meeresforschung im Fachbereich Benthische Ökosysteme,
	Arbeitsgruppe von Dr. Hein von Westernhagen. Betreuer: Prof.
	Dr. Walter Nellen und PD Dr. Sigrid Schiel.
2004	Dissertation: "Verbreitung mesopelagischer Fische an
	topographischen Strukturen im Nordost-Atlantik", Fachbereich
	Biologie Universität Hamburg.