

**Gemeinschaftsanalytische Untersuchungen der  
Harpacticoidenfauna der Magellanregion, sowie erste  
similaritätsanalytische Vergleiche mit Assoziationen  
aus der Antarktis**

**Community analysis of the harpacticoid fauna of the  
Magellan Region, as well as first comparisons with  
antarctic associations, basing on similarity analyses**

---

**Kai Horst George**

Ber. Polarforsch. 327 (1999)  
ISSN 0176 - 5027

Kai Horst George  
Arbeitsgruppe für Zoosystematik und Morphologie  
Fachbereich 7 (Biologie, Geo- und Umweltwissenschaften)  
Carl von Ossietzky-Universität  
D-26111 Oldenburg

Die vorliegende Arbeit ist die inhaltlich unveränderte Fassung einer Dissertation, die im Mai 1999 vom Fachbereich Biologie, Geo- und Umweltwissenschaften der Carl von Ossietzky-Universität in Oldenburg angenommen wurde.

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>I. ZUSAMMENFASSUNG</b> .....	1
<b>II. SUMMARY</b> .....	3
<b>III. EINLEITUNG</b> .....	5
<b>IV. MATERIAL UND METHODEN</b> .....	9
1. Probenahmen mit FS "Victor Hensen" ("Magellan Campaign", 1994).....	10
2. Probenahmen mit FS "Polarstern" (ANT XIII/4, 1996)	
3. Weiteres Probenmaterial.....	11
3.1. Die EPOS-Proben (ANT VII/3, 1989)	
3.2. Material von King George Island (ANT XV/3, 1998)	
4. Geographische Lage der Stationen und Stationslisten	
4.1. Magellanregion.....	12
4.2. Antarktis .....	13
5. Verwendete Probenahmegeräte.....	16
6. Bearbeitung der Proben.....	17
7. Verwendetes Material zur Erstellung der Karten.....	18
8. Verwendete Abkürzungen	
<b>V. GEMEINSCHAFTSANALYTISCHE VERFAHREN</b> .....	19
1. Similaritätsanalyse	
2. Diversitätsanalyse .....	22
3. Verwendete Computerprogramme.....	25
<b>VI. DAS UNTERSUCHUNGSGEBIET</b> .....	27
1. Paläogeologischer Überblick	
2. Beziehungen zwischen den Fragmenten Gondwanas.....	28
3. Charakterisierung der Magellanregion .....	29
4. Die Magellanstraße und der Beagle-Kanal.....	30
4.1. Forschungsgeschichtlicher Überblick	
4.2. Topographie .....	31
4.3. Sedimentologie.....	32
4.4. Hydrographie	
<b>VII. ERGEBNISSE</b> .....	34
1. Erfassung der Rohdaten	

1.1. Copepoda .....	34
1.2. Harpacticoida.....	37
1.2.1. Geographische Verbreitung	
1.2.2. Vertikale Verbreitung .....	38
2. Zusammensetzung der Harpacticoida im gesamten Untersuchungsgebiet.....	40
2.1. Verbreitung und Zusammensetzung der Taxa .....	43
2.1.1. Verbreitung und Zusammensetzung auf Familienebene	
2.1.2. Verbreitung und Zusammensetzung auf Gattungsebene.....	50
3. Verbreitung ausgewählter Arten in der Magellanregion.....	57
4. Zur Verbreitung bekannter Arten .....	64
5. Gemeinschaftsanalytischer Stationsvergleich.....	68
5.1. Clusteranalytischer Vergleich Magellanregion - Antarktis	
5.2. Charakterisierung der Stationscluster anhand abiotischer Variablen .....	74
5.3. Clusteranalytischer Vergleich innerhalb der Magellanregion .....	81
5.4. Charakterisierung der Stationscluster anhand abiotischer Variablen .....	88
5.5. Vergleich der Stationscluster anhand ihrer Diversität.....	97
5.6. Zusammenfassende Charakterisierung der Stationscluster.....	100
5.6.1 Stationscluster des gesamten Untersuchungsgebiets	
5.6.2. Stationscluster der Magellanregion.....	101
5.7. Vergleich Magellanregion - Antarktis mit Hilfe der MDS.....	102
5.8. Vergleich innerhalb der Magellanregion mit Hilfe der MDS.....	106
6. Diversitätsanalytischer Stationsvergleich .....	108
6.1. Geographischer Diversitätsvergleich	
6.2. Bathymetrischer Diversitätsvergleich.....	116
6.3. Schätzung der Artenzahl mit Hilfe des Jackknife-1-Verfahrens.....	120
<b>VIII. DISKUSSION.....</b>	<b>123</b>
1. Komplikationen bei der Datenerhebung und –bearbeitung .....	125
1.1. Komplikationen bei den Probennahmen	
1.2. Notwendige Einschränkungen bei der Datenbearbeitung	
1.2.1. Der MUC und das Phänomen der Pseudoreplikation	
1.2.2. Einschränkungen taxonomischer und geographischer Art.....	127
2. Ergebnisdiskussion .....	130
2.1. Qualitative Vergleiche	
2.1.1. Geographische und bathymetrische Dichtevergleiche.....	131
2.1.2. Vergleiche auf Familienebene.....	133
2.1.3. Vergleiche auf Gattungsebene .....	136
2.1.4. Vergleiche auf Artebene .....	137
2.2. Quantitative Vergleiche.....	140

2.2.1. Die Clusteranalyse.....	141
2.2.1.1. Interregionaler Vergleich auf Familienebene	
2.2.1.2. Intraregionaler Vergleich auf Artebene.....	142
2.2.2. Die Diversitätsanalyse.....	143
2.2.2.1. Geographischer Diversitätsvergleich.....	144
2.2.2.2. Bathymetrischer Diversitätsvergleich.....	145
2.2.2.3. Zur Artenschätzung durch Extrapolation	
2.3. Vergleich der qualitativen mit den quantitativen Ergebnissen.....	146
3. Weiterführende Analysen und Methodendiskussion.....	147
3.1. Die Ergebnisse der MDS.....	148
3.1.1. Interregionaler Vergleich auf Familienebene	
3.1.2. Intraregionaler Vergleich auf Artebene	
3.2. Die Similaritätsanalyse kritisch betrachtet.....	149
3.2.1. Allgemeines	
3.2.2. Die Wahl des Similaritätskoeffizienten	
3.2.3. Die Wahl der Clusterstrategie.....	151
3.2.4. Methodenvergleich Klassifikation - Ordination	
3.3. Die Diversitätsanalyse kritisch betrachtet.....	154
4. Schlußfolgerung aus den qualitativ und quantitativ erhaltenen Ergebnissen.....	156
<b>IX. LITERATUR.....</b>	<b>157</b>
<b>X. DANKSAGUNG.....</b>	<b>172</b>
<b>XI. ANHANG.....</b>	<b>173</b>
Anhang 1: Artren-Stations-Matrix	
Anhang 2: Familien-Stations-Matrix.....	175
Anhang 3: Stadienverteilung.....	177
Anhang 4: Relative Abundanzen der Copepoda.....	178
Anhang 5: Dichtewerte der Harpacticoida	
Anhang 6: Q-Matrix auf Familienebene, Cosinus-Ähnlichkeitsmaß.....	179
Anhang 7: R-Matrix auf Familienebene, Cosinus-Ähnlichkeitsmaß.....	181
Anhang 8: Q-Matrix auf Artebene, Cosinus-Ähnlichkeitsmaß.....	182
Anhang 9: R-Matrix auf Artebene, Cosinus-Ähnlichkeitsmaß.....	183
Anhang 10: Shepard-Diagramm, MDS Fam., ges. Untersuchungsgebiet, 1. Iteration.	186
Anhang 11: Shepard-Diagramm, MDS Arten, Magellanregion, 1. Iteration	
Anhang 12: Numerierung der Arten für CANOCO.....	187

## ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abb. 1: Übersicht über das gesamte Untersuchungsgebiet.....	9
Abb. 2: Geographische Lage der Stationen aus der Magellanregion .....	13
Abb. 3: Geographische Lage der Stationen vor der Halley Bay .....	14
Abb. 4: Geographische Lage der zwei Stationen von Kapp Norvegia.....	15
Abb. 5: Geographische Lage der vier vor King George Island beprobten Stationen.....	16
Abb. 6 A, B: Verteilung der Copepoda auf die Entwicklungsstadien .....	35
Abb. 7: Relative Anteile (%) gefundener Copepoda.....	36
Abb. 8: Graphische Darstellung der Häufigkeitsverteilung.....	36
Abb. 9: Vergleich der Dichtewerte der beiden häufigsten Copepodenordnungen.....	37
Abb. 10: Tiefenverteilung der Harpacticoida im Untersuchungsgebiet .....	38
Abb. 11: Zusammensetzung (%) Harpacticoida Magellanstraße (MS).....	46
Abb. 12: Zusammensetzung (%) Harpacticoida Beagle-Kanal (BC) .....	47
Abb. 13: Zusammensetzung (%) Harpacticoida Patag. Kontinentalabhang (PCS).....	47
Abb. 14: Zusammensetzung (%) Harpacticoida vor King George Island (KGI) .....	48
Abb. 15: Zusammensetzung (%) Harpacticoida der Antarktis (ANT).....	48
Abb. 16: Zusammensetzung (%) Gattungen der Magellanstraße (MS) .....	54
Abb. 17: Zusammensetzung (%) Gattungen des Beagle-Kanals (BC).....	55
Abb. 18: Zusammensetzung (%) Gattungen des Patag. Kontinentalabhangs (PCS).....	55
Abb. 19: Dendrogramm der 34 Stationen aus dem gesamten Untersuchungsgebiet.....	69
Abb. 20: Dendrogramm der 19 Familien .....	70
Abb. 21: Geographische Verteilung der Stationscluster .....	73
Abb. 22: Vergleich der Stationscluster des gesamten Untersuchungsgebiets (Tiefe).....	76
Abb. 23: Tiefenverteilung der Stationen aus Stationscluster A.....	76
Abb. 24: Tiefenverteilung der Stationen aus Stationscluster B.....	77
Abb. 25: Tiefenverteilung der Stationen aus Stationscluster C und von Station 295.....	77
Abb. 26: Substratanteile in den Stationen des Untersuchungsgebietes.....	79
Abb. 27: Dendrogramm der 20 Stationen aus der Magellanregion .....	81
Abb. 28: Dendrogramm der 44 Arten aus der Magellanregion.....	82
Abb. 29: Geographische Verteilung der Stationscluster (Magellanregion) .....	87
Abb. 30: Vergleich der Stationscluster der Magellanregion (Tiefe).....	89
Abb. 31: Tiefenverteilung der Stationscluster A und B .....	89
Abb. 32: Tiefenverteilung der Stationen von Stationscluster C.....	90
Abb. 33: Tiefenverteilung der Stationen von Stationscluster D.....	90
Abb. 34: Tiefenverteilung der Stationen von Stationscluster E .....	91
Abb. 35: Substratanteil in den Stationen der Magellanregion .....	92
Abb. 36: CANOCO-Plot der Arten.....	94
Abb. 37: CANOCO-Plot der Stationen .....	95
Abb. 38: Rarefaction-Kurven der Stationscluster der Magellanregion .....	100

Abb. 39: Ordinationsplot (gesamtes Untersuchungsgebiet, erste Iteration) .....	103
Abb. 40: Ordinationsplot (gesamtes Untersuchungsgebiet, zweite Iteration) .....	104
Abb. 41: Ordinationsplot (gesamtes Untersuchungsgebiet, dritte Iteration).....	105
Abb. 42: Ordinationsplot (Magellanregion) .....	106
Abb. 43: Ordinationsplot (Magellanregion, zweite Iteration).....	107
Abb. 44: Rarefaction-Kurven der drei Teilgebiete MS, BC und PCS.....	110
Abb. 45: Rarefaction-Kurven der Stationen der Magellanregion .....	111
Abb. 46: Rarefaction-Kurven der Stationen der Magellanregion (Geographie).....	112
Abb. 47: Rarefaction-Kurven der einzelnen Stationen der Magellanstraße .....	114
Abb. 48: Rarefaction-Kurven der einzelnen Stationen des Beagle-Kanals .....	116
Abb. 49: Rarefaction-Kurven der drei Tiefenbereiche .....	118
Abb. 50: Rarefaction-Kurven der einzelnen Stationen der Magellanregion (Tiefe).....	118
Abb. 51: Verteilungsverhältnis der ausgewählten Harpacticoidafamilien.....	129

#### TABELLENVERZEICHNIS

Tab. 1: Liste der Stationen der „Magellan Campaign“ .....	12
Tab. 2: Liste der Stationen der Expedition ANT XIII/4.....	13
Tab. 3: Liste der Stationen der Expedition ANT VII/4.....	14
Tab. 4: Liste der Stationen der Expedition ANT XV/3.....	15
Tab. 5: Liste der gefundenen Harpacticoida.....	40
Tab. 6: Liste und Zuordnung der 24 gefundenen Harpacticoida-Familien.....	44
Tab. 7: Liste der relativen Präsenzen und Abundanzen der 24 Familien.....	45
Tab. 8: Liste und Zuordnung der 52 gefundenen Gattungen.....	51
Tab. 9A und B: Listen der relativen Präsenzen und Abundanzen.....	52
Tab. 10: Liste der relativen Präsenzen und Abundanzen.....	53
Tab. 11: Liste der Arten, die in der gesamten Magellanregion gefunden wurden.....	58
Tab. 12: Liste der in der Magellanstraße registrierten Harpacticoiden-Arten .....	59
Tab. 13: Liste der im Beagle-Kanal gefundenen Harpacticoiden-Arten.....	60
Tab. 14: Liste der Harpacticoiden-Arten vom Patagonischen Kontinentalabhang .....	61
Tab. 15: Liste der Harpacticoida-Arten aus Magellanstraße und Beagle-Kanal .....	62
Tab. 16: Liste der Arten aus Magellanstraße und Patagonischem Kontinentalabhang.....	63
Tab. 17: Liste der Arten aus Beagle-Kanal und Patagonischem Kontinentalabhang .....	64
Tab. 18: Gemeinschaftstabelle auf Familienebene.....	71
Tab. 19: Liste der abiotischen Variablen (ges. Untersuchungsgebiet) .....	74
Tab. 20: Eigenschaften der Stationscluster (abiotische Variablen).....	80
Tab. 21: Gemeinschaftstabelle auf Artebene .....	85
Tab. 22: Eigenschaften der Stationscluster (Magellanregion) .....	93
Tab. 23: Liste diversitätsrelevanter Variablen der einzelnen Stationscluster.....	98
Tab. 24 A, B, C: Liste der Diversitätswerte von MS, BC und PCS .....	109

zusammengefaßt werden. Sie sind jedoch durch geographisch nahestehende Stationsgruppen gekennzeichnet: MS weist eine nördliche und eine südliche Gruppe auf, wobei die südliche dem BC nähersteht als der nördlichen. Der BC weist zwei Teilgruppen auf, eine innere und eine östliche. Diese Ergebnisse lassen eher die Vermutung zu, daß lokale und v.a. kleinräumige Bedingungen für die Gemeinschaftsstrukturen verantwortlich sind als geographische und bathymetrische. Ein Vergleich anhand der abiotischen Variablen Tiefe und Anteile an Sand, Schlick und Lehm mit Hilfe von CANOCO bestätigt diese Vermutung.

Diversitätsanalysen vor allem mit Hilfe der Rarefaction-Methode lassen erkennen, daß entgegen vorheriger Vermutungen der BC eine ebenso hohe Artendiversität aufweist wie die MS. Allerdings bestätigt ein Vergleich der Diversitätswerte der einzelnen Stationen die oben gemachte Annahme des großen Einflusses kleinräumiger Gegebenheiten, der mögliche latitudinale Einflüsse, sofern vorhanden, überlagert. Diese Ergebnisse bestätigen und verfeinern die Annahme einer hohen interregionalen Variabilität in der Südhemisphäre dahingehend, daß eine solche Variabilität sich für Vertreter der Meiofauna offenbar auch auf intraregionaler und sogar lokaler Ebene registrieren läßt.

Ein bathymetrischer Diversitätsvergleich deutet auf einen Anstieg der Artendiversität in Wassertiefen zwischen 200 und 400m und niedrigeren Werten sowohl in flacheren als auch in tieferen Bereichen.

Erste qualitative Vergleiche der Gemeinschaften der Magellanregion und der Antarktis auf Familienebene bestätigen die Vermutung einer weiten Verbreitung der meisten Harpacticoidenfamilien: 17 der 24 Familien wurden in beiden Regionen nachgewiesen. Darüberhinaus ist die Magellanregion durch die exklusive Präsenz der Familien Adenopleurellidae, Leptastacidae, Leptopontiidae, Normanellidae, Superornatiremidae, Tegastidae und Tetragonicipitidae gekennzeichnet. Die Antarktis weist dagegen keine ihrer eigenen Familien auf. Dieser qualitativ belegte Unterschied zwischen beiden Regionen konnte quantitativ allerdings nicht bestätigt werden. Eine Similaritätsanalyse offenbarte vielmehr eine aufgrund der Taxazusammensetzung zustandekommende hohe „Durchmischung“ der Stationen, die eine Gruppierung nach geographischen oder bathymetrischen Gesichtspunkten nicht zuläßt. Unter Berücksichtigung der Tatsache, daß derartige Untersuchungen vornehmlich auf Artebene durchgeführt werden sollten, um wirklich aussagekräftige Ergebnisse zu erhalten, können die Ergebnisse auf Familienebene dennoch als Beleg für die in der Südhemisphäre angenommene hohe interregionale Variabilität angesehen werden.

Ein Vergleich der beiden quantitativen Analyseverfahren Klassifikation und Ordination ergab, daß die MDS gegenüber der Clusteranalyse aussagekräftigere Ergebnisse liefert. Sie vermeidet darüberhinaus die Bildung von Gruppierungen und damit einhergehende Vereinheitlichungen, womit sie dem Bearbeiter einen wesentlich größeren Raum für Interpretationen beläßt. Sowohl gegenüber der Clusteranalyse als auch gegenüber den

qualitativen Vergleichen unterliegt die MDS subjektiven Beurteilungen offensichtlich am wenigsten und ist von daher am ehesten geeignet, tatsächliche Verhältnisse wiederzugeben.

## II. SUMMARY

The aim of the present work was to assess, whether distinct geographic areas within the Magellan Region are characterized by particular harpacticoid communities, with respect to abundance, taxa composition and species diversity. Harpacticoida have been sampled quantitatively at 20 stations in the Magellan Straits, along the Beagle Channel, and off the Patagonian Continental Slope. The material has been collected during „Magellan Campaign“ of RV „Victor Hensen“ (1994), and during ANT XIII/V of RV „Polarstern“ (1996). Additional material of the expeditions ANT VII/4 (1989, Eastern Weddell Sea) and ANT VX/3 (1998, King George Island) of RV „Polarstern“ to the Antarctic were used for a first comparison of the harpacticoid fauna of the Magellan Region and the High Antarctic.

The Harpacticoida obtained from the samples were found to belong to 24 different families. Detailed investigations had to be restricted to six families, namely the Ancorabolidae, Argestidae, Cletodidae, Diosaccidae, Paramesochridae and Paranannopidae. The corresponding specimens could be assigned to 122 species in 52 genera. More than 80% of the collected species, and more than 40% of the genera are new to science.

From a geographical point of view, Harpacticoida show three „distributional centres“: in the Southern Magellan Straits, in the Eastern Beagle Channel, and in Halley Bay (Eastern Weddell Sea). Bathymetrical data show no gradual increase or decrease with increasing depth.

A detailed community analysis within the Magellan region yielded the following results: qualitative comparisons allow the distinction of the sub-areas Magellan Straits (MS), Beagle Channel (BC), and Patagonian Continental Slope (PCS). Each sub-area is represented by a considerable number of exclusive species. On the other hand, several genera and species show overlapping distributions between at least two of the sub-areas, leading to similarities between them. At both taxonomic levels it could be observed, that MS and BC are more similar to each other than to PCS.

A quantitative comparison was made at the species level. The qualitative results were confirmed only partly by a similarity analysis. Both methods applied, Cluster Analysis and MDS, fail to show general differences between the three sub-areas. In particular, the

stations of PCS could not be united. Also MS and BC cannot be said to represent self-contained entities with respect to the Harpacticoida. In MS a northern group can be distinguished from a southern one, the latter showing greater similarities with stations of BC than to those of the northern MS group. BC itself can be split into an inner and an eastern group of stations. The data suggest that the observed distribution patterns are due to small-scale, local conditions, rather than to geographical or bathymetrical, large-scale ones. This is supported by additional comparisons including abiotic variables (depth, proportions of sand, silt, and clay) using CANOCO.

Diversity analyses, using in particular the Rarefaction-Method, reveal MS and BC to present nearly equal species diversity. However, comparisons of all stations indicate strong influences of small-scale variables, as mentioned above, which may overly possible latitudinal, large-scale ones. These results refine the hypothesis of a high interregional variability in the Southern Hemisphere, expanding such a variability to intraregional and even local levels, at least for representatives of the meiofauna.

Comparisons of species diversity along a bathymetrical gradient indicates an increase in depths between 200 and 400m, whereas deeper as well as shallower areas show lower diversity values.

First qualitative comparisons of harpacticoid communities between the Magellan Region and the High Antarctic at family level confirm the assumption of a wide distribution of most harpacticoid families. Seventeen of the 24 families have been found in both regions. Whereas the Magellan Region seems to be distinguished by the exclusive presence of the families Adenopleurellidae, Leptastacidae, Leptopontiidae, Normanellidae, Superornatiremididae, Tegastidae, and Tetragonicipitidae, the High Antarctic and King George Island do not show any exclusive family. However, this difference between both regions cannot be confirmed quantitatively. Similarity analyses show highly mixed stations and the impossibility of any geographical or bathymetrical assignment. Despite the fact, that such investigations are meaningful mainly at the species, the comparisons at family level may be interpreted as additional evidence for the above mentioned, supposed high variability within the Southern Hemisphere.

A comparison of Cluster Analysis and MDS revealed the latter to yield more meaningful results. MDS avoids clustering and generalizations, keeping more information for interpretations at the user's disposal than Cluster Analysis. Compared with qualitative analyses and Cluster Analysis, MDS seems to be more adequate for faunistic similarity analyses.

### III. EINLEITUNG

Mit der Einführung des Begriffs „Meiobenthos“ faßte Mare (1942) erstmalig eine sehr umfangreiche Gruppe von Tieren zusammen, die sich durch „intermediate size“ (Mare 1942: 519) auszeichnet (meios (gr.) = „kleiner“). Eine solche rein zweckmäßige Zusammenfassung, das hatte bereits Remane (1933) erkannt, würde die ökologische Bearbeitung bestimmter Organismengruppen erleichtern. Mare (1942) wählte die Körpergröße der Organismen als Kriterium für ihre Zuordnung zum Meiobenthos. Es sollte sich vom wesentlich kleineren „Mikro-“ und dem viel größeren „Makrobenthos“ klar abgrenzen lassen. Heute werden mit dem weiterreichenden Begriff „Meiofauna“ diejenigen Organismen zusammengefaßt, deren Größe zwischen  $38\mu\text{m}$  und  $1\text{mm}$  liegt (bezüglich unterschiedlicher Größendefinitionen vgl. z.B. Hicks & Coull 1983, Higgins & Thiel 1988b). Zu diesen im Falle des Meiobenthos bodenlebenden Tieren gehören Vertreter verschiedener Großtaxa wie beispielsweise Nematoda, Harpacticoida, Kinorhyncha, Polychaeta, Oligochaeta, Ostracoda und viele andere (Higgins & Thiel 1988a).

Neuere Arbeiten (Warwick 1984, Shirayama & Horikoshi 1989) weisen darauf hin, daß das Konzept der Meiofauna wie auch der Makrofauna als rein zweckmäßige Zusammenfassungen unterschiedlichster Tiergruppen nicht haltbar ist. Vielmehr legen neuere Untersuchungen dar, daß es sich bei diesen Gruppen um natürliche Einheiten handelt.

Etliche Vertreter der Meiofauna waren bereits im 18. Jahrhundert bekannt, und bis weit in das unsere hinein war die Beschäftigung mit ihnen fast ausschließlich beschreibender Natur (s. z.B. Brady 1883, Giesbrecht 1902, vgl. a. Higgins & Thiel 1988b, Vincx et al. 1994).

Seit den 70er Jahren ist das Meiobenthos über die bloße Bestandsaufnahme und Artenbeschreibung hinaus aber auch zunehmend Gegenstand ökologisch orientierter Studien. Im Rahmen aut- und synökologischer, phylogenetischer, zoogeographischer sowie gemeinschafts-analytischer Fragestellungen gewinnen neben der Freiland- und Bestimmungsarbeit experimentelle Untersuchungen in Laboratorien immer mehr an Bedeutung (Coull & Giere 1988, Vincx et al. 1994). Das liegt daran, daß meiobenthonische Organismen gegenüber den Vertretern des Makrobenthos verschiedene Vorteile bieten: Sie sind klein und kommen in hohen Abundanzen, Dichten und einer großen Vielfalt vor. Es genügen deshalb, um repräsentative Ergebnisse zu erzielen, viel kleinere Proben als bei Untersuchungen der Makrofauna (Vincx et al. 1994, van Bernem et al. 1995). Darüberhinaus besitzen die meisten meiobenthonischen Organismen keine planktonischen Larven, sind somit eng ans Substrat gebunden und haben deshalb nur

begrenzte Ausbreitungsmöglichkeiten, weshalb sie für zoogeographische Untersuchungen besonders gut geeignet sind (vgl. Dahms 1992a, van Bernem et al. 1995). Und schließlich haben sie nur sehr kurze Generationszeiten, reagieren dadurch viel schneller v.a. auf Störungen in ihrem Lebensraum als makrobenthonische Organismen und können so als Indikatoren für Verschmutzungen ihrer Lebensräume herangezogen werden (Coull 1972, van Bernem et al. 1995, Vincx et al. 1994).

Ein fester Bestandteil in fast allen meiobenthonischen Proben ist eine Gruppe überwiegend bodenbewohnender Copepoda (Ruderfußkrebse), die Harpacticoida. Sie stehen, numerisch wie funktionell, fast immer an zweiter Stelle hinter der am häufigsten gefundenen Tiergruppe, den Nematoda (vgl. Hicks & Coull 1983, Vanhove et al. 1995). Das macht sie zu interessanten Forschungsobjekten innerhalb des Meiobenthos, zumal sie im Gegensatz zu den überaus zahlreichen Nematoda moderate Abundanzen aufweisen, die hinsichtlich der Arbeitszeit und des Arbeitsaufwands noch Bearbeitungen auf Artebene zulassen.

Eine nähere Betrachtung bisheriger ökologischer Untersuchungen des Meiobenthos im Sublittoral zeigt, daß sich die Forschungen fast ausschließlich auf die Nordhemisphäre, und hier insbesondere auf den atlantischen Raum konzentrieren (Zusammenfassung bei Vincx et al. 1994). Die Südhalbkugel wurde dagegen nur sehr sporadisch einigen wenigen, räumlich eng begrenzten Untersuchungen unterzogen. So liegen für die Hochantarktis hauptsächlich Artbeschreibungen vor (s. z.B. Soyer 1974, Bodiou 1977, Waghorn 1979, Bradford & Wells 1983, Dahms & Dieckmann 1987, Dahms 1992b, Dahms & Schminke 1992, Willen 1995, 1996a, b, George & Schminke 1998b), und nur vereinzelte Arbeiten untersuchen die Ökologie ausgewählter Spezialisten im Meereis (s. z.B. Hoshiai et al. 1987, Dahms et al. 1990, Menshenina & Melnikov 1995, Schnack-Schiel et al. 1998, Günther et al. im Druck) oder beschäftigen sich synökologisch mit dem Meiobenthos (Herman & Dahms 1992, Vanhove et al. 1995). Das einzige ökologisch näher bearbeitete subantarktische Gebiet sind die Kerguelen-Inseln, wo beispielsweise Bovée & Soyer (1975, 1977a, b), Soyer & Bovée (1977a, b) sowie Bouvy & Soyer (1989) umfangreiche Arbeiten im Litoral durchgeführt haben. Diese beschränken sich allerdings stets auf meiobenthonische Großtaxa, wogegen sich ökologische Untersuchungen auf Gattungs- oder gar Artebene einzelner Großgruppen überhaupt nicht finden lassen. Ein von Wells (1986) unternommener Vergleich der kühl-gemäßigten bis polaren Regionen beider Hemisphären ergab, daß von der Nordhalbkugel mehr als dreimal so viele Harpacticoidenarten bekannt sind als von der Südhemisphäre. Für die Arktis liegen sogar knapp viermal so hohe Artenzahlen vor wie für die Antarktis (Wells 1986). Diese Tatsache macht verständlich, warum sich Arbeiten über Harpacticoida der Antarktis bisher fast ausschließlich der Beschreibung neuer Arten widmen. Es fehlt einfach noch an grundlegenden Daten, um synökologische Fragestellungen anzugehen. Daß diese dringend erhoben werden müssen, wird heute

allgemein befürwortet, und der antarktische und subantarktische Raum treten seit einigen Jahrzehnten zunehmend in den Mittelpunkt wissenschaftlichen Interesses. Vor allem seit erkannt wurde, daß der Mensch in hohem Maß für Änderungen seiner Umwelt verantwortlich ist, und daß Erhalt und Schutz von Lebensräumen wichtige Grundkenntnisse voraussetzen (vgl. Wilson 1992), ist die Antarktis als vom Menschen noch weitgehend unberührte Weltregion in den Mittelpunkt klimatologischer, ozeanologischer, paläogeologischer und biologischer Forschung gerückt (s. Hempel & Hempel 1995). Zur Erhaltung der „einzigartigen Gemeinschaften“ und zur „Vorhersage künftiger Entwicklungen“ der Umweltbedingungen sind detaillierte Kenntnisse unbedingt notwendig (Wiencke & Arntz 1995, S. 6).

Der Zerfall Gondwanas (s. VI.1.) und die damit einhergehende Ausbreitung gondwanischer Floren- und Faunenelemente bildet die Basis für viele biogeographische Vergleiche in der Südhemisphäre. Seit den sechziger Jahren ist eine Reihe von umfangreichen zoogeographischen Arbeiten durchgeführt worden, die sich allerdings ausschließlich auf Vertreter des Makrobenthos beziehen (z.B. Knox 1960, 1963, 1977, Knox & Lowry 1977, Lipps & Hickman 1982, Brattström & Johannssen 1983, Hartmann 1988, Mühlenhardt-Siegel 1988, Sieg 1988, 1992, Brandt 1991, 1992, Winkler 1994). Besonders die vermutlich enge Wechselbeziehung Antarktikas und Südamerikas, zweier Bruchstücke Gondwanas, wirft Fragen nach dem Ursprung und der Ausbreitung antarktischer und feuerländischer Pflanzen und Tiere, sowie nach möglicherweise damit zusammenhängenden latitudinalen Artendiversitätsgradienten auf (vgl. z.B. Crame 1994, Arntz 1997). Diese Fragen werden unter Berücksichtigung verschiedener makrobenthonischer Tiergruppen angegangen (s. z.B. Brandt 1991, 1992, Linse 1997, Winkler 1994, vgl. a. Arntz & Gorny 1996, Fahrbach & Gerdes 1997). Von daher war es nur eine Frage der Zeit, wann zoogeographische und gemeinschaftsanalytische Untersuchungen auch anhand des Meiobenthos durchgeführt würden.

Die vorliegende Arbeit ist die erste, in der antarktische und südamerikanische Harpacticoidengemeinschaften miteinander verglichen werden. Im Rahmen umfangreicher taxonomischer Bearbeitungen wurden die Bestandslisten sublittoraler Harpacticoida der Südspitze Südamerikas (Magellanregion), der King George-Insel (Süd-Shetland-Inseln) sowie der östlichen Weddell-See (Hochantarktis) auf Familienebene erweitert. Darüberhinaus sollten charakteristische Harpacticoidengemeinschaften erkannt und beschrieben werden. Mit Hilfe multivariater Verfahren wurden Gemeinschaftsanalysen durchgeführt, und die verschiedenen Bearbeitungsgebiete wurden hinsichtlich ihrer Taxagemeinschaften miteinander verglichen. Ein ebensolcher Vergleich wurde, beschränkt auf Vertreter von sechs ausgewählten Familien und auf die Magellanregion, auch auf Artebene durchgeführt. Weitere Fragestellungen beschäftigten sich damit, ob die Artendiversität mit zunehmender Tiefe und polwärts, wie für die

Nordhemisphäre postuliert, einem Gradienten folgend zu- bzw. abnimmt. Die damit verbundene Einschränkung der Taxa sowie des bearbeiteten Untersuchungsgebiets findet ihre Begründung im sehr großen Anteil neuer Arten, die im Untersuchungsgebiet gesammelt wurden. Allein die taxonomische Arbeit, die im Falle einer Bearbeitung sämtlicher neuer Harpacticoida zu leisten gewesen wäre, hätte den hier gesteckten Rahmen bei weitem gesprengt.

## IV. MATERIAL UND METHODEN

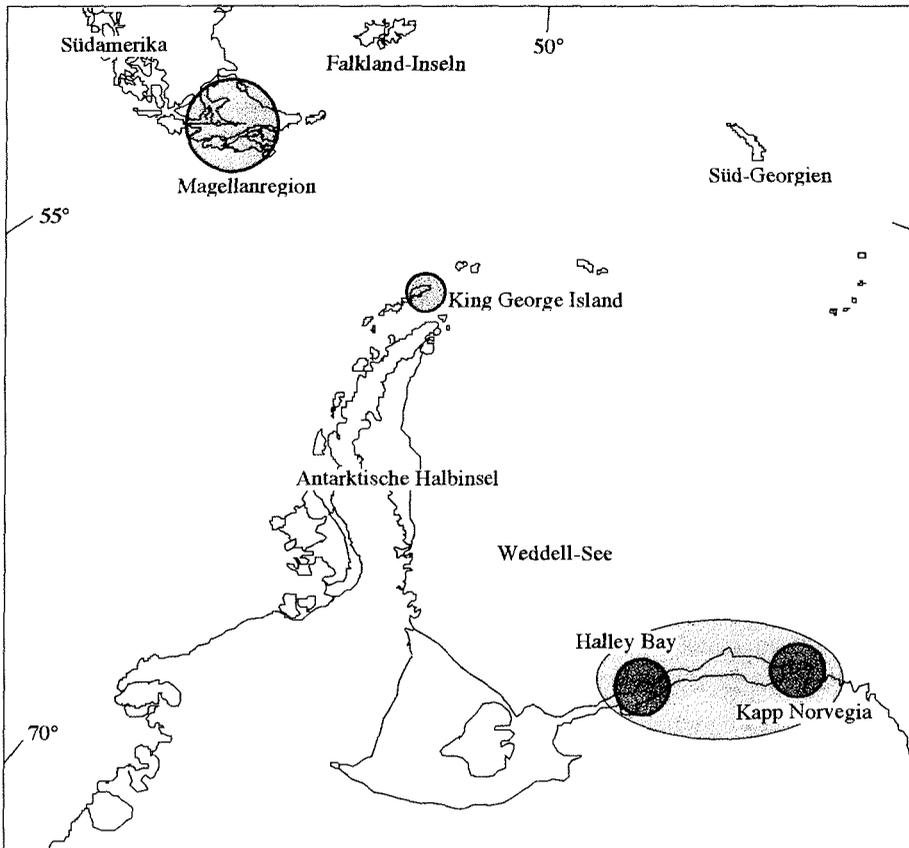


Abb. 1: Übersicht über das gesamte Untersuchungsgebiet. Es setzt sich aus zwei biogeographischen Regionen, der subantarktischen Magellanregion und der Antarktis, zusammen. Die Magellanregion wiederum besteht aus den Teilgebieten Magellanstraße, Beagle-Kanal und Patagonischem Kontinentalabhang (vgl. Abb. 2). Die Antarktis wird durch King George Island sowie durch Kapp Norvegia und die Halley Bay als Teilgebiete in der östlichen Weddell-See (graue Ellipse) repräsentiert.

Das für die vorliegende Untersuchung zur Verfügung gestellte Material entstammt drei geographisch abgrenzbaren Gebieten (Abb. 1), die während folgender Expeditionen deutscher Forschungsschiffe in den Jahren zwischen 1989 und 1996 beprobt wurden:

- Der 1989 erfolgten „European Polarstern Study (EPOS)“ ANT VII/4 von FS „Polarstern“ in die Weddell-See;
- der „Magellan Campaign“ von FS „Victor Hensen“ im Jahre 1994 in die Magellanregion;

- dem zweiten Teil der mit FS „Polarstern“ im Jahr 1996 durchgeführten ANT XIII/4 am Patagonischen Kontinentalabhang.

Darüberhinaus konnte, sozusagen „in allerletzter Minute“ Probenmaterial, das im März 1998 während ANT XV/3 vor King George Island genommen wurde, zusätzlich herangezogen werden. Damit stehen für einen großflächigen Vergleich auf Familienebene Proben aus der Magellanregion und der Hochantarktis zur Verfügung (vgl. Abb. 1).

## **1. Probenahmen mit FS „Victor Hensen“ („Magellan Campaign“, 1994)**

Die Teilnahme an der „Magellan Campaign“ mit FS „Victor Hensen“ vom 17. Oktober bis zum 20. November 1994 in der Magellanregion (vgl. Arntz & Gorny 1996) ermöglichte hinsichtlich der Erfassung des Meiobenthos erstmals eine Beprobung sublitoraler Standorte an der Südspitze Südamerikas. Insgesamt 1323 Probenahmen, verteilt auf ebensoviele Stationen in der Magellanstraße, dem Beagle-Kanal sowie den dazwischen liegenden Kanälen Magdalena, Cockburn, Brecknock und Ballenero, wurden mit den verschiedensten Geräten zur Erfassung hydrographischer und physikalischer Daten sowie des Planktons, des Makro- und des Meiobenthos durchgeführt. Im Rahmen dieser 1323 Probenahmen kam der Minicorer (MIC, s. IV.5.) zur Erfassung des Meiobenthos 62 mal zum Einsatz. Vierzehn dieser Einsätze verliefen erfolglos, was bedeutet, daß kein Material an Bord geholt werden konnte. Von den übrigen 48 erfolgreichen Einsätzen erwies sich das Material von 17 Stationen als für quantitative Auswertungen geeignet und liegt der vorgestellten Arbeit zugrunde. Die restlichen 31 erfolgreich beprobten Stationen lieferten nur qualitativ auswertbares Material oder sind zum Zeitpunkt dieser Auswertung noch keinen näheren Untersuchungen unterzogen worden.

## **2. Probenahmen mit FS „Polarstern“ (ANT XIII/4, 1996)**

Bedingt durch schlechte Witterungsverhältnisse und aus technischen Gründen konnte während der „Magellan Campaign“ nicht im Bereich des Patagonischen Kontinentalabhangs beprobt werden. Eineinhalb Jahre später ergab sich aber die Gelegenheit, diese Probenahmen mit FS „Polarstern“ nachzuholen. Während des zweiten Teils der Expedition ANT XIII/4 (vgl. Fahrbach & Gerdes 1997) konnte das Probenahmegerät, dieses Mal der Multicorer (MUC), achtmal eingesetzt werden. Allerdings war die Ausbeute an quantitativ nutzbarem Material auch hier gering; vier

Probenahmen verliefen erfolglos und eine fünfte erbrachte zu wenig Material, so daß nur drei Stationen für die vorliegende Untersuchung berücksichtigt werden konnten.

### **3. Weiteres Probenmaterial**

#### **3.1. Die EPOS-Proben**

Während der „European Polarstern Study“ (EPOS) Expedition ANT VII/4 von FS „Polarstern“ (vgl. Arntz et al. 1990) wurden entlang zweier Tiefentransekte vor Halley Bay und Kapp Norvegia (östliches Weddellmeer, Antarktis) Meiobenthos-Proben genommen. Im Rahmen der Bearbeitung dieses Materials (vgl. Herman & Dahms 1992, Vanhove et al. 1995) wurde auch das Copepodenmaterial sortiert, allerdings ohne eine weitere Bearbeitung zu erfahren. Es wurde von Priv.-Doz. Dr. habil. H.-U. Dahms (Oldenburg) zu einem Vergleich mit dem südamerikanischen Material zur Verfügung gestellt.

#### **3.2. Material von King George Island**

Dank der Initiative von Herrn Lee Hong Jee (Gent, Belgien) wurde es kurzfristig doch möglich, Material von King George Island in die Untersuchungen mit einzubeziehen. Im Rahmen der Antarktis-Expedition ANT XV/3 von FS „Polarstern“ wurden im März 1998 sechs erfolgreiche Probenahmen mit dem MUC durchgeführt. Das Material wurde zur weiteren Bearbeitung nach Oldenburg geschickt, wo es die unter IV.6. beschriebene Behandlung erfuhr. Von den zur Verfügung stehenden Proben konnten aus Zeitgründen nur vier bearbeitet werden.

### **4. Geographische Lage der Stationen und Stationslisten**

Die für eine Gemeinschaftsanalyse auf Familienebene zur Verfügung stehenden 34 Stationen lassen sich geographisch der Antarktis und der Südspitze Südamerikas, im weiteren als „Magellanregion“ bezeichnet, zuordnen. Beide Gebiete lassen sich in folgende geographische Teilgebiete untergliedern:

#### A. Magellanregion:

1. Magellanstraße (hier: v.a. der Paso Ancho); 9 Stationen
2. Beagle-Kanal; 8 Stationen
3. Patagonischer Kontinentalabhang; 3 Stationen

#### B. Antarktis:

1. Antarktische Halbinsel (hier: King George Island); 4 Stationen

## 2. Östl. Weddell-See (hier: Halley Bay und Kapp Norvegia); 10 Stationen

Eine Übersicht über die Lage der Stationen liefern Abb. 1 bis 5. Genaue Daten über Positionen, Tiefen und die Anzahl der auswertbaren Rohre sind in den nachfolgend aufgeführten Stationslisten angegeben. Sie wurden in verschiedenen, den jeweiligen Expeditionen entsprechenden Listen zusammengestellt (Tab. 1-4), um Mißverständnissen bezüglich der einzelnen Probenahmen vorzubeugen, und um die Übersicht über die einzelnen Expeditionen zu erhalten. Lediglich die Stationen der „Magellan Campaign“ und der ANT XIII/4 werden zusammengefaßt, weil sie einem Gebiet entstammen und die drei Stationen des Patagonischen Kontinentalabhanges nur aus technischen Gründen (s.o) auf einer anderen Expedition als der „Magellan Campaign“ beprobt wurden. Für detaillierte Informationen zu den Probenahmen und Stationen vgl. Arntz & Gorny (1996) und George & Schminke (im Druck) („Magellan Campaign“), Fahrbach & Gerdes (1997) (Patagonischer Kontinentalabhang), sowie Arntz et al. (1990), Herman & Dahms (1992) und Vanhove et al. (1995) (EPOS-Material).

### 4.1. Magellanregion

Stationen der „Magellan Campaign“, 1994 und der ANT XIII/4, 1996

Tab. 1: Liste der für die vorliegende Arbeit ausgewerteten Stationen der „Magellan Campaign“ von FS „Victor Hensen“ von Oktober bis November 1994. Aufgeführt sind die Stationen, ihre geographische Position und Tiefe, sowie die Anzahl der Rohre, die zu quantitativen Auswertungen genutzt werden konnten. Die in Klammern gesetzte Zahl in der Spalte „Anzahl Rohre“ beschreibt die Zahl von Rohren, mit denen das Probenahmegerät ausgerüstet war.

Station	Geogr. Position	Tiefe (m)	Anzahl Rohre (4)
840	53°08,8'S/70°38,4'W	123	3
847	53°21,2'S/70°42,7'W	200	3
864	53°42,6'S/70°48,7'W	550	3
866	53°41,8'S/70°54,6'W	440	2
872	53°43,4'S/70°56,0'W	351	3
877	53°41,5'S/70°56,5'W	227	3
954	53°59,7'S/70°33,0'W	79	2
956	53°59,9'S/70°32,9'W	80	2
977	53°33,0'S/70°39,2'W	459	3
1033	54°52,7'S/69°55,2'W	309	3
1076	54°53,6'S/69°30,3'W	346	2
1123	54°58,7'S/69°01,9'W	219	3
1135	54°58,1'S/68°49,9'W	257	3
1138	54°54,5'S/68°38,7'W	320	3
1144	55°08,4'S/66°54,5'W	110	3
1181	55°07,0'S/66°55,4'W	110	3
1234	55°00,4'S/66°53,6'W	100	4

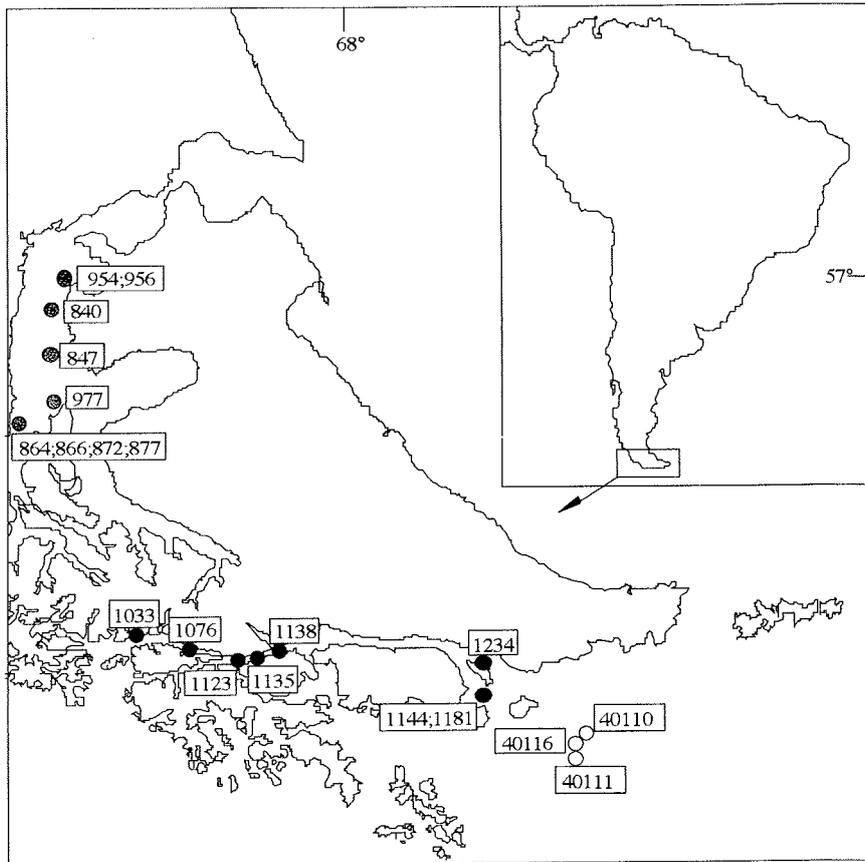


Abb. 2: Geographische Lage der Stationen aus der Magellanregion. Dargestellt sind die 9 Stationen der Magellanstraße (MS) (grau), die 8 Stationen des Beagle-Kanals (BC) (schwarz) und die drei Stationen des Patagonischen Kontinentalabhangs (PCS) (weiß). Die MS- und BC-Stationen wurden während der „Magellan-Campaign“ von FS „Victor Hensen“ beprobt, und die drei PCS-Stationen während ANT XIII/4 von FS „Polarstern“. Weitere Erläuterungen s. im Text.

Tab. 2: Liste der für die vorliegende Arbeit ausgewerteten Stationen der Expedition ANT XIII/4 von FS „Polarstern“ im Mai 1996. Aufgeführt sind die Stationen, ihre geographische Position und Tiefe, sowie die Anzahl der Rohre, die zu quantitativen Auswertungen genutzt werden konnten. Die in Klammern gesetzte Zahl in der Spalte „Anzahl Rohre“ beschreibt die Zahl von Rohren, mit denen das Probenahmegerät ausgerüstet war.

Station	Geogr. Position	Tiefe (m)	Anzahl Rohre (12)
40110	55°26,4'S/66°14,0'W	101	7
40111	55°29,0'S/66°04,4'W	1.168	8
40116	55°27,8'S/66°09,1'W	336	6

## 4.2. Antarktis

Stationen der EPOS-Fahrt, ANT VII/4, 1989

Tab. 3: Liste der für die vorliegende Arbeit ausgewerteten Stationen der Expedition ANTVII/4 (EPOS-Leg 3) von FS „Polarstern“ von Januar bis März 1989. Aufgeführt sind die Stationen, ihre geographische Position und ihre Tiefe.

Station	Geogr. Position	Tiefe (m)
230	75°13,5'S/27°00,8'W	271
241	75°05,5'S/28°00,4'W	458
245	74°39,6'S/29°42,1'W	492
229	75°14,1'S/26°14,0'W	502
248	74°38,1'S/29°39,5'W	633
249	74°36,8'S/29°41,8'W	708
250	74°34,6'S/29°40,4'W	806
252	74°32,2'S/29°17,7'W	1.185
294	71°06,2'S/13°02,0'W	1.199
295	71°07,9'S/13°50,2'W	2.080

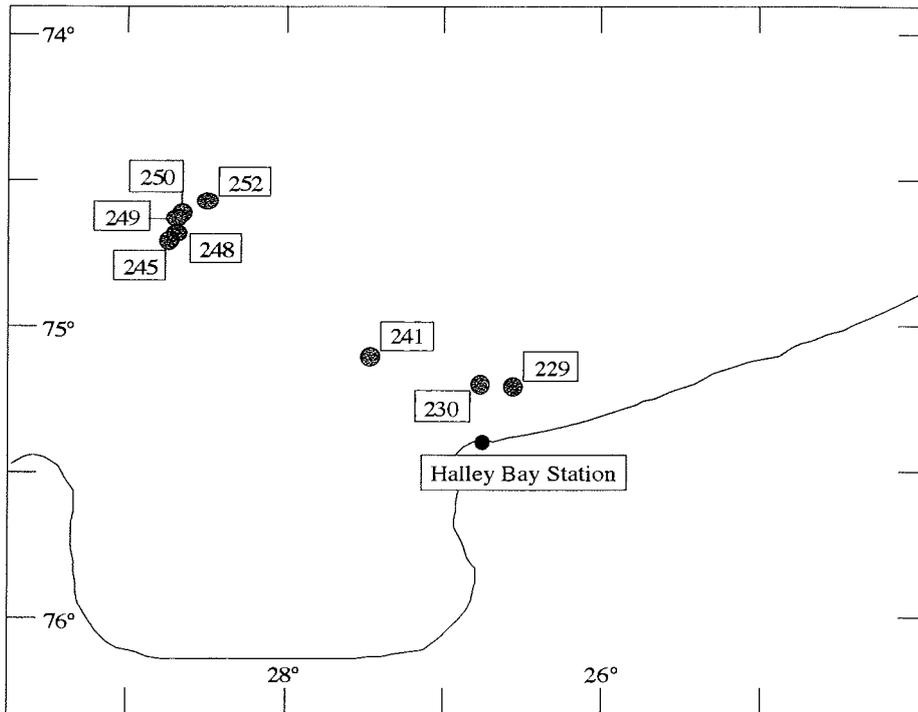


Abb. 3: Geographische Lage der Stationen vor der Halley Bay. Die acht Stationen wurden im Rahmen der „European Polarstern Study“ (EPOS) während ANT VII/4 von FS „Polarstern“ aus beprobt. Weitere Erläuterungen im Text.

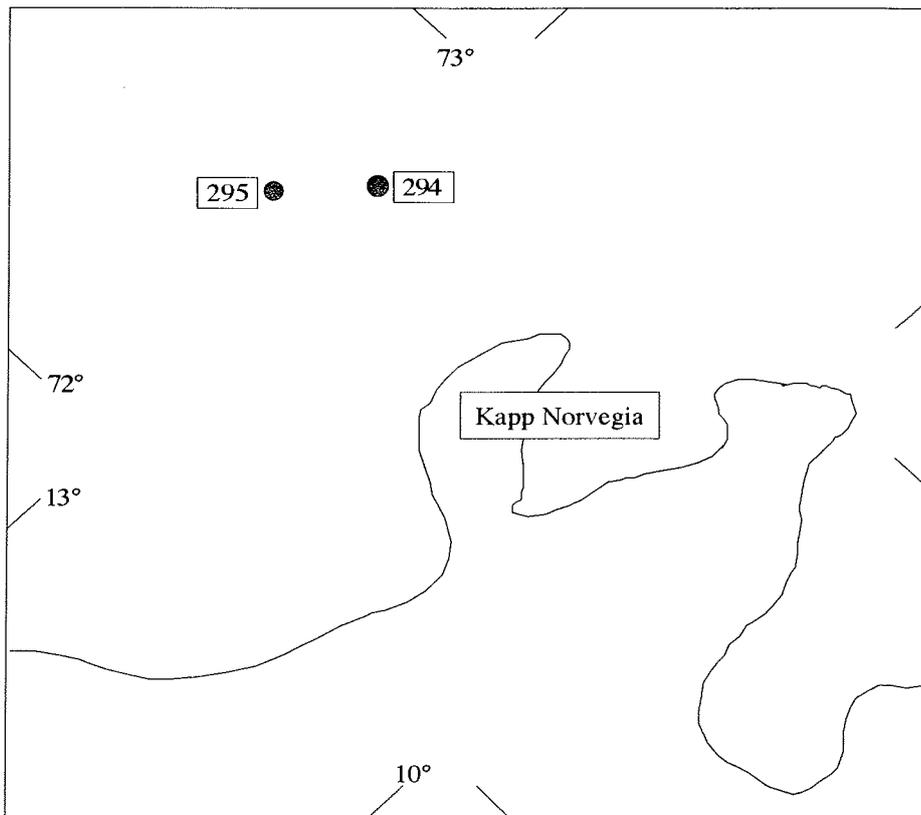


Abb. 4. Geographische Lage der zwei Stationen von Kapp Norvegia, beprobt während ANT VII/4 von FS „Polarstern“ im Rahmen der „European Polarstern Study“ (EPOS). Weitere Erläuterungen im Text.

#### Stationen von King George Island, ANT XV/3, 1998

Tab. 4: Liste der für die vorliegende Arbeit ausgewerteten Stationen der Expedition ANT XV/3 von FS „Polarstern“ vor King George Island im März 1998. Aufgeführt sind die Stationen, ihre geographische Position und Tiefe, sowie die Anzahl der Rohre, die zu quantitativen Auswertungen genutzt werden. Die in Klammern gesetzte Zahl in der Spalte „Anzahl Rohre“ beschreibt die Zahl von Rohren, mit denen das Probenahmegerät ausgerüstet war.

Station	Geogr. Position	Tiefe (m)	Anzahl Rohre (12)
48298	62°15,8'S/58°42,6'W	239	4
48301	62°16,6'S/58°42,0'W	398	4
48306	62°21,9'S/58°43,0'W	801	4
48340	61°34,3'S/58°07,6'W	411	4

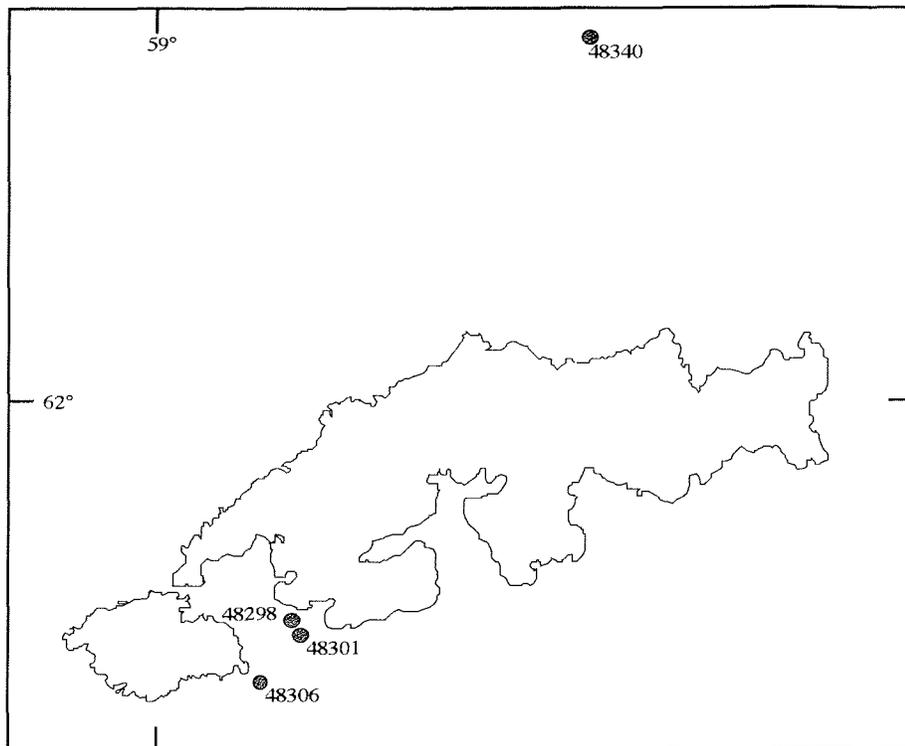


Abb. 5: Geographische Lage der vier vor King George Island beprobten Stationen, die im Rahmen der vorliegenden Untersuchung quantitativ aufgearbeitet werden konnten. Weitere Erläuterungen im Text.

## 5. Verwendete Probenahmegeräte

Um eine möglichst große Anzahl ungestörter Proben pro Station zu erhalten, hat sich der Multicorer (MUC) nach Barnett et al. (1984) am besten bewährt (vgl. Fleeger et al. 1988), vor allem in Bezug auf die Ausbeute der Copepoda Harpacticoida (Shirayama & Fukushima 1995). Der MUC weist 12 gleichmäßig angeordnete Plexiglasrohre von jeweils 25cm<sup>2</sup> Innenfläche auf, die bei Bodenkontakt simultan Sedimentproben entnehmen. Trotz der Tatsache, daß das auf diese Weise gewonnene Probenmaterial keine echten Repliken darstellt, (vgl. Hurlbert 1984, s.a. VIII.1.2.1.), wird das Gerät zur quantitativen Probenahme immer noch überwiegend eingesetzt.

Da der MUC mit einer Größe von 3,54m x 2,40m nur von entsprechend großen Schiffen aus eingesetzt werden kann, wurde während der „Magellan Campaign“ eine kleinere Variante gefahren, der sogenannte Minicorer (MIC). Er ist wesentlich handlicher als der MUC, dafür allerdings mit nur vier Plexiglasrohren ausgerüstet, was zu einer

geringeren Anzahl von Parallelproben führt. Die dem MIC zugehörigen Rohre weisen eine Innenfläche von jeweils  $30,68\text{cm}^2$  auf, sind also größer als die Rohre des MUC.

Zusätzliches Material zur qualitativen Auswertung konnte während der „Magellan Campaign“ und ANT XIII/4 dem Mehrfachgreifer (MG), Agassiz-Trawl (AGT), dem Epibenthos-Schlitten (EPS) und einer weiteren, kleinen Dredge entnommen werden.

## 6. Bearbeitung der Proben

Das mit dem MIC erhaltene Material wurde bereits an Bord in Kunststoffbehälter überführt und sofort mit 5%igem gepufferten Formalin fixiert. Die Proben wurden in Gent (Belgien) (EPOS- und „Magellan Campaign“-Proben) bzw. Oldenburg (ANT XIII/4-, ANT XV/3-Proben) mittels Zentrifugation sortiert. Es wurden nur die oberen 5 cm eines MIC-Rohrs weiterbearbeitet, da in ihnen der große Anteil an Copepoden enthalten war ( $\geq 95\%$ ). Die für die taxonomische Bearbeitung erforderliche Aufbereitung des Materials erfolgte wie in den nachfolgenden Schritten beschrieben:

1. Mittels Zentrifugation (5 Minuten bei 4.000 U/Min., Auftriebmittel LEVASIL® mit einer spezifischen Dichte von 1,17), wurden Organismen und leichtes Substrat vom schweren Sediment getrennt (vgl. McIntyre & Warwick 1984, Pfannkuche & Thiel 1988).
2. Mit Hilfe einer Stereolupe der Marke WILD HEERBRUGG M5 wurden die in den Proben enthaltenen Copepoda (insgesamt 14.804 Individuen) aus dem Zentrifugat herausortiert.
3. Zur besseren Artbestimmung, aber auch zum Fixieren wurden die Copepoda in dickflüssiges Glycerol überführt. Darin klaren die Tiere in für Identifikationen ausreichendem Maße auf.
4. Ebenfalls unter der Stereolupe wurden die Copepoda nach Ordnungen, Familien und, soweit möglich, sogar nach Gattungen zusammengefaßt.
5. Nun begann die eigentliche Identifikation auf Gattungs- und Artebene. Alle Individuen, die für eine Weiterbearbeitung auf Artebene in Frage kamen (insgesamt 1.916 Adulte), wurden determiniert. Das geschah mit Hilfe eines Phasenkonstrastmikroskops der Marke LEITZ DIALUX EB 22, sowie unter Zuhilfenahme eines Mikroskops mit Interferenzkontrast der Marke LEICA DM LB. Zur Untersuchung mit dem Mikroskop wurden die Harpacticoida auf Objektträger gegeben und in Glycerol eingebettet. Meistens war endgültiges Eindeckeln notwendig, da die Tiere bei 100facher Vergrößerung und mit Immersionsöl untersucht werden mußten. Manchmal reichte aber schon eine 40fache Vergrößerung aus, so daß man die Tiere in einem Glyceroltropfen im Hohlsliffobjektträger identifizieren konnte.

6. Die Bestimmung der Arten erfolgte mit Hilfe der Bestimmungsschlüssel von Lang (1948), Wells (1976-1985), Huys et al. (1996) und Originalliteratur.

## 7. Verwendetes Material zur Erstellung der Karten

Allen in der vorliegenden Arbeit abgebildeten geographischen Karten liegt der „Atlas Hidrográfico de Chile“ (Inst. Hidrográfico de la Armada de Chile 1989) zugrunde. Die entsprechenden Karten wurden mit Tinte abgezeichnet, mit Hilfe eines Scanners digitalisiert und anschließend per Computer unter Verwendung des Programms Claris Works 5.0 für Macintosh graphisch aufbereitet. Es wird darauf hingewiesen, daß die Abbildungen einen rein schematischen Charakter aufweisen. Sie veranschaulichen lediglich die Lage der Probennahmestationen und erheben nicht den Anspruch, kartographisch korrekt zu sein.

## 8. Verwendete Abkürzungen

Im Text auftretende Abkürzungen werden bei jeder erstmaligen Verwendung erläutert. Dennoch werden alle Abkürzungen nachfolgend zusammengefaßt aufgelistet:

ANT	Antarktis, umfaßt die beiden Gebiete Halley Bay und Kapp Norvegia
BC	Beagle Channel in Anlehnung an George & Schminke 1998a
KGI	King George Island
MDS	Multidimensionale Skalierung, Verfahren der Similaritätsanalyse
MG	Mehrfachgreifer
MIC	Minicorer
MJ	Millionen Jahre
MR	Magellanregion
MS	Magellan Straits, in Anlehnung an George & Schminke 1998a
MUC	Multicorer
PCS	Patagonian Continental Slope, in Anlehnung an George & Schminke 1998a
V	Variationsbreite
Z	Median

## V. GEMEINSCHAFTSANALYTISCHE VERFAHREN

Die Gemeinschaftsanalyse hat bei der synökologischen Erforschung des marinen Benthos heute einen großen Stellenwert (vgl. z.B. Gray 1984). Die Beschreibung und der Vergleich faunistischer Regionen gehören zu den Grundlagen der Biodiversitätsforschung, und auch Extremregionen wie die Nord- und Südpolargebiete sind davon nicht ausgenommen (vgl. z.B. Sieg & Wägele 1990, Hempel & Hempel 1995). Seit Mitte der 80er Jahre ist im Rahmen der Polarforschung ein Anstieg von Arbeiten zu verzeichnen, die sich bei ihren ökologischen Untersuchungen auf gemeinschaftsanalytische Verfahren stützen (z.B. Piatkowski 1987, Gutt 1988, Piepenburg 1988, Voß 1988, Herman & Dahms 1992, Winkler 1994, Stiller 1996, Hanssen 1997). Die Literatur, die sich mit der Beschreibung von Analyseverfahren und theoretischen Hintergründen auseinandersetzt, ist entsprechend umfangreich (s. zusammenfassend z.B. Legendre & Legendre 1983, Gray 1984, Heip et al. 1988, Winkler 1994). Die Gemeinschaftsanalyse umfaßt sowohl die Similaritäts- als auch die Diversitätsanalyse. Beide werden im folgenden kurz beschrieben.

### 1. Similaritätsanalyse

Die Similaritätsanalyse ist ein deskriptives biometrisches Verfahren, mit dem sich faunistische Zonen oder Artenassoziationen vergleichen lassen. Solche Vergleiche erfolgen in zwei Schritten:

1. Erstellung einer Similaritätsmatrix
2. Klassifizierung oder Ordination der Objekte

#### 1. Erstellung einer Similaritätsmatrix:

Voraussetzung für die Erstellung einer Similaritäts- oder Ähnlichkeitsmatrix ist die Arten-Stations-Matrix. Darin werden die gefundenen Arten gegen die entsprechenden Stationen aufgetragen. Je nachdem, ob Stationen ("Q-Analyse) oder Arten ("R-Analyse") miteinander verglichen werden sollen, dienen sie entweder als "Objekte" (in Spalten) oder als "Attribute" (in Zeilen), wobei die Arten-Stations-Matrix entsprechend transponiert werden muß. Die Erstellung der Similaritätsmatrix erfolgt mit Hilfe eines Koeffizienten oder Index, der die Ähnlichkeiten zwischen den Objekten berechnet. Die Zahl in der Literatur angebotener verschiedener Koeffizienten ist groß, weshalb sie gemäß ihrer "Eigenschaften" in Gruppen zusammengefaßt werden. Es lassen sich zunächst "qualitative", binäre Koeffizienten von "quantitativen", numerischen Koeffizienten

unterscheiden. Qualitative Koeffizienten wie der Sørensen- und der Jaccard-Index oder das "Simple Matching" berücksichtigen bei ihrer Berechnung der Similaritäten lediglich zwei verschiedene Zustände (0/1), wie beispielsweise die Präsenz/Absenz einer Art auf einer Station. Quantitative Koeffizienten wie z.B. die Canberra-Metrik, die "Euclidean Distance" oder der Bray-Curtis-Index berücksichtigen dagegen auch numerische Werte, mit denen Zustände auftreten, z.B. Abundanzen oder Biomasse (vgl. Legendre & Legendre 1983, Piatkowski 1987, Winkler 1994).

Für die in der vorliegenden Arbeit durchgeführte Similaritätsanalyse wurde ein Similaritäts-Index verwendet, der noch keine allzuweite Verbreitung in der ökologischen Literatur gefunden hat: Die "Cosine Similarity", das "Cosinus-Ähnlichkeitsmaß" (vgl. van Bernem et al. 1995, Pfeifer et al. 1996).

Bei Anwendung des Cosinus-Ähnlichkeitsmaßes wird jedes Objekt als  $N$ -dimensionaler Vektor betrachtet, wobei die  $N$  Dimensionen durch die Anzahl der Attribute gegeben sind. Zwei Objekte werden nur anhand tatsächlich gemeinsamer Dimensionen miteinander verglichen. Einseitige oder gemeinsame Absenzen werden also nicht in die Ähnlichkeitsberechnung einbezogen (Bäumer, pers. Mitt.). Wenn

$$\text{COS}(Ob_i, Ob_j) = \frac{\sum_{k=1}^N x_k y_k}{\sqrt{\sum_{k=1}^N x_k^2} \sqrt{\sum_{k=1}^N y_k^2}} = \cos(\vec{x}, \vec{y})$$

wobei  $Ob_i$  als  $N$ -dimensionaler Vektor  $\vec{x} = [x_1, \dots, x_k, \dots, x_N]^T$ , und  $Ob_j$  als  $N$ -dimensionaler Vektor  $\vec{y} = [y_1, \dots, y_k, \dots, y_N]^T$  aufgefaßt wird, dann entspricht das Cosinus-Ähnlichkeitsmaß dem Cosinus-Wert des Winkels  $\alpha$  zwischen den Vektoren  $\vec{x}$  und  $\vec{y}$  im  $N$ -dimensionalen ökologischen Raum (Bäumer, pers. Mitt.).

Zur Berechnung der Similaritätsmatrix wurde ausschließlich auf die Rohdaten zurückgegriffen. Von einer Datentransformation oder einer Standardisierung, wie sie in ökologischen Untersuchungen gerne angewandt werden (Logarithmierung, Radizierung u.a.), wurde abgesehen, weil sie zu keiner besseren Interpretation der Ergebnisse führen würde (vgl. van Bernem et al. 1995, Bäumer, pers. Mitt.).

## 2. Klassifizierung oder Ordination der Objekte:

Bei diesem Schritt der Similaritätsanalyse erfolgt eine Klassifizierung ("Clustering") oder eine Ordination, d.i. eine Positionierung der Objekte in einem mehrdimensionalen Raum, der aus der Similaritätsmatrix gewonnenen Ergebnisse. Beim "Clustering" werden

zunächst die beiden einander ähnlichsten Objekte gruppiert. Anschließend erfolgt der Anschluß des der ersten Gruppe nächstähnlichen Objekts, usw. Eine solche Gruppierung kann nach verschiedenen "Cluster-Strategien" erfolgen. Eine Übersicht und nähere Beschreibungen verschiedener Strategien finden sich beispielsweise bei Piatkowski (1987), Heip et al. (1988) und Winkler (1994). Die in dieser Arbeit angewandte Strategie ist die sogenannte "Average Linkage"-Strategie (nach Sokal & Michener 1958: aus Piatkowski 1987). Sie bietet den Vorteil, bei der Gruppierung keine Extremwerte, sondern gemittelte Distanzwerte zu verwenden, was bei Nutzung der Rohdaten mit hohen "Ausreißer"-Werten sinnvoll erscheint, um zu extreme Gruppierungen zu vermeiden. Das Ergebnis einer solchen Klassifizierung läßt sich als Dendrogramm darstellen. Darin werden die Cluster ähnlich wie in einem kladistischen Stammbaum durch hierarchisch strukturierte Abzweigungen angeordnet.

Und genau das stellt sich bei Fragestellungen wie der hier behandelten als ein wirkliches Problem heraus. In den meisten similaritätsanalytischen Ansätzen der letzten Jahre wird auf die sog. "Hierarchische Clusteranalyse" (vgl. Schleier 1998) zurückgegriffen, um Ähnlichkeiten zwischen Stationen zu beschreiben (z.B. Piatkowski 1987, Gutt 1988, Piepenburg 1988, Voß 1988, Herman & Dahms 1992, Winkler 1994, Stiller 1996 Hanssen 1997). Die herausragende Eigenschaft dieses Verfahrens ist die Zusammenfassung gruppierter Objekte zu einer Einheit. Das bedeutet, daß Stationen, die aufgrund ihrer Ähnlichkeit zu einem Cluster gruppiert wurden, im weiteren Verlauf der Klassifikation ihre eigene Identität verlieren. Somit ist ein Vergleich "gleichwertiger" Objekte nicht gegeben (Bäumer, pers. Mitt.) (vgl. VIII.3.2.4.).

Im Ordinations-Diagramm, der graphischen Umsetzung im Rahmen einer (nichtmetrischen) Multidimensionalen Skalierung (MDS), werden die einzelnen Objekte (keine Gruppen!!) in Form von Punkten in einem (hier zweidimensionalen) Koordinatensystem derartig angeordnet, daß die Nähe eines Objektes zum anderen deren Ähnlichkeit widerspiegelt. Dendrogramm und Ordinations-Diagramm sind als Darstellungen eines deskriptiven statistischen Verfahrens subjektiv zu beurteilen, womit eine Aussage von der Interpretation des Betrachters abhängt. Diese kann sich allerdings bis zu einem gewissen Grad auf ein Gütekriterium (Cophenetischer Index CI, Streßmaß, Shepard-Diagramm), stützen. Es gibt an, inwieweit Similaritätsmatrix und graphische Darstellung wirklich übereinstimmen (vgl. Winkler 1994, van Bernem et al. 1995, Schleier 1998). Im Rahmen der vorliegenden Arbeit werden beide Verfahren, Clusteranalyse und Ordinationsverfahren, angewandt.

Die erhaltenen Ergebnisse wurden mit zusätzlichen Stationsvergleichen hinsichtlich der abiotischen Variablen Tiefe sowie der Anteile an Sand, Schlick und Lehm einer weiteren Überprüfung unterzogen. Dazu diente neben dem direkten Vergleich die Kanonische Korrespondenzanalyse nach ter Braak (1988).

## 2. Diversitätsanalyse

Wie die Similaritätsanalyse dient auch die Diversitätsanalyse der Charakterisierung und dem Vergleich faunistischer Zonen. Genauso wie zur Ermittlung von Ähnlichkeiten eine große Menge verschiedener Koeffizienten bereitsteht, gibt es eine Reihe unterschiedlicher Indizes, mit denen man die Diversität von Stationen ausdrücken kann. Dabei geht es letztlich um nichts anderes als darum, Unterschiede einzelner Standorte, die aufgrund der jeweiligen Arten- und Individuenzahlen zustandekommen, quantifizierbar und somit vergleichbar zu machen (Gray 1984).

Die Berechnung von Diversitätsindizes zur Beschreibung von Standorten ist ein keineswegs optimales Verfahren, das sich entsprechend mit berechtigter Kritik auseinandersetzen muß. Die wohl grundlegendste wurde 1971 von Hurlbert formuliert, der eine Zuordnung von Gemeinschaften auf einer linearen Diversitätsskala generell ablehnt. Darüberhinaus gesellen sich zum grundsätzlichen Zweifel, ob mit einem einzelnen Wert überhaupt eine Aussage über die "Diversität" einer Artengemeinschaft gemacht werden kann, noch weitere Kritikpunkte:

- der Ausgabewert vieler zur Verfügung stehender Indizes ist zweifelhaft (Hurlbert 1971);
- ihre Auswahl ist, weil subjektiv, wissenschaftlich nicht begründbar (van Bernem et al. 1995);
- die Interpretation der Ergebnisse ist sehr schwierig (Hurlbert 1971, Achtziger et al. 1992, van Bernem et al. 1995).

Doch trotz dieser kritischen Argumente gegen den bedingungslosen Einsatz von Diversitätsindizes ist deren Anwendung in gemeinschaftsanalytischen Untersuchungen bis heute weit verbreitet. Hurlberts (1971) und andere Mahnungen verhallen weitgehend unbeachtet, weil Diversitätsindizes trotz der Mängel, mit denen sie behaftet sein mögen, einen großen Vorteil haben: Es ist relativ leicht, mit ihrer Hilfe einen (vermeintlich?) klaren Überblick über die Struktur von Artengemeinschaften zu erhalten, oder Standorte miteinander zu vergleichen. Und durch den zusätzlichen Einsatz anderer Verfahren wie der Rarefaction-Methode (s.u.) können Ergebnisse durchaus verfeinert und damit optimiert werden (Achtziger et al. 1992).

### A. Diversitätsindizes

Die hier zur Ermittlung der Diversität herangezogenen zwei Indizes sind:

1. Der Shannon-Wiener-Index (Diversität) (nach Shannon & Weaver 1963, aus Gutt 1988):

$$H' = - \sum_{i=1}^S (n_i / N) \log(n_i / N)$$

wobei

$H'$  = Shannon-Wiener-Index

$N$  = Gesamtzahl der Individuen

$n_i$  = Individuenzahl der Art  $i$

$S$  = Artenzahl

2. Der Evenness-Index (Äquität) (nach Pielou 1977, aus Gutt 1988):

$$E = H' / \log S$$

wobei  $E$  = Evenness-Index  
 $H'$  = Shannon-Wiener-Index  
 $S$  = Artenzahl

Der Shannon-Wiener-Index beschreibt die Diversität eines Standortes. Sie resultiert aus der Artenzahl und der Individuenverteilung auf die Arten. Dabei entspricht ein höherer Wert einer höheren Diversität. Die Erhöhung des Wertes erfolgt durch zwei Umstände, nämlich durch den Anstieg der Artenzahl und/oder durch die zunehmend gleichmäßigere Verteilung der Individuen auf die Arten (Gray 1984, Gutt 1988). Daraus ergeben sich allerdings Probleme bei der Interpretation. Zum einen bleibt unklar, ob die Erhöhung der Diversität an einem Standort aufgrund einer Zunahme von Arten, oder aufgrund einer gleichmäßigeren Individuenverteilung auf die Arten zustande kommt. Zum anderen sagt ein identischer  $H'$ -Wert auf verschiedenen Stationen nicht aus, ob sich die Stationen hinsichtlich der Artenzahlen oder der Verteilung der Individuen auf die Arten gleichen. Dazu dient der zweite Index  $E$ , der hinsichtlich der Artenzahl normiert ist. Er ist ein Maß für die Individuenverteilung auf die Arten, und zwar unabhängig von der Artenzahl auf einer Station. Je gleichmäßiger die Verteilung ist, desto mehr nähert  $E$  sich dem Wert 1. Zunehmend ungleichmäßige Verteilungen rücken  $E$  näher an den Wert 0 (Gutt 1988).

#### B. Die Rarefaction-Methode

Eine weitere verbreitete Art, die Diversität verschiedener Standorte zu bestimmen, ist die von von Hurlbert (1971) modifizierte "Rarefaction"-Methode (vgl. Lamshead et al. 1983, Gray 1984, Heip et al. 1988, Achtziger et al. 1992). Dabei handelt es sich um ein graphisches Verfahren, bei dem Arten- und Individuenzahlen gegeneinander aufgetragen werden. Ziel ist es, die "erwartete Artenzahl"  $S(n)$  zu ermitteln, die bei einer bestimmten, einheitlichen Individuenzahl auftritt (Gray 1984, Achtziger et al. 1992).

Dazu werden die entsprechenden Werte der zu untersuchenden Stationen auf einen "gemeinsamen Nenner" "herunterverdünnt" (rarefaction (engl.) = Verfeinerung, Verdünnung) (Achtziger et al. 1992). Das heißt, daß durch Interpolation zwischen den Werten des Probenmaterials die zu erwartenden Artenzahlen  $S(n)$  für einheitliche, ansteigende Individuenzahlen ermittelt werden. Die so erhaltenen Rarefaction-Kurven ("Artenakkumulationskurven", Achtziger et al. 1992) sind asymptotisch, und sie gestatten zweierlei: (1) die zu erwartende Artenzahl  $S(n)$  bei einer standardisierten Individuenzahl  $n$  direkt abzulesen, (2) durch ihren Verlauf bereits einen optischen Eindruck von der Diversität einer Station zu liefern. Die Steilheit und Krümmung sind ein Maß für die Äquität (Evenness  $E$ , s.o.); eine steile und stark gekrümmte Kurve läßt auf einen hohen Evenness-Wert schließen, wogegen eine flache, wenig gekrümmte Kurve auf eine geringe Evenness, d.h. ungleichmäßige Individuenverteilung auf die Arten, hindeutet. Die Höhe der Kurve wiederum gibt Aufschluß auf den Artenreichtum: Je höher eine Kurve steigt, umso höher ist der Artenreichtum.

Die zu erwartende Artenzahl  $S(n)$  wird nach Hurlbert (1971) folgendermaßen berechnet (aus Achtziger et al. 1992):

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

wobei

$S(n)$  = die zu erwartende Artenzahl

$n$  = standardisierte Probengröße ( $1 \dots N$ )

$N$  = Gesamtindividuenzahl

$N_i$  = tatsächliche Individuenzahl der Art  $i$  in der Probe

Die Rarefaction-Methode bietet den Vorteil, Diversitätsunterschiede zwischen verschiedenen Stationen schnell und klar zu präsentieren, und sie ist auch auf Proben unterschiedlicher Größe anwendbar. Darüberhinaus konnten Achtziger et al. (1992) in einem Vergleich von vier "Tagfalter-Biotopen" zeigen, daß Rarefaction-Kurven klare und eindeutige Ergebnisse liefern, wo die Ermittlung von  $H'$  und  $E$  zu Verwirrung und sogar zu falschen Ergebnissen geführt hatte.

Aber auch dieses Verfahren weist Mängel auf, die eine bedingungslose Anwendung verbieten. So führt die "Ausdünnung" der Individuenzahl dazu, daß in manchen Fällen weniger häufige Arten zugunsten dominanter Arten aus der Berechnung eliminiert werden (Lamshead et al. 1983), was zur Verfälschung der Ergebnisse führen kann. Ein weiterer Nachteil liegt darin, daß die Rarefaction-Methode auf der Annahme einer zufälligen räumlichen Verteilung der Individuen basiert. Geklumpete Verteilungsmuster führen deshalb zu einer Überschätzung von  $S(n)$ , wenn die Zahl der Proben nicht groß genug ist, um solche Effekte auszugleichen (vgl. Achtziger et al. 1992). Auch der Vorteil, Proben unterschiedlicher Größen miteinander vergleichen zu können, hat nur begrenzte Gültigkeit. Wie Lamshead et al. (1983) zeigten, führen zu große Unterschiede in den Probenumfängen dazu, daß die berechneten Rarefaction-Kurven nicht oder nur sehr begrenzt miteinander verglichen werden können. Nachteile wie die genannten veranlaßten diese Autoren dazu, die Rarefaction-Methode zugunsten der K-Dominanz-Kurve zu verwerfen (Lamshead et al. 1983). Im Rahmen dieser Arbeit wird sie aber unterstützend zur Diversitätsberechnung eingesetzt, da viele der genannten Nachteile, wie beispielsweise stark unterschiedliche Probengrößen, nicht auftreten.

### C. Die Jackknife-1-Methode zur Schätzung der Artenzahl

Eine andere Art, die Diversität eines Gebietes einzuschätzen, liefert die sogenannte "Jackknife"-Methode. Mit ihrer Hilfe kann durch Extrapolation die "species richness" einer Gemeinschaft, womit in diesem Fall die Anzahl der Arten eines definierten Gebiets gemeint ist (vgl. Palmer 1990a), geschätzt werden. In die Schätzung mit Jackknife fließen die Anzahl der Stationen, die Zahl der gefundenen Arten und die Zahl derjenigen Arten, die entweder auf nur jeweils einer einzigen Station ("unique species", "Jackknife-1"), oder auf ausschließlich zwei Stationen ("Jackknife-2", vgl. Palmer 1990a, 1991) gefunden wurden, ein. Die Berechnung der Arten erfolgt nach Heltshel und Forrester (1983) mit

$$S = y^0 + \left( \frac{n-1}{n} \right) k$$

wobei

$S$  = die zu schätzende Artenzahl  
 $y^0$  = Anzahl der gefundenen Arten  
 $n$  = Anzahl der Stationen  
 $k$  = Anzahl der "unique species"

Um eine Abschätzung der Streuung zu erhalten, kann nach Heltshe & Forrester (1983) mit folgender Formel die Varianz berechnet werden, die einem letztlich einen Abweichungsbereich definiert:

$$\text{var}(S) = \frac{n-1}{n} \left( \sum_0^s j^2 f_j - k^2/n \right)$$

Die Anwendung von Jackknife läßt mehrere Schlußfolgerungen zu. So wird zunächst (basierend auf den zugrundeliegenden Daten) abgeschätzt, wieviele Arten im Untersuchungsgebiet annähernd vorkommen. Dieses Ergebnis gibt Aufschluß darüber, wie hoch der Anteil der gefundenen Arten ist (vornehmlich in %), und wieviele Arten vom Beobachter unter den gegebenen Bedingungen voraussichtlich übersehen wurden. Darüberhinaus ist natürlich auch die "species richness" einzelner Gebiete, die mit Jackknife ermittelt wird, vergleichbar. So erlaubt Jackknife auf einer anderen Ebene und ergänzend zu den o.g. Indizes und der Rarefaction-Methode, Aussagen über die Diversität zu machen.

Nach Palmer (1990a), der verschiedene parametrische (Art-Arealkurven, Loglin, Loglog, Monod, Preston) und nicht-parametrische Verfahren (Jackknife-1, Jackknife-2, Bootstrap) zur Schätzung der Artenzahl durch Extrapolation miteinander verglich, liefert Jackknife-1 die genauesten Schätzwerte. Palmers Überprüfung anhand von botanischen Daten aus dem Duke Forest (North Carolina, USA) ergab, daß Jackknife-1 mit seinen Schätzungen den tatsächlichen Werten am nächsten kommt (Palmer 1990a). Während er zunächst jedoch davon ausging, daß dieses Verfahren auch in Bezug auf die Tendenz, Artenzahlen ständig zu über- oder unterschätzen (Palmer 1990a) die besten Ergebnisse liefert, erbrachte eine Überprüfung der Daten, daß diesbezüglich Jackknife-2 noch besser abschneidet (Palmer 1991).

### 3. Verwendete Computerprogramme

Die Clusteranalysen erfolgten mit Hilfe der Programme COMM (Piepenburg 1993), SPSS 4.0 für Macintosh und SYSTAT 5.0. für Macintosh.

Diversitätsindizes wurden ebenfalls mit COMM berechnet. Die Durchführung der Rarefaction-Methode erfolgte mit Hilfe von BIODIVERSITY PRO II, Beta-Version (McAleece, N., P.J.D Lamshead, G.L.J. Paterson & J.D. Gage 1997).

Die Durchführung der Kanonischen Korrespondenz-Analyse erfolgte mit Hilfe des Programms CANOCO 3.11 für Macintosh (C.J.F. ter Braak 1990).

## VI. DAS UNTERSUCHUNGSGBIET

### 1. Paläogeologischer Überblick

Seit der Anerkennung und Verfeinerung von Wegeners (1936) Theorie der Kontinentalverschiebung ist die Entstehung und Lage der heutigen Kontinente Objekt ständiger Forschung. Über geologische und paläogeologische Interessen hinaus ist die Geschichte der Entstehung, der Wanderung und des Zerfalls von Kontinenten zu einem wichtigen Aspekt innerhalb der biologischen Forschung geworden, v.a. als Interpretationshilfe bei biogeographischen Arbeiten (vgl. z.B. Hartmann 1988). Im Zusammenhang mit einer vergleichenden Untersuchung von Faunen der Antarktis und Südamerikas, wie in der vorliegenden Arbeit beabsichtigt, ist vor allem die Beziehung zwischen diesen Kontinenten näher zu betrachten. Derartige Betrachtungen wurden in sehr umfassender Weise bereits von verschiedenen Biogeographen vorgenommen, und insbesondere in den Arbeiten von Brandt (1991) und Winkler (1994) ausführlich zusammengetragen. Aus diesem Grund soll hier auf den Zerfall des Südkontinents Gondwana sowie die Entstehung Antarktikas nur in kurzer Form eingegangen werden.

Im Perm vor etwa 260 Millionen Jahren (MJ) hatte sich zum zweiten Mal in der Erdgeschichte ein Superkontinent, Pangäa, gebildet (Cox & Moore 1985, Dalziel 1995). Er zerfiel bereits 60 MJ später in die zwei Großkontinente Laurasia - mit den heutigen Erdteilen Nordamerika, Europa und Asien - und Gondwana, der sich aus dem heutigen Afrika, Australien, Antarktika, Südamerika und Indien zusammensetzte. Der Zerfall Gondwanas ist bis heute nicht eindeutig nachzuvollziehen. Allgemein wird angenommen, daß sein Beginn zwischen etwa 155 MJ (s. Brandt 1991, Winkler 1994) bis 135 MJ (Audley-Charles et al. 1981, Cox & Moore 1985) mit der Ablösung Indiens anzusetzen ist. Diese wurde gefolgt von der Abtrennung Afrikas vor etwa 90 MJ (vgl. Brandt 1991).

Diese Meinung ist nicht unbestritten. Winkler (1994) erwähnt, daß nach anderen Autoren die Trennung Afrikas bereits vor 200 MJ erfolgte, also noch 45 MJ vor dem Termin, der oben als der Zerfallsbeginn von Gondwana angenommen wird. Andere Autoren vermuten wiederum, daß Afrika und Südamerika am längsten miteinander verbunden geblieben sind (s. Hartmann 1982), und Craddock (1982) zufolge teilte sich Gondwana zunächst in zwei große Untereinheiten, in West- (Südamerika-Afrika) und Ostgondwana (Antarktis-Indien-Australien) (s. a. Crame 1994). Studinger (1998) schließlich setzt den Zeitpunkt des Zerfalls von Gondwana bei 180 MJ an, einhergehend mit der Entstehung des Weddellmeeres. Aus dieser Menge an unterschiedlichen Vermutungen läßt sich das hohe Maß an Unsicherheit erkennen, mit dem die paläogeologische Rekonstruktion bis heute verbunden ist.

Vor etwa 55 bis 45 MJ (Audley-Charles et al. 1981, Craddock 1982, Cox & Moore 1985, vgl. a. Brandt 1991, Winkler 1994) begann Australien, sich vom Rest Gondwanas zu lösen und nach Norden zu wandern.

Aber auch hier treten wieder Diskrepanzen auf: Hartmann (1982) vermutet, daß Australien bereits im Oberen Jura (ca. 135 MJ) vollständig von Gondwana abgetrennt war. 1986 verlegt er allerdings den Beginn der Trennung in die Untere Kreide.

Damit wurde die heutige Antarktis, einstmals der zentrale Teil Gondwanas (Studinger 1998) dem direkten Kontakt mit Meeresströmungen ausgesetzt, was eine erste Abkühlung des Klimas zur Folge hatte. Gondwana bestand zu der Zeit nur noch aus den heutigen Landmassen Antarktikas und Südamerikas (aber s. Hartmann 1982), die über eine Landbrücke von Feuerland zur antarktischen Halbinsel miteinander verbunden waren (Hartmann 1986, Crame 1994). Mit der Öffnung der Drake-Passage vor etwa 30-22 MJ (Crame 1994, Grobe 1995) zerfiel Gondwana endgültig. Es bildete sich eine zirkumpolare Strömung, die zu einer völligen klimatischen Isolation des antarktischen Kontinents führte (vgl. z.B. Craddock 1982, Cox & Moore 1985, Grobe 1995).

Die heutige Antarktis ist ein riesiger Kontinent, der sich im wesentlichen aus zwei Gebieten zusammensetzt, einem großen, die östliche Hälfte umspannenden "kristallinen Schild" (Hartmann 1986), und einem viel kleineren, im Westen gelegenen Gebiet, das aus Auffaltungen sowie aus Gesteinen vulkanischer Herkunft besteht (vgl. Craddock 1982, Hartmann 1986, Dalziel 1995, Studinger 1998). Ost- und Westantarktis werden durch das transantarktische Gebirge voneinander getrennt (vgl. Crame 1994, Dalziel 1995).

Der gesamte Kontinent wird von einer 14 Millionen km<sup>2</sup> großen, bis zu 4.000 m dicken Eislast gewaltig abgesenkt (vgl. Sieg & Wägele 1990, Grobe 1995), was zur Folge hat, daß auch der umgebende Schelf bis zu 300 m (und mehr) tiefer liegt, als es bei anderen Kontinenten der Fall ist. Der oben erwähnte zirkumpolare Strom, hervorgerufen durch stetige Westwinde, die das Oberflächenwasser in einem breiten Gürtel ostwärts um die Antarktis treiben ("West-Wind-Drift"), sorgt für eine weitgehende Isolation des Gebiets. Gleichzeitig ist er aber die Verbindung zu den angrenzenden drei Weltmeeren Atlantik, Pazifik und Indik, und bietet damit Möglichkeiten des Wasseraustauschs und einer Nord-/Süd-Zirkulation (Fahrbach 1995, Grobe 1995). Oft auch als "Ringozean" bezeichnet (Grobe 1995), kann der Zirkumpolarstrom im Gegensatz zum Nordpolarmeer in seinen Grenzen nicht klar definiert werden. Seine nördliche Ausdehnung wird in der Regel mit derjenigen des Meereisgürtels gleichgesetzt, oder man zieht seine Grenzen entlang der "Antarktischen Konvergenz" oder "Polarfront", einer den antarktischen Kontinent umgebenden Grenzschicht, in der kaltes salzreiches antarktisches auf wärmeres und salzärmeres subantarktisches Wasser trifft. Sowohl Meereisgürtel als auch Antarktische Konvergenz sind in ihren Ausdehnungen ständigen Schwankungen unterworfen, so daß auch der Ringozean selber nicht klar eingegrenzt werden kann (Knox 1960, Fahrbach 1995).

## **2. Beziehungen zwischen den Fragmenten Gondwanas**

Die geologischen Beziehungen zwischen der Antarktis und den benachbarten Kontinenten Südamerika, Afrika und Australien sind durch drei Faktoren gekennzeichnet:

1. Durch den Zeitpunkt ihrer jeweiligen Trennung;
2. Durch den Abstand der einzelnen Kontinente zur Antarktis;
3. Durch die Wassertiefen in den Meereszonen zwischen den Kontinenten und der Antarktis.

Der erste Punkt wurde im obigen Abschnitt bereits ausführlich beschrieben. Bezüglich der Abstände der Kontinente zur Antarktis zeigt bereits die Betrachtung einer

entsprechenden Karte, daß die Entfernung von Südamerika zur Antarktis die kürzeste ist, wenn man sie mit dem Abstand zwischen den beiden anderen Kontinenten, Afrika und Australien, zu Antarktika vergleicht. Und tatsächlich liegen zwischen Kap Hoorn und der antarktischen Halbinsel nur ca. 1.000km Ozean, während der Abstand zwischen der Antarktis und Australien etwa 3.000, zwischen der Antarktis und Afrika sogar etwa 4.000km beträgt (vgl. Kort 1962, Brandt 1991, Winkler 1994).

Der Zerfall Gondwanas wurde von der Bildung weiter Tiefseebecken begleitet, die v. a. zwischen der Antarktis auf der einen, sowie Afrika und Australien auf der anderen Seite Tiefen über 5.000m erreichen. Dagegen beträgt die maximale Tiefe der Drake-Passage nur etwa 3.500m. Zwar treten auch im Scotia-Becken Bereiche mit über 5.000m Tiefe auf, aber dabei handelt es sich um nur 3 schmale Gräben (Winkler 1994). Demgegenüber steht eine brückenartige Verbindung Südamerikas mit der Antarktis, die von den Anden über den Scotia-Bogen zu den Bergen der antarktischen Halbinsel verläuft.

Diese drei wichtigen Faktoren: Der kurze Abstand zum antarktischen Festland, das auch rezente Bestehen einer Verbindung und die relativ kurze Zeit, die seit der Trennung vergangen ist, machen Südamerika zu einem interessanten Objekt biogeographischer Vergleiche mit der Antarktis.

### **3. Charakterisierung der Magellanregion**

Die Magellanregion umfaßt den südlichen Teil Südamerikas zwischen 49°S und 56°30'S (vgl. Guzmán 1992). Sie ist hinsichtlich ihrer Topographie, Hydrographie und des Klimas sehr vielfältig. Die Unterschiede sind hauptsächlich auf zwei Faktoren zurückzuführen: Die Zerschneidung der Region in einen östlichen und einen westlichen Teil, und der Einfluß der antarktischen Zirkumpolarströmung, die bei etwa 47°S auf den südamerikanischen Kontinent trifft (Artegiani et al. 1991). Sie teilt sich ungefähr auf der Höhe der Halbinsel Taitao in den nach Norden ziehenden Peru- oder Humboldt-Strom und den südlich an Südamerika vorbeiziehenden Kap Hoorn-Strom (Brattström & Johannssen 1983). Ihr "Motor", die starken, kalten und feuchtigkeitsgesättigten Winde der West-Wind-Drift, fegen mit hohen Geschwindigkeiten von Westen nach Osten über das Festland, und selbst die etwa 2.000m hohen Gebirgszüge der Anden können diese Winde nicht nachhaltig bremsen. Aus topographischer Sicht präsentiert sich der Westteil der Magellanregion als ein zerklüftetes, von unzähligen Fjorden und Kanälen durchzogenes System von großen und kleinen Inseln, wobei die Kanäle letztendlich nichts weiter sind als tiefliegende, vom Ozean überflutete andine Täler, während die Inseln die Spitzen versunkener Gebirgsteile der Anden darstellen (Artegiani et al. 1991).

Die Temperaturen sind niedrig und fallen von Norden nach Süden leicht ab, allerdings nur selten unter 0°C (Guzmán 1992).

## **4. Die Magellanstraße und der Beagle-Kanal**

### **4.1. Forschungsgeschichtlicher Überblick**

Die Entdeckung der Magellanstraße durch Fernão de Magalhães im Jahre 1520 brachte der Seefahrt vor allem in späteren Jahrhunderten gewaltige Vorteile. Bevor der Panama-Kanal es ermöglichte, auch per Schiff schnell vom Osten in den Westen Nordamerikas oder nach Ostasien zu gelangen, war man gezwungen, ganz Südamerika zu umrunden. Vor diesem Hintergrund war es eine Erleichterung, wenigstens den gefürchteten Stürmen und Unwettern Kap Hoorns ausweichen zu können, besonders ab 1881, als ein generelles Durchfahrtsrecht für Schiffe aller Nationen eingeräumt wurde. Erste wissenschaftliche Bearbeitungen erfuhr die Magellanstraße in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts, als sie zum Ziel von Vermessungsarbeiten wurde. In den folgenden Jahrzehnten bis zur Jahrhundertwende war das Gebiet dann Ziel einer Vielzahl von Expeditionen, unter ihnen so berühmte wie die "Challenger"- (vgl. Brady 1883) oder die "Belgica"-Expedition (vgl. Giesbrecht 1902), und natürlich eine der bekanntesten, die von 1831 bis 1835 durchgeführte Expedition der H.M.S. "Beagle", an der Charles R. Darwin teilnahm (vgl. Darwin 1859, s.a. Linse (1997) zur Übersicht). In der Mitte des 20. Jahrhunderts sind vor allem die schwedische "Lund"- (1948-1949) und die britische "Royal Society"-Expedition (1958-1959) zu nennen (vgl. Brattström & Johannssen 1983, Linse 1997). Bis in die 80er Jahre hinein ebte die Forschungsintensität in der Magellanregion merklich ab, um in den letzten 10 Jahren erneut zum Ziel und Diskussionsobjekt verschiedener internationaler Expeditionen, Seminare und "Workshops" zu werden, wie dem chilenisch-italienischen "Strait of Magellan Project", das in den Jahren 1988 bis 1991 durchgeführt wurde (Brambati 1991), der ebenfalls chilenisch-italienischen "Straits of Magellan Oceanographic Cruise" von Februar bis März 1991 (s. Faranda & Guglielmo 1991, 1993, 1994), dem Internationalen Seminar "Oceanografía en Antártica" im März 1991 (s. Gallardo et al. 1992), der "Joint Chilean-German-Italian Magellan "Victor Hensen" Campaign" im Oktober/November 1994 (s. Arntz & Gorny 1996), der "Expedition Antarktis XIII/4" mit FS "Polarstern" im Jahre 1996 (s. Fahrbach & Gerdes 1997), und schließlich dem "International Workshop IBMANT 97" ("Proceedings"-Band im Druck) im April 1997.

## 4.2. Topographie

Die 585km lange und 3 bis 30km breite Magellanstraße ist eine Verbindung zwischen Atlantik und Pazifik. Sie trennt das südamerikanische Festland von den sich nach Süden anschließenden Inseln, allen voran Tierra del Fuego. Neben ihrer Bedeutung für die Seefahrt hat die Magellanstraße eine Schlüsselfunktion inne, die sich auf die gesamte Magellanregion auswirkt. Topographisch gesehen, ist sie ein "Andenpass auf Meereshöhe" (Artegiani et al. 1991), der einen Austausch zwischen dem West- und dem Ostteil der Region ermöglicht. Zwei mächtige Wasserkörper, der atlantische und der pazifische, treffen hier aufeinander und ermöglichen so einen intensiven Austausch und eine Vermischung von Temperaturen, Salinitäten, verschiedenen Sedimenten, und von tierischen und pflanzlichen Organismen.

Die Magellanstraße wird im allgemeinen in zwei Abschnitte unterteilt, den westlichen und den östlichen Arm. Beide weisen in mehrfacher Hinsicht Unterschiede auf, so auch topographisch. Den Strömungen der West-Wind-Drift folgend läßt sich die Magellanstraße folgendermaßen beschreiben:

Nördlich der Insel Desolación beginnend verläuft der westliche Arm der Magellanstraße in südöstlicher Richtung bis zum Cabo Froward (etwa 53°50'S). In diesem Bereich herrschen unterschiedliche Tiefenverhältnisse, von etwa 50 - 60m bis hinab zu 800m und mehr im Inneren der Straße (Brambati 1991, Brambati et al. 1991). Der Arm ist schmal und weist - kurz vor der Insel Carlos III - die mit 1.200m tiefste Stelle der gesamten Straße auf (Artegiani et al. 1991). Die Insel Carlos III ist sozusagen der höchste, über die Wasseroberfläche hinausragende Bereich einer Schwelle. Hier erreicht die Tiefe kaum noch 100m (Brambati et al. 1991), um dann wieder auf 200 bis 300m abzufallen. Hinter dieser Schwelle beginnt der zweite, östliche Arm der Magellanstraße (Artegiani et al. 1991). Er ist breiter, aber nicht mehr so tief wie der westliche Arm. Am Cabo Froward macht er eine starke Biegung ( $\approx 90^\circ$ ) nach Norden. Gleichzeitig verbreitert er sich zum sogenannten "Paso Ancho", dem breiten Becken von Punta Arenas. Hier herrschen Tiefenverhältnisse um 400m vor, die am nördlichen Beckenrand steil auf nur noch 50m ansteigen. Zusätzlich verjüngt sich der Arm stark zur "Segunda Angostura" (der von Osten aus zweiten Meerenge) und zieht nun östlich zum Atlantik. Nachdem er sich noch einmal verbreitert hat, bildet er ein zweites "Nadelöhr", die "Primera Angostura" (die von Osten aus erste Meerenge), um anschließend über eine breite Bucht in den Atlantik zu münden.

Im Osten dringt der Paso Ancho tief in die Insel Tierra del Fuego ein und bildet zwei große Einschnitte, die breite Bahía Inútil und den schlauchförmigen Seno Almirantazgo. Während in der Bahía Inútil Tiefen von 30 - 200m gemessen werden, erreichen sie im Seno Almirantazgo Werte um 200 - 400m.

Am Cabo Froward mündet von Süden der Canal Magdalena in die Magellanstraße. Er entspringt dem Canal Cockburn, der, von Westen kommend, in direkter Verbindung mit dem offenen Pazifik steht. Südöstlich des Cockburn verläuft der Canal Brecknock. Er

teilt seinen, noch weiter südöstlich gelegenen Ursprung mit dem Canal Ballenero, welcher nach Osten strömt und schließlich in den Beagle-Kanal mündet. Der Beagle-Kanal selbst verläuft direkt an der Südküste Feuerlands und wird im Süden durch die Inseln Stewart, Londonderry, Gordon, Hoste und Navarino begrenzt. Der Kanal ist zerklüftet, mit Tiefen zwischen 50 und etwa 600m, wobei der westliche Teil größere Tiefen aufweist. Von den Südufern Feuerlands münden in seinem Westteil mehrere, z.T. vergletscherte Fjorde.

#### **4.3. Sedimentologie**

Die Magellanstraße weist im Gegensatz zum Beagle-Kanal eine relativ hohe Heterogenität der auftretenden Sedimente auf (Brambati et al. 1991). Der westliche Einlaß der Magellanstraße besteht aus feinen bis groben Sanden, die aber noch im Bereich von Isla Desolación in sandigen Schlamm und Schlamm übergehen. Über die Hälfte des westlichen Armes weist diese Sedimente auf, erst kurz vor der Insel Carlos III findet wieder ein Übergang zu feinem Sand statt, und südlich der Insel sind alle Sedimenttypen (von Schlamm bis hin zu Geröll) nebeneinander vertreten (Brambati et al. 1991). Der Bereich um Cabo Froward wird von schlammigem Sand dominiert, während der Paso Ancho fast ausschließlich Schlamm als Sediment aufweist. Auch in den benachbarten Buchten Bahía Inútil und Seno Almirantazgo findet man ausschließlich schlammige Substrate. Im Bereich der Segunda Angostura erfolgt ein stufiger Übergang von Schlamm/sandigem Schlamm über schlammigen Sand, feinen Sand und mittelfeinen Sand zu Grobsand/Geröll, der sich über die Primera Angostura nach Osten hinaus in die große Einmündungsbucht hineinzieht. Dort wird der Grobsand wieder von mittelfeinem und feinem Sand abgelöst (Brambati et al. 1991). Der Beagle-Kanal weist von seinem westlichen Ende bis hin zur Mitte der Insel Navarino fast ausschließlich schlammiges Substrat auf (Brambati et al. 1991, Linse 1997), nur in seinem westlichen Teil treten feine und mittelfeine Sande auf. Im Bereich von Gletschern wurden bei Probenahmen mit MIC und MG allerdings große Mengen an Schill und Resten von Schalentieren gefunden, so daß mit diesen Geräten eine Probenahme schwierig, und teilweise ganz unmöglich wurde. Auf halber Länge von Navarino wird der Schlammboden zunächst von schlammigem Sand, und schließlich von feinem Sand abgelöst.

#### **4.4. Hydrographie**

Von Westen her dringt als eine Hauptströmung das Wasser des Zirkumpolarstroms ungehindert bis zum Cabo Froward vor, wo es mit einer Gegenströmung atlantischen Wassers konfrontiert wird. Gleichzeitig strömt von Westen Wasser der Kap Hoorn-Strömung in einer breiten Front in alle kleineren Kanäle und Nebenarme, wie beispielsweise in die Kanäle Cockburn, Brecknock, Ballenero und Beagle, so daß das ganze Gebiet großflächig von den Wassern des Zirkumpolarstroms durchströmt wird.

Diese Wasser sind weitgehend Gemische aus Meer- und Süßwasser, das sich aus Niederschlägen, Gletscherschmelzen sowie terrestrischem Abflußwasser zusammensetzt. Aus bathymetrischer Sicht hat das zur Folge, daß das Oberflächenwasser weiter Teile der Magellanstraße stark schwankende und relativ geringe Salinitätswerte aufweist (Antezana et al. 1996), während der Salzgehalt des Tiefenwassers ( $\geq 100$  m) wesentlich höher ist und zumindest im Westteil der Straße dem des ozeanischen Küstenwassers entspricht (Brattström & Johannssen 1983). Aus geographischer Sicht läßt sich feststellen, daß die Magellanstraße im mittleren Bereich, v.a. im Paso Ancho, durchschnittlich geringere Salzgehalte aufweist als die westlichen und östlichen Randbereiche (Brattström & Johannssen 1983, Antezana et al. 1996). Während in letzteren Salinitätswerte um 32‰ - 32,5‰ vorherrschen, liegen sie in der mittleren Magellanstraße zwischen Extremen von 17,7‰ und maximal 31,2‰ (Brattström & Johannssen 1983, Antezana et al. 1996). Dieser Unterschied wird hauptsächlich durch die hohen, oben bereits erwähnten v.a. frühjährlichen und herbstlichen Süßwassereinträge verursacht. Und weil neben der westlichen Strömung auch von Osten her Wasser in die Straße einströmt (s.u.), findet in ihrem Zentrum eine regelrechte Akkumulation von weniger salzhaltigem Wasser statt.

Für den Beagle-Kanal weist Klöser (1996) eine im allgemeinen recht ausgeglichene hydrographische Lage nach, wobei es allerdings erstaunlich ist, daß im östlichen Beagle die Salinitätswerte durchweg höher sind als im westlichen Teil, obwohl eigentlich das Gegenteil zu erwarten wäre, da der Nachschub an salzhaltigem Wasser von Westen erfolgt (Brambati et al. 1991, Brattström & Johannssen 1983, Klöser 1996), und in Richtung Osten der Eintrag von Süßwasser durch einmündende Gletscher ansteigt. Die Temperatur ist im gesamten Gebiet relativ gleichförmig, sie lag im Okt./Nov. 1994 nie unter 5°C, und überstieg nie die 9°C (Antezana et al. 1996, Klöser 1996).

Zusätzlich zu den Wassern des antarktischen Zirkumpolarstroms transportiert eine zweite, an der östlichen Küste Südamerikas südwärts verlaufende Hauptströmung atlantisches Wasser in den östlichen Arm der Magellanstraße. Dieses Wasser passiert die beiden nördlichen Meerengen, die eine regelrechte Düsenfunktion ausüben, und gelangt als mächtige Strömung, die zusätzlich durch den z.T. gewaltigen Tidenhub am Ostausgang (9m, Brambati 1991) beeinflusst wird, in den Paso Ancho und ebenfalls bis zum Cabo Froward (Brambati et al. 1991). So entsteht ein komplexes Strömungssystem, das die marine Flora und Fauna sowohl aus dem Pazifik, als auch aus dem Atlantik in die Magellanstraße einträgt, sie dort vermischt und neuen Bedingungen aussetzt.

## VII. ERGEBNISSE

### 1. Erfassung der Rohdaten

#### 1.1. Copepoda

Die Auswertung der 34 Stationen des Untersuchungsgebiets - 17 aus der Magellanregion, 3 vom Patagonischen Kontinentalabhang, 4 von King George Island und 10 aus der östlichen Weddell-See - erbrachte eine Gesamtzahl von 14.804 gefundenen Copepoden. Diese setzen sich zu 54,86% (8.122 Individuen) aus Adulten, zu 43,44% (6.432 Individuen) aus Copepodidstadien und zu 1,72% (255 Individuen) aus Nauplien zusammen (vgl. Abb.6A). Die Zahl der Nauplien ist durchweg sehr gering, ihr relativer Anteil übersteigt nur einmal, auf Station 48340 vor King George Island, die 20%-Marke. Ansonsten liegen sie jedoch immer weit unter 10% (vgl. Abb. 6B). Demgegenüber spielen die Copepodide eine wesentliche Rolle bei der Stadienverteilung. Sie liegen nur knapp unter 50% der gesamten Individuen (Abb. 6A) und dementsprechend knapp hinter den Adulten. Wie aus Abb. 6B ersichtlich ist, übersteigen sie auf wenigstens 9 Stationen die 50%-Marke. Diese Verteilung macht deutlich, daß Entwicklungsstadien einen großen bis sehr großen Anteil an der Taxazusammensetzung haben.

Der taxonomische Aufwand der Artbestimmung ist nicht nur groß, sondern häufig ist sie auch unmöglich, so daß bei der weiteren Bearbeitung nur adulte Copepoda berücksichtigt werden konnten (vgl. Kap. VI.1.2.). Diese verteilen sich auf sieben Teilgruppen der Copepoda, deren prozentuale Anteile im folgenden aufgeführt werden: Harpacticoida (7.467 Exemplare, 91,94%), Cyclopoida (535 Exemplare, 6,59%), Calanoida (81 Exemplare, 1%), Poecilostomatoida (20 Exemplare, 0,25%), Misophrioida (16 Exemplare, 0,2%), Siphonostomatoida (2 Exemplare, 0,02%) und Platycopioidea (1 Exemplar, 0,01%) (Abb. 7).

Obwohl die Häufigkeiten auch der seltenen Gruppen von Station zu Station schwanken, erreichen sie keine nennenswerten Bereiche (nur die Poecilostomatoida kommen einmal, auf Station 252, auf 5,41% relative Häufigkeit) und beeinflussen das Verbreitungsmuster nicht. Nachfolgend wird deshalb nur auf die drei häufigsten Ordnungen Harpacticoida, Cyclopoida und Calanoida eingegangen (vgl. Abb. 8). Die Platycopioidea konnten erstmals für die Südhemisphäre nachgewiesen werden.

Im gesamten Untersuchungsgebiet dominieren mit meistens über 90% und nie unter 65% relativer Häufigkeit die Harpacticoida. Nur in zwei Teilgebieten zeigen die Cyclopoida höhere Werte: Im Beagle-Kanal (Station 1033), wo die Harpacticoida auf 65,31% absinken, die Cyclopoida hingegen 34,69% erreichen, und am Patagonischen

Kontinentalabhang (St. 40116), wo die relativen Abundanzen der Cyclopoida bis knapp unter 20% ansteigen.

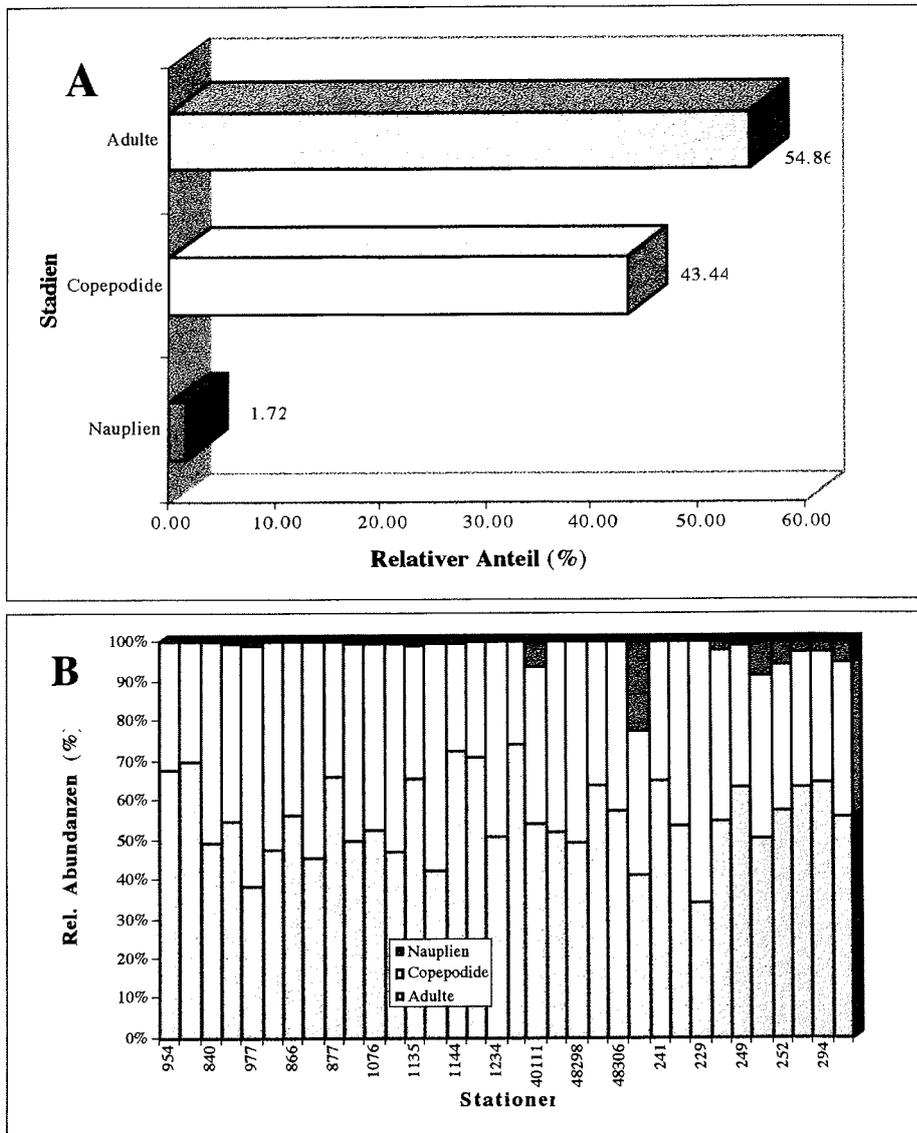


Abb. 6: Verteilung der Copepoda auf die Entwicklungsstadien. A. Prozentuale Anteile der Individuen auf die drei Entwicklungsstadien Adulte, Copepodide und Nauplien. B. Verteilung der drei Entwicklungsstadien auf die einzelnen Stationen.

Im Bereich von King George Island und der Hochantarktis liegt der Anteil der Cyclopoida stets unter 10% (vgl. Abb. 8). Die Calanoida weisen nur leichte Häufungen

auf, von denen die größte im Bereich des Paso Ancho in der Magellanstraße (Stationen 954, 956 und 977; zwischen 7% und 8,5%) zu verzeichnen ist (Abb. 8).

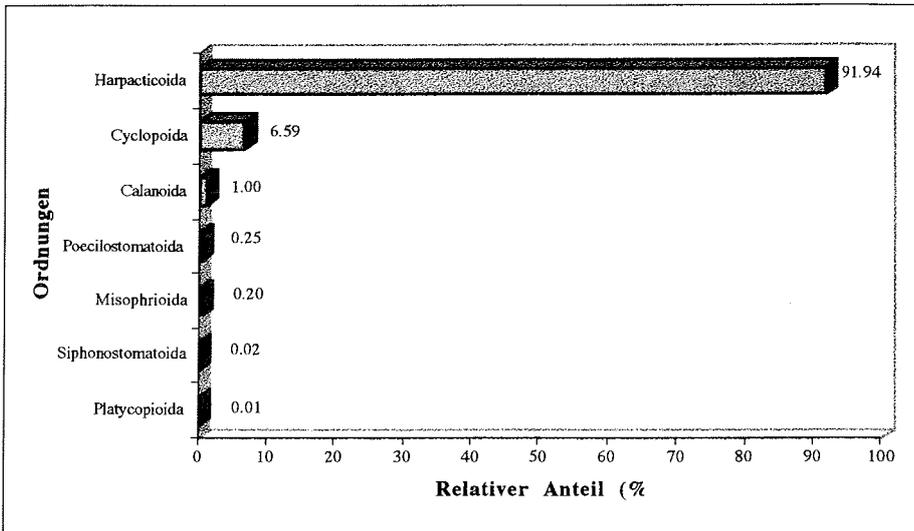


Abbildung 7: Darstellung der relativen prozentualen Anteile der im Untersuchungsgebiet gefundenen Copepodenordnungen.

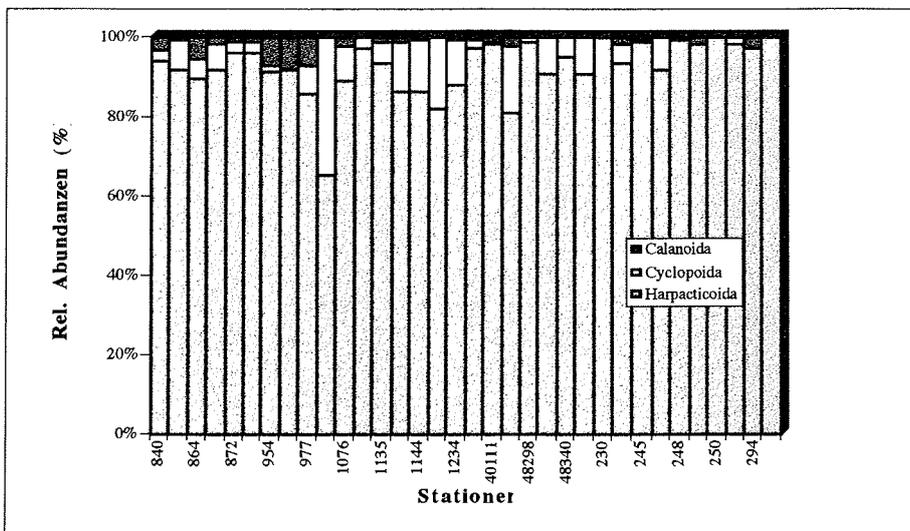


Abb. 8: Graphische Darstellung der Häufigkeitsverteilung der drei überwiegenen Copepodenordnungen Harpacticoida, Cyclopoida und Calanoida. Aufgetragen sind die relativen Häufigkeiten (in %) gegen die Stationen.

Darüberhinaus wurden Calanoida noch in geringen Mengen im Bereich der Antarktis gefangen, wo sie relative Häufigkeiten bis zu 2,7% erreichen (St. 294, Kapp Norvegia). Ihr Vorkommen im Beagle-Kanal und vor King George Island ist im Rahmen der vorliegenden Daten zu vernachlässigen.

## 1.2. Harpacticoida

Harpacticoida wurden in allen Stationen gefunden, und wie zu erwarten ist, stellen sie mit einem Gesamtanteil von 91,94% die häufigste Copepodengruppe dar. Sämtliche folgenden Untersuchungsergebnisse beziehen sich ausschließlich auf sie.

### 1.2.1. Geographische Verbreitung

Wie aus Abb. 9 ersichtlich, weist der Verlauf der Harpacticoidendichten drei ausgeprägte Gipfel auf:

- (1) in der südlichen Magellanstraße. Hier wurden Tiere in Dichten zwischen 21,19 Ind./10cm<sup>2</sup> (St. 977) und 38,46 Ind./10cm<sup>2</sup> (St. 866) gefunden, wogegen die Dichtewerte im nördlichen Teil des Paso Ancho unter 20 Ind./10cm<sup>2</sup> liegen und bei Station 840 sogar auf den zweitniedrigsten Wert im gesamten Untersuchungsgebiet (6,84 Ind./10cm<sup>2</sup>) abfallen.

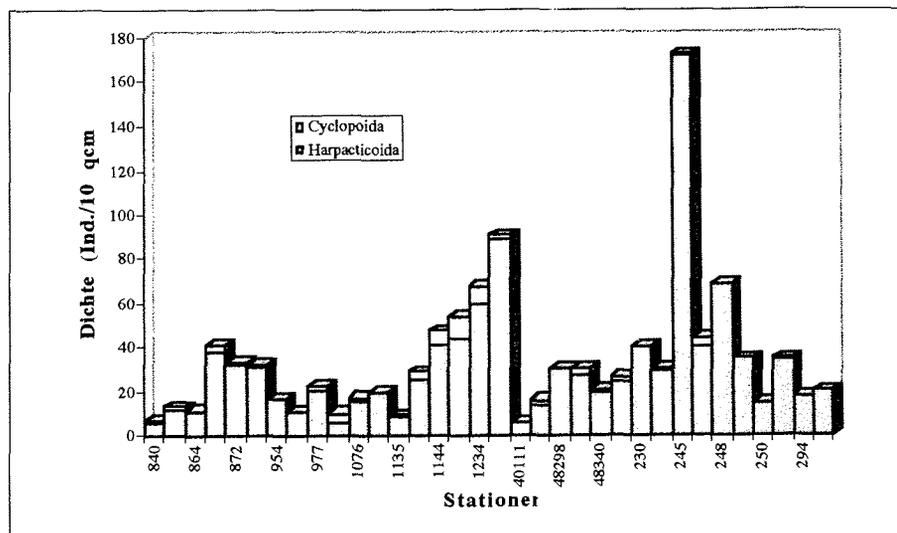


Abb. 9: Vergleich der Dichtewerte der beiden häufigsten Copepodenordnungen, Cyclopoida und Harpacticoida. Aufgetragen sind die Dichten gegen die Stationen.

- (2) im östlichen Beagle-Kanal und am Patagonischen Kontinentalabhang. Während im westlichen Beagle-Kanal mit 6,95 - 19,45 Ind./10cm<sup>2</sup> ähnliche Werte wie im

nördlichen Paso Ancho vorliegen, tritt im Bereich der Halbinsel Dumas (Isla Hoste) ein sprunghafter Anstieg der Abundanzen auf. Ab hier (St. 1138: 25,64 Ind./10cm<sup>2</sup>) steigt die Individuenzahl in den beprobten Stationen stetig an, um dann bei Station 1234 im Ostausgang des Kanals (Isla Picton) die höchsten Dichtewerte des Beagle-Kanals und der Magellanstraße überhaupt zu erreichen (59,81 Ind./10cm<sup>2</sup>). Die Auswertungen der Stationsproben des Kontinentalabhanges zeigen jedoch, daß bei Station 1234 keineswegs der Gipfel erreicht wurde. Station 40110 verzeichnet mit 89,43 Ind./10cm<sup>2</sup> einen weiteren Anstieg der Häufigkeiten, der nochmals um 49,5% höher liegt als bei Station 1234.

(3) in der Hochantarktis. Hier sind ähnliche, leicht höhere Abundanzen zu verzeichnen wie in der Magellanregion. In Kapp Norvegia treten Harpacticoida in Dichten zwischen 18 und 40,5 Ind./10cm<sup>2</sup> auf, und in der Halley Bay ist die Streuung der Dichten mit Werten zwischen 15 und 68,5 Ind./10cm<sup>2</sup> etwas höher. Eine Sonderstellung nimmt Station 245 in der Halley Bay ein; mit 172 Ind./10cm<sup>2</sup> stellt sie die individuenreichste Station des gesamten Untersuchungsgebiets dar.

Das Gebiet um King George Island zeigt durchweg moderate Dichtewerte, die zwischen 20 und 30,5 Ind./10cm<sup>2</sup> liegen.

### 1.2.2. Vertikale Verbreitung

Ob die vertikale Verbreitung der Harpacticoida einem bathymetrischen Gradienten folgt, also ob die Abundanzen mit zunehmender Tiefe ansteigen oder abfallen, läßt sich mit den zur Verfügung stehenden Daten nicht überprüfen.

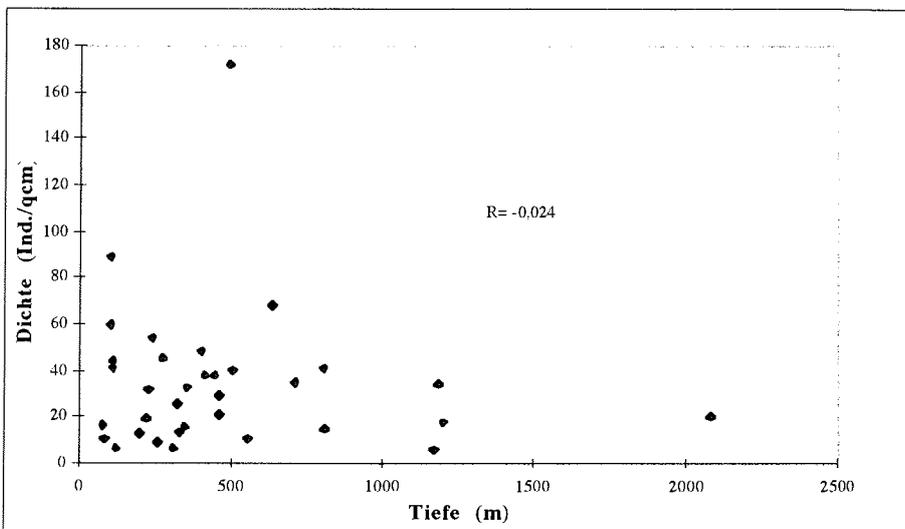


Abb. 10: Graphische Darstellung der Tiefenverteilung der Harpacticoida im Untersuchungsgebiet. Aufgetragen sind die Dichten (Ind./10cm<sup>2</sup>) der einzelnen Stationen gegen die entsprechenden Tiefen.

Dazu liegt zu wenig Material aus Tiefen unterhalb 500m vor. So spiegelt die in Abb. 10 dargestellte Grafik vor allem ein Mißverhältnis wider: 24 der 34 Probenahmen erfolgten in Tiefen zwischen 75m und 500m, nur 10 Probenahmen wurden in Tiefen zwischen 500m und 2.000m durchgeführt. Deshalb kann lediglich auf mögliche Tendenzen hingedeutet werden. Von den 24 "flachen" Proben (bis 500m) weisen 23 einen Wert zwischen 6,84 und 59,81 Ind./10cm<sup>2</sup> auf (Median Z = 29,5, Variationsbreite V = 52,97). Nur Station 245 schlägt mit 172 Ind./10cm<sup>2</sup> völlig aus der Bahn. Die 10 "tiefen" Proben (500 - 2.000m) streuen mit V = 62,5 um Z = 27,5 (von 6 Ind./10cm<sup>2</sup> bis 68,5 Ind./10cm<sup>2</sup>) nur unwesentlich weiter als die "flachen" Stationen. Damit ist eine Korrelation zwischen der Tiefe und den Dichtewerten eher auszuschließen. Untermuert wird diese Annahme durch den errechneten Spearman-Rangkorrelationskoeffizienten R = -0,024, der eine zu vernachlässigende Korrelation bescheinigt (vgl. z.B. Lozán, 1992; Köhler et al., 1996).

Zu Station 245 ist anzumerken, daß sie, obwohl sie laut der willkürlichen Einteilung in "flache" und "tiefe" Bereiche noch gerade eben in den "flachen" Bereich fällt, eigentlich keine "Flachwasserstation" ist. Mit 492m Wassertiefe liegt sie quasi genau an der Grenze zur Tiefenwasserzone, was Aussagen hinsichtlich einer Zu- oder Abnahme der Dichten mit der Tiefe noch schwerer macht.

Die obigen Ausführungen lassen sich abschließend wie folgt zusammenfassen: Innerhalb der gesammelten Copepoda stellen die Harpacticoida die bei weitem individuenreichste Gruppe dar. Sie weisen im Verhältnis zu den anderen gefundenen Copepodengruppen relative Abundanzen auf, die überwiegend bei Werten um 90% liegen. Bezüglich der Individuendichte lassen sich zwei Ergebnisse hervorheben:

1. In ihrer geographischen Verbreitung zeigen die Harpacticoida Verteilungsschwerpunkte in drei Teilgebieten: Im südlichen Paso Ancho der Magellanstraße, im östlichen Beagle-Kanal sowie dem angrenzenden Kontinentalabhang und im Bereich der Halley Bay in der Hochantarktis. Der nördliche Paso Ancho in der Magellanstraße und der westliche Beagle-Kanal zeichnen sich dagegen durch geringe bis sehr geringe Häufigkeits- und Dichtewerte aus, und King George Island ist durch mäßige Dichtewerte gekennzeichnet.
2. Bezüglich einer bathymetrischen Verteilung ist keine graduelle Zu- oder Abnahme der Dichte mit zunehmender Tiefe erkennbar, vielmehr ist eine beachtliche Variabilität in allen Tiefen zu beobachten. Der höchste Dichtewert wurde bei etwa 500 m ermittelt. Die beprobten Flachwasserbereiche liegen in ihren Dichtewerten häufig eher im unteren Bereich.

## 2. Zusammensetzung der Harpacticoidenfauna im Untersuchungsgebiet

Die Ausbeute gesammelter Harpacticoida im gesamten Untersuchungsgebiet beläuft sich auf 7.467 adulte Individuen, die sich auf 24 Familien verteilen. Hierzu ist anzumerken, daß vereinzelte Exemplare gefunden wurden (243 Individuen, = 3,25% der Gesamtzahl), die bisher keiner bekannten Familie zugeordnet werden konnten. Sie werden aus den nachfolgenden Untersuchungen ausgeklammert. Eine Übersicht über alle identifizierten Taxa liefert Tabelle 5. In ihr werden die gefundenen Familien aufgelistet. Um die immense Fülle der zu identifizierenden Harpacticoida einzugrenzen, war es notwendig,

Tab. 5: Liste der gefundenen Harpacticoida. Aufgeführt sind die im Untersuchungsgebiet gefundenen Familien, sowie die determinierten Gattungen und Arten der sechs ausgewählten Familien.

Familie	Gattung	Art
1. Adenopleurellidae		
2. Ancorabolidae	1. <i>Arthropstyleus</i> Sars 2. <i>Ceratonotus</i> Sars  3. <i>Laophontodes</i> T. Scott	1. <i>Arthropstyleus australis</i> George, 1998 2. <i>Ceratonotus magellanicus</i> George & Schminke, 1998 (3. <i>Ceratonotus antarcticus</i> George & Schminke, 1998) 4. <i>Laophontodes typicus</i> T. Scott, 1894 5. <i>Laophontodes whitsoni</i> T. Scott, 1912 6. <i>Laophontodes</i> sp.
3. Ameiridae		
4. Argestidae	4. <i>Eurycletodes</i> Sars  5. <i>Fultonia</i> T. Scott  6. <i>Mesocletodes</i> Sars  7. Argestidae gen. 1 8. Argestidae gen. 2 9. Argestidae gen. 3 10. Argestidae gen. 4 11. Argestidae gen. 5 12. Argestidae gen. 6 13. Argestidae gen. 7 14. Argestidae gen. 8	7. <i>Eurycletodes (O.) abyssi</i> Lang, 1936 8. <i>Eurycletodes (O.) monardi</i> Smirnov, 1946 9. <i>Eurycletodes (O.) oblongus</i> Sars, 1920 10. <i>Eurycletodes (O.)</i> sp. 1 11. <i>Eurycletodes (O.)</i> sp. 2 12. <i>Eurycletodes (O.)</i> sp. 3 13. <i>Fultonia bougisi</i> Soyer, 1964 14. <i>Fultonia sarsi</i> (Smirnov, 1946) 15. <i>Fultonia</i> sp. 1 16. <i>Fultonia</i> sp. 2 17. <i>Fultonia</i> sp. 3 18. <i>Fultonia</i> sp. 4 19. <i>Fultonia</i> sp. 5 20. <i>Mesocletodes abyssicola</i> T. & A. Scott, 1901 21. <i>Mesocletodes soyeri</i> Bodin, 1968 22. <i>Mesocletodes</i> sp. 1 23. <i>Mesocletodes</i> sp. 2 24. Argestidae gen. 1 sp. 25. Argestidae gen. 2 sp. 26. Argestidae gen. 3 sp. 27. Argestidae gen. 4 sp. 28. Argestidae gen. 5 sp. 29. Argestidae gen. 6 sp. 30. Argestidae gen. 7 sp. 31. Argestidae gen. 8 sp.

Tab. 5 (Forts.)

5. Canthocamptidae		
6. Cerviniidae		
7. Cletodiidae	<p>15. <i>Acrenhydrosoma</i> Lang</p> <p>16. <i>Cletodes</i> Brady</p> <p>17. <i>Enhydrosoma</i> Boeck</p> <p>18. <i>Stylicletodes</i> Lang</p>	<p>32. <i>Acrenhydrosoma</i> sp.</p> <p>33. <i>Cletodes latirostris</i> Drzycimski, 1968</p> <p>34. <i>Cletodes</i> sp.1</p> <p>35. <i>Cletodes</i> sp.2</p> <p>36. <i>Cletodes</i> sp.3</p> <p>37. <i>Cletodes</i> sp.4</p> <p>38. <i>Cletodes</i> sp.5</p> <p>39. <i>Cletodes</i> sp.6</p> <p>40. <i>Cletodes</i> sp.7</p> <p>41. <i>Enhydrosoma hopkinsi</i> Lang, 1965</p> <p>42. <i>Enhydrosoma littorale</i> Wells, 1967</p> <p>43. <i>Enhydrosoma</i> sp.1</p> <p>44. <i>Enhydrosoma</i> sp.2</p> <p>45. <i>Enhydrosoma</i> sp.3</p> <p>46. <i>Enhydrosoma</i> sp.4</p> <p>47. <i>Enhydrosoma</i> sp.5</p> <p>48. <i>Enhydrosoma</i> sp.6</p> <p>49. <i>Enhydrosoma</i> sp.7</p> <p>50. <i>Stylicletodes longicaudatus</i> (Brady &amp; Robertson, 1880)</p> <p>51. <i>Stylicletodes oligochaeta</i> Bodin, 1968</p>
8. Diosaccidae	<p>19. <i>Amphiascoides</i> Nicholls</p> <p>20. <i>Amphiascus</i> Sars</p> <p>21. <i>Bulbamphiascus</i> Lang</p> <p>22. <i>Haloschizopera</i> Lang</p> <p>23. <i>Paramphiascella</i> Lang</p> <p>24. <i>Robertgurneya</i> Lang</p> <p>25. <i>Schizopera</i> Sars</p> <p>26. <i>Stenhelia</i> Boeck</p> <p>27. <i>Typhlamphiascus</i> Lang</p> <p>28. Diosaccidae gen.1</p> <p>29. Diosaccidae gen.2</p> <p>30. Diosaccidae gen.3</p> <p>31. Diosaccidae gen.4</p> <p>32. Diosaccidae gen.5</p> <p>33. Diosaccidae gen.6</p>	<p>52. <i>Amphiascoides subdebilis</i> (Willey, 1935)</p> <p>53. <i>Amphiascoides</i> sp.</p> <p>54. <i>Amphiascus minutus</i> (Claus, 1863)</p> <p>55. <i>Amphiascus</i> sp.</p> <p>56. <i>Bulbamphiascus</i> sp.1</p> <p>57. <i>Bulbamphiascus</i> sp.2</p> <p>58. <i>Haloschizopera abyssii</i> Becker, 1974</p> <p>59. <i>Haloschizopera exigua</i> (Sars, 1906)</p> <p>60. <i>Haloschizopera</i> sp.</p> <p>61. <i>Paramphiascella</i> sp.1</p> <p>62. <i>Paramphiascella</i> sp.2</p> <p>63. <i>Robertgurneya</i> sp.1</p> <p>64. <i>Robertgurneya</i> sp.2</p> <p>65. <i>Schizopera</i> sp.</p> <p>66. <i>Stenhelia</i> (D.) sp.1</p> <p>67. <i>Stenhelia</i> (D.) sp.2</p> <p>68. <i>Stenhelia</i> (D.) sp.3</p> <p>69. <i>Stenhelia</i> (D.) sp.4</p> <p>70. <i>Stenhelia</i> (D.) sp.5</p> <p>71. <i>Stenhelia</i> (D.) sp.6</p> <p>72. <i>Stenhelia</i> (D.) sp.7</p> <p>73. <i>Stenhelia</i> (D.) sp.8</p> <p>74. <i>Stenhelia</i> (D.) sp.9</p> <p>75. <i>Stenhelia</i> (D.) sp.10</p> <p>76. <i>Stenhelia</i> (D.) sp.11</p> <p>77. <i>Stenhelia</i> (D.) sp.12</p> <p>78. <i>Stenhelia</i> (St.) sp.1</p> <p>79. <i>Typhlamphiascus</i> sp.</p> <p>80. Diosaccidae gen.1 sp.</p> <p>81. Diosaccidae gen.2 sp.</p> <p>82. Diosaccidae gen.3 sp.</p> <p>83. Diosaccidae gen.4 sp.</p> <p>84. Diosaccidae gen.5 sp.</p> <p>85. Diosaccidae gen.6 sp.</p>
Tab. 5 (Förts.)		

	34. Diosaccidae gen.7 35. Diosaccidae gen.8	86. Diosaccidae gen.7 sp. 87. Diosaccidae gen.8 sp.
9. Ectinosomatidae		
10. Harpacticidae		
11. Huntmanniidae		
12. Laophontidae		
13. Leptastacidae		
14. Leptopontiidae		
15. Neobradynidae		
16. Normanellidae		
17. Paramesochridae	36. <i>Diarthrodella</i> Klie 37. <i>Kliopsyllus</i> Kunz  38. <i>Leptopsyllus</i> T. Scott <i>Leptopsyllus</i> (Forts.) 39. <i>Paramesochra</i> T. Scott  40. <i>Rossopsyllus</i> Soyer 41. <i>Scottopsyllus</i> Kunz  42. Paramesochridae gen.1 43. Paramesochridae gen.2	88. <i>Diarthrodella</i> sp. 89. <i>Kliopsyllus</i> sp.1 90. <i>Kliopsyllus</i> sp.2 91. <i>Kliopsyllus</i> sp.3 92. <i>Kliopsyllus</i> sp.4 93. <i>Kliopsyllus</i> sp.5 94. <i>Kliopsyllus</i> sp.6 95. <i>Kliopsyllus</i> sp.7 96. <i>Leptopsyllus</i> sp.1 97. <i>Leptopsyllus</i> sp.2 98. <i>Paramesochra</i> sp.1 99. <i>Paramesochra</i> sp.2 100. <i>Rossopsyllus</i> sp. 101. <i>Scottopsyllus</i> sp.1 102. <i>Scottopsyllus</i> sp.2 103. Paramesochridae gen.1 sp. 104. Paramesochridae gen.2 sp.
18. Paranannopidae	44. <i>Carolinicola</i> Huys & Thistle  45. <i>Jonesiella</i> Brady 46. <i>Paradanielssenia</i> Soyer  47. <i>Paranannopus</i> Lang  48. <i>Psammis</i> Sars  49. <i>Pseudomesochra</i> T. Scott  50. Paranannopidae gen.1 51. Paranannopidae gen.2 52. Paranannopidae gen.3	105. <i>Carolinicola</i> sp.1 106. <i>Carolinicola</i> sp.2 107. <i>Jonesiella</i> sp. 108. <i>Paradanielssenia</i> sp.1 109. <i>Paradanielssenia</i> sp.2 110. <i>Paranannopus</i> sp.1 111. <i>Paranannopus</i> sp.2 112. <i>Paranannopus</i> sp.3 113. <i>Paranannopus</i> sp.4 114. <i>Psammis</i> sp.1 115. <i>Psammis</i> sp.2 116. <i>Pseudomesochra longifurcata</i> T. Scott, 1902 117. <i>Pseudomesochra</i> sp.1 118. <i>Pseudomesochra</i> sp.2 119. <i>Pseudomesochra</i> sp.3 120. <i>Pseudomesochra</i> sp.4 121. Paranannopidae gen.1 sp. 122. Paranannopidae gen.2 sp. 123. Paranannopidae gen.3 sp.
19. Peltidiidae		
20. Superomatiroidae		
21. Tegastidae		
22. Tetragonicipitidae		
23. Thalestridae		
24. Tisbidae		

aus den gefundenen Familien einzelne für eine detaillierte Bearbeitung auf Gattungs- und Artebene auszuwählen. Sämtliche weitere Bearbeitungen auf Gattungs- und Artebene beschränken sich deshalb auf die Vertreter der nachfolgend aufgeführten sechs Familien (insgesamt 1.916 Individuen; vgl. VII.2.1.2., VIII.1.2.2.):

Ancorabolidae, Argestidae, Cletodidae, Diosaccidae, Paramesochridae, Paranannopidae.

Die identifizierten Gattungen und Arten dieser Familien sind ebenfalls in Tabelle 5 aufgelistet. Aus Gründen des Zeit- und Arbeitsaufwands war es darüberhinaus notwendig, sich im Bereich der Gattungs- und Artebene auf die Magellanregion als Bearbeitungsgebiet zu beschränken. Die Vertreter der 6 Familien verteilen sich auf 52 Gattungen und 122 Arten (s. Tab.5). Auf Gattungsebene sind 21 neue Taxa gefunden worden, was einem prozentualen Anteil von 40,4% neuen Gattungen entspricht. Der Anteil neuer Arten liegt sogar noch weitaus höher: 103 der 122 Arten, das entspricht 84,4%, sind bisher unbekannt. Der Grund für die Nennung von 123 Arten in Tab. 5 liegt darin, daß die antarktische Art *Ceratonotus antarcticus* George & Schminke, 1998 der Vollständigkeit halber mit aufgeführt wird. Sie wird bei den Untersuchungen auf Artebene allerdings nicht berücksichtigt, weil diese sich nur auf die Magellanregion beschränken.

## **2.1. Verbreitung und Zusammensetzung der Taxa**

### **2.1.1. Verbreitung und Zusammensetzung auf Familienebene**

In Tabelle 6 ist das Vorkommen der 24 Familien im Untersuchungsgebiet dargestellt. Dabei wurde die Verteilung der Familien in den geographischen Teilgebieten Magellanstraße (MS), Beagle-Kanal (BC), Patagonischer Kontinentalabhang (PCS), King George Island (KGI) und Hochantarktis (ANT) berücksichtigt. Aus der Tabelle lassen sich 11 verschiedene Verteilungsspektren ablesen:

1. Neun der 24 Familien (Ameiridae, Argestidae, Canthocamptidae, Cletodidae, Diosaccidae, Ectinosomatidae, Paranannopidae, Thalestridae und Tisbidae) kommen im gesamten Untersuchungsgebiet vor;
2. Die Familien Cerviniidae und Huntemanniidae zeigen eine Verbreitung in MS, BC, KGI und ANT;
3. Die Ancorabolidae konnten für KGI nicht nachgewiesen werden, womit sich ihre Verbreitung auf MS, BC, PCS und ANT zu beschränken scheint;
4. Die Paramesochridae wurden in MS, PCS, KGI und ANT gefunden, wohingegen
5. sich die Laophontidae auf die Gebiete BC, PCS, KGI und ANT beschränken;
6. Die Tetragonicipitidae zeigen eine Verbreitung im BC und PCS;
7. Die Leptastacidae verteilen sich auf MS und PCS;
8. MS und BC weisen gemeinsam die Normanellidae auf,
9. und PCS teilt sich mit ANT die Peltidiidae;
10. Adenopleurellidae und Harpacticidae scheinen auf MS beschränkt zu sein;

11. PCS weist 4 auf dieses Gebiet beschränkte Familien auf: Leptopontiidae, Neobryidae, Superornatiremidae und Tegastidae.

Berücksichtigt man frühere antarktische Funde der Familien Harpacticidae (vgl. z.B. Dahms & Schminke, 1992) und Neobryidae (Schminke & Dahms, 1989), so scheint die Magellanregion (MS, BC und PCS) gegenüber der Antarktis (KGI und ANT) durch folgende, nur dort gefundene Taxa gekennzeichnet zu sein: Adenopleurellidae, Leptastacidae, Leptopontiidae, Normannellidae, Superornatiremidae, Tegastidae und Tetragonicipitidae. Umgekehrt weist die Antarktis keine Familien auf, die auf sie beschränkt sind und nicht in der Magellanregion vorkommen. Ein Vergleich der geographischen Teilgebiete MS, BC, PCS, KGI und ANT ergibt allerdings keinerlei Hinweise auf eine mögliche Unterscheidung zwischen eher antarktischen und eher magellanischen Gemeinschaften. Vielmehr finden sich Unterschiede auf intra-, und Übereinstimmungen auf interregionaler Ebene, wie sie beispielsweise in den Verteilungsspektren 2, 3, 4 und 8 (s.o.) auftreten.

Tab. 6: Liste und Zuordnung der 24 gefundenen Harpacticoida-Familien zu den geographischen Teilgebieten Magellanstraße (MS), Beagle-Kanal (BC), Patagonischer Kontinentalabhang (PCS), King George Island (KGI) und Hochantarktis (ANT). Das Vorkommen einer Familie wird durch ein + , die Abwesenheit durch ein - dargestellt.

Nr.	Familie	MS	BC	PCS	KGI	ANT
1	Ameiridae	+	+	+	+	+
2	Argestidae	+	+	+	+	+
3	Canthocamptidae	+	+	+	+	+
4	Cletodidae	+	+	+	+	+
5	Diosaccidae	+	+	+	+	+
6	Ectinosomatidae	+	+	+	+	+
7	Paranannopidae	+	+	+	+	+
8	Thalestridae	+	+	+	+	+
9	Tisbidae	+	+	+	+	+
10	Ancorabolidae	+	+	+	-	+
11	Huntemanniidae	+	+	-	+	+
12	Cerviniidae	+	+	-	+	+
13	Paramesochridae	+	-	+	+	+
14	Laophontidae	-	+	+	+	+
15	Tetragonicipitidae	-	+	+	-	-
16	Leptastacidae	+	-	+	-	-
17	Normannellidae	+	+	-	-	-
18	Peltidiidae	-	-	+	-	+
19	Adenopleurellidae	+	-	-	-	-
20	Harpacticidae	+	-	-	-	-
21	Leptopontiidae	-	-	+	-	-
22	Neobryidae	-	-	+	-	-
23	Superornatiremidae	-	-	+	-	-
24	Tegastidae	-	-	+	-	-

Die oben beschriebenen Verteilungsspektren können durch die Berechnung der relativen Präsenzen der Familien im Untersuchungsgebiet verdeutlicht werden. Die in Tab. 7 dargestellte Reihenfolge entspricht derjenigen der 10 Verteilungsmuster. Danach zeigt die Familie Ectinosomatidae eine Verbreitung im gesamten Untersuchungsgebiet (relative Präsenz 100%), gefolgt von den Ameiridae und den Diosaccidae, die mit 97,06% ebenfalls in fast allen Stationen auftreten.

Tab. 7: Liste der relativen Präsenzen und Abundanzen der 24 Familien aus dem Untersuchungsgebiet. In den zwei linken Spalten sind in absteigender Reihenfolge die Familien und ihre relative Präsenz (in %) aufgelistet. In den beiden rechten Spalten stehen, ebenfalls in absteigender Rangfolge, nochmals die Familien und ihre entsprechenden relativen Häufigkeitswerte (in %).

Nr.	Taxon	Rel. Präsenz (%)	Rel. Abundanz (%)	Taxon	Nr.
1	Ectinosomatidae	100	29,11	Ectinosomatidae	1
2	Ameiridae	97,06	18,93	Ameiridae	2
3	Diosaccidae	97,06	13,08	Diosaccidae	3
4	Argestidae	82,35	8,08	Cletodidae	4
5	Paranannopidae	82,35	6,20	Paramesochridae	5
6	Tisbidae	76,47	4,79	Paranannopidae	6
7	Thalestridae	70,59	4,18	Argestidae	7
8	Cletodidae	70,59	3,54	Canthocamptidae	8
9	Canthocamptidae	55,88	3,27	Tisbidae	9
10	Paramesochridae	38,24	2,12	Thalestridae	10
11	Cerviniidae	29,41	1,25	Laophontidae	11
12	Laophontidae	29,41	1,19	Leptastacidae	12
13	Ancoraboliidae	26,47	1,18	Cerviniidae	13
14	Huntemanniidae	20,59	0,69	Ancoraboliidae	14
15	Normanellidae	14,71	0,50	Leptopontiidae	15
16	Adenopleurellidae	11,76	0,48	Normanellidae	16
17	Peltidiidae	11,76	0,44	Tetragonicipitidae	17
18	Tetragonicipitidae	11,76	0,42	Superomatiremidae	18
19	Leptastacidae	8,82	0,28	Huntemanniidae	19
20	Superomatiremidae	5,88	0,12	Adenopleurellidae	20
21	Harpacticidae	2,94	0,07	Tegastidae	21
22	Leptopontiidae	2,94	0,06	Peltidiidae	22
23	Neobradyidae	2,94	0,01	Harpacticidae	23
24	Tegastidae	2,94	0,01	Neobradyidae	24

Die Familien Argestidae (82,35%) bis Canthocamptidae (55,88%) wurden in über 50% der Stationen gesammelt, und selbst so seltene Familien wie die Ancoraboliidae treten mit

einer relativen Präsenz von 26,47% in über einem Viertel der Stationen auf. Mit 11 Taxa liegt fast die Hälfte aller Familien unter 25% relativer Präsenz, und 4 von ihnen (Harpacticidae, Leptopontiidae, Neobryidae und Tegastidae) sind mit unter 5% gerade einmal in einer Station vertreten (vgl. Tab. 7). Ist die Angabe der relativen Präsenz zwar ein guter Hinweis auf die Verbreitung eines Taxons im Untersuchungsgebiet, so sagt sie doch nichts darüber aus, welches Taxon oder welche Taxa dominieren. Dazu wurden die relativen Abundanzen (d.i. die relative Häufigkeit, mit der ein Taxon im Untersuchungsgebiet vertreten ist) berechnet.

Die so erhaltene Familienrangfolge weist klare Unterschiede zur Rangfolge aufgrund der relativen Präsenzen auf (Tab. 7). Die ersten drei Ränge werden zwar auch hier von den Familien Ectinosomatidae, Ameiridae und Diosaccidae belegt, die zusammen mit 61,12% im Untersuchungsgebiet dominieren. Ihnen stehen 19 Familien gegenüber, deren relative Häufigkeit nicht über 5% liegt, und nur die beiden Familien Cletodidae und Paramesochridae treten mit 8,08% bzw. 6,20% ein wenig hervor.

Eine Betrachtung der einzelnen geographischen Teilgebiete erlauben die in Abb. 11 bis 15 dargestellten Grafiken.

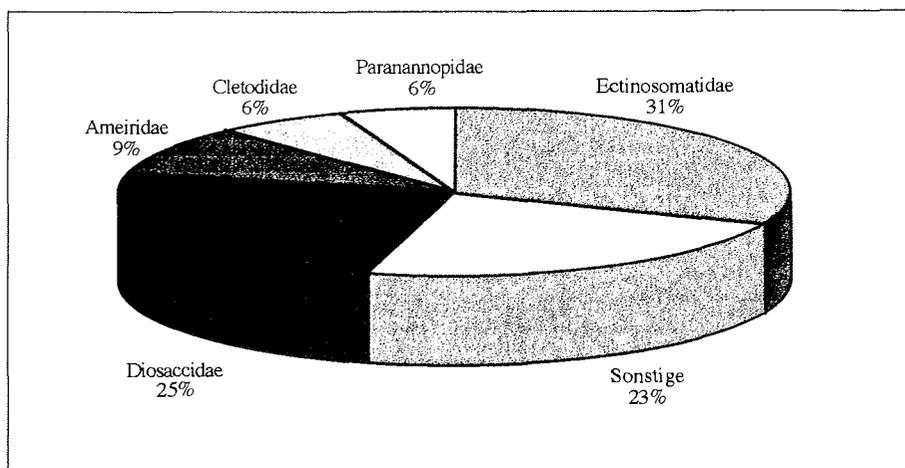


Abbildung 11: Graphische Darstellung der prozentualen Zusammensetzung der häufigsten Harpacticoida-Familien in der Magellanstraße (MS). Insgesamt wurden 1.474 Individuen aus 18 Familien identifiziert, von denen 13 einen prozentualen Anteil von 5% nicht erreichen und als "Sonstige" zusammengefaßt sind.

Daraus ist die Zusammensetzung der Familien in den einzelnen Teilgebieten zu ersehen. Allgemein kann beobachtet werden, daß 9 der 24 Familien in relativen Abundanzen über 5% auftreten. Die übrigen Familien, deren prozentualer Anteil unterhalb 5% liegt (zwischen 10 und 15 Familien pro Teilgebiet), werden in den Abb. 11 bis 15 als "Sonstige" zusammengefaßt. Obwohl die Gruppe "Sonstige" in den meisten Teilgebieten einen großen Anteil in der Taxazusammensetzung ausmacht, wird sie nur der

Vollständigkeit halber mit aufgeführt. Der Anteil fehlender Familien in den einzelnen Teilgebieten liegt bei 5 (PCS), 7 (MS), 9 (ANT), 9 (BC) und 11 (KGI) (s. Tab. 6). Ein Verbreitungsschwerpunkt der insgesamt häufigsten Familie, der Ectinosomatidae (vgl. Tab. 7), scheint mit Werten zwischen 31% und 42% in der Magellanstraße und im Beagle-Kanal zu liegen.

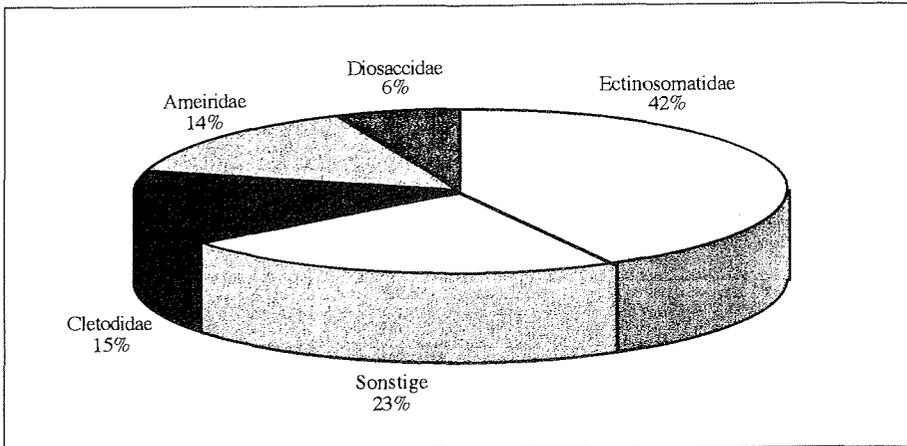


Abbildung 12: Graphische Darstellung der prozentualen Zusammensetzung der häufigsten Harpacticoida-Familien im Beagle-Kanal (BC). Insgesamt wurden 2.100 Individuen aus 15 Familien identifiziert, von denen 11 einen prozentualen Anteil von 5% nicht erreichen und als "Sonstige" zusammengefaßt sind.

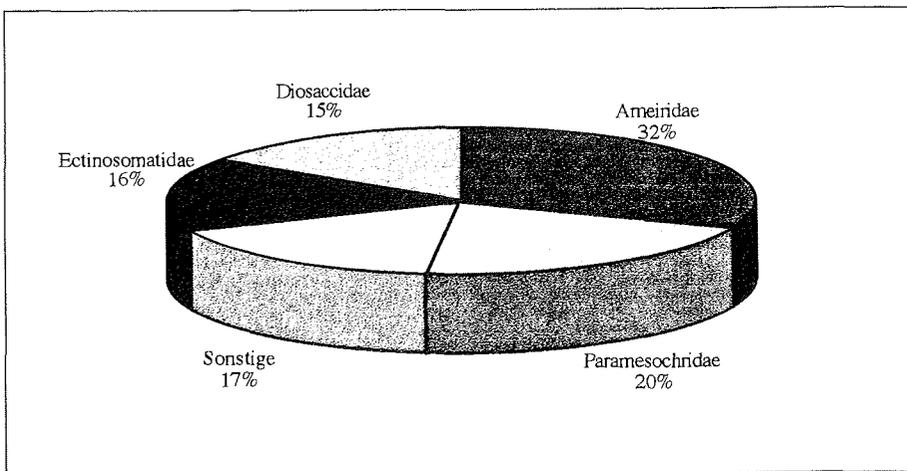


Abbildung 13: Graphische Darstellung der prozentualen Zusammensetzung der häufigsten Harpacticoida-Familien am Patagonischen Kontinentalabhang (PCS). Insgesamt wurden 1.789 Individuen aus 19 Familien identifiziert, von denen 15 einen prozentualen Anteil von 5% nicht erreichen und als "Sonstige" zusammengefaßt sind.

Sie werden am Patagonischen Kontinentalabhang allerdings von den Ameiridae und Paramesochridae stark verdrängt und fallen auf 16% ab. In Richtung Antarktis dagegen bilden sie mit 24% (KGI) bzw 27% (ANT) erneut den größten Anteil der Harpacticoida.

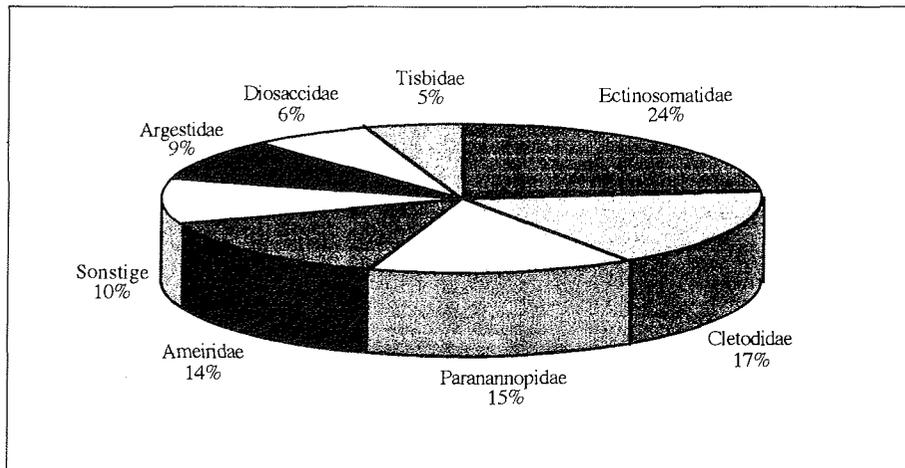


Abbildung 14: Graphische Darstellung der prozentualen Zusammensetzung der häufigsten Harpacticoida-Familien vor King George Island (KGI). Insgesamt wurden 996 Individuen aus 13 Familien identifiziert, von denen 6 einen prozentualen Anteil von 5% nicht erreichen und als "Sonstige" zusammengefaßt sind.

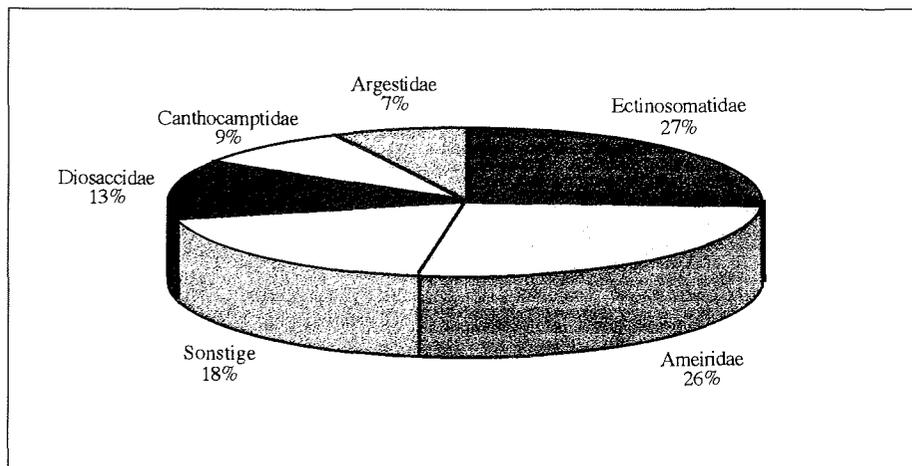


Abbildung 15: Graphische Darstellung der prozentualen Zusammensetzung der häufigsten Harpacticoida-Familien der Hochantarktis (ANT). Insgesamt wurden 865 Individuen aus 15 Familien identifiziert, von denen 10 die 5% nicht erreichen und als "Sonstige" zusammengefaßt sind.

Die Ameiridae, die mit 18,93% die zweithöchsten Abundanzen im gesamten Untersuchungsgebiet erreichen (vgl. Tab. 7), nehmen in ihren prozentualen Anteilen von Nordwesten (MS: 9%) nach Südosten zu (BC: 14%) und erreichen ihren höchsten Wert im Bereich des Patagonischen Schelfs, wo sie mit 32% die am stärksten vertretene

Familie bilden. Bei King George fallen sie erneut auf 14% der Zusammensetzung ab, um in der Hochantarktis mit 27% nochmals einen Spitzenplatz zu erreichen. Bei den Diosaccidae, im gesamten Untersuchungsgebiet mit 13,08% an dritter Stelle, scheint sich ein Verbreitungsschwerpunkt in der Magellanstraße abzuzeichnen, in der sie mit 25% quasi an zweiter Stelle liegen (die Gruppe "Sonstige" ausgenommen). Anschließend unterliegen sie relativ starken Schwankungen: Im BC sacken sie auf 6% relative Häufigkeit ab, am PCS steigt ihr Wert wieder auf über das Doppelte (15%), vor KGI geht es erneut herunter (6%), um zuletzt in der ANT noch einmal auf 13% zu klettern. Die Cletodidae sind in der Magellanregion [6% (MS) und 15% (BC)] und in King George (17%) nennenswert vertreten.

KGI und ANT zeichnen sich durch die Präsenz der Argestidae aus [9% (KGI), 7% (ANT)], während die MS und KGI die Paranannopidae in höheren Abundanzen aufweisen (6% (MS), 15% (KGI)). Mit einem prozentualen Anteil von 9% schließlich sind die Canthocamptidae in der ANT in größerer Zahl vertreten.

Die Ergebnisse zur Verbreitung der Familien im Untersuchungsgebiet lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

1. Die einzige im gesamten Untersuchungsgebiet verbreitete, sowie grundsätzlich am häufigsten auftretende Familie ist die der Ectinosomatidae. Mit einer relativen Präsenz von 100% und einer relativen Häufigkeit von nahezu 30% ist sie das grundsätzlich dominierende Taxon.
2. Ihr folgen die Ameiridae und Diosaccidae, sowohl was die Verbreitung als auch die Häufigkeit angeht.
3. Ectinosomatidae, Ameiridae und Diosaccidae sind mit insgesamt 100% relativer Präsenz und über 61% relativer Häufigkeit die dominierenden Familien im Untersuchungsgebiet. Die übrigen knapp 39% relative Abundanz verteilen sich auf die restlichen 21 Familien.
4. Ein Blick auf die einzelnen Teilgebiete Magellanstraße (MS), Beagle-Kanal (BC), Patagonischer Kontinentalabhang (PCS), King George Island (KGI) und östliche Weddell-See (ANT) läßt allerdings eine Verschiebung dieser generellen Ergebnisse erkennen:
  - a) Ectinosomatidae dominieren in der MS, dem BC, bei KGI und in der ANT, werden am PCS allerdings von den Ameiridae abgelöst;
  - b) In Bezug auf die Häufigkeit treten in den fünf Teilgebieten unterschiedliche Rangfolgen auf, und die jeweiligen Ränge werden v.a. durch Ameiridae, Cletodidae, Paranannopidae, Paramesochridae und Diosaccidae eingenommen;
5. In der Kategorie "Familie" weist die aus MS, BC und PCS bestehende Magellanregion 7 nur ihr zugehörige Taxa auf. Umgekehrt ist die Antarktis, hier zusammengefaßt aus KGI und ANT, durch keine exklusiven Familien von der Magellanregion abgrenzbar;

6. Allerdings ergibt die Untersuchung der einzelnen Teilgebiete keine Übereinstimmung der geographisch klar abgrenzbaren Gebiete MS, BC, PCS, KGI und ANT mit der Familienpräsenz und -zusammensetzung. Das gemeinsame Auftreten von Taxa in geographisch völlig getrennten Gebieten einerseits, sowie die teilweise erheblichen Unterschiede der Taxazusammensetzung in benachbarten Gebieten andererseits deuten vielmehr auf die für die Südhalbkugel vermutete hohe interregionale Variabilität hin.
7. Als einzige geographische Teilgebiete können die MS und der PCS durch nur in ihnen vorkommende Familien charakterisiert werden.

### **2.1.2. Verbreitung und Zusammensetzung auf Gattungsebene**

Wie bereits erwähnt, konnten auf Gattungs- und Artebene aus zeit- und arbeitstechnischen Gründen nur Vergleiche innerhalb der Magellanregion sowie beschränkt auf 6 Familien durchgeführt werden. Von daher ist ein Vergleich der Magellanregion mit der Antarktis auf diesen Ebenen nicht mehr möglich. Da sich jedoch auch auf Familienebene bereits Unterschiede zwischen den Teilgebieten abzeichnen, wird eine weitere Bearbeitung auf Gattungs- und Art-ebene bestehende Unterschiede oder Gemeinsamkeiten zu verdeutlichen helfen.

In Tab. 8 ist die Verbreitung der Gattungen der Magellanregion aufgelistet. Die den sechs ausgewählten Familien zugehörigen Gattungen liefern eine verfeinerte Charakterisierung der einzelnen Teilgebiete MS, BC und PCS. Aus der Liste ist erkennbar, daß 9 der 52 Gattungen eine Verbreitung in der gesamten Magellanregion aufweisen.

Fünfzehn weitere Gattungen sind offenbar in der MS und dem BC verbreitet, und die MS teilt sich mit dem PCS nochmals 8 Gattungen. Nur zwischen dem BC und dem PCS gibt es auf Gattungsebene offenbar keine nur diesen Gebieten gemeinsamen Taxa. Gleichzeitig ist allerdings jedes der drei Teilgebiete durch eine Anzahl nur in ihm auftretender Gattungen gut zu charakterisieren: 4 Gattungen in der MS, 7 im BC und 9 im PCS (vgl. Tab. 8).

Auch hier wurden wie auf Familienebene die relativen Präsenzen und Abundanzen herangezogen, um mögliche Gemeinsamkeiten oder Unterschiede innerhalb der Magellanregion bereits im Vorfeld der eigentlichen Gemeinschafts- und Diversitätsanalyse durch das Verbreitungsmuster der Taxa zu erkennen. Dazu muß allerdings vorab noch einmal das Verbreitungsmuster der 6 ausgewählten Familien genauer analysiert werden. Die Auswahl der fünf Familien Argestidae, Cletodidae, Diosaccidae, Paramesochridae und Paranannopidae erfolgte unter Berücksichtigung folgender Kriterien: Sie mußten in moderaten Abundanzen auftreten, die eine taxonomische Bearbeitung bis auf Artniveau ermöglichten, gleichzeitig aber in ausreichender Anzahl in den Proben vorhanden sein, damit die Stationen tatsächlich miteinander verglichen werden konnten.

Tab. 8: Liste und Zuordnung der 52 gefundenen Gattungen zu den geographischen Teilgebieten Magellanstraße (MS), Beagle-Kanal (BC) und Patagonischer Kontinentalabhang (PCS). Das Vorkommen einer Gattung wird durch ein +, die Abwesenheit durch ein - dargestellt.

Nr.	Gattung	MS	BC	PCS
1	<i>Fultonia</i>	+	+	+
2	<i>Cletodes</i>	+	+	+
3	<i>Amphiascus</i>	+	+	+
4	<i>Bulbamphiascus</i>	+	+	+
5	<i>Haloschizopera</i>	+	+	+
6	<i>Robertgurneya</i>	+	+	+
7	<i>Stenhelia</i>	+	+	+
8	<i>Typhlamphiascus</i>	+	+	+
9	<i>Paradanielssenia</i>	+	+	+
10	Argestidae sp.1	+	+	-
11	Argestidae sp.2	+	+	-
12	Argestidae sp.3	+	+	-
13	<i>Eurycletodes (O.)</i>	+	+	-
14	<i>Mesocletodes</i>	+	+	-
15	<i>Acrenhydrosoma</i>	+	+	-
16	<i>Enhydrosoma</i>	+	+	-
17	<i>Stylicletodes</i>	+	+	-
18	<i>Amphiascoides</i>	+	+	-
19	Diosaccidae sp.3	+	+	-
20	<i>Carolinicola</i>	+	+	-
21	<i>Jonesiella</i>	+	+	-
22	<i>Paranannopus</i>	+	+	-
23	<i>Psammis</i>	+	+	-
24	<i>Pseudomesochra</i>	+	+	-
25	<i>Laophontodes</i>	+	-	+
26	Diosaccidae sp.1	+	-	+
27	<i>Paramphiascella</i>	+	-	+
28	<i>Kliopsyllus</i>	+	-	+
29	<i>Leptopsyllus</i>	+	-	+
30	<i>Paramesochra</i>	+	-	+
31	<i>Scottopsyllus</i>	+	-	+
32	<i>Ceratonotus</i>	+	-	-
33	Argestidae sp.8	+	-	-
34	Diosaccidae sp.2	+	-	-
35	Diosaccidae sp.6	+	-	-
36	Paranannopidae sp.1	+	-	-
37	<i>Arthropsoyllus</i>	-	+	-
38	Argestidae sp.4	-	+	-
39	Argestidae sp.5	-	+	-
40	Argestidae sp.6	-	+	-
41	Diosaccidae sp.4	-	+	-
42	Diosaccidae sp.5	-	+	-
43	Paranannopidae sp.2	-	+	-
44	Argestidae sp.7	-	-	+
45	Diosaccidae sp.7	-	-	+
46	Diosaccidae sp.8	-	-	+
47	<i>Schizopera</i>	-	-	+
48	Paramesochridae sp.1	-	-	+
49	Paramesochridae sp.2	-	-	+
50	Paranannopidae sp.3	-	-	+
51	<i>Diarthrodella</i>	-	-	+
52	<i>Rossopsyllus</i>	-	-	+

Aus diesem Grunde und wegen ihrer taxonomischen Unzugänglichkeit mußte auf die Auswertung der häufigsten Familien, der Ectinosomatidae und der Ameiridae, verzichtet werden. Die Daten der relativen Präsenzen und Abundanzen sind in Tabelle 9 aufgelistet. Die sechste ausgewählte Familie, die Ancorabolidae, wurde vor allem deshalb in die Gruppe mit aufgenommen, weil sie bereits während einer Diplomarbeit Gegenstand einer systematischen Bearbeitung gewesen war und von daher ein umfangreicher systematischer Überblick über die Familie gewonnen werden konnte. Diese Voraussetzungen sowie der Umstand, daß in dem Probenmaterial sowohl der Magellanregion als auch Antarktikas ein bemerkenswert hoher Anteil neuer Arten und Gattungen dieser Familien entdeckt wurde, sollen einer detaillierten zoogeographisch-phylogenetischen Analyse des Monophylums Ancorabolinae Sars, 1909 dienen. Vorarbeiten dazu haben bereits Eingang in Publikationen gefunden (George 1998a, b, George & Schminke 1998b).

Tab. 9A und B: Listen der relativen Präsenzen und Abundanzen der sechs ausgewählten Familien aus der Magellanregion bzw. dem gesamten Untersuchungsgebiet. A. Liste der relativen Präsenzen (in %) der sechs ausgewählten Familien in der Magellanregion und zum Vergleich im gesamten Untersuchungsgebiet. B. Liste der relativen Abundanzen (in %) der sechs ausgewählten Familien. Die drei Spalten I, II und III geben die Häufigkeiten der Familien (I) in Bezug auf die restlichen ausgewählten Familien und beschränkt auf die Magellanregion, (II) in Bezug auf alle Familien und beschränkt auf die Magellanregion, sowie (III) in Bezug auf alle Familien und das gesamte Untersuchungsgebiet wieder.

#### A. Relative Präsenzen (%)

Familie	Magellanregion	Gesamtes Untersuchungsgebiet
Diosaccidae	100,00	97,06
Argestidae	85,00	82,35
Paranannopidae	80,00	82,35
Cletodidae	70,00	70,59
Paramesochridae	35,00	38,24
Ancorabolidae	20,00	26,47

#### B. Relative Abundanzen (%)

Familie	I	II	III
Diosaccidae	40,04	14,3	13,08
Cletodidae	21,03	7,51	8,08
Paramesochridae	20,67	7,38	6,20
Paranannopidae	8,46	3,02	4,79
Argestidae	7,67	2,74	4,18
Ancorabolidae	2,13	0,76	0,69

Aus Tabelle 9A ist ersichtlich, daß die einzelnen Familien in der Magellanregion weitgehend die gleichen relativen Präsenzen aufweisen wie im gesamten Untersuchungsgebiet. Diosaccidae und Paramesochridae zeigen in der Magellanregion leicht erhöhte Werte gegenüber ihrer Präsenz im gesamten Untersuchungsgebiet, während der prozentuale Anteil der restlichen Familien in der Magellanregion niedriger ist.

Tab. 10: Liste der relativen Präsenzen (links) und Abundanzen (rechts) der den sechs ausgewählten Familien entsprechenden 52 Gattungen aus der Magellanregion.

Nr.	Gattung	Relative Präsenz (%)	Relative Abundanz (%)	Gattung	Nr.
1	<i>Stenhelia</i>	80	13,57	<i>Enhydrosoma</i>	1
2	<i>Cletodes</i>	65	11,17	<i>Amphiascus</i>	2
3	<i>Enhydrosoma</i>	60	10,07	<i>Haloschizopera</i>	3
4	<i>Eurycletodes (O.)</i>	60	9,50	<i>Kliopsyllus</i>	4
5	<i>Haloschizopera</i>	55	7,99	<i>Stenhelia</i>	5
6	<i>Fultonia</i>	45	5,90	<i>Cletodes</i>	6
7	<i>Typhlamphiascus</i>	45	5,58	<i>Typhlamphiascus</i>	7
8	<i>Stylicletodes</i>	40	5,38	<i>Paramesochra</i>	8
9	<i>Mesocletodes</i>	35	3,86	<i>Scottopsyllus</i>	9
10	<i>Bulbamphiascus</i>	35	3,44	<i>Pseudomesochra</i>	10
11	<i>Paradanielssenia</i>	35	2,19	<i>Eurycletodes (O.)</i>	11
12	<i>Pseudomesochra</i>	35	2,04	<i>Laophontodes</i>	12
13	<i>Amphiascus</i>	30	1,77	<i>Mesocletodes</i>	13
14	<i>Jonesiella</i>	30	1,57	<i>Jonesiella</i>	14
15	<i>Paranannopus</i>	30	1,51	<i>Fultonia</i>	15
16	<i>Psammis</i>	30	1,36	Diosaccidae sp.2	16
17	Argestidae sp.2	25	1,25	<i>Paradanielssenia</i>	17
18	<i>Acrenhydrosoma</i>	25	1,20	<i>Bulbamphiascus</i>	18
19	<i>Kliopsyllus</i>	25	1,15	<i>Stylicletodes</i>	19
20	Argestidae sp.1	20	0,99	<i>Paranannopus</i>	20
21	<i>Laophontodes</i>	15	0,89	<i>Psammis</i>	21
22	Argestidae sp.3	15	0,84	<i>Leptopsyllus</i>	22
23	<i>Amphiascoides</i>	15	0,78	Argestidae sp.2	23
24	<i>Paramphiascella</i>	15	0,78	Paramesochridae sp.1	24
25	<i>Robertgurneya</i>	15	0,73	<i>Paramphiascella</i>	25
26	Diosaccidae sp.3	15	0,52	Argestidae sp.3	26
27	<i>Paramesochra</i>	15	0,42	<i>Acrenhydrosoma</i>	27
28	Argestidae sp.6	10	0,42	Diosaccidae sp.3	28
29	Diosaccidae sp.1	10	0,37	<i>Robertgurneya</i>	29
30	Diosaccidae sp.2	10	0,31	<i>Schizopera</i>	30
31	<i>Schizopera</i>	10	0,31	<i>Carolinicola</i>	31
32	<i>Leptopsyllus</i>	10	0,26	Argestidae sp.4	32
33	<i>Scottopsyllus</i>	10	0,21	Argestidae sp.1	33
34	<i>Carolinicola</i>	10	0,21	Diosaccidae sp.6	34
35	<i>Arthropsoyllus</i>	5	0,16	Argestidae sp.5	35
36	<i>Ceratonotus</i>	5	0,16	<i>Amphiascoides</i>	36
37	Argestidae sp.4	5	0,16	<i>Rossopsyllus</i>	37
38	Argestidae sp.5	5	0,10	Argestidae sp.6	38
39	Argestidae sp.7	5	0,10	Argestidae sp.7	39
40	Argestidae sp.8	5	0,10	Diosaccidae sp.1	40
41	Diosaccidae sp.4	5	0,10	<i>Diarthrodella</i>	41
42	Diosaccidae sp.5	5	0,05	<i>Arthropsoyllus</i>	42
43	Diosaccidae sp.6	5	0,05	<i>Ceratonotus</i>	43
44	Diosaccidae sp.7	5	0,05	Argestidae sp.8	44
45	Diosaccidae sp.8	5	0,05	Diosaccidae sp.4	45
46	Paramesochridae sp.1	5	0,05	Diosaccidae sp.5	46
47	Paramesochridae sp.2	5	0,05	Diosaccidae sp.7	47
48	<i>Diarthrodella</i>	5	0,05	Diosaccidae sp.8	48
49	<i>Rossopsyllus</i>	5	0,05	Paramesochridae sp.2	49
50	Paranannopidae sp.1	5	0,05	Paranannopidae sp.1	50
51	Paranannopidae sp.2	5	0,05	Paranannopidae sp.2	51
52	Paranannopidae sp.3	5	0,05	Paranannopidae sp.3	52

Auch die relativen Häufigkeiten der sechs Familien folgen, bezogen auf alle gefundenen Familien, sowohl im gesamten Untersuchungsgebiet, als auch beschränkt auf die Magellanregion nahezu dem gleichen Verteilungsmuster (Tab. 9B), und die Häufigkeiten aus Spalte I sind etwa um den Faktor 3 größer als diejenigen aus Spalte II, was auf eine weitgehend gleichartige Verteilung hindeutet. Die analog zur Bearbeitung auf Familienebene durchgeführten Berechnungen der relativen Präsenzen und Abundanzen auf Gattungsebene sind in Tab. 10 zusammengestellt. Es ist erkennbar, daß keine Gattung in der ganzen Magellanregion verbreitet ist.

Die am weitesten verbreitete Gattung *Stenhelia* (Diosaccidae) erreicht mit 80% relativer Präsenz den höchsten Wert, gefolgt von *Cletodes* (Cletodidae), die immerhin auf noch 65% kommt (vgl. Tab. 10).

Neben diesen beiden weisen nur noch die Gattungen *Enhydrosoma* (Cletodidae; 60%), *Eurycletodes* (O.) (Argestidae; 60%) und *Haloschizopera* (Diosaccidae; 55%) mehr als 50% relative Präsenz in der Region auf, die restlichen 47 Gattungen liegen alle darunter. Neunundzwanzig der Gattungen liegen bei relativen Präsenzen zwischen 10% und 45%, die übrigen 18 Gattungen liegen bei 5% relativer Präsenz, was dem Vorkommen auf gerade mal einer Station entspricht.

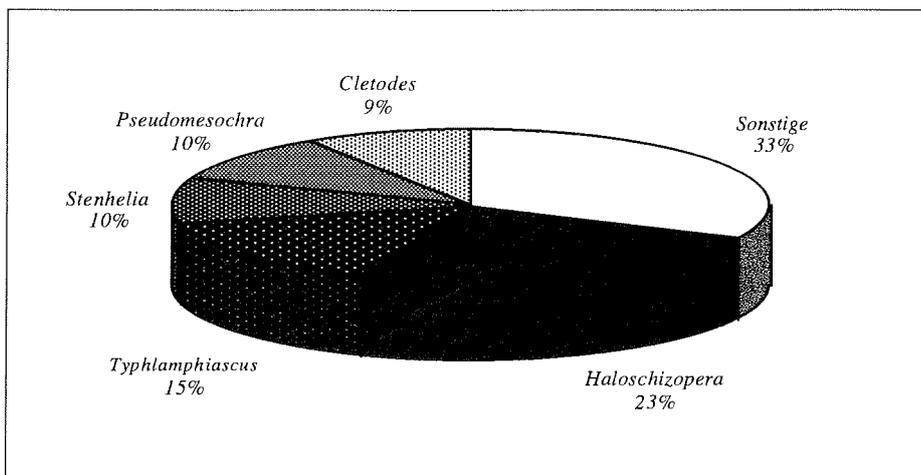


Abbildung 16: Graphische Darstellung der prozentualen Zusammensetzung der häufigsten Gattungen der Magellanstraße (MS). Insgesamt wurden 633 Individuen aus 36 Gattungen identifiziert, von denen 31 die 5% nicht erreichen und als "Sonstige" zusammengefaßt sind.

Die relativ häufigste Gattung in der Magellanregion ist die Cletodide *Enhydrosoma*, die mit einer relativen Häufigkeit von 13,57% vor den (auf Familienebene ranghöchsten) Diosaccidae *Amphiascus* (11,17%) und *Haloschizopera* (10,07%) vertreten ist. Sie bewirkt damit einen Kontrast zu den auf Familienebene erzielten Ergebnissen, nach denen

die Diosaccidae am häufigsten sind. Den drei o.g. Taxa folgen noch fünf weitere Gattungen, die zu den Familien Diosaccidae, Cletodidae und Paramesochridae gehören und Werte oberhalb von 5% aufweisen (s. Tab. 10). Elf weitere Gattungen bringen es auf Werte zwischen 1% und 5% relativer Abundanz, aber mit 44 Taxa liegt der weitaus größte Teil aller Gattungen unterhalb von 1% relativer Häufigkeit (s. Tab. 10).

Auch auf Gattungsebene kann mittels einer Untersuchung der Verteilungen in den einzelnen Teilgebieten MS, BC und PCS die Verbreitung der einzelnen Taxa verdeutlicht werden. Die Ergebnisse werden in Abb. 16 bis 18 dargestellt.

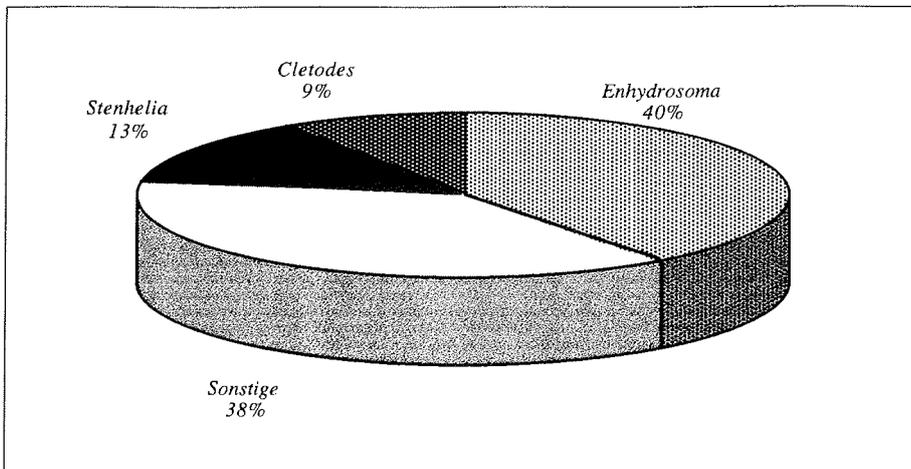


Abbildung 17: Graphische Darstellung der prozentualen Zusammensetzung der häufigsten Gattungen des Beagle-Kanals (BC). Insgesamt wurden 604 Individuen aus 31 Gattungen identifiziert, von denen 28 einen prozentualen Anteil von 5% nicht erreichen und als "Sonstige" zusammengefaßt sind.

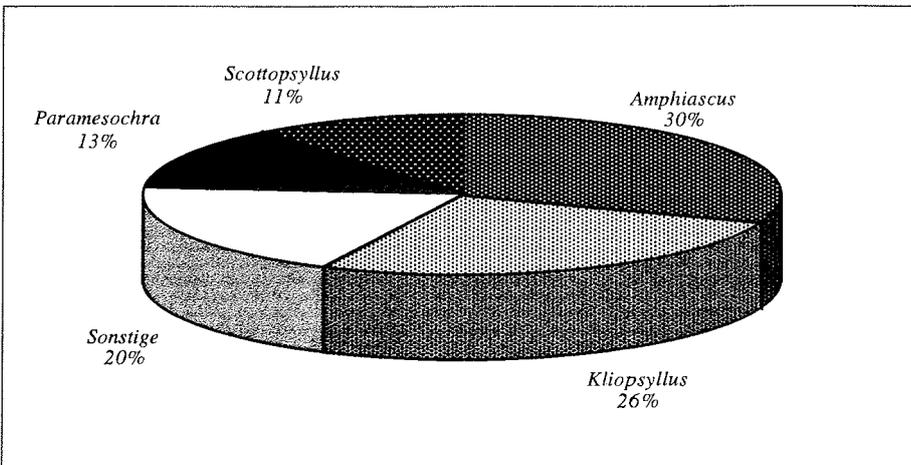


Abbildung 18: Graphische Darstellung der prozentualen Zusammensetzung der häufigsten Gattungen des Patagonischen Kontinentalabhanges (PCS). Insgesamt wurden 679 Individuen aus 27 Gattungen identifiziert, von denen 23 einen prozentualen Anteil von 5% nicht erreichen und als "Sonstige" zusammengefaßt sind.

Wie bereits auf Familienebene, so sind auch hier diejenigen Taxa, die mit einer Häufigkeit unter 5% vertreten sind, als "Sonstige" zusammengefaßt und der Vollständigkeit halber in den Abbildungen mit aufgeführt worden, erfuhren aber bei der Auswertung keine weitere Berücksichtigung. Ein Vergleich der Verteilung der Gattungen in den einzelnen Teilgebieten erbringt die nachfolgend zusammengefaßten Resultate (vgl. dazu Abb. 16 bis 18):

1. In der MS sind 36 der 52 Gattungen vertreten (69,2%). Fünf der 36 Gattungen (13,9%) dominieren mit 67,6% relativer Häufigkeit, die verbleibenden 31 Gattungen (86,1%) sind mit nur einem Drittel (32,4%) der gesamten relativen Abundanz vertreten. Die häufigste Gattung der MS ist die Diosaccide *Haloschizopera* (ca. 23%), gefolgt von *Typhlamphiascus* (ca. 15%) und *Stenhelina* (ca. 10%), beide ebenfalls Vertreter der Diosaccidae. *Paramesochra* und *Cletodes*, Angehörige der jeweils gleichnamigen Familien, liegen mit etwa 10% bzw. 9% ebenfalls deutlich über der 5%-Marke.
2. Der BC ist auf Gattungsebene dadurch gekennzeichnet, daß von den insgesamt 31 gefundenen Gattungen eine einzige, *Enhydrosoma* (Fam. Cletodidae), mit etwa 40% ganz klar dominiert. Zusammen mit *Stenhelina* (ca. 13%) und *Cletodes* (ca. 9%) dominiert *Enhydrosoma* (alle drei machen 9,7% der gefundenen Taxa aus) das Teilgebiet mit 62,1%. Die restlichen 37,9% relative Häufigkeit entfallen auf 28 Gattungen (90,3%), und 21 der in der Magellanregion gefundenen 52 Gattungen (40,4%) wurden in dem Gebiet nicht registriert.
3. Ähnliche Werte sind aus dem Verteilungsmuster der Gattungen am PCS erkennbar: Auch hier dominiert eine einzelne Gattung sehr stark (*Amphiascus*, etwa 30%), und es sind vier Taxa (*Amphiascus*, *Kliopsyllus*, *Paramesochra* und *Scottopsyllus*, zusammen 14,8% der gefundenen Gattungen), die insgesamt 80,4% relative Häufigkeit erreichen. Dreiundzwanzig verbliebene Gattungen (85,2%) bringen es gerade auf 19,6% relative Häufigkeit, das ist ein knappes Fünftel, und 25 Gattungen (das sind 48,1% aller 52 Gattungen) wurden nicht gefunden. Bemerkenswert ist die hohe Konzentration dreier Gattungen der Paramesochridae am PCS.

Abschließend lassen sich die obigen Ausführungen folgendermaßen zusammenfassen:

1. Ein Vergleich auf Gattungsebene und auf Artniveau wurde auf die Vertreter von sechs Familien und auf die Magellanregion (Magellanstraße, Beagle-Kanal und Patagonischer Kontinentalabhang) beschränkt.
2. Auch wenn insgesamt 9 Gattungen eine Verbreitung in der gesamten Magellanregion aufzuweisen scheinen, konnte kein Taxon nachgewiesen werden, das auf allen Stationen vorkam. Die relativ weiteste Verbreitung zeigt die Diosaccidae *Stenhelina*

(80%), gefolgt von den Cletodiden *Enhydrosoma* und *Cletodes* (je 60%), und der Argestide *Eurycletodes* (*O.*) (ebenfalls 60%).

3. Zusätzlich zu den gemeinsamen Gattungen innerhalb der gesamten Magellanregion weisen die MS und der BC, sowie MS und PCS gemeinsame Taxa auf. Dagegen gibt es zwischen BC und PCS keine Übereinstimmung hinsichtlich gemeinsam auftretender Gattungen. Darüberhinaus ist jedes der drei Teilgebiete durch eine Anzahl von Gattungen eindeutig charakterisierbar.
4. Bezogen auf die relative Häufigkeit, mit der ein Taxon im Untersuchungsgebiet vertreten ist, treten Unterschiede auf, wenn man die Werte der Gattungsebene mit denen der Familienebene vergleicht. Treten in der höheren Kategorie noch die Diosaccidae als relativ häufigstes Taxon in Erscheinung, so werden sie auf Gattungsniveau von *Enhydrosoma*, einer Cletodide, abgelöst. Hierbei ist allerdings anzumerken, daß die zwei darauffolgenden Gattungen wieder zu den Diosaccidae gehören.
5. Ein Vergleich der relativ häufigsten Taxa in den einzelnen Teilgebieten zeigt, daß in jedem andere Dominanzverhältnisse herrschen: Die Magellanstraße wird von *Haloschizopera* beherrscht, im Beagle-Kanal erreicht *Enhydrosoma* die höchsten Werte, die in der gesamten Magellanregion überhaupt von einer Gattung erreicht worden sind, und am Patagonischen Kontinentalabhang dominiert *Amphiascus*, allerdings dicht gefolgt vom fast ebenso stark vertretenen *Kliopsyllus*, der zusammen mit zwei weiteren Paramesochriden stark vertreten ist.

### 3. Verbreitung ausgewählter Arten in der Magellanregion

Die Verbreitung der Copepoda Harpacticoida in der Magellanregion wird exemplarisch anhand von 122 Arten aus sechs ausgewählten Familien untersucht (vgl. Kap. V.2. und Tab. 5). Ihnen entspricht eine Gesamtzahl von 1.916 Individuen, die alle bis auf Artebene determiniert wurden. Einhundert der 122 Arten sind unbekannt, und von ihnen ist ein Teil bereits Gegenstand taxonomischer Bearbeitung geworden (George 1998a, b, George & Schminke 1998), und neue Arten werden auch weiterhin sukzessive beschrieben. Ein erster Vergleich der Verbreitung auf Artebene ergibt erneut eine verfeinerte Übersicht. Zeigten auf Gattungsebene noch neun Taxa (vgl. Tab. 8) eine Verbreitung in der gesamten Magellanregion, so verbleiben auf Artebene nur noch sechs, die eine Verbreitung in allen drei Teilgebieten MS, BC und PCS erkennen lassen, die Cletodiden *Cletodes* sp.2 und *Stylicletodes longicaudatus*, sowie die Diosacciden *Amphiascus*

sp.1, *Haloschizopera exigua*, *Stenhelia* (D.) sp.2 und *Typhlamphiascus* sp. (vgl. Tab. 11).

Tab. 11: Liste der Arten, die in der gesamten Magellanregion gefunden wurden. Angegeben sind die Summe der Individuen, sowie die relative Präsenz und relative Abundanz, mit der jede Art vertreten ist.

Art	Summe	Rel. Abundanz (%)	Rel. Präsenz (%)
<i>Cletodes</i> sp.2	58	10.07	55
<i>Stylicletodes longicaudatus</i>	17	2.95	35
<i>Amphiascus</i> sp.1	209	36.28	30
<i>Haloschizopera exigua</i>	129	22.40	55
<i>Stenhelia</i> (D.) sp.2	56	9.72	55
<i>Typhlamphiascus</i> sp.	107	18.58	45

Mit 576 Individuen machen sie etwa 30% aller in der Magellanregion gefundenen ausgewählten Harpacticoida aus. Ihr Anteil an den gefundenen Arten liegt dagegen bei nur 4,92%. Keine der sechs Arten zeigt eine Präsenz in allen Stationen, aber die drei Arten *Cletodes* sp.2, *Haloschizopera exigua* und *Stenhelia* (D.) sp.2 weisen eine relative Präsenz von 55% auf, wobei alle drei ihren Verbreitungsschwerpunkt in der Magellanstraße besitzen, was im übrigen auch für *Stylicletodes longicaudatus* (35% relative Präsenz) und *Typhlamphiascus* sp. (45% relative Präsenz) zutrifft (vgl. Anhang I). Die einzige Ausnahme bildet *Amphiascus* sp.1. Diese Art, die mit 36,28% relativer Abundanz die häufigste Art in der Magellanregion ist, beschränkt sich mit einer relativen Präsenz von 30% auf den Beagle-Kanal und den Kontinentalabhang, wo sie vor allem auf Station 40110 die höchsten absoluten Abundanzwerte erreicht (vgl. Anhang I).

Gegenüber der geringen Anzahl an Arten, die in der gesamten Magellanregion vorkommen, erhöht sich der Anteil der Taxa, die exklusiv in einem der Teilgebiete auftreten (vgl. Tab. 12, 13 und 14). Eine Betrachtung der einzelnen Teilgebiete läßt folgende Verteilungsmuster erkennen:

1. In der Magellanstraße sind mit 22 Arten 18,03% aller gefundenen Taxa vorhanden. Dagegen ist die Individuenzahl mit 194 Exemplaren gering, sie liegt bei 10,13%. Ein Blick auf die relativen Präsenzen (vgl. Tab. 12) deutet darauf hin, daß zwei Drittel der Arten (14, entsprechend 66,67%) nur auf eine Station beschränkt sind, und nur *Pseudomesochra* sp.3 erreicht einen Verbreitungswert von über 50%, ist also auf mehr als der Hälfte der Stationen vertreten. Die häufigste Art ist die Diosaccidae *Haloschizopera abyssii*, die mit 28,88% fast ein Drittel der Gesamtzahl ausmacht. Sie wird dicht gefolgt von *Pseudomesochra* sp.3 (25,13%), so daß beide Arten gemeinsam über 50% relativer Häufigkeit erreichen. Alle übrigen Arten liegen weit unter 5%, und nur die Cletodide *Cletodes latirostris*, sowie die Ancorabolidae

*Laophontodes* sp. erreichen mit Werten von 6,95% bzw. 4,81% höhere Abundanzen.

Tab. 12: Liste der ausschließlich in der Magellanstraße registrierten Harpacticoiden-Arten. Aufgeführt ist die Summe der gefundenen Individuen, sowie die relative Abundanz und die relative Präsenz der Arten.

Art	Summe	Rel. Abundanz (%)	Rel. Präsenz (%)
<i>Ceratonotus magellanicus</i>	1	0.53	11.1
<i>Laophontodes</i> sp.	9	4.81	22.2
Argestidae sp.8	1	0.53	11.1
<i>Fultonina</i> sp.1	1	0.53	11.1
<i>Mesocletodes abyssicola</i>	6	3.21	33.3
<i>Cletodes latirostris</i>	13	6.95	33.3
<i>Cletodes</i> sp.3	1	0.53	11.1
<i>Enhydrosoma</i> sp.2	7	3.61	22.2
Diosaccidae sp.2	26	0.14	22.2
Diosaccidae sp.6	4	2.14	11.1
<i>Haloschizopera abyssii</i>	54	28.88	33.3
<i>Paramphiascella</i> sp.2	3	1.60	11.1
<i>Stenhelia</i> (D.) sp.5	1	0.53	11.1
<i>Stenhelia</i> (D.) sp.8	3	1.60	22.2
<i>Kliopsyllus</i> sp.2	1	0.53	11.1
<i>Kliopsyllus</i> sp.5	2	1.07	11.1
<i>Leptopsyllus</i> sp.1	7	3.74	11.1
<i>Scottopsyllus</i> sp.2	1	0.53	11.1
Paranannopidae sp.1	1	0.53	11.1
<i>Paranannopus</i> sp.2	1	0.53	11.1
<i>Pseudomesochra</i> sp.3	47	25.13	55.6
<i>Pseudomesochra</i> sp.4	4	2.14	11.1

- Der Beagle-Kanal ist durch 26 nur in ihm gefundene Harpacticoiden-Arten gekennzeichnet, was einem prozentualen Anteil von 21,31% der Gesamtartenzahl aus der Magellanregion entspricht (vgl. Tab. 13). Die Summe der Individuen beläuft sich auf 296, was 15,45% entspricht. Wie auch in der Magellanstraße ist mit 19 Arten der Anteil derjenigen Spezies, die nur auf einer Station gefunden wurden, sehr hoch (75%). Nur zwei Arten - *Mesocletodes* sp.1 und *Enhydrosoma* sp.6 - erreichen wenigstens in einem Drittel des Teilgebiets (vgl. Tab. 13). Letztgenannte Art erreicht mit einer relativen Abundanz von über 75% die höchste Häufigkeit, was in Verbindung mit der relativ hohen Präsenz für dieses Teilgebiet bedeutet, daß *Enhydrosoma* im Beagle-Kanal offensichtlich die dominierende Art ist. Von den übrigen erreicht außer *Mesocletodes* sp.1 (5,09%) kein Taxon die 2%-Marke. das bedeutet, daß der Beagle-Kanal von zwei Arten zu über 80% beherrscht wird.

Tab. 13: Liste der ausschließlich im Beagle-Kanal gefundenen Harpacticoiden-Arten. Aufgeführt sind die Summen der Individuen pro Art, sowie die relativen Abundanzen und Präsenzen (in %) jeder Art.

Art	Summe	Rel. Abundanzen (%)	Rel. Präsenzen (%)
<i>Arthroposyllus australis</i>	1	0.36	12.50
Argestidae sp.4	5	1.82	12.50
Argestidae sp.5	3	1.09	12.50
Argestidae sp.6	2	0.73	25.00
<i>Eurycletodes (O.) abyssi</i>	5	1.82	12.50
<i>Eurycletodes (O.) monardi</i>	4	1.45	12.50
<i>Eurycletodes (O.) sp.2</i>	1	0.36	12.50
<i>Fultonia sp.4</i>	3	1.09	12.50
<i>Fultonia sp.5</i>	2	0.73	12.50
<i>Mesocletodes soyeri</i>	2	0.73	25.00
<i>Mesocletodes sp.1</i>	14	5.09	37.50
<i>Cletodes sp.5</i>	4	1.45	12.50
<i>Cletodes sp.6</i>	2	0.73	12.50
<i>Cletodes sp.7</i>	1	0.36	12.50
<i>Enhydrosoma littorale</i>	1	0.36	12.50
<i>Enhydrosoma sp.3</i>	4	1.45	25.00
<i>Enhydrosoma sp.6</i>	208	75.64	37.50
<i>Enhydrosoma sp.7</i>	4	1.45	25.00
Diosaccidae sp.5	1	0.36	12.50
Diosaccidae sp.4	1	0.36	12.50
<i>Amphiascoides sp.1</i>	1	0.36	12.50
<i>Stenhelia (D.) sp.7</i>	5	1.69	25.00
<i>Stenhelia (St.) sp.1</i>	1	0.36	12.50
Paranannopidae sp.2	1	0.36	12.50
<i>Carolinicola sp.2</i>	3	1.09	12.50
<i>Pseudomesochra longifurcata</i>	17	0.73	12.50

3. Der Patagonische Kontinentalabhang weist 24 ihm eigene Arten auf (vgl. Tab. 14).

Das ist bereits an sich bemerkenswert, wenn man bedenkt, daß nur drei Stationen am Hang beprobt werden konnten, also nicht einmal halb so viele wie im Beagle-Kanal. Andererseits ist zu berücksichtigen, daß die Zahl der gewonnenen Parallelproben am Kontinentalabhang größer ist, was die Wahrscheinlichkeit, mehr verschiedene Arten zu bekommen, erhöht.

Vor diesem Hintergrund sind die Werte der relativen Präsenzen entsprechend vorsichtig zu interpretieren; eine Präsenz von 66% mag beeindrucken, bedeutet letztlich aber nur, daß die entsprechende Art auf zwei von drei Stationen gefunden wurde. Von diesen Arten gibt es allerdings nicht sehr viele; nur die drei Arten *Amphiascus minutus*, *Kliopsyllus* sp.3 und *Leptopsyllus* sp.2 erreichen diesen Wert. Daraus ist ersichtlich, daß 21 der 24 gefundenen Arten (entsprechend 87,5%) sich auf nur eine Station beschränken. Ein Blick auf die Tabelle in Anhang I verrät, daß der Großteil der Arten sich auf Station 40110 konzentriert und weiter, daß Übereinstimmungen bezüglich des Vorkommens

gemeinsamer Arten auf die beiden flachen Stationen 40110 und 40116 beschränkt bleiben.

Tab. 14: Liste der exklusiv am Patagonischen Kontinentalabhang gefundenen Harpacticoiden-Arten. Aufgeführt sind die Summe der Individuen pro Art, sowie die relativen Abundanzen und Präsenzen (in %).

Art	Summe	Rel. Abundanzen (%)	Rel. Präsenzen (%)
<i>Laophontodes typicus</i>	29	7.14	33.33
<i>Laophontodes whitsoni</i>	1	0.25	33.33
Argestidae sp.7	2	0.49	33.33
Diosaccidae sp.7	1	0.25	33.33
Diosaccidae sp.8	1	0.25	33.33
<i>Amphiascus minutus</i>	5	1.23	66.67
<i>Haloschizopera</i> sp.1	10	2.46	33.30
<i>Robertgurneya</i> sp.2	3	0.74	33.30
<i>Schizopera</i> sp.1	6	1.48	33.30
<i>Stenhelia</i> (D.) sp.11	4	0.99	33.30
<i>Stenhelia</i> (D.) sp.12	2	0.49	33.30
Paramesochridae sp.1	15	3.69	33.30
Paramesochridae sp.2	1	0.25	33.30
<i>Diarthrodella</i> sp.1	2	0.49	33.30
<i>Kliopsyllus</i> sp.3	50	12.32	66.70
<i>Kliopsyllus</i> sp.4	95	23.40	33.30
<i>Kliopsyllus</i> sp.6	6	1.48	33.30
<i>Kliopsyllus</i> sp.7	11	2.71	66.70
<i>Leptopsyllus</i> sp.2	9	2.22	33.30
<i>Stenhelia</i> (D.) sp.10	1	0.25	33.30
<i>Paramesochra</i> sp.2	75	18.47	33.30
<i>Rossopsyllus</i> sp.1	3	0.74	33.30
<i>Scottopsyllus</i> sp.1	73	17.98	33.30
Paranannopidae sp.3	1	0.25	33.30

Station 40111 besitzt dagegen eine völlig eigene Artenzusammensetzung (vgl. Anhang I). Ein Unterschied, der bei der Betrachtung von Tab. 14 sofort ins Auge fällt, ist die Dominanz der Paramesochridae. Vier Arten überschreiten die 10%-Marke der relativen Abundanz, und alle vier gehören dieser Familie an: *Kliopsyllus* sp.4 (23,40%), *Paramesochra* sp.2 (18,47%), *Scottopsyllus* sp.1 (17,98%) und *Kliopsyllus* sp.3 (12,32%). Demnach erreicht die erstgenannte Art fast ein Viertel der Gesamtzahl der am Kontinentalabhang gefundenen Tiere, und zusammen mit den drei anderen erreicht *Kliopsyllus* sp.4 eine relative Häufigkeit von immerhin 72,17%, was fast drei Viertel der gesamten Individuenzahl ausmacht.

Ebenso wie Unterschiede zwischen den Teilgebieten aufgrund jeweils exklusiver Taxazusammensetzungen sich auf Artebene noch feiner und entsprechend klarer herauskristallisieren als auf höheren taxonomischen Ebenen, werden auch Gemeinsamkeiten zwischen Teilgebieten klarer erkennbar, wenn man sie auf Artebene

untersucht ( vgl. Tab. 15, 16 und 17). Im Fall der vorliegenden Untersuchung weisen alle drei Teilgebiete Übereinstimmungen miteinander auf, die allerdings aufgrund großer Unterschiede hinsichtlich der Zahl gemeinsamer Arten verschieden starke Aus-

Tab. 15: Liste der Harpacticoida-Arten, die sowohl in der Magellanstraße, als auch im Beagle-Kanal auftreten. Aufgeführt sind die Summe der Individuen pro Art, sowie die relativen Abundanzen und Präsenzen (in %).

Art	Summe	Rel. Abundanz (%)	Rel. Präsenz (%)
<i>Argestidae</i> sp.1	4	1.00	23.53
<i>Argestidae</i> sp.2	15	3.73	29.41
<i>Argestidae</i> sp.3	10	2.49	17.65
<i>Eurycletodes (O.) oblongus</i>	7	1.74	17.65
<i>Eurycletodes (O.)</i> sp.1	19	4.73	41.18
<i>Eurycletodes (O.)</i> sp.3	6	1.49	17.65
<i>Fultonia sarsi</i>	2	0.50	11.76
<i>Fultonia</i> sp.2	3	0.75	11.76
<i>Fultonia</i> sp.3	15	3.73	17.65
<i>Mesocletodes</i> sp.2	12	0.30	29.41
<i>Acrenhydrosoma</i> sp.1	8	1.99	29.41
<i>Cletodes</i> sp.1	24	5.97	35.29
<i>Cletodes</i> sp.4	10	2.49	17.65
<i>Enhydrosoma hopkinsi</i>	6	1.49	11.76
<i>Enhydrosoma littorale</i>	1	0.25	5.88
<i>Enhydrosoma</i> sp.1	8	1.99	23.53
<i>Enhydrosoma</i> sp.2	7	1.74	17.65
<i>Enhydrosoma</i> sp.4	8	1.99	23.53
<i>Enhydrosoma</i> sp.5	14	3.48	35.29
<i>Stylicletodes oligochaeta</i>	5	1.24	29.41
<i>Diosaccidae</i> sp.3	8	1.99	17.65
<i>Bulbamphiascus</i> sp.2	18	4.48	29.41
<i>Robertgurneya</i> sp.1	4	1.00	11.76
<i>Stenhelia (D.)</i> sp.1	3	0.75	11.76
<i>Stenhelia (D.)</i> sp.3	22	5.47	35.29
<i>Stenhelia (D.)</i> sp.4	5	1.24	17.65
<i>Stenhelia (D.)</i> sp.6	31	7.71	29.41
<i>Stenhelia (D.)</i> sp.7	5	1.24	11.76
<i>Stenhelia (D.)</i> sp.9	19	4.73	23.53
<i>Carolinicola</i> sp.1	3	0.75	11.76
<i>Jonesiella</i> sp.1	30	7.46	35.29
<i>Paradanielssenia</i> sp.1	22	5.47	29.41
<i>Paranannopus</i> sp.1	11	2.74	11.76
<i>Paranannopus</i> sp.3	2	0.50	11.76
<i>Paranannopus</i> sp.4	5	1.24	23.53
<i>Psammis</i> sp.1	7	1.74	23.53
<i>Psammis</i> sp.2	10	2.49	23.53
<i>Pseudomesochra</i> sp.1	8	1.99	23.53
<i>Pseudomesochra</i> sp.2	5	1.24	17.65

prägungen erhalten. Dabei werden diejenigen Arten, die eine Verbreitung in der gesamten Magellanregion aufweisen, nicht berücksichtigt:

1. Die Magellanstraße und der Beagle-Kanal weisen 36 Arten gemeinsam auf, was einem prozentualen Anteil von 29,51% aller 122 ausgewählten Arten entspricht (vgl. Tab. 15). Die relativen Präsenzen zeigen, daß keine der Arten über das gesamte in Frage kommende Gebiet verbreitet ist. Dennoch tritt erstmals eine Reihe von Arten auf, deren Verbreitung nicht auf nur eine oder zwei, sondern auf etliche Stationen ausgedehnt ist (vgl. Tab. 15). Zwanzig Arten zeigen eine Präsenz über 20% an, und vier von ihnen überschreiten die 30%-Marke. Die am weitesten verbreitete Art ist *Eurycletodes (O.)* sp.1, die mit 41,18% fast in der Hälfte der Stationen gefunden wurde. Bezüglich der Häufigkeitswerte ist eine gewisse Gleichmäßigkeit festzustellen. Keine der Arten erreicht eine höhere relative Abundanz als 10%. Am häufigsten sind die Arten *Stenhelia (D.)* sp.6 (7,71%), *Jonesiella* sp.1 (7,46%) und *Cletodes* sp.1 (5,97%). Letztere wird dicht gefolgt von *Stenhelia* sp.3 und *Paradanielssenia* sp.1 (beide 5,47%) (vgl. Tab. 15). Alle übrigen Arten liegen unterhalb von 5% relativer Abundanz. Insgesamt liegen die Werte aber so eng beieinander, daß kein klar dominierendes Taxon zu erkennen ist, wie es beispielsweise bei den für den Beagle-Kanal oder den Patagonischen Kontinentalabhang charakteristischen Arten der Fall ist.
2. Die Magellanstraße und der patagonische Kontinentalabhang weisen sechs gemeinsame Arten auf, die in Tab. 16 aufgelistet sind. Keine dieser Arten ist in allen entsprechenden Stationen gefunden worden. Dafür tritt eine Art als klar dominant auf, nämlich *Paramesochra* sp.1 (vgl. Tab. 16), die mit über 40% relativer Häufigkeit fast die Hälfte der Gesamtzahl ausmacht. Die folgende Art *Kliopsyllus* sp.1, ebenfalls eine Paramesochride, erreicht einen Wert über 25%, womit diese beiden mit 69,23% ganz klar dominieren. Zusammen mit der Diosaccide *Paramphiascella* sp.1 (16,92%) machen die beiden Paramesochriden über 86% der relativen Abundanz aus, womit ein klarer Unterschied zur wesentlich gleichmäßigeren Verteilung des Bereichs Magellanstraße/Beagle-Kanal erkennbar ist.

Tab. 16: Liste der Harpacticoida-Arten, die sowohl in der Magellanstraße, als auch am Patagonischen Kontinentalabhang auftreten. Aufgeführt sind die Summe der Individuen pro Art, sowie die relativen Abundanzen und Präsenzen (in %).

Art	Summe	Rel. Abundanzen (%)	Rel. Präsenzen (%)
Diosaccidae sp.1	2	3.08	16.67
<i>Amphiascoides subdebilis</i>	2	3.08	16.67
<i>Bulbamphiascus</i> sp.1	5	7.69	16.67
<i>Paramphiascella</i> sp.1	11	16.92	25.00
<i>Kliopsyllus</i> sp.1	17	26.15	25.00
<i>Paramesochra</i> sp.1	28	43.08	25.00

3. Der Beagle-Kanal und der Patagonische Kontinentalabhang stimmen hinsichtlich der Präsenz von nur zwei Arten, *Fultonia bougisi* und *Paradanielssenia* sp.2, überein. Diese Zahl entspricht 1,64% der Gesamtartenzahl. Obwohl mit den beiden in Tab. 17 aufgelisteten Arten also nunmehr auch für diese beiden Teilgebiete eine Übereinstimmung erkannt wird, was ja weder auf Familien- noch auf Gattungsebene der Fall ist, muß doch angemerkt werden, daß die geringe Anzahl der gesammelten Individuen (5 Exemplare, vgl. Tab. 17) kaum ausreichend sein dürfte, um tatsächliche Schlußfolgerungen über Verteilung und Abundanzen zu erlauben. Vielmehr deuten die Daten darauf hin, daß es sich um seltene Arten handelt, deren Fund somit in gewissem Maß zufällig ist.

Tab. 17: Liste der Harpacticoida-Arten, die sowohl Beagle-Kanal, als auch am Patagonischen Kontinentalabhang auftreten. Aufgeführt sind die Summe der Individuen pro Art, sowie die relativen Abundanzen und Präsenzen (in %).

Art	Summe	Rel. Abundanzen (%)	Rel. Präsenzen (%)
<i>Fultonia bougisi</i>	3	60.00	18.18
<i>Paradanielssenia</i> sp.2	2	40.00	18.18

#### 4. Die Verbreitung bekannter Arten aus globaler Sicht

19 der insgesamt 122 gefundenen Arten, das entspricht einem Anteil von 15,6%, konnten als wissenschaftlich bereits bekannt identifiziert werden. Sie werden nachfolgend entsprechend ihrer Familienzugehörigkeit und Individuenzahl (in Klammern) aufgelistet (vgl. auch Tab. 5):

##### I. Ancorabolidae

1. *Laophontodes typicus* T. Scott, 1894 (29)
2. *Laophontodes whitsoni* T. Scott, 1912 (1)

##### II. Argestidae

3. *Eurycletodes (Oligocletodes) abyssi* Lang, 1936 (5)
4. *Eurycletodes (Oligocletodes) monardi* Smirnov, 1946 (4)
5. *Eurycletodes (Oligocletodes) oblongus* Sars, 1920 (7)
6. *Fultonia bougisi* Soyer, 1964 (3)
7. *Fultonia sarsi* (Smirnov, 1946) (2)
8. *Mesocletodes abyssicola* (T. & A. Scott, 1901) (6)
9. *Mesocletodes soyeri* Bodin, 1968 (2)

### III. Cletodidae

10. *Cletodes latirostris* Drzycimski, 1967 (13)
11. *Enhydrosoma hopkinsi* Lang, 1965(6)
12. *Enhydrosoma littorale* Wells, 1967 (1)
13. *Stylicletodes longicaudatus* (Brady & Robertson, 1880) (17)
14. *Stylicletodes oligochaeta* Bodin, 1968 (5)

### IV. Diosaccidae

15. *Amphiascoides subdebilis* (Willey, 1935) (2)
16. *Amphiascus minutus* (Claus, 1863) (5)
17. *Haloschizopera abyssii* Becker, 1974 (54)
18. *Haloschizopera exigua* (Sars, 1906) (129)

### V. Paranannopidae

19. *Pseudomesochra longifurcata* T. Scott, 1902 (2)

Darüberhinaus konnten aus dem Untersuchungsgebiet zwei neue Arten der Familie Ancorabolidae bereits beschrieben werden: *Arthropstylus australis* George, 1998 (George, 1998a) und *Ceratonotus magellanicus* George & Schminke, 1998 (George & Schminke, 1998b), und die Beschreibung einer weiteren Ancorabolidae aus der Magellanregion ist weitgehend abgeschlossen (George, in Vorbereitung).

Von den 19 aufgelisteten Arten sind bisher erst drei für das Untersuchungsgebiet nachgewiesen worden: *Laophontodes whitsoni* (Pallares 1975a, George 1993), *Stylicletodes longicaudatus* (Pallares 1975b) und *Amphiascoides subdebilis* (Pallares 1975a). Die übrigen wurden überwiegend auf der nördlichen Halbkugel gefunden und sind weder für die Antarktis noch für die Magellanregion registriert worden (vgl. George 1996). Die meisten von ihnen wurden bisher allerdings an nur einem oder zwei Standorten gefunden, weshalb Aussagen über die Verbreitung nur sehr grob ausfallen können. An dieser Stelle ist zudem anzumerken, daß die Artidentifikationen, mit Ausnahme derjenigen der Ancorabolidae, trotz der weitmöglichen Nutzung von Originalbeschreibungen nicht als endgültig angesehen werden dürfen. Nicht selten erwiesen sich die Beschreibungen als ungenau, und auf das Heranziehen von Typen- oder Vergleichsmaterial mußte im Rahmen dieser Arbeit verzichtet werden.

#### A. Verbreitung der bekannten Ancorabolidenarten:

Die Gattung *Laophontodes* ist zwar weltweit verbreitet, zeigt nach George (1993) allerdings zwei geographisch getrennte Gruppen, von denen die eine auf die Nord- und die andere auf die Südhalbkugel beschränkt zu sein scheint. Als einzige Ausnahmen nennt George (1993) die beiden Arten *L. armatus* Lang, 1936 und *L. hamatus* (Thomson,

1882), die eine kosmopolitische Verbreitung aufweisen. An dieser Gesamteinschätzung hat sich in den letzten Jahren nichts geändert, und die wenigen neu hinzugekommenen Arten (*Laophontodes macclintocki* Schizas & Shirley, 1994 und *L. spongiosus* Schizas & Shirley, 1994, beide in der Antarktis) fügen sich gut in das von George (1993) entworfene Bild ein. Der Fund von *L. typicus* am Patagonischen Kontinentalabhang erhöht die Zahl der kosmopolitischen Arten auf drei. Erstreckte sich der Verbreitungsbereich von *L. typicus* bisher auf nördliche subpolare und boreale Gebiete (vgl. T. Scott 1907, Sars 1909, Lang 1948, Klie 1950, Chislenko 1967), so wird durch die Funde von 29 Individuen am Patagonischen Kontinentalabhang (St. 40110) die Verbreitung in der Magellanregion belegt. Der Fund von *Laophontodes whitsoni* ist nicht weiter überraschend. Pallares (1975a) fand die Art vor Staten Island, (Feuerland/Argentinien), und George (1993) beschreibt eine Anzahl von Exemplaren aus der Hochantarktis.

Ein wenig anders stellt sich die Verbreitung innerhalb der Unterfamilie Ancorabolinae Sars, 1909 dar. Die Funde der vier Gattungen *Ancorabolutus* Norman, 1903, *Arthroposyllus*, *Ceratonotus* und *Polyaschophorus* im Untersuchungsgebiet beenden nicht nur die Monotypie der beiden Gattungen *Ancorabolutus* und *Arthroposyllus*, sondern sie belegen die weite Verbreitung aller vier Gattungen, bei denen wie bei *Laophontodes typicus* (s.o.) bisher davon ausgegangen worden war, daß sie sich in ihrer Verbreitung auf die polaren und borealen Regionen der Nordhemisphäre beschränken (vgl. George 1998a, b, in Vorbereitung, George & Schminke 1998b).

#### B. Verbreitung der bekannten Argestidenarten:

Die drei zur Gattung *Eurycletodes* (*Oligocletodes*) gehörenden Arten *E. (O.) abyssi*, *E. (O.) monardi* und *E. (O.) oblongus* wurden erstmals in der Südhemisphäre registriert. Bisherige Fundorte lagen in arktischen und subarktischen Breiten (Lang 1948, Smirnov 1946, Schriever 1986), und im Mittelmeerraum (Soyer 1964). Eine ähnliche Verbreitung trifft auf die beiden zu *Fultonina* gehörenden Arten zu: *F. sarsi* wurde bisher nur in der Arktis gefunden (Smirnov, 1946), wogegen *F. bougisi* ebenfalls im Bereich des Mittelmeeres und der katalanischen Küste Frankreichs gefunden wurde (Soyer 1964, 1971). Auch die beiden Arten der dritten Gattung *Mesocletodes* zeigen eine Verbreitung, die sich auf die Nordhemisphäre beschränkt. *M. abyssicola* wurde in Spitzbergen, Norwegen und Schweden gefunden (vgl. Lang 1948), während *M. soyeri* von Bodin (1968) vor Frankreichs Atlantikküste registriert wurde.

#### C. Verbreitung der bekannten Cletodidenarten:

Von den acht gefundenen Arten, die der Gattung *Cletodes* zugeordnet werden konnten, ist nur eine, *Cletodes latirostris* Drzycimski, 1967, bekannt. Diese Cletodidae wurde bisher allerdings nur vor Westnorwegen gefunden (Drzycimski 1967). Auch die beiden Arten der Gattung *Enhydrosoma*, *E. hopkinsi* und *E. littorale* beschränken sich in ihrer

Verbreitung auf die Nordhemisphäre, wobei erstere vor Kalifornien (Lang 1965), an der nordamerikanischen Atlantikküste (Coull 1975) sowie im Roten Meer (Por 1967) gefunden wurde, und letztere von Wells (1967) von Mozambique als bisher einzigem Fundort beschrieben worden ist. Dies trifft auch auf die Art *Stylicletodes oligochaeta* zu, die bisher nur von der Atlantikküste Frankreichs bekannt ist (Bodin 1968). So zeigt von den oben aufgelisteten Cletodiden vor der Entdeckung im Untersuchungsgebiet nur eine einzige Art, *Stylicletodes longicaudatus*, eine offensichtlich weltweite Verbreitung einschließlich der Magellanregion, die von einer ganzen Reihe von Autoren dokumentiert wird (vgl. z.B. Lang 1948, 1965, Petkovski 1955, Griga 1963, Pallares 1975b; s.a. Bodin 1997).

#### D. Verbreitung der bekannten Diosaccidenarten:

Die Art *Amphiascoides subdebilis* wurde von verschiedenen Autoren in den unterschiedlichsten Weltgegenden gefunden, vom Mittelmeer über den Atlantik und den Bermudas bis nach Südastralien und Südpatagonien (vgl. z.B. Lang 1948, Noodt 1955, Vervoort 1964, Pallares 1975a), so daß der Fund am Kontinentalabhang keine Überraschung bot. Dagegen ist *Amphiascus minutus* eine im atlantischen und pazifischen Raum bisher nur der Nordhalbkugel verbreitete Art, deren Fundorte von Spitzbergen über das Schwarze Meer bis zu den Karolinen reichen (Vervoort 1964, Apostolov 1972, Mielke 1974, vgl. a. Bodin 1997). Die Funde am Patagonischen Schelf sind demnach als die ersten für die Südhemisphäre zu betrachten. Die beiden Arten der Gattung *Haloschizopera* wurden erstmals in der Magellanregion gefunden. *H. abyssii* ist bisher nur aus dem Peru-Graben bekannt (Becker 1974), und *H. exigua* ist nur für Norwegen und Schweden sicher dokumentiert worden (Lang 1948, Por 1964).

#### E. Verbreitung der Paranannopidenart *Pseudomesochra longifurcata*:

*P. longifurcata* ist die einzige Art der Paranannopidae, die als bekannt identifiziert wurde. Obwohl im Untersuchungsgebiet nur zwei Individuen gefunden wurden (Station 1123, Beagle-Kanal), sind sie klare Belege dafür, daß auch diese Art nicht, wie bisher zu vermuten war, auf einen begrenzten Raum in der Nordhemisphäre (Schweden, Norwegen, Schottland, vgl. Lang 1948) beschränkt ist, sondern eine viel weitere Verbreitung erfahren hat.

Die oben aufgeführten Verbreitungen der 19 bekannten Arten lassen sich abschließend wie folgt zusammenfassen: Nur drei Arten (*Laophontodes whitsoni*, *Stylicletodes longicaudatus* und *Amphiascoides subdebilis*) lassen auf eine sehr weite bis kosmopolitische Verbreitung schließen, und eine vierte Art (*Haloschizopera abyssii*), die

mit den hier registrierten Funden an nunmehr zwei Standorten gesammelt wurde, scheint zumindest auf der Südhalbkugel ein großes Areal zu besiedeln. Der große Anteil der gefundenen Arten jedoch wurde bisher nur in nördlichen Regionen der Erde gefunden, wobei für fünf Arten neben dem *Locus typicus* kein weiterer Fundort bekannt ist.

## **5. Gemeinschaftsanalytischer Stationsvergleich**

Die zusammengetragenen Ergebnisse liefern bereits recht gute Hinweise auf die Verteilung der Harpacticoida in den entsprechenden Untersuchungsgebieten wie auch über die Dominanzverhältnisse innerhalb der verschiedenen Teilgebiete. Ausführlichere Ergebnisse wurden aber von einer multivariaten Gemeinschaftsanalyse erwartet. Sie sollte Aufschlüsse darüber geben, ob der geographische Unterschied der Teilgebiete und Regionen auch hinsichtlich der Taxazusammensetzung nachvollziehbar ist. Die Gemeinschaftsanalyse sollte Aussagen darüber ermöglichen, ob benachbarte Stationen sich aufgrund ihrer Taxazusammensetzung ähnlicher sind als geographisch weit entfernte, ob es Taxon-Assoziationen gibt, die bevorzugt auftreten, ob es Stationen oder Gebiete gibt, die eine höhere Diversität aufweisen als andere, und ob die Diversität einem latitudinalen und/oder einem bathymetrischen Gradienten folgt. Die angewandten multivariaten Verfahren werden in Kap. III ausführlich dargelegt.

Der Vergleich wird auf Familien- und Artebene durchgeführt. Die Wahl der Familienebene ist notwendig, um die Antarktis mit der Magellanregion vergleichen zu können. Der Vergleich innerhalb der Magellanregion wird auf Artebene durchgeführt, weil die Artebene als einzige taxonomische Ebene reale Einheiten der Natur widerspiegelt und so das Maß an Ungenauigkeit, das durch die mehr oder weniger willkürliche Zusammenfassung von Arten zu höheren Ebenen durch den Bearbeiter besteht, minimiert.

### **5.1. Clusteranalytischer Vergleich Magellanregion - Antarktis**

#### **A. Vergleich der Stationen**

Ausgangspunkt ist die in Anhang II aufgeführte Familien-Stations-Matrix. Mit Hilfe des Cosinus-Ähnlichkeitsmaßes wurde aus ihr eine Similaritätsmatrix errechnet (s. Anhang III). Diese bildet die Grundlage für das in Abb. 15 vorgestellte Dendrogramm. Es wurde unter Anwendung der "Average-Linkage"-Clusterstrategie erstellt (vgl. Kap. III). Die Familien Harpacticidae, Leptopontiidae, Neobryidae, Superomatiemidae und Tegastidae wurden aus der Analyse ausgeschlossen. Sie treten in nur sehr geringen Häufigkeiten auf jeweils einer Station auf und können, wie ein Vorlauf zeigte, das Verteilungsbild stark beeinflussen, wobei ihre als zufällig angenommene Präsenz zu einer

Verfälschung der angenommenen Clusterbildung führen kann (vgl. den Kommentar zum "Ausreißer"-Problem in 5.3.A)

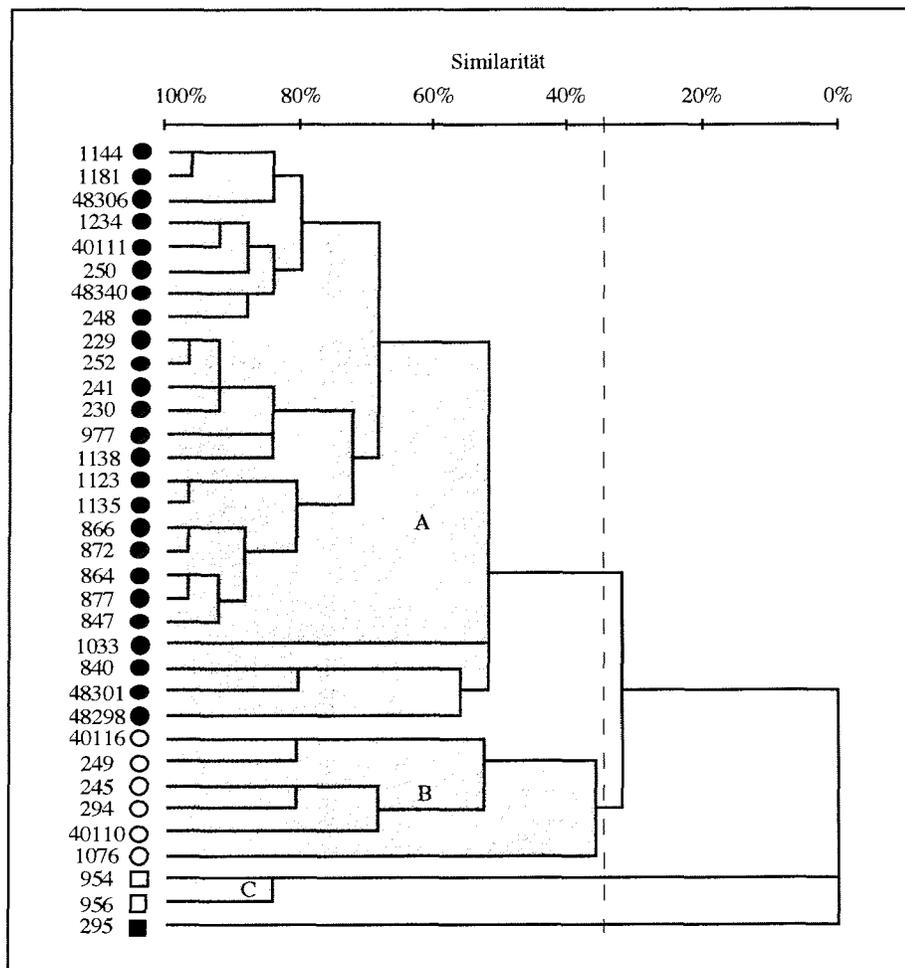


Abbildung 19: Dendrogramm der 34 Stationen aus dem gesamten Untersuchungsgebiet (quantitative Analyse mit dem Cosinus-Ähnlichkeitsmaß und der Average-Linkage-Strategie). Die oben angelegte Skala bezeichnet den Grad der Ähnlichkeit (in %). Die gestrichelte Linie bezeichnet die Clusterbildung beim ausgewählten Similaritätsgrad.

Aus dem in Abb. 19 dargestellten Dendrogramm lassen sich bei knapp über 30% Similarität drei Cluster (rosa unterlegt) erkennen. Cluster A ist eine große Agglomeration von 25 Stationen aus allen Teilgebieten und unterschiedlichen Tiefen. B setzt sich aus sechs Stationen zusammen. Auch in dieser Gruppe sind keine Hinweise auf eine Beziehung mit geographischen oder bathymetrischen Gegebenheiten zu finden. Cluster C besteht aus den beiden Stationen 954 und 956 aus der Magellanstraße. Sie stimmen

sowohl hinsichtlich ihrer Tiefen als auch hinsichtlich ihrer geographischen Position in höchstem Maße überein. Zusätzlich zu den genannten Clustern tritt Station 295 aus der Antarktis einzeln auf. Sie ist von allen übrigen Stationen völlig verschieden.

### B. Vergleich der Familiengruppen

Analog zu der oben beschriebenen "Q-Analyse", dem Stationsvergleich, wurde ebenfalls ein Vergleich der Familien vorgenommen ("R-Analyse"). Das Ergebnis wird in Abb. 20 dargestellt. Auch hier sind bei einem Ähnlichkeitsgrad von etwa 30% drei Cluster erkennbar. Cluster I faßt acht Familien zusammen, in Cluster II sind es sieben, und Cluster III besteht aus immerhin noch zwei Familien. Darüberhinaus spalten sich die beiden Familien Cerviniidae und Huntemaniidae von allen übrigen ab.

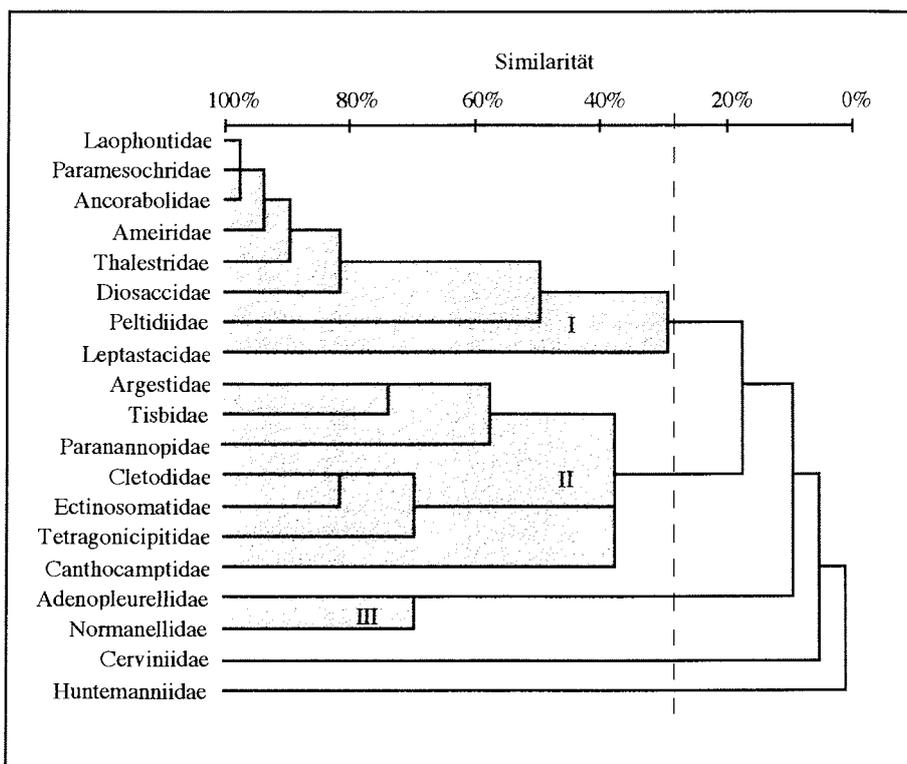


Abbildung 20: Dendrogramm der 19 Familien hinsichtlich ihrer Verteilung auf den Stationen (quantitative Analyse mit dem Cosinus-Ähnlichkeitsmaß und der Average-Linkage-Strategie). Die oben angelegte Skala bezeichnet den Grad der Ähnlichkeit (in %). Die gestrichelte Linie bezeichnet die Clusterbildung beim ausgewählten Similaritätsgrad.

### C. Die Gemeinschaftstabelle

Eine Gemeinschaftstabelle wird im Anschluß an Q- und R-Analyse erstellt, um zweierlei festzustellen: (1) ist der ausgewählte Grad der Similarität und die daraus resultierende

Tabelle 18: Gemeinschaftstabelle der Familien- und Stationscluster. Die Schattierungen stellen folgende relative Abundanzen (%) dar: weiß=0, hellgrau=0.1-10, punktiert=10.1-20, grau=20.1-30, dunkelgrau=30.1-40, schwarz=40.1->50.

Cluster	Cluster		A																	B					C														
	Familien	Stationen	1144	1181	48306	1234	40111	250	48340	248	229	252	241	230	977	1138	1123	1135	866	872	864	877	847	1033	840	48301	48298	40116	249	245	294	40110	1076	954	956	295			
I	Laophontidae																																						
	Paramesochridae																																						
	Ancorabolidae																																						
	Ameiridae																																						
	Thalestridae																																						
	Diosaccidae																																						
	Peltidiidae																																						
	Leptastacidae																																						
II	Argestidae																																						
	Tisbidae																																						
	Paranannopidae																																						
	Cletodidae																																						
	Ectinosomatidae																																						
	Tetragonicipitidae																																						
	Canthocamptidae																																						
III	Adenopleurellidae																																						
	Normannellidae																																						
	Cerviniidae																																						
	Huntemanniidae																																						

Clusterbildung sinnvoll (Gutt, 1988), und (2) aufgrund welcher Taxazusammensetzung wurden die Stationscluster zusammengefaßt. Die in Tab. 18 dargestellte Gemeinschaftstabelle läßt bei der Berücksichtigung prozentual ausgedrückter relativer Abundanzen eine sehr gute Zuordnung von Stations- und Familienclustern zu. Der große Stationscluster A wird demnach mit einer Präsenz von 73,3% vom Familiencluster II beherrscht, mit den Ectinosomatidae als klarem Indikator. Die Clustergruppe A/I weist dagegen nur eine Familienpräsenz von 43% auf, und A/III kommt nicht einmal auf 18% Präsenz der Familien. Anders verhält es sich bei Stationscluster B: Er ist mit einer Präsenz von 62,5 %, dem ausschließlichen Vorkommen der Peltidiidae und der hohen Dominanz der Ameiridae klar durch den Familiencluster I gekennzeichnet. Die Gruppierung B/II erreicht zwar ebenfalls einen hohen Präsenzwert (64,3%), kann allerdings nicht durch eine herausragend häufige Familie charakterisiert werden. Artencluster III ist hier gar nicht vertreten. Wie bei der Gruppe B/I verhält es sich auch bei Stationscluster C: Er ist klar durch den Familiencluster I gekennzeichnet, wobei jedoch die Ameiridae stark zurücktreten und die Leptastacidae in den Vordergrund rücken. Station 295 SD aus der Antarktis ist in diesem Zusammenhang schwer einzuordnen. Bezüglich der Familienpräsenz liegt sie beim Familiencluster II bei 57,1%, und das Auftreten von Vertretern der Huntemaniidae scheint sie in die Nähe von Cluster A zu stellen. Aber das Fehlen von solch charakteristischen Arten wie Argestidae und Cletodidae, sowie die nur geringe Abundanz der Ectinosomatidae macht eine solche Zuordnung unsicher. Ähnlich verhält es sich mit dem Familiencluster III und den einzelnen Taxa Huntemaniidae und Cerviniidae. Sie scheinen alle auf den Stationscluster A beschränkt zu sein, mit der oben erwähnten Ausnahme bei den Huntemaniidae und einem Auftreten der Cerviniidae in Station 1076 aus Stationscluster B. Demnach läßt sich das Ergebnis der Klassifikation folgendermaßen zusammenfassen:

Bei einem Similaritätsgrad von etwa 30% lassen sich bei einer Zahl von 19 Familien sowohl gut abgrenzbare Stations- als auch Familiencluster bilden, die bei Berücksichtigung von relativen Häufigkeiten durch bestimmte Familien gut charakterisierbar sind: A/II durch Ectinosomatidae, B/I durch Peltidiidae und Ameiridae, CI durch Leptastacidae. Station 295 SD tendiert eher zur Gruppe A/II, und auch Familiencluster III scheint dieser Gruppe näher zu stehen als einer anderen.

#### D. Geographische Verteilung der Stationscluster

Eine Übertragung der erhaltenen Stationscluster auf eine Karte ermöglicht es, die ermittelten Gemeinschaften hinsichtlich möglicher geographischer Beziehungen zu vergleichen.

Ein Vergleich auf Familienebene zeigt allerdings, was bereits bei einem Blick auf das Dendrogramm (Abb. 19) offenbar wird: Der überaus große Stationscluster A verteilt sich über das gesamte Untersuchungsgebiet (Abb. 21). Mit sieben von neun Stationen aus der

Magellanstraße, sieben von acht Stationen aus dem Beagle-Kanal, einer von drei Stationen vom Patagonischen Kontinentalabhang, allen vier Stationen von King George Island und sechs von zehn hochantarktischen Stationen dominiert der ihm zugeordnete Artencuster II klar das ganze Gebiet zwischen der Magellanregion und der Antarktis.

Es gibt nur zwei Bereiche, die gänzlich ausgenommen sind, das ist der nördlichste beprobte Bereich der MS und die Stationen vor Kapp Norvegia. Die beiden Stationen 954 und 956 aus der Magellanstraße, charakterisiert durch Artencluster I, repräsentieren offenbar ein gänzlich abgesondertes Teilgebiet, vermutlich durch die besonders ausgeprägte Präsenz der *Leptastacidae* und dem damit einhergehenden Fehlen anderer, in den angrenzenden Teilgebieten häufigen Familien (v.a. der *Ameiridae*).

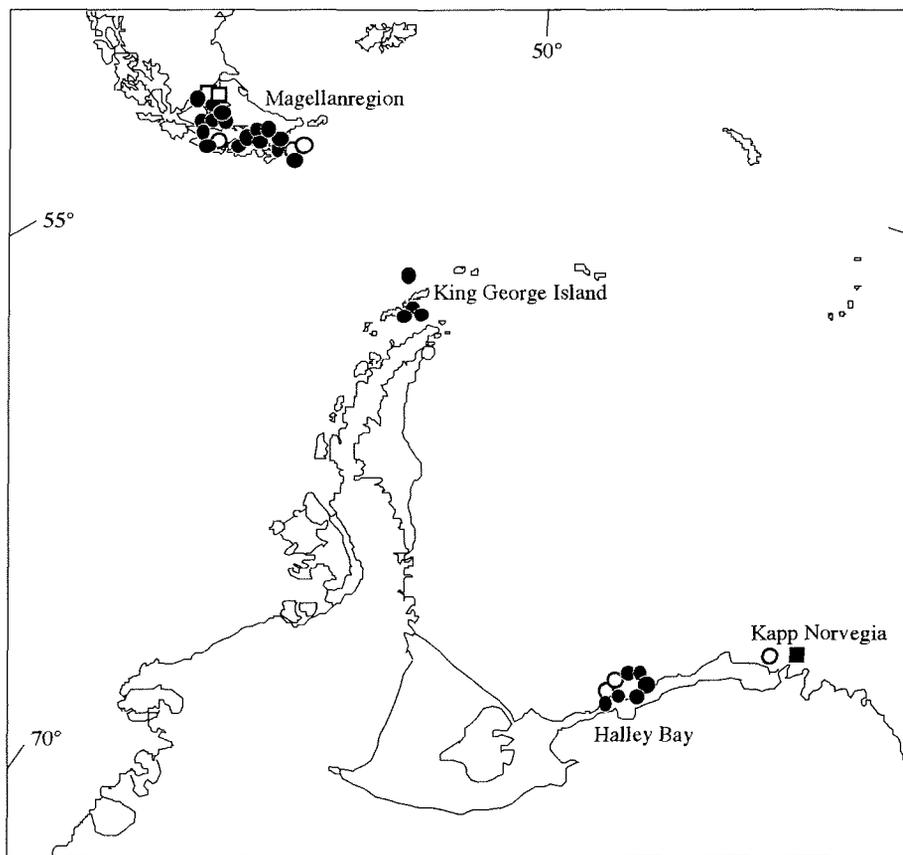


Abb. 21: Geographische Verteilung der Stationscluster nach der Gemeinschaftsanalyse mit dem Cosinus-Ähnlichkeitsmaß und der Average-Linkage-Strategie. Die Symbole und Graustufen entsprechen denen aus Abb. 19.

Kapp Norvegia ist einerseits durch die völlig isolierte Station 295 gekennzeichnet, die eine Taxakomposition aufweist, die mit keiner anderen Station so recht in Einklang zu

bringen ist (vgl. Abb. 20). Andererseits zeigt das Kapp Übereinstimmung sowohl mit der südwestlich gelegenen Halley Bay (vgl. Abb. 21) als auch mit Breichen des BC und v. a. des PCS.

## 5.2. Charakterisierung der Stationscluster anhand abiotischer Verfahren

Tab. 19: Liste der abiotischen Variablen Tiefe und Substrateigenschaften. Aufgeführt sind die Stationen und deren entsprechende Tiefe sowie die relativen Anteile (in %) an Sand, Schlick, Lehm und Geröll. "k.A."= "keine Angaben".

Station	Tiefe (m)	Sand (%)	Schlick (%)	Lehm (%)	Geröll (%)
840	123	22.3	59.43	18.27	0
847	200	50.99	39.85	9.16	0
864	550	20.15	57.86	21.99	0
866	440	11.87	65.17	22.96	0
872	351	23.87	52.55	23.58	0
877	227	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
954	79	4.98	37.3	57.72	0
956	80	0	33.88	66.12	0
977	459	2.02	67.78	30.2	0
1033	309	1.04	72.29	26.67	0
1076	346	7.2	75.04	17.76	0
1123	219	8.02	67.65	24.33	0
1135	257	0	67.53	32.47	0
1138	320	6.56	71.83	21.61	0
1144	110	0	66.23	33.77	0
1181	110	0	58.89	41.11	0
1234	100	0	70.16	29.84	0
40110	101	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
40111	1.168	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
40116	336	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
48298	239	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
48301	398	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
48306	801	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
48340	411	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
230	271	87.1	9	2.4	1.5
241	458	28.4	51	13.7	6.9
245	492	56.8	15.1	13.7	14.4
229	502	68.1	26.7	5.2	0
248	633	84.6	2.1	1.9	11.4
249	708	79	2.5	1	17.5
250	806	92.8	4.2	0.9	2.1
252	1.185	54.1	42.1	3.8	0
294	1.199	52.4	20.2	11.8	15.6
295	2.08	28.6	54.3	16	1.1

Die Probennahmen mit dem MUC dienen neben der Sammlung des Meiobenthos und anderer Organismengruppen (Kleinstalgen, Mikroorganismen) auch der Entnahme von Substrat für Analysen der Sedimentkorngröße (Granulometrie) und der anteilmäßigen Verteilung von Sand, Schlick und Ton/Lehm im Sediment.

Diese Variablen spielen bei der Zusammensetzung der Meiofauna im Sediment eine Rolle, die neben der Nahrungsverfügbarkeit und der Tiefe zu den wichtigsten gehören (vgl. Coull 1988, Giere et al. 1988, Herman & Dahms 1992, Vincx et al. 1994). Leider stehen nicht für alle Stationen granulometrische Daten zur Verfügung. Die vorhandenen abiotischen Variablen werden in Tab. 19 aufgelistet. Die Daten des EPOS-Materials wurden Herman & Dahms (1992) und Vanhove et al. (1995) entnommen. Die Daten des Materials der "Magellan Campaign" wurden mir freundlicherweise von Dr. R.L. Herman, Gent (Belgien) und von Dr. D. Gerdes (Bremerhaven) zur Verfügung gestellt.

In den folgenden Abschnitten werden die Stationscluster des gesamten Untersuchungsgebiets (vgl. Abb. 19) und die der Magellanregion (Kap. 5.3.) bezüglich der Variablen Tiefe sowie der jeweiligen Anteile an Sand, Schlick und Lehm miteinander verglichen. Diese Vergleiche erfolgen auf zwei verschiedenen Wegen. Zunächst wird auf eine Weise verfahren, die von Gutt (1988) zur weiteren Unterscheidung der Stationscluster durchgeführt wurde. Dabei werden die Werte der jeweiligen zu untersuchenden abiotischen Variablen eines Stationsclusters zusammengefaßt und durch den Medianwert ausgedrückt (Gutt 1988). So erhält man für jeden Stationscluster einen gemittelten Wert für jede Variable. Diese Mittelwerte ermöglichen einen generellen Vergleich der Stationscluster. Dazu dienen die in Tab. 19 aufgeführten Werte für die Stationen.

Nachfolgend werden die einzelnen Variablen Tiefe (Abb. 22 bis 25), Sand-, Schlick- und Lehmanteil (Abb. 26) gegen die in Abb. 19 gebildeten Stationscluster aufgetragen. Leider liegen nicht für alle Stationen Granulometriedaten vor, so daß nicht alle in die Berechnungen mit einbezogen werden konnten.

#### A. Tiefenverteilung der Stationscluster

In Anlehnung an Stiller (1996) wurde ermittelt, wie sich die einzelnen Stationscluster hinsichtlich der Tiefenverteilung ihrer Stationen charakterisieren lassen.

Abb. 22 zeigt die Tiefenverteilung der Stationen in den entsprechenden Stationsclustern A, B und C sowie der Station 295. In Abb. 23 wird die Verteilung in Cluster A verdeutlicht. Dementsprechend liegt der größte Anteil an Stationen in einem Tiefenbereich zwischen 201 und 400m und fällt mit zunehmender Tiefe ab. Zusammen mit einer Stationsgruppe, die in einem Tiefenbereich zwischen 401 und 600m liegt und den zweithöchsten Präsenzwert erreicht, ist Cluster A durch eine relative Stationspräsenz von über 60% in einem Tiefenbereich zwischen 201 und 600m gekennzeichnet.

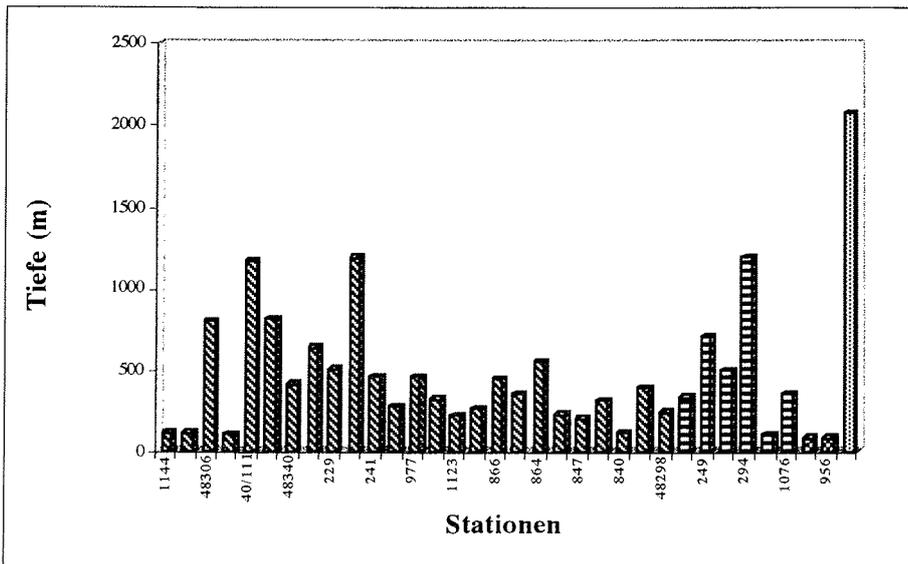


Abb. 22: Vergleich der Stationscluster des gesamten Untersuchungsgebiets hinsichtlich der Tiefenverteilung der Stationen. Cluster A = diagonal gestrichelt, Cluster B = quergestrichelt, Cluster C = grob gepunktet und Station 295 = fein gepunktet.

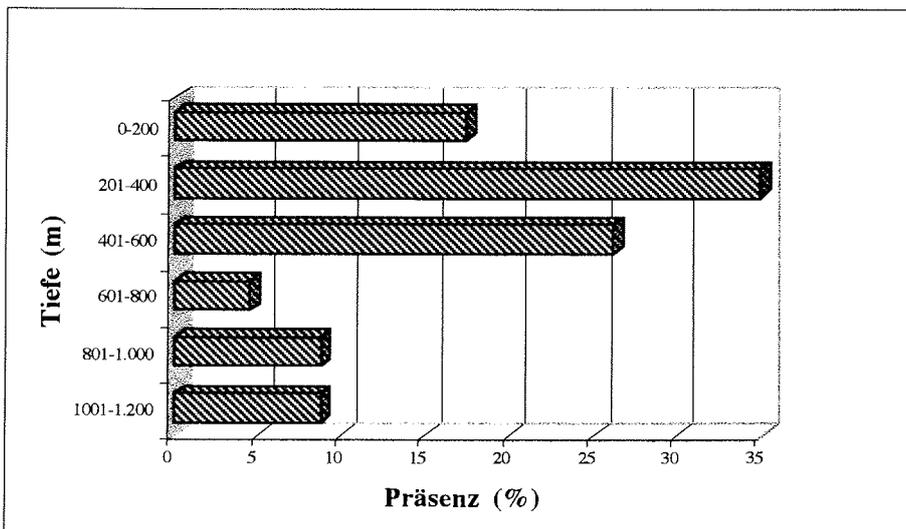


Abb. 23: Prozentuale Tiefenverteilung der Stationen aus Stationscluster A.

Auch Stationscluster B ist durch die massive relative Präsenz von Stationen im Tiefenbereich zwischen 201 und 400m gekennzeichnet (Abb. 24). Anders als in Cluster A verläuft die Verteilung der Stationen entlang den übrigen Tiefenbereichen jedoch absolut gleichmäßig, mit Ausnahme des Tiefenbereichs zwischen 801 und 1.000m, dem keine Station zugeordnet wird. Hier beschränkt sich die Verteilung der Stationen also

tatsächlich nur auf den Bereich zwischen 201 und 400m und läßt die Zusammenfassung zweier Tiefenbereiche, wie im Fall von Cluster A, nicht zu.

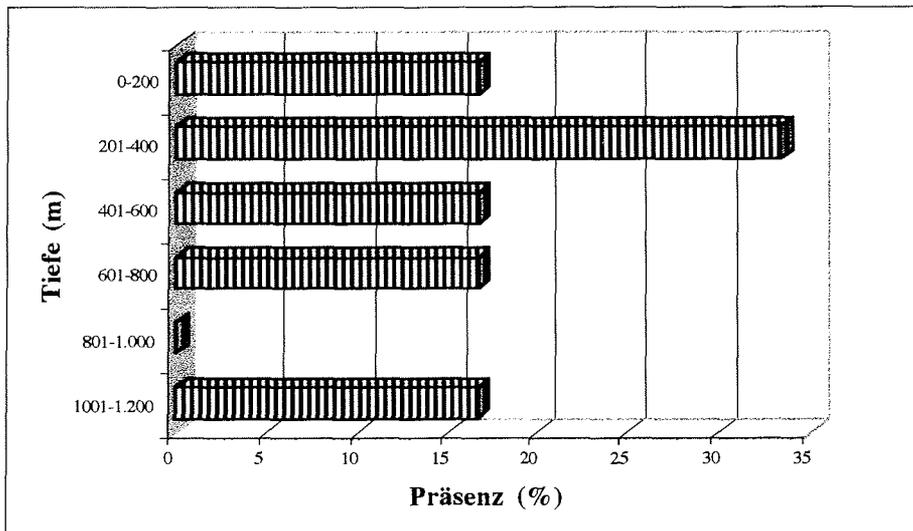


Abb. 24: Prozentuale Tiefenverteilung der Stationen aus Stationscluster B.

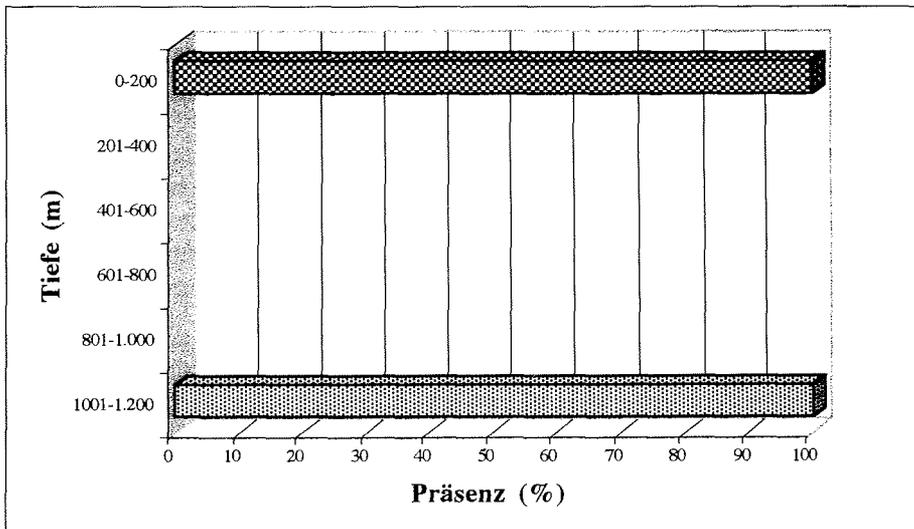


Abb. 25: Prozentuale Tiefenverteilung der Stationen aus Stationscluster C (grob gepunktet) sowie die Tiefenposition der Einzelstation 295 (fein gepunktet).

Die beiden extremsten Gruppierungen werden in Abb. 25 dargestellt. Eigentlich bildet nur Cluster C eine "Gruppierung", aber die isolierte Position von Station 295 sowohl im Dendrogramm aus Abb. 19 als auch im Ordinationsplot (Abb. 39) findet offenbar eine

Entsprechung in ihrer großen Tiefe, die ebenfalls einzigartig ist. Deshalb wird diese Station in Abb. 25 der Übersichtlichkeit halber mit aufgeführt.

Eine Charakterisierung der Stationscluster hinsichtlich der relativen Tiefenverteilung der ihnen zugehörigen Stationen läßt sich zusammenfassend folgendermaßen formulieren:

Cluster C ist eindeutig durch eine sehr geringe, und Station 295 ebenso eindeutig durch eine extrem große Tiefe gekennzeichnet. Ein wenig verschwommener präsentiert sich die Situation bei den beiden größeren Clustern A und B, aber auch sie weisen Präsenzunterschiede auf.

Während Cluster B durch die hohe Präsenz in nur einem Tiefenbereich gekennzeichnet ist (201-400m) und eine ansonsten völlig gleichmäßige Stationsverteilung aufweist (mit Ausnahme des Tiefenbereichs 801m - 1.000m), zeigt Cluster A einen offensichtlichen Gradienten in der Tiefenverteilung. Er läßt, ausgehend von einer moderaten Präsenz im flachsten Bereich, einen Anstieg erkennen, der wie bei Cluster B im Bereich zwischen 201 und 400m gipfelt und anschließend erneut abfällt. Dieser Abfall erfolgt aber nicht so drastisch wie bei Cluster B, sondern zumindest zunächst allmählich, so daß auch der Tiefenbereich zwischen 401 und 600m noch eine beachtliche relative Stationspräsenz vorweisen kann. Dann aber ist erkennbar, daß Cluster A in Tiefen ab 600m nur noch in sehr geringer Präsenz auftritt, was eine Konzentration dieses Clusters auf einen Tiefenbereich zwischen 201 und 600m vermuten läßt.

#### B. Granulometrische Verteilung der Stationscluster

Die Ergebnisse eines Vergleichs der Stationscluster hinsichtlich ihrer prozentualen Anteile an den Substratelementen Sand (2.000 bis  $62\mu\text{m}$ ), Schlick (62 bis  $4\mu\text{m}$ ) und Lehm ( $<4\mu\text{m}$ ) (Wentworth-Klassifikation, aus Buchanan 1984) lassen sich anhand der nachfolgenden Graphiken darstellen (vgl. Tab. 19). In Abbildung 26 werden - soweit verfügbar - die prozentualen Anteile an den jeweiligen Substratelementen für einzelne Stationen aufgetragen. Dadurch werden Unterschiede hinsichtlich der Substratzusammensetzung der Cluster offenbar. So scheint der Anteil an Sand in Cluster A (Abb. 26, rote Säulen) nicht allzu groß zu sein; nur bei sechs der 19 Stationen erreicht er Werte oberhalb 50%. Die Zahl von Stationen mit mäßig großen Sandanteilen (zwischen 20% und 30%) ist mit nur 4 Stationen gering. Der größte Anteil ( $>50\%$ ) wird von Stationen mit nur geringen oder gar keinen Sandanteilen gestellt. Cluster B (Abb. 26, grüne Säulen) ist durch Stationen charakterisiert, die einen überwiegend hohen Sandanteil aufweisen. Bei Cluster C (Abb. 26, blaue Säulen) spielt der Sandanteil eine verschwindend geringe Rolle, er liegt unter 10%. Station 295 (Abb. 26, graue Säule) erreicht einen mittleren Wert, der sich mit knapp unter 30% den Werten von Cluster A nähert.

Ein anderes Bild ergibt sich beim Vergleich der prozentualen Schlickanteile, die ebenfalls in Abb. 26 dargestellt sind. Es ist klar erkennbar, daß Cluster A durch einen

hohen Anteil an Substrat dieser Art gekennzeichnet ist. Dreizehn der 19 Stationen weisen einen Schlickgehalt von über 50% auf. Ihnen gegenüber präsentieren sich die Stationen von Cluster B relativ schlickfrei. Als einzige Station erreicht 1076 einen hohen Wert, die anderen drei Stationen liegen um 20% und noch darunter. Die Stationen von Cluster C sind durch einen gemäßigten Schlickanteil gekennzeichnet. Station 295 verhält sich auch in Bezug auf den vorhandenen Schlickanteil ähnlich wie Cluster A. Mit einem Anteil von knapp 55% liegt sie auf etwa dem Niveau der 13 "hochwertigen" Stationen des genannten Clusters.

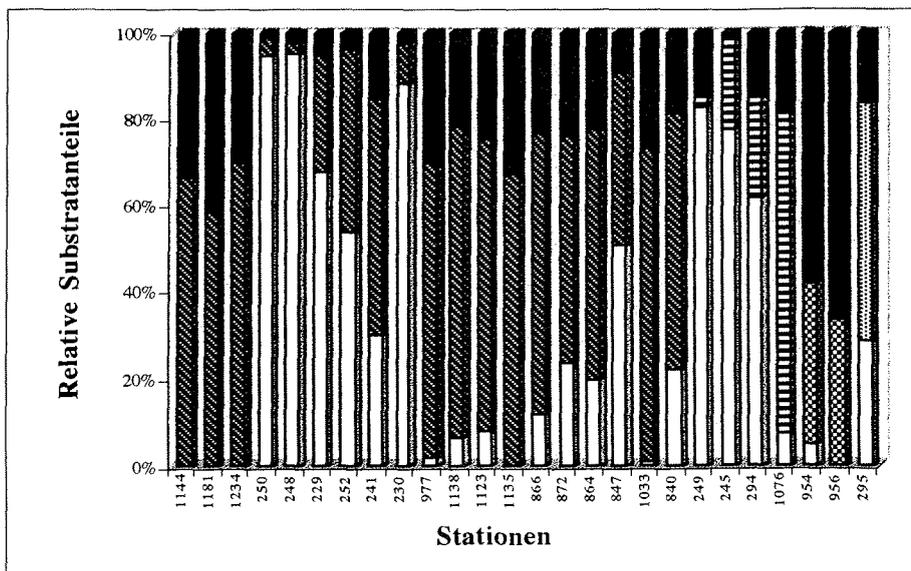


Abb. 26: Prozentuale Substratanteile in den einzelnen Stationen des Untersuchungsgebietes. Die Cluster sind wie folgt gekennzeichnet: Diagonalstriche = Cluster A, Querstriche = Cluster B, grobpunktiert = Cluster C, feinpunktiert = Station 295. Die Substratanteile sind durch die Kontraste gekennzeichnet: Sandanteile = schwarz, Schlickanteile = hell, Lehmenteile = weiß.

Die Betrachtung der relativen Lehmenteile in Abb. 26 rundet das Gesamtbild ab. Cluster A und B weisen nur geringe Lehmwerte auf, während sich Cluster C mit Werten weit über 50% durch einen hohen Gehalt an diesem sehr feinen Sedimenttyp hervorhebt. Abgesehen davon besitzen nur drei Stationen aus Cluster A Lehmenteile von etwa 30%; alle übrigen Stationen liegen mehr oder weniger deutlich darunter. So läßt sich aus der Betrachtung der Werte in Tab. 19 und Abb. 26 folgendes Bild bezüglich der Substratverteilung erstellen:

- Cluster A scheint durch Stationen repräsentiert zu sein, deren sedimentologisches Merkmal ein hoher Anteil an Sedimenten mit einer Korngröße zwischen 62 und  $4\mu\text{m}$ , das ist Schlick, darstellt;

- Cluster B ist demgegenüber durch hohe Anteile an Sedimenten mit Korngrößen zwischen 2.000 und 62 $\mu\text{m}$  gekennzeichnet, beinhaltet dementsprechend also überwiegend sandige Stationen;
- Cluster C wiederum weist hohe Anteile an lehmigen Substraten auf, mit Korngrößen unterhalb von 4 $\mu\text{m}$ ;
- Station 295 verhält sich im Vergleich mit den übrigen Stationsclustern in Bezug auf die sedimentologischen Daten ähnlich wie Cluster A: Gemäßigte Sandanteile, hohe Schlick- und mittlere Lehmwerte.

### C. Charakterisierung der Stationscluster anhand mittlerer Werte

Um die Stationen übersichtlich und zusammenfassend miteinander zu vergleichen, wurden in Anlehnung an Gutt (1988) zu allen abiotischen Variablen die Mittelwerte gebildet. Da, wie bereits mehrfach erwähnt, bedingt durch die Art der Probennahme kein Verfahren der schließenden Statistik (Signifikanztests u.a.) angewendet und somit auch keine Prüfung der Daten auf Normalverteilung durchgeführt werden kann, mußte wie bereits bei anderen Berechnungen auf den Median Z als Mittelwert zurückgegriffen werden. Die errechneten Werte der Parameter Tiefe, Sand-, Schlick- und Lehmgehalt sind in Tabelle 20 aufgelistet.

Tab. 20: Zusammenfassung der Eigenschaften der Stationscluster aufgrund der errechneten Medianwerte ihrer abiotischen Variablen. Als isolierte Station weist Station 295 natürlich keine gemittelten, sondern absolute Werte auf.

	Cluster A	Cluster B	Cluster C	St. 295
Tiefe (m)	351	372	79.5	2080
Sandanteil (%)	20.15	54.6	2.49	28.6
Schlickanteil (%)	58.89	17.65	35.59	54.3
Lehmanteil (%)	21.99	12.75	61.92	16

Aus ihr lassen sich die oben gemachten Annahmen auch auf einer allgemeineren Basis bestätigen. Zusammenfassend ergeben die Vergleiche der Stationscluster mit Hilfe der genannten abiotischen Parameter folgendes Bild: Bezogen auf die Tiefe, lassen sich die beiden Cluster A und B nicht voneinander abgrenzen. Mit Medianwerten von 351m (Cluster A; Variationsbreite  $V = 1.175\text{m}$ ) und 372m (Cluster B;  $V = 1.098\text{m}$ ) liegen sie zweifellos in sich überschneidenden Tiefenbereichen. Ihnen gegenüber klar abgegrenzt stehen aber einerseits Cluster C, der mit einem Mittelwert von 79,5m deutlich flacher ist als alle Stationen der Cluster A und B, sowie andererseits Station 295, die mit einer Tiefe von 2.080m ebenso klar tiefer liegt als alle übrigen Stationen. Eine Charakterisierung und Abgrenzung der Stationscluster mittels der granulometrischen Daten ermöglicht klare Aussagen zu allen Clustern. Cluster A ist eindeutig durch hohe Schlickanteile, Cluster B durch hohe Sand- und Cluster C durch hohe Lehmwerte charakterisierbar. Lediglich

Station 295 fällt ein wenig aus dem Rahmen. Abgesehen vom extremen Tiefenwert weist sie keinen Wert auf, der sie von allen Stationsclustern deutlich abgrenzen würde. Statt dessen scheint sie hinsichtlich ihrer granulometrischen Werte Cluster A recht nahe zu stehen.

### 5.3. Clusteranalytischer Vergleich innerhalb der Magellanregion

#### A. Vergleich der Stationen

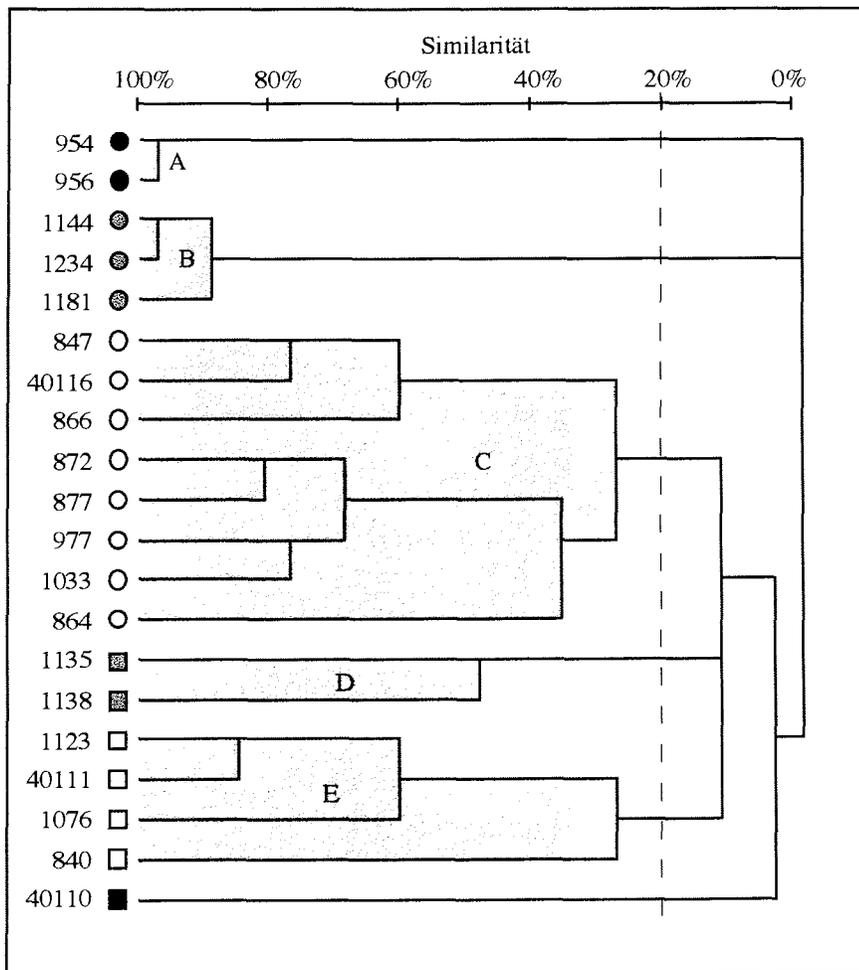
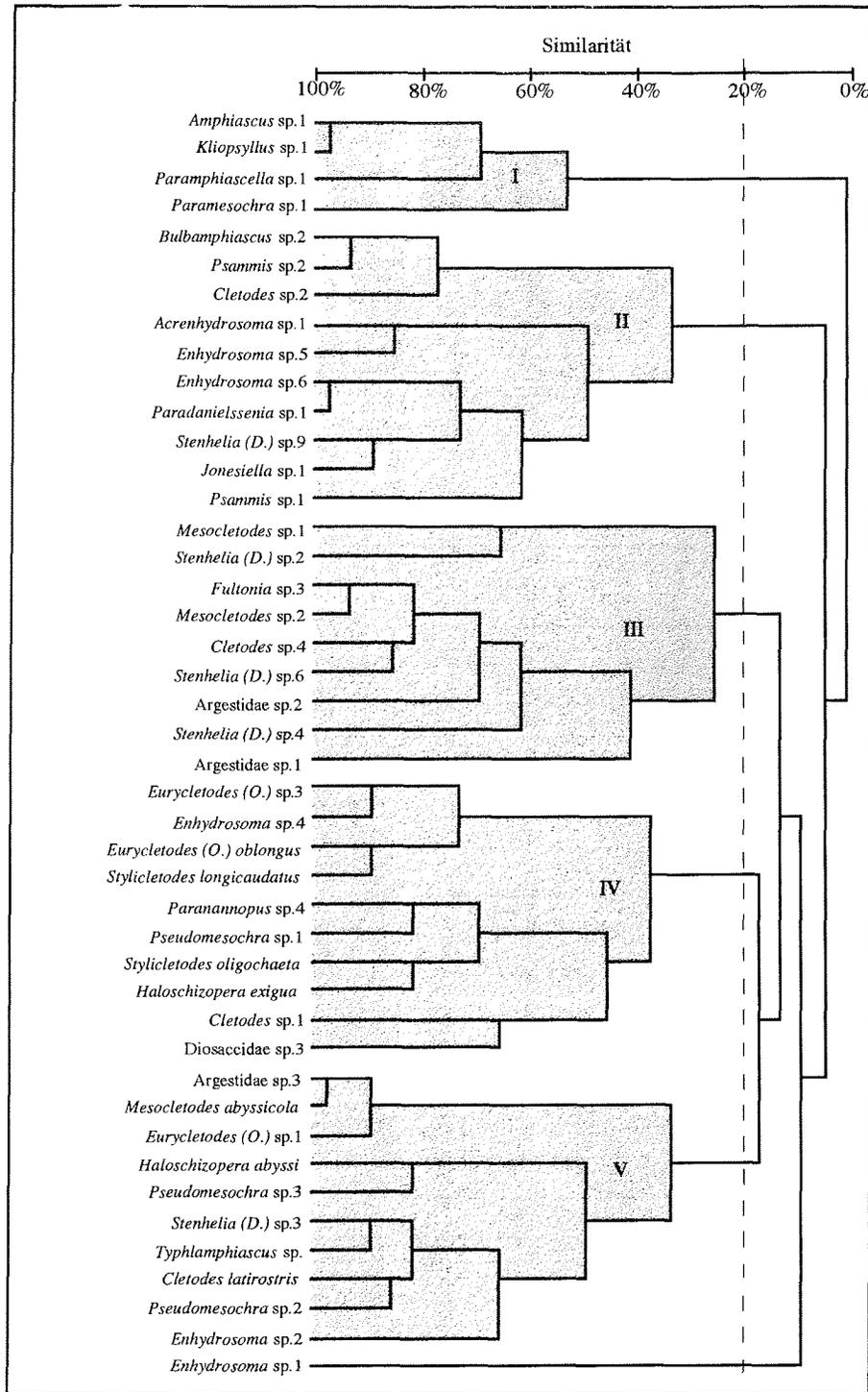


Abb. 27: Dendrogramm der 20 Stationen aus der Magellanregion (quantitative Analyse mit dem Cosinus-Ähnlichkeitsmaß und der Average-Linkage-Strategie). Die oben angelegte Skala bezeichnet den Grad der Ähnlichkeit (in %). Die gestrichelte Linie bezeichnet die Clusterbildung beim ausgewählten Ähnlichkeitsgrad.



(Gegenüberliegende Seite) Abb. 28: Dendrogramm der 44 Arten aus der Magellanregion (quantitative Analyse mit dem Cosinus-Ähnlichkeitsmaß und der Average-Linkage-Strategie). Die oben angelegte Skala bezeichnet den Grad der Ähnlichkeit (in %). Die gestrichelte Linie bezeichnet die Clusterbildung beim ausgewählten Similaritätsgrad.

Der Vergleich der 20 zur Magellanregion zählenden Stationen - neun aus der Magellanstraße, acht aus dem Beagle-Kanal und drei vom Patagonischen Kontinentalabhang - ergibt das in Abb. 20 dargestellte Bild. Für das erstellte Dendrogramm wurden in Anlehnung an Winkler (1994) in einem Vorlauf die sogenannten "Ausreißerarten" ermittelt. Dabei handelt es sich um Arten, die nur sehr selten im Bearbeitungsgebiet auftraten und auf nur einer oder zwei Stationen vorkommen. Die "Ausreißer" wurden aus dem Datensatz entfernt, was zu einer Reduktion der Arten-Stations-Matrix von 122 auf nur noch 44 Arten führte.

Die Entfernung von "Ausreißern" ist eine bis heute offensichtlich unstrittene Vorgehensweise. Sie bietet sowohl Vor- als auch Nachteile, weshalb die Möglichkeit ihrer Durchführung ebenso wie die Wahl des Similaritätskoeffizienten und der Cluster-Strategie erst nach einer gewissenhaften Beurteilung des Datensatzes erwogen werden sollte. Während Autoren wie Gray (1984), Gutt (1988) und Winkler (1994) eine Eliminierung von Ausreißern für sinnvoll halten, erachtet beispielsweise Voß (1988) das Belassen auch seltener Arten für notwendig. Begründet wird die Eliminierung von Ausreißerarten damit, daß es sich dabei um seltene Arten handelt, deren Auftreten zufällig registriert wird. Die Similaritätsanalyse würde diesen Arten, die aufgrund ihrer geringen Präsenz für eine Charakterisierung einer Gemeinschaft nur eine untergeordnete Rolle spielen, eine zu hohe Bedeutung beimessen (Gutt, 1988). Darüberhinaus könnte das zufällige gemeinsame Auftreten solch seltener Arten zu einer Verfälschung der Resultate führen. Dagegen gelten für Voß (1988) gerade die seltenen Arten als für eine Station charakteristisch, im Gegensatz zu den, wie er sie nennt, "dominanten Generalisten" (Voß, 1988, S. 124). Sie sollten von daher in der Matrix belassen werden. In Zweifelsfällen ist ein sogenannter "Vorlauf", eine Clusteranalyse unter Berücksichtigung aller Arten sinnvoll. Neben der Ermittlung von Ausreißern (vgl. Winkler, 1994) kann sie mit der anschließend erfolgenden Analyse mit reduzierter Matrix verglichen werden. So ist schnell erkennbar, ob sich die Eliminierung als sinnvoll erwiesen hat.

Das Ergebnis der Analyse ergibt bei der Nutzung von 44 Arten und einem gewählten Ähnlichkeitsgrad von 20% die Bildung der in Abb. 27 rosa eingefärbten 5 Stationscluster A bis E.

Die Clusterbildung läßt unschwer geographische Unterschiede erkennen. Die beiden Cluster A und C lassen sich zwanglos der Magellanstraße zuordnen, auch wenn Cluster C zwei "ortsfremde" Stationen beinhaltet: Die Beagle-Kanal-Station 1033 und die Kontinentalhang-Station 40116. Ebenso gut lassen sich die Stationen des Beagle-Kanals zusammenfassen, sie stehen in den Clustern B und D den übrigen Gruppen gegenüber. Dagegen ist Cluster E eine Anhäufung der unterschiedlichsten Stationen, und die Kontinentalabhangsstation 40110 steht allen Clustern gegenüber, womit festgestellt werden kann, daß der Patagonische Kontinentalabhang durch keine Clusterbildung gekennzeichnet wird. Obwohl alle drei Stationen geographisch einander sehr nahe stehen, sind die Unterschiede zwischen ihnen offensichtlich größer als zwischen ihnen und Stationen des Beagle-Kanals oder der Magellanstraße. Die Ausnahmesituation von Station 40110 wird auch anhand von nur 44 Arten aus den sechs ausgewählten Familien belegt.

## B. Vergleich der Artengruppen

Ein Vergleich der 44 Arten bezüglich ihres Auftretens auf den Stationen ergibt das in Abb. 28 dargestellte Dendrogramm. Bei einem Ähnlichkeitsgrad von 20% sind fünf Cluster auszumachen (I - V). Cluster II, IV und V weisen jeweils 10 Arten auf, Cluster III ist durch neun Arten gekennzeichnet, und der kleinste Cluster ist der erste mit nur vier Arten. Allen fünf Gruppen steht die Art *Enhydrosoma* sp.1 gegenüber.

## C. Die Gemeinschaftstabelle

Wie beim Vergleich der Magellanregion/Antarktis auf Familienebene, soll auch für den Vergleich innerhalb der Magellanregion die Erstellung einer Gemeinschaftstabelle genauere Informationen darüber liefern, ob zwischen den Ergebnissen der Q- und der R-Analyse auf Artebene ein Zusammenhang besteht, d.h. ob sich in den ermittelten Stationsclustern bestimmte Artencluster wiederfinden lassen und ob die Wahl des Similaritätsgrads von 20% überhaupt sinnvoll ist. Die erstellte Gemeinschaftstabelle wird in Tab. 21 dargestellt. Sie läßt unschwer eine Beziehung zwischen den einzelnen Stations- und entsprechenden Artenclustern erkennen, wobei es allerdings teilweise zu Überschneidungen kommt. Ein Beispiel dafür bietet gleich der erste Artencluster I: Er kann problemlos dem Stationscluster A zugeordnet werden, allerdings nur aufgrund der Tatsache, daß die Art *Paramesochra* sp.1 mit einer relativen Abundanz von 100% auf den Stationen 954 und 956 vertreten ist. Mit Ausnahme von der einzeln stehenden Station 40110, auf der *Paramesochra* sp.1 ebenfalls, wenn auch nur in einer sehr geringen Häufigkeit auftritt, ist sie in der ganzen übrigen Magellanregion nicht vertreten. Außer zu Stationscluster A läßt sich Artencluster I auch sehr gut der Station 40110 zuordnen. Diese Station, die bei einem sehr geringen Similaritätsmaß bereits von allen anderen Stationen der Magellanregion abgegrenzt wird, weist zwar keine solch hohen relativen Abundanzen wie der Stationscluster A auf, kann aber für sich in Anspruch nehmen, mit einer relativen Artenpräsenz von 100% alle Arten des Artenclusters I zu beinhalten. Eine solche Überschneidung von Stationen und Stationsclustern ist in Bezug auf Stationscluster B nicht zu beobachten. Mit einer relativen Artenpräsenz von 73,3% und der klaren Dominanz der Art *Enhydrosoma* sp.6 wird ihm eindeutig und ausschließlich der Artencluster II zugeordnet. Das gleiche gilt, wenn auch durch das Fehlen einer eindeutigen Charakterart (hier käme evtl. *Stenhelia* (D.) sp.6 in Frage), für Stationscluster D, der mit einer relativen Artenpräsenz von 77,7% klar durch den Artencluster III gekennzeichnet ist. Eine solch hohe relative Artenpräsenz erreicht Stationscluster C zwar nicht, aber mit immerhin 42,5% und der klaren Dominanz von *Typhlamphiascus* sp. kann man ihm ohne Schwierigkeiten den Artencluster V zuordnen. Und auch Stationscluster E kann durch einen zuzuordnenden Artencluster charakterisiert werden. Artencluster IV weist dort seine höchste relative Präsenz auf, wobei allerdings

Tab. 21: Gemeinschaftstabelle der Arten- und Stationscluster.

Cluster	Cluster		A			B			C						D		E			Station			
	Art	Station	954	956	1144	1234	1181	847	40/116	866	872	877	977	1093	864	1135	1138	1123	40/111		1076	840	40/110
I	<i>Amphiascus</i> sp.1																						
	<i>Ktiopsyllus</i> sp.1																						
	<i>Paramphiascella</i> sp.1																						
	<i>Paramesochra</i> sp.1																						
II	<i>Bulbamphiascus</i> sp.2																						
	<i>Psamnis</i> sp.2																						
	<i>Cletodes</i> sp.2																						
	<i>Acrenhydrosoma</i> sp.1																						
	<i>Enhydrosoma</i> sp.5																						
	<i>Enhydrosoma</i> sp.6																						
	<i>Paradanielssenia</i> sp.1																						
	<i>Stenhelia</i> (D.) sp.9																						
	<i>Jonesiella</i> sp.																						
	<i>Psamnis</i> sp.1																						
III	<i>Mesocletodes</i> sp.1																						
	<i>Stenhelia</i> (D.) sp.2																						
	<i>Fultonia</i> sp.3																						
	<i>Mesocletodes</i> sp.2																						
	<i>Cletodes</i> sp.4																						
	<i>Stenhelia</i> (D.) sp.6																						
	<i>Argestidae</i> sp.2																						
	<i>Stenhelia</i> (D.) sp.4																						
	<i>Argestidae</i> sp.1																						
IV	<i>Eurycletodes</i> (O.) sp.3																						
	<i>Enhydrosoma</i> sp.4																						
	<i>E. (O.) oblongus</i>																						
	<i>S. longicaudatus</i>																						
	<i>Paranannopus</i> sp.4																						
	<i>Pseudomesochra</i> sp.1																						
	<i>S. oligochaeta</i>																						
	<i>H. exigua</i>																						
	<i>Cletodes</i> sp.1																						
	<i>Diosaccidae</i> sp.3																						
V	<i>Argestidae</i> sp.3																						
	<i>M. abyssicola</i>																						
	<i>Eurycletodes</i> (O.) sp.1																						
	<i>H. abyss</i>																						
	<i>Pseudomesochra</i> sp.3																						
	<i>Stenhelia</i> (D.) sp.3																						
	<i>Typhlamphiascus</i> sp.																						
	<i>Cletodes latirostris</i>																						
	<i>Pseudomesochra</i> sp.2																						
	<i>Enhydrosoma</i> sp.1																						
<i>Enhydrosoma</i> sp.2																							

Rel. Abundanzen (%): weiß=0, hell feinpunkt.=0.1-10, hell grobpunkt.=10.1-20, hellgr.=20.1-30, dunkelgr.=30.1-40, grau=40.1-50, längsgestr.=50.1-60, hochgestr.=70.1-80, dunkelpunkt.=80.1-90, schwarz=>90.

anzumerken ist, daß die Charakterisierung von Stationscluster E die wohl undeutlichste ist. Keine Art dominiert, und die hohe relative Präsenz wird nur dadurch erreicht, daß Station 1123 durch das Auftreten aller Arten des Artenclusters IV gekennzeichnet ist, auf den anderen Stationen treten nur drei der zehn Arten auf. Hier verwischen sich die Grenzen zu Stationscluster C, bei welchem der Artencluster IV durch eine höhere relative Artenpräsenz und durch die klare Dominanz der Art *Haloschizopera exigua* vertreten ist. So ergibt sich zusammenfassend folgende Gruppierung:

- A/I, und dazu Station 40110/I;
- B/II
- C/V
- D/III
- E/IV, aber nur sehr verschwommen

Die Art *Enhydrosoma* sp.2 steht zwar isoliert, aber aus Tab. 21 ist erkennbar, daß sie dem Stationscluster C zugeordnet werden sollte. Nur in den ihm zugehörigen Stationen tritt sie überhaupt auf, und es ist außerdem gut zu erkennen, daß sie auf die südliche Magellanstraße beschränkt zu sein scheint.

#### D. Geographische Verteilung der Stationscluster

Im Gegensatz zur Clusteranalyse auf Familienebene ist bei der Untersuchung auf Artebene bereits im Dendrogramm eine Beziehung zwischen auftretenden Gemeinschaften und ihrer geographischen Lage erkennbar.

Stationscluster A ist (wie bereits bei der Untersuchung auf Familienebene) klar und vollkommen von allen anderen abgegrenzt (Abb. 29). Auch der Stationscluster B kann eindeutig einem Gebiet zugeordnet werden, nämlich dem Bereich des südöstlichen Beagle-Kanals. Die Stationen aus Cluster C entstammen ebenfalls vornehmlich einem Teilgebiet, der Magellanstraße. Sechs der acht Stationen liegen im südlichen und mittleren Bereich des Paso Ancho, und der Grund, weshalb die BC-Station 1033 dem Cluster hinzugefügt wurde, liegt in der massiven Präsenz der Art *Typhlamphiascus* sp., die sich fast ausschließlich auf den Cluster C beschränkt und als einzige der untersuchten Arten in Station 1033 auftritt (vgl. a. Tab. 21).

Die Zuordnung der Station 40116 erfolgt offensichtlich ebenfalls aufgrund des Auftretens von *Typhlamphiascus* sp.. Dieser Zuordnung ist allerdings unsicher, denn die Station weist durchaus Arten auf, die häufiger als *Typhlamphiascus* sp. auftreten und anderen Artenclustern zugeordnet sind. *Haloschizopera exigua*, die zum Artencluster IV gehört (vgl. Tab. 21), ist beispielsweise massiv auf Station 40116 vertreten, und *Amphiascus* sp. aus dem Artencluster I tritt ebenfalls häufig auf, zudem noch begleitet von *Kliopsyllus* sp.1 aus der gleichen Gruppierung. Hier zeigt sich, daß die Zuordnung der Artencluster zu den Stationsclustern aufgrund der Gesamterscheinung erfolgt, und

Station 40116 demonstriert die Unstimmigkeiten bezüglich der Zuordnung einzelner Stationen.

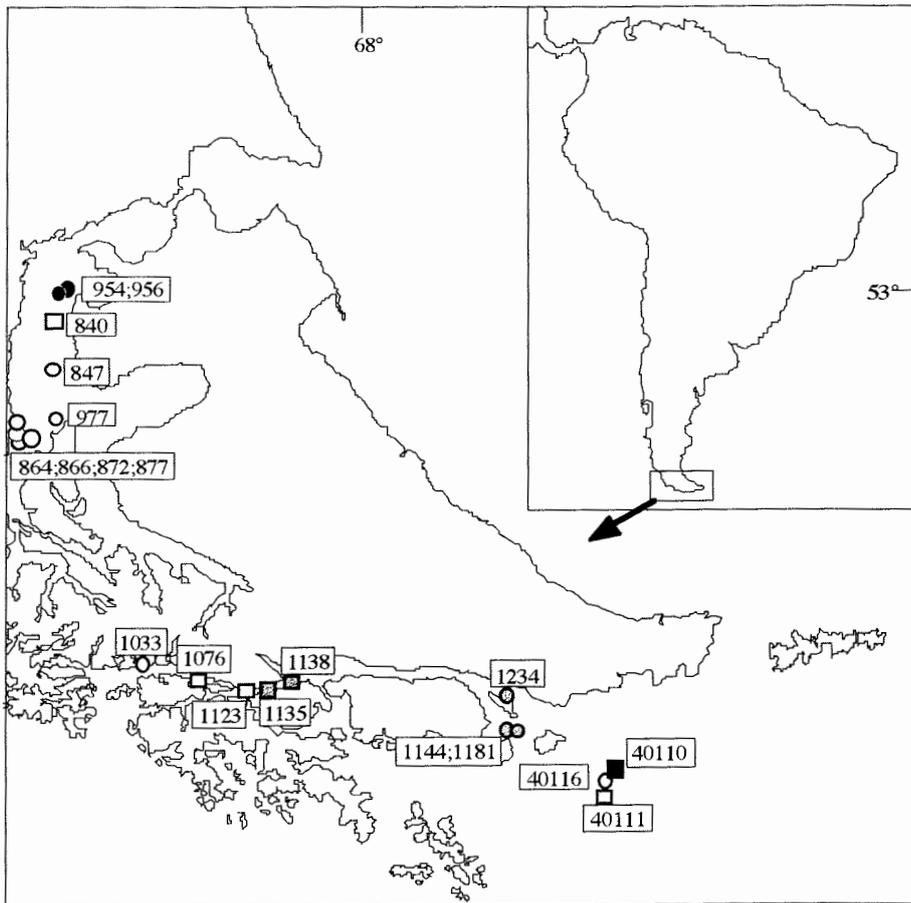


Abb. 29: Geographische Verteilung der Stationscluster nach der Gemeinschaftsanalyse mit dem Cosinus-Ähnlichkeitsmaß und der Average-Linkage-Strategie. Die Symbole und Graustufen entsprechen denen aus Abb. 20.

Stationscluster D besteht aus den beiden Stationen 1135 und 1138. Sie stehen in unmittelbarer Nachbarschaft und lassen sich durch die starke Präsenz von Artencluster III sehr gut von allen anderen Stationen abgrenzen, eine Eigenschaft, die sie v.a. mit Stationscluster B teilen. Demgegenüber weist Cluster E ähnliche Ungereimtheiten auf wie Cluster C. Die ihm zugeordneten vier Stationen stammen aus allen Teilgebieten, liegen dementsprechend weit auseinander und weisen, wie bereits oben unter Abschnitt C erläutert, kaum Gemeinsamkeiten auf.

Gänzlich isoliert steht Station 40110 am Patagonischen Kontinentalabhang. Trotz ihrer Übereinstimmung mit der benachbarten Station 40116 hinsichtlich des Auftretens der Arten *Amphiascus* sp. und *Kliopsyllus* p.1 sowie der Tatsache, daß sie als einzige

Station außer den beiden MS-Stationen 954 und 956 die Art *Paramesochra* sp.1 aufweist, kann sie letztlich keinem Stationscluster zugeordnet werden. Der Grund ist vermutlich in der 100%igen Übereinstimmung mit dem Artencluster I zu suchen, die nur bei dieser Station auftritt. So lassen sich bei vier der fünf Stationscluster mäßig gute bis gute Übereinstimmungen mit den geographischen Positionen der entsprechenden Stationen erkennen.

#### **5.4. Charakterisierung der Stationscluster anhand abiotischer Variablen**

Der Vergleich der Stationscluster des gesamten Untersuchungsgebietes hinsichtlich der abiotischen Variablen und die sich daraus ergebenden Zuordnungen der Stationscluster zu verschiedenen Substrattypen läßt einen analogen Vergleich auch für die Cluster der Magellanregion sinnvoll erscheinen. Obwohl dazu auf einen Teil eben jener Daten zurückgegriffen wird, die bereits einer Analyse unterzogen wurden, ist die Konstellation der Stationscluster bei der Untersuchung auf Artebene eine andere als die bei der Similaritätsanalyse auf Familienniveau. Aufgrund detaillierter Datensätze (Arten-Stations-Matrix) erfolgt auf Artebene eine andere Gruppierung und Ordination der Stationen als auf Familienebene. Stationen, die bei letztgenannter Untersuchung weit voneinander entfernt plaziert sind, werden auf Artniveau plötzlich zu engen Nachbarn und umgekehrt, wie ein vergleichender Blick auf die Dendrogramme in den Abb. 15 und 20 unschwer verrät. Die folgenden Auswertungen und Ergebnisse basieren auf den Daten aus Tab. 19. Sie entspringen in gewissem Sinne lediglich einer Umsortierung und Neustrukturierung, die aufgrund der Clusterbildung unter Berücksichtigung der herangezogenen Arten erfolgte. Darüberhinaus wird das von ter Braak (1988) entwickelte Programm CANOCO, mit dessen Hilfe eine Ordination der Stationen entlang der in einem Koordinatensystem als Vektoren aufgetragenen abiotischen Variablen möglich ist, angewandt. Beide Verfahren sollen vergleichend interpretiert werden.

##### **A. Tiefenvergleich der Stationscluster**

Abb. 30 zeigt die Tiefenverteilung der Stationen innerhalb der entsprechenden Cluster. Daraus ist zu ersehen, daß es, wie bereits im Vergleich aller Stationen des Untersuchungsgebiets, keine klare Trennung der einzelnen Cluster hinsichtlich der Tiefe gibt. Dagegen scheinen Cluster A und B etwa im selben Tiefenbereich zu liegen (<200m), und dasselbe gilt für die Cluster C und D (200 - 400m). Hierbei ist zu bemerken, daß Cluster C in tiefere Regionen tendiert; drei der acht Stationen liegen in Tiefen zwischen 400 und 500m. Cluster D präsentiert eine völlig heterogene Tiefenverteilung seiner Stationen, die Streuung liegt zwischen <200m und >1.000m. Die Einzelstation 40110 muß bezüglich ihrer Tiefe den Clustern A und B zugeordnet werden. Abb 26 bis 28 verdeutlichen die Tiefenverteilung der einzelnen Stationscluster. Um mögliche Unterschiede zwischen den einzelnen Clustern besser hervorheben zu können, wurden

die Tiefen in Bereiche von 100m Spannweite untergliedert und nicht wie im Fall der Bearbeitung aller Stationen im Untersuchungsgebiets in 200m-Abschnitte (vgl. 5.3.1.).

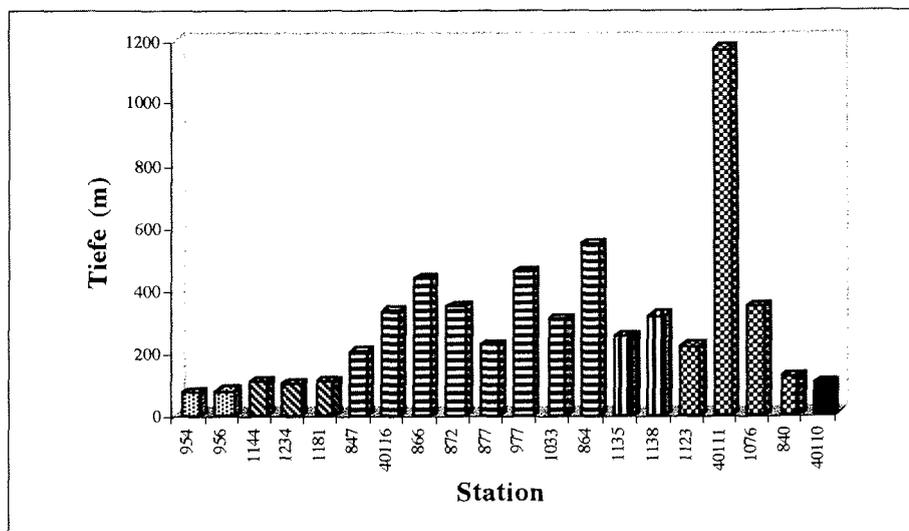


Abb. 30: Vergleich der Stationscluster der Magellanregion hinsichtlich der Tiefenverteilung der Stationen. Cluster A = fein punktiert, Cluster B = diagonal schraffiert, Cluster C = quergestreift, Cluster D = längsgestreift, Cluster E = grob punktiert und Station 40110 = schwarz.

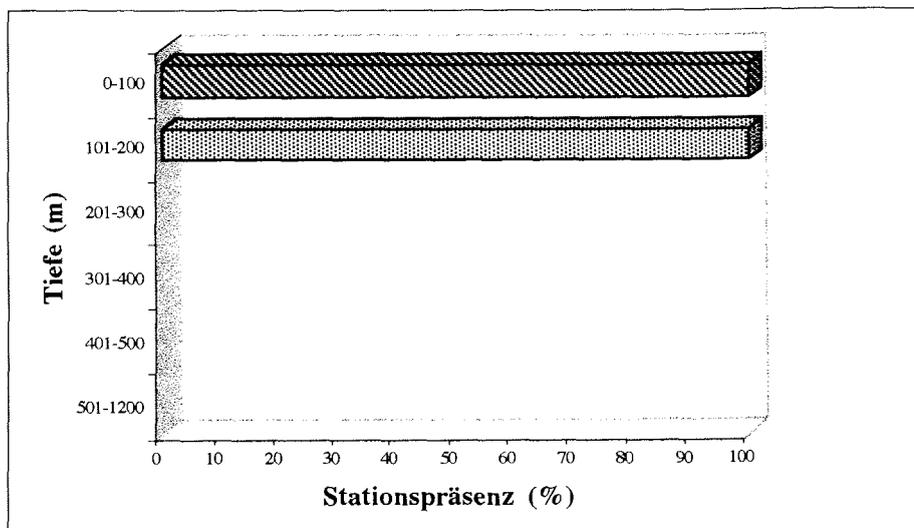


Abb. 31: Prozentuale Tiefenverteilung der Stationscluster A (diagonal schraffiert) und B (fein punktiert).

Die Tiefenverteilung der Stationscluster läßt sich folgendermaßen zusammenfassen:

- Cluster A ist ausschließlich auf einen Tiefenbereich zwischen 0 und 100m beschränkt (Abb 31);

- Cluster B zeigt ebenfalls eine exklusive Verbreitung auf einen Tiefenbereich, und zwar auf den zwischen 101 und 200m (Abb. 31);
- Obwohl Cluster C der größte Stationscluster in der Magellanregion ist, zeigt er eine recht homogene Tiefenverteilung (Abb. 32). Geringe Tiefenverbreitung erfährt dieser Cluster in flacheren Bereichen. Sein Maximum erreicht er zwischen 301 und 400m, aber bis 500m ist er noch recht stark vertreten, so daß man annehmen kann, sein Verbreitungsschwerpunkt liegt in einem Tiefenbereich zwischen 301 und 500m;

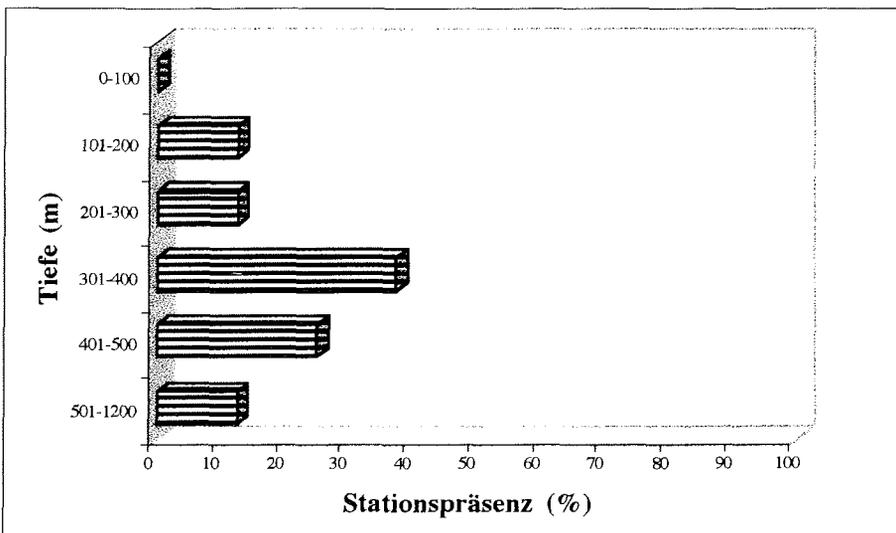


Abb. 32: Prozentuale Tiefenverteilung der Stationen von Stationscluster C.

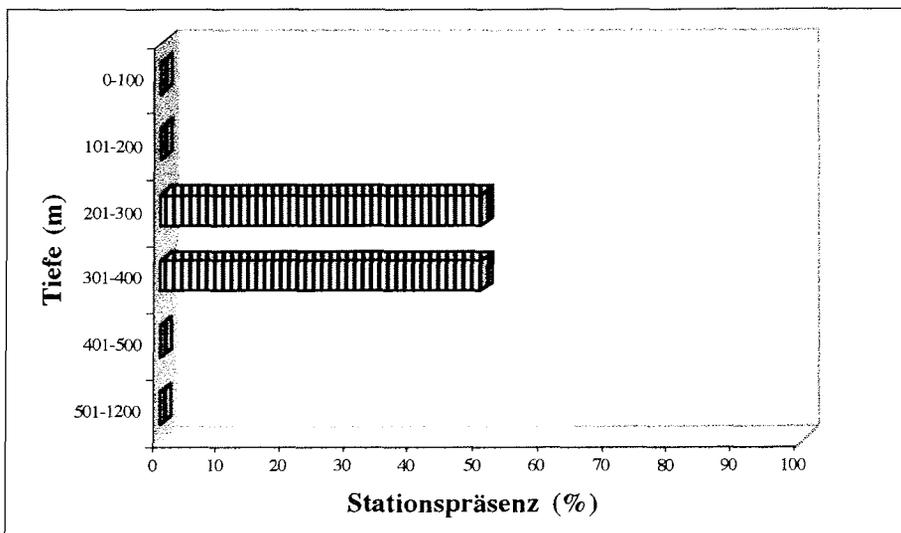


Abb. 33: Prozentuale Tiefenverteilung der Stationen von Stationscluster D.

- Ein klares Verbreitungsbild, das sich allerdings über zwei Tiefenbereiche erstreckt, zeigt Cluster D (Abb. 33). Er konzentriert sich offensichtlich auf einen Tiefenbereich zwischen 201 und 400m.
- Demgegenüber weist Cluster E eine vollkommene Heterogenität bezüglich seiner Tiefenverteilung auf (Abb. 34). Jede der vier Stationen dieses Clusters gehört einem anderen Tiefenbereich an, und die Streuung reicht von 123m bis 1.168m (vgl. Tab. 19). Unter 100m findet man keine Station, und auch zwischen 401 und 500m tritt keine Station in Erscheinung. Man ist geneigt, somit eine Verbreitung vornehmlich in einem Tiefenbereich zwischen 101 und 400m anzunehmen, aber die Zuordnung von Station 40111 (Tiefe: 1.168m) zu diesem Cluster läßt eher die Vermutung aufkommen, daß hier keine bevorzugte Tiefenverbreitung besteht.

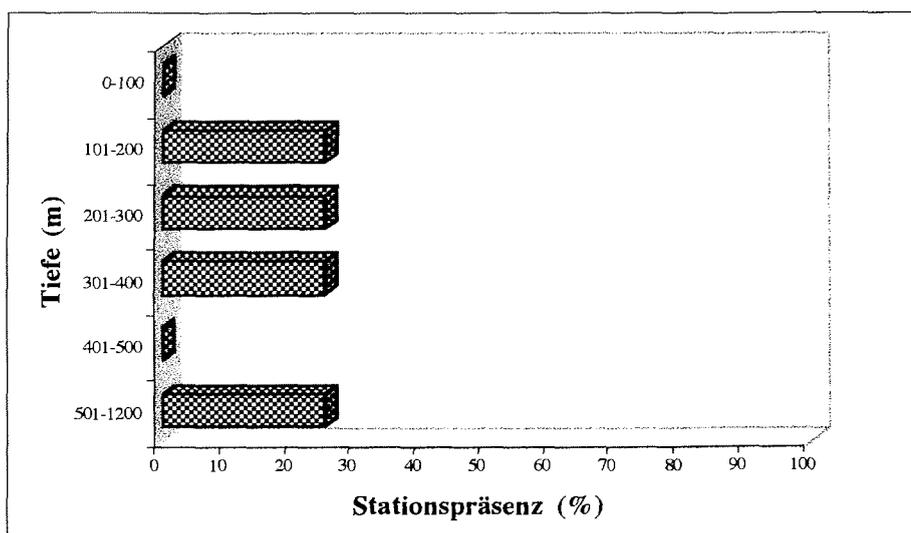


Abb. 34: Prozentuale Tiefenverteilung der Stationen von Stationscluster E.

Zusammenfassend läßt sich der Einfluß der Variable "Tiefe" für die Stationscluster innerhalb der Magellanregion nicht klar belegen. Obwohl es gewisse Tendenzen hinsichtlich eines bevorzugten Tiefenbereichs einzelner Cluster zu geben scheint, ist die Tiefenverteilung der ihnen zugeordneten Stationen zu heterogen (vgl. Cluster C, E), sofern nicht überhaupt zu wenige Stationen vorhanden sind, um Aussagen hinsichtlich der Tiefe sinnvoll zu begründen. Von daher vermag diese Variable allein die Clusterbildung nicht zu erklären. Obwohl die hier vorgebrachten Zweifel hinsichtlich der Aussagekraft ermittelter Unterschiede auch für die folgenden abiotischen Variablen gelten, ist ein klareres Bild durch die kombinierte Interpretation all dieser Variablen denkbar, weshalb nachfolgend die granulometrischen Daten aufgearbeitet werden.

### B. Granulometrische Verteilung der Stationscluster

Wieder dienen wie bereits beim Vergleich des gesamten Untersuchungsgebiets die drei Substratelemente Sand, Schlick und Lehm als zu messende Variablen. Vorweg kann schon gesagt werden, daß erste Eindrücke kein solch klares Bild vermitteln, wie es für das ganze Untersuchungsgebiet der Fall war. Die Verteilungen der einzelnen Substrattypen auf den Stationen werden in Abb. 35 präsentiert. Es ist anzumerken, daß für die granulometrischen Daten keine Angaben für alle Stationen vorliegen und somit nicht alle berücksichtigt werden konnten. Damit liegen gewisse Ungenauigkeiten vor.

Abb. 35 läßt erkennen, daß Schlick der dominierende Substrattyp in der gesamten Magellanregion ist, was die unter IV.4.3 gemachten Angaben eines überwiegend schlammigen Sediments sowohl in der Magellanstraße als auch im Beagle-Kanal bestätigt. Bis auf Station 847 aus Cluster C gibt es keine Station, bei der Schlick nicht der überwiegende Substrattyp ist, und nur drei der 16 verglichenen Stationen liegen unterhalb von 50% Schlickanteil. Demgegenüber ist zu beobachten, daß Sand den insgesamt geringsten Anteil des Substrats ausmacht. In Cluster C und Cluster E steigen zwar vereinzelt die Werte der Sandanteile an, aber Cluster A und D weisen nur sehr geringe Sandwerte auf, und in Cluster B fehlt Sand völlig.

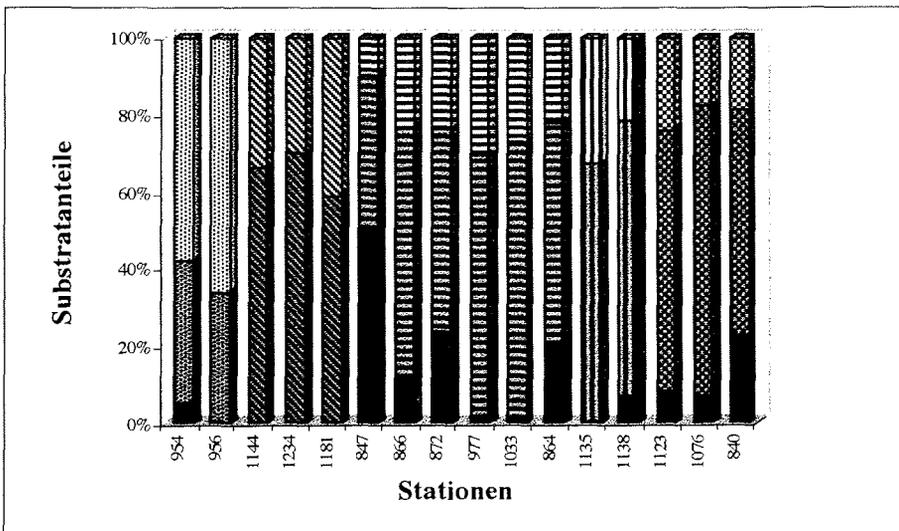


Abb. 35: Prozentualer Substratanteil in den einzelnen Stationen der Magellanregion. Die Cluster sind wie folgt gekennzeichnet: Cluster A = feinpunktiert, Cluster B = diagonal schraffiert, Cluster C = quergestreift, Cluster D = längsgestreift, Cluster E = grobpunktiert. Die Substratanteile sind durch die Kontraste gekennzeichnet: Sandanteile = schwarz, Schlickanteile = hell, Lehmanteile = weiß.

Eine Zuordnung der Cluster hinsichtlich bestimmter Substrattypen erweist sich als schwierig und nicht sehr eindeutig. Die Cluster B bis E haben alle einen relativ hohen Schlickanteil gemeinsam. Das unterscheidet sie von Cluster A, bei dem der Schlickanteil

zugunsten von hohen Lehmwerten stark zurücktritt. Innerhalb des Komplexes der Cluster B bis E wird es dagegen schwierig, einzelne Cluster aufgrund ihres Substrates eindeutig gegeneinander abzugrenzen. Dies gelingt einzig bei Cluster B, der sich durch das völlige Fehlen von Sand auszeichnet. Bei allen anderen Clustern ist das Verhältnis der drei Substratelemente Schlick, Sand und Lehm annähernd gleich.

### C. Charakterisierung der Stationscluster anhand mittlerer Werte

Auch wenn ein Blick auf alle einzelnen Stationen innerhalb der Cluster Unterschiede und Eigenschaften der Cluster verschwimmen läßt, so ist es dennoch möglich, aufgrund von gemittelten Werten die Cluster zu charakterisieren. Dazu wurde auch in diesem Fall auf den Median Z als Mittelwert zurückgegriffen, weil aufgrund der vorliegenden Daten die auch hier Berechnung des Arithmetischen Mittels nicht sinnvoll erschien. In Tabelle 22 sind die Mittelwerte der Tiefe sowie der Anteile an Sand, Schlick und Lehm der einzelnen Stationscluster (vgl. Abb. 27) aufgelistet.

Tab. 22: Zusammenfassung der Eigenschaften der Stationscluster aufgrund der errechneten Medianwerte ihrer abiotischen Variablen. Als isolierte Station weist Station 40110 natürlich keine gemittelten, sondern absolute Werte auf.

	Tiefe (m)	Sand (%)	Schlick (%)	Lehm (%)
Cluster A	79.5	2.49	35.59	61.92
Cluster B	110	0	66.23	33.77
Cluster C	340.5	16.01	61.515	23.27
Cluster D	288.5	3.28	69.68	27.04
Cluster E	282.5	8.02	67.65	18.27
Station 40110	101	K.A.	K.A.	K.A.

Aus ihr ist erkennbar, daß die Tiefe offenbar keine wichtige Rolle bei der Clusterbildung spielt. Es bilden sich zwei "eindeutig" unterschiedliche Clustergruppierungen, die Gruppe A/B/40110 mit Tiefen um 100m, und die Gruppe C/D/E mit Tiefen um 300m. Das zeigt, daß die Tiefe für die Clusterbildung unwesentlich ist, denn die Tatsache, daß die Cluster sich aufgrund ihrer Artenzusammensetzung voneinander unterscheiden, wird durch entsprechende Tiefenunterschiede nicht bestätigt. Der Vergleich der übrigen abiotischen Parameter trägt auch nur bedingt dazu bei, die Unterschiede der Cluster zu beleuchten. Es bestätigen sich im Grunde die bereits oben beschriebenen Beobachtungen. Cluster A ist durch einen sehr hohen Lehmanteil gut charakterisierbar, und auch Cluster B weist ein gutes Merkmal auf, nämlich die völlige Absenz von Sand und, damit einhergehend, einen leicht erhöhten Lehmanteil. Alle übrigen Cluster bilden dagegen bezüglich des vorhandenen Substrats eine Einheit, in der Schlick mit etwa 60% bis 70% dominiert, gefolgt von Lehm (etwa 20% bis 27%) und einem geringen Sandanteil (zwischen 3 und 16%). Zusammenfassend muß daher

festgestellt werden, daß die Clusterbildung der Stationen, die aufgrund von bestimmten Artenassoziationen zustandekam, keine klaren Zusammenhänge mit der Tiefe oder unterschiedlichen Anteilen der Substrattypen Sand, Schlick oder Lehm erkennen läßt.

#### D. Stationsvergleich mit Hilfe von CANOCO

Mit Hilfe von CANOCO (vgl. ter Braak 1987, 1988) werden die einzelnen Objekte und Attribute der Arten-Stations-Matrix entlang abiotischer Gradienten angeordnet. Dadurch sind jedes Attribut und jedes Objekt individuell charakterisier- und vergleichbar.

Das Ergebnis der Zuordnung der Stationen und Arten in Bezug auf die abiotischen Variablen Tiefe sowie Anteile an Sand, Schlick und Lehm ist in den folgenden beiden Abbildungen dargestellt. Abb. 36 zeigt die Positionen der Arten in einem zweidimensionalen, symmetrisch skalierten Raum in Abhängigkeit zu den vier abiotischen Variablen.

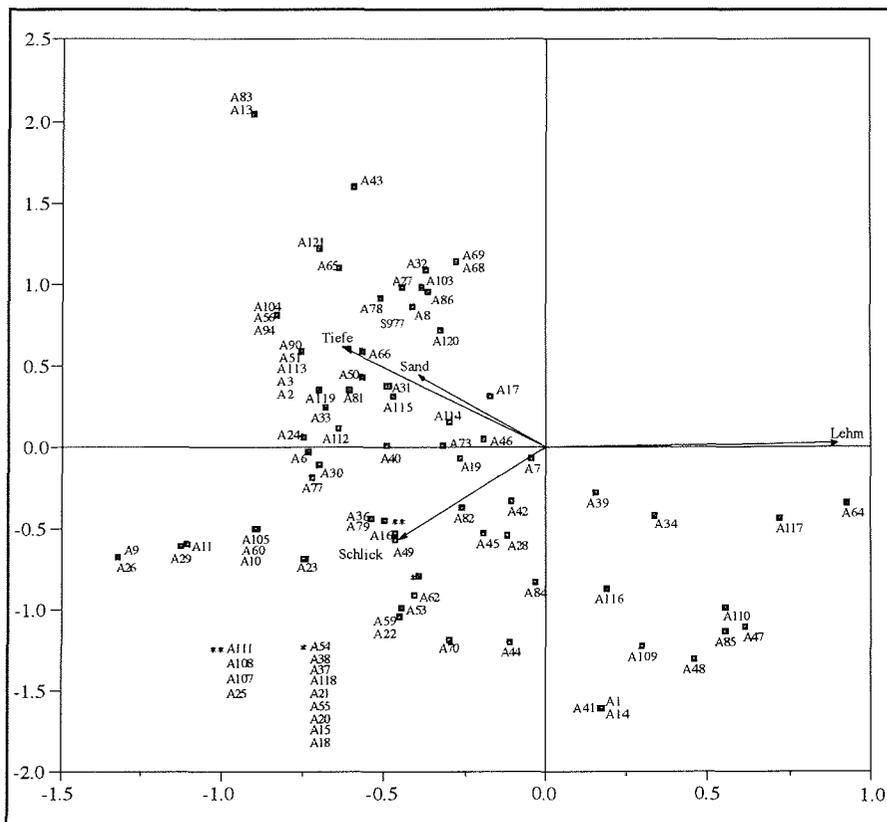


Abb. 36: Zweidimensionaler CANOCO-Plot. Aufgetragen sind die Arten (Quadrate) und die abiotischen Variablen Tiefe, Sand, Schlick und Lehm (Pfeile), basierend auf den entsprechenden Rohdaten (Abundanzen, prozentuale Anteile). Die Numerierung der Arten ist aus Anhang 12 zu entnehmen.

Diese sind als Vektoren aufgetragen, die den zweidimensionalen Raum durchschneiden. Abb. 37 zeigt in Ergänzung zu Abb. 36 die Positionen der Stationen im zweidimensionalen Raum und in Bezug auf die Vektoren. Beide Abbildungen lassen eine mehr oder weniger starke Beziehung der einzelnen Arten und Stationen zu einer oder mehreren abiotischen Variablen erkennen.

Es gibt offensichtlich Arten und Stationen, die vornehmlich mit der Tiefe korreliert sind und andere, die eher vom Schlick- oder Lehmenteil beeinflusst werden. Daraus ergibt sich ein Gesamtbild, daß besonders im Vergleich mit der zuvor durchgeführten Klassifikation interessante Ergebnisse liefert. Trotz der Tatsache, daß in die Berechnungen mit CANOCO nicht alle Stationen einfließen konnten, da nicht alle Stationen Werte der abiotischen Variablen Sand, Schlick und Lehm aufweisen (vgl. Tab. 19), sollten aus den beiden Abbildungen 36 und 37 die Struktur und Anordnung der Cluster oder Abweichungen davon erkennbar sein.

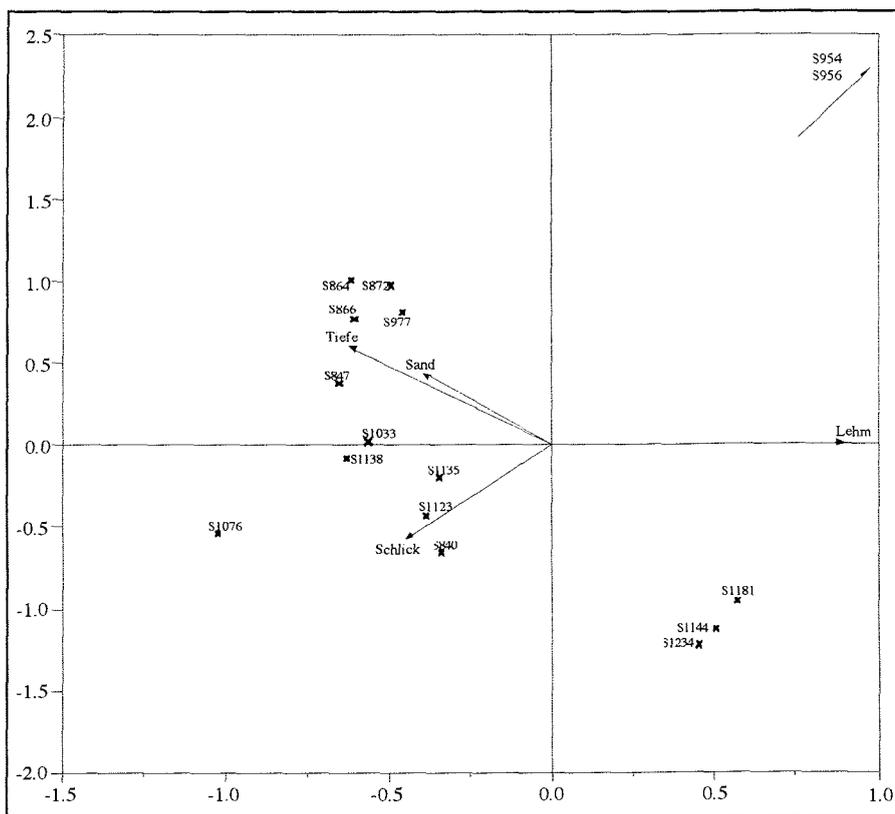


Abb. 37: Zweidimensionaler CANOCO-Plot. Aufgetragen sind die Stationen (Kreuze) und die abiotischen Variablen Tiefe, Sand, Schlick und Lehm (Pfeile), basierend auf den entsprechenden Rohdaten (Abundanzen, prozentuale Anteile).

Hierbei muß die Dateninterpretation auf einen Überblick der Gesamtkonstellation beschränkt bleiben. Das liegt darin begründet, daß CANOCO die Objekte zwar in einen vierdimensionalen Raum projiziert, die Darstellung im Plot jedoch nur zweidimensional erfolgt. Dabei berücksichtigt CANOCO nur die ersten beiden Dimensionsachsen, was aber nicht unbedingt die beste Projektion des entsprechenden Objekts zur Folge hat (vgl. ter Braak 1988, Bäumer, pers. Mitt). Ein Objekt ist also im Plot keineswegs optimal ordiniert, was mit einer gewissen Unsicherheit beim direkten Vergleich der Objekte verbunden ist. Eine Betrachtung der beiden Abbildungen 36 und 37 läßt zunächst einmal erkennen, daß zwei Stationsgruppen, wie bereits in der Clusteranalyse, klar abgegrenzt sind: 954/956 und 1144/1181/1234. Erstere zeigt derartig ausfallende Werte (was ja ebenfalls bereits im Dendrogramm (vgl. Abb. 27) gut erkennbar ist), daß sie im CANOCO-Plot überhaupt nicht mehr aufgeführt werden kann, weshalb ihre Lage in Abb. 37 durch einen Richtungspfeil (und keinen Vektor!) angedeutet wird. Diese Stationsgruppe soll von daher in der Interpretation nicht berücksichtigt werden. Die zweite Stationsgruppe aber läßt sich sowohl hinsichtlich ihrer Beziehung zu den Vektoren als auch zu den ihr zugehörigen Arten klar beschrieben werden. Sie ist offensichtlich sehr stark mit den Variablen Lehm und Schlick korreliert, was die Vermutungen des direkten Vergleichs der abiotischen Variablen bestätigt (vgl. 5.3.). Die dieser Gruppe zugeordnete Artengruppe (vgl. Tab. 21) setzt sich aus den Arten A31, A34, A46, A47, A64, A84, A109, A110, A116 und A117 (vgl. Anhang 12) zusammen. Ein Blick in Abb 36 offenbart, daß sieben der Arten ebenfalls eine starke Beziehung mit der Variable Lehm aufweisen, nur die Arten A31, A46 und A84 weichen davon ab. In bezug auf die übrigen Stationen kann festgestellt werden, daß ein Teil von ihnen ebenfalls entsprechenden Vektoren und Clustern zugeordnet werden können. So stehen die Stationen 847, 864, 866, 872, 977 und (unter Vorbehalt) 1033, die in der Klassifikation zum Cluster C zusammengefaßt werden, auch hier in relativ großer Nähe zueinander, was die Clusterbildung bestätigt. Die Ordination der restlichen Stationen spiegelt allerdings keine Clusterbildung wider, die Stationen siedeln sich alle relativ gleichmäßig um den "Schlick"-Vektor herum an.

Ein Einbezug der Artenordination aus Abb. 36 führt einerseits zu einer bedingten Bestätigung der in Tab. 21 erkannten Gemeinschaften. Dies gilt v.a. für die bereits oben erwähnte Gruppe 1144/1181/1234 und die ihr zugehörigen Arten. Aber auch Stationscluster C, der mittels CANOCO eindeutig mit der Tiefe korreliert ist (was ein direkter Vergleich nicht zu klären vermochte), läßt sich auch anhand der ihm zugeschriebenen Arten noch recht gut charakterisieren. Bis auf A42 (*Enhydrosoma* sp.1) zeigen alle dem Cluster zugeordneten Arten eine Affinität zur Variablen "Tiefe". Außer diesen beiden Gruppen läßt sich andererseits aber keine weitere Arten-Stationsgruppe aus der Gemeinschaftstabelle in den CANOCO-Plots wiederentdecken. Die Arten treten entweder auf weit entfernten Stationen auf, als daß sie einem Cluster zugeordnet werden

könnten (z.B. A11, A68, A114), oder sie liegen in einem Vektorbereich, der demjenigen der zugeordneten Station nicht entspricht (z.B. A25, A42, A107, A108). So ist die mit Hilfe der Clusteranalyse erstellte Gruppierung von Cluster D und E nicht nachvollziehbar. Eine weitere Unschärfe, die sich auch bereits in der Gemeinschaftstabelle (Tab. 21) abzeichnet, bezieht sich auf den Artencluster IV, dessen Vertreter bereits in Tab. 21 Affinitäten zum Stationscluster C zeigen. CANOCO offenbart, daß in der Tat ein großer Teil der Arten aus diesem Artencluster tiefenabhängig zu sein scheint.

Mit Blick auf die Ergebnisse der Klassifikation lassen die Resultate der Analyse mit CANOCO den zusammenfassenden Schluß zu, daß:

- Eine Beziehung sowohl der Stationen als auch der Arten zu den abiotischen Variablen besteht. Dabei liegt im Gegensatz zum direkten Vergleich der abiotischen Variablen (s. 5.3.) eine relativ klare Zuordnung des Clusters C zur Variablen "Tiefe" vor.
- Die Lage und Länge der beiden Vektoren "Tiefe" und "Sand" deuten darauf hin, daß die Variable "Sand" einen geringeren Einfluß als die Tiefe hat.
- Ein Vergleich der Stationsordination bestätigt die aus der Klassifikation resultierende Bildung der Stationscluster A, B und C. Cluster A weist derart große Abweichungen zu allen anderen Stationen auf, daß von einer Interpretation mit den vorliegenden Daten abgesehen wurde.
- Die bei der Klassifikation gebildeten Stationscluster D und E lassen sich mit CANOCO nicht bestätigen. Die Stationen streuen um den Vektor "Schlick", ohne daß eine Gruppenbildung erkennbar ist.
- Der Einbezug der Artenordination führt zu weiteren Unschärfen. Zwar werden die beiden Stationscluster B und C und die ihnen zugeordneten Arten auch mit CANOCO bestätigt, es tritt aber eine relativ große Zahl von Arten auf, die den Clustern nicht zuzuordnen sind.
- Darüberhinaus wird die bereits in der Klassifikation verschwommene Zuordnung des Artenclusters IV mit CANOCO noch ungenauer. Die meisten der zu diesem Cluster hinzugezählten Arten (vgl. Tab. 21) müssen nach der Interpretation der CANOCO-Ergebnisse dem Stationscluster C zugeordnet werden.

### **5.5. Vergleich der Stationscluster anhand ihrer Diversität**

Die Diversitätsanalyse dient ebenso wie die vorgenommene Similaritätsanalyse der Beschreibung und dem Vergleich der Stationen. In diesem Zusammenhang können sowohl die Stationen untereinander, als auch die durch die Similaritätsanalyse ermittelten Stationscluster miteinander verglichen werden. Auf diese Weise können weitere Hinweise für die Clusterbildung entdeckt werden (vgl. z.B. Gutt 1988, Voß 1988).

#### **A. Vergleich der Werte $H'$ und $E$**

Auch im Fall des Vergleichs der Diversität der einzelnen Stationscluster mag es zunächst sinnvoll erscheinen, dem Beispiel Gutt (1988) zu folgen und die errechneten Werte der einzelnen Stationen zu mitteln und für jeden Cluster einen Medianwert zu verwenden. Anders als bei den abiotischen Variablen, die ja quasi als Meßwerte vorliegen, kann die Diversität der Stationen jedoch unter Berücksichtigung aller zugehörigen Stationen rechnerisch ermittelt werden. Es erscheint von daher sinnvoller, bei der Ermittlung der Diversität eines Clusters (oder nachfolgend für die jeweiligen geographischen Teilgebiete) anders vorzugehen. Anstatt die Diversitätswerte ( $H'$  und  $E$ ) der einzelnen Stationen eines Clusters zu mitteln, wurden die Daten, die zur Berechnung der Diversität nötig sind, aller in Frage kommenden Stationen zusammengefaßt und daraus direkt ein Diversitätswert berechnet. Um die Unterschiede beider Vorgehensweisen zu verdeutlichen, wurden die ermittelten Medianwerte für jeden Cluster mit aufgenommen (vgl. Tab. 23). Bei der Berechnung wurden alle 122 Arten berücksichtigt, nicht nur die 44, die in die Clusteranalyse mit eingeflossen waren. Im Gegensatz zu Gutt (1988), der die erhaltenen Medianwerte mit Hilfe des "Nemenyi"-Tests hinsichtlich signifikanter Unterschiede prüfen konnte, ist das im vorliegenden Fall nicht möglich, da es sich bei den hier zugrundeliegenden Stichproben nicht um zufällige, unabhängige Stichproben (=Repliken), sondern um abhängige Stichproben (=Pseudorepliken) handelt (vgl. Kap. VI). Ergebnisse unterliegen ausschließlich der Interpretation des Beobachters. Die Ergebnisse der Berechnung der Diversitätswerte und ihrer Mediane für die einzelnen Stationscluster werden in Tab. 23 zusammengefaßt. Ein Vergleich der berechneten Diversitätswerte zeigt: Den größten  $H'$ -Wert findet man bei Cluster C ( $H' = 3,272$ ), gefolgt von den beiden Clustern D ( $H' = 3,077$ ) und E ( $H' = 2,870$ ). Ihnen stehen mit deutlich geringeren  $H'$ -Werten die beiden ersten Cluster A ( $H' = 1,133$ ) und B ( $H' = 1,830$ ) gegenüber.

Tab. 23: Auflistung diversitätsrelevanter Variablen der einzelnen Stationscluster. Dargestellt werden pro Cluster die Summe der Individuen, die Artenzahl  $S$ , die Zahl der Arten, die zusammen 90% aller Individuen ausmachen ( $S(90\%)$ ), die prozentuale Dominanz (Maximale Dominanz) der häufigsten Art, sowie die berechneten und gemittelten  $H'$ - und  $E$ -Werte.

Cluster	A	B	C	D	E
Summe Individuen	53	365	649	106	743
Artenzahl $S$	5	25	70	34	67
$S(90\%)$	3	10	35	24	24
Maximale Dominanz (%)	49.1	57.0	17.9	17.0	26.2
$H'$	1.133	1.830	3.272	3.077	2.870
Medianwerte $H'$	1.0365	1.6980	2.3655	2.7310	2.2220
$E$	0.704	0.569	0.770	0.873	0.683
Medianwert $E$	0.870	0.622	0.8085	0.9165	0.8935

Diese Werte werden in der Anzahl von Individuen und Arten in den Clustern gut widerspiegelt. Daß Cluster C einen solch hohen  $H'$ -Wert aufweist, ist offensichtlich

mit der hohen Artenzahl und einer ebenfalls hohen Individuenzahl zu begründen. Das gleiche gilt, wenn auch in abgeschwächter Form, auch für Cluster E. Demgegenüber ergibt sich die ebenfalls recht hohe Diversität von Cluster D zweifellos aus einer gleichmäßigeren Individuenverteilung auf die in deutlich geringerer Zahl auftretenden Arten, was der hohe  $E$ -Wert (= 0,873) belegt. Deutlich weniger Arten kennzeichnen die beiden Cluster A und B, was sich denn auch in ihrer niedrigen Diversität ausdrückt. Allerdings zeigt Cluster A mit  $E = 0,704$  eine verhältnismäßig gleichmäßige Individuenverteilung auf die Arten. Welche Stationen innerhalb der beiden Gruppierungen A/B und C/D/E tatsächlich diverser sind, läßt sich an den ermittelten Diversitätswerten jedoch nur schwer und ungenau ablesen. Der größere  $H'$ -Wert von Cluster C gegenüber Cluster D wird beispielsweise durch einen wesentlich niedrigeren  $E$ -Wert relativiert. Deshalb ist es sinnvoll, hier als zusätzliches Verfahren die Rarefaction-Methode anzuwenden (s.u.). Ein klarer Unterschied besteht zwischen den berechneten und den gemittelten Diversitätswerten.  $H'$  ist als Medianwert in allen Clustern niedriger als der errechnete Wert, und  $E$  liegt bei allen Clustern z.T. wesentlich höher. Aus der Tatsache, daß der Medianwert derart definiert ist, daß er genau den zentralen Bereich einer Anzahl von (Meß)werten bildet (vgl. Köhler et al. 1996), ergibt sich, warum er für Untersuchungen wie die vorliegende nicht zu verwenden ist.

#### B. Vergleich mit Hilfe der Rarefaction-Methode

Die Anwendung sowie Vor- und Nachteile der Rarefaction-Methode wurden bereits ausführlich in Kap. III beschrieben.

Der Vergleich der Stationscluster mit Hilfe dieses Verfahrens ergibt das in Abb. 38 dargestellte Bild. Bereits die Kurven selbst liefern klare Hinweise auf die Diversität der Cluster. So weist auch bei diesem Verfahren Cluster C die größte Diversität auf. Er besitzt die größte Artenzahl, und aus der Kurvensteigung und -krümmung ist ersichtlich, daß auch die Verteilung der Individuen am gleichmäßigsten erscheint. Nicht klar zu bestätigen ist die Aussage des oben genannten Evenness-Wertes, Cluster D zeige die größte Gleichmäßigkeit der Individuenverteilung auf die Arten. Während dieser Cluster zunächst noch mit Cluster C gleichzuziehen scheint, fällt er bei etwas über 50 Individuen ab.

Die Wahl einer standardisierten Individuenzahl von 50 läßt einen direkten Vergleich aller, auch der individuenarmen Cluster A und D, zu. Er zeigt, daß Cluster C und D nahezu gleichgroße Diversität aufweisen, Cluster E und v.a. Cluster B deutlich abfallen und Cluster A die geringste Diversität besitzt. Damit wird die mit  $H'$  und  $E$  berechnete Diversität der Cluster weitgehend bestätigt. Darüberhinaus zeigt die Rarefaction-Methode

deutlich, daß die Unterschiede zwischen den Clustern C und D, die hinsichtlich deren  $H^2$ - und  $E$ -Werten auftreten, irrelevant sind.

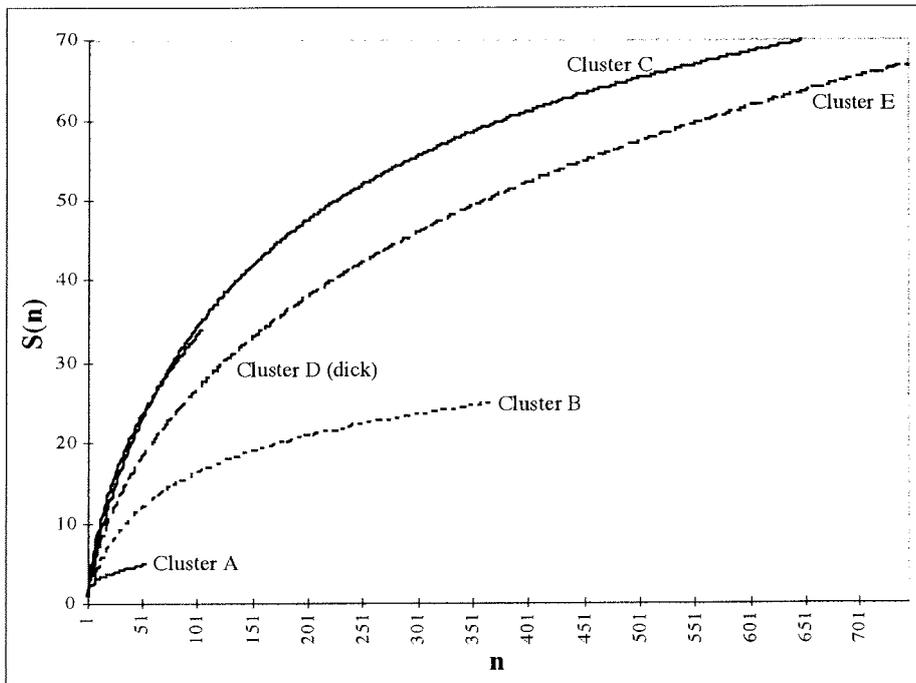


Abb. 38: Rarefaction-Kurven der einzelnen Stationscluster der Magellanregion. Aufgetragen ist (kumulativ) die zu erwartende Artenzahl  $S(n)$  gegen die Individuenzahl  $n$ .

### 5.6. Zusammenfassende Charakterisierung der Stationscluster

Ziel der durchgeführten Similaritätsanalyse war, anhand der 34 Stationen im gesamten Untersuchungsgebiet bzw. anhand von 20 Stationen aus der Magellanregion festzustellen, ob es hinsichtlich der Artenzusammensetzung ähnliche Stationen gibt und ob solche Ähnlichkeiten - wenn vorhanden - durch andere Variablen wie die Tiefe, den relativen Anteil der Substrattypen Sand, Schlick und Lehm oder die Diversität belegt werden können.

#### 5.6.1. Stationscluster des gesamten Untersuchungsgebiets

Die Charakterisierung der drei Stationscluster des gesamten Untersuchungsgebiets sowie daraus resultierende Unterschiede bzw. Übereinstimmungen lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

Stationscluster A:

Taxazusammensetzung : Artencluster II (Dominanz: Ectinosomatidae)

Geographische Verbreitung : ges. Untersuchungsgebiet  
Tiefenbereich : 201-600m  
Dominierender Substrattyp : Schlick

Stationscluster B:

Taxazusammensetzung : Artencluster I (Dominanz: Ameiridae, Peltidiidae)  
Geographische Verbreitung : ges. Untersuchungsgebiet außer KGI  
Tiefenbereich : 201-400m  
Dominierender Substrattyp : Sand

Stationscluster C:

Taxazusammensetzung : Artencluster I (Dominanz: Leptastacidae)  
Geographische Verbreitung : nördliche MS  
Tiefenbereich : <100m  
Dominierender Substrattyp : Lehm

### 5.6.2. Stationscluster der Magellanregion

Die fünf Stationscluster der Magellanregion sind durch die folgenden Merkmale gekennzeichnet:

Stationscluster A:

Taxazusammensetzung : Artencluster I  
Geographische Verbreitung : nördliche MS  
Tiefenbereich : <100m  
Dominierender Substrattyp : hoher Lehmanteil (>>50%)  
Diversität :  $H' = 1,133$ ;  $E = 0,704$

Stationscluster B:

Taxazusammensetzung : Artencluster II  
Geographische Verbreitung : südöstlicher BC  
Tiefenbereich : 101-200m  
Dominierender Substrattyp : etwa gleichviel Lehm/Schlick, Sand fehlt  
Diversität :  $H' = 1,830$ ;  $E = 0,569$

Stationscluster C:

Taxazusammensetzung : Artencluster V  
Geographische Verbreitung : überwiegend südliche MS  
Tiefenbereich : 301-500m  
Dominierender Substrattyp : Schlick  
Diversität :  $H' = 3,272$ ;  $E = 0,770$

#### Stationscluster D:

Taxazusammensetzung	: Artencluster III
Geographische Verbreitung	: mittlerer BC
Tiefenbereich	: 201-400m
Dominierender Substrattyp	: Schlick
Diversität	: $H' = 3,077$ ; $E = 0,873$

#### Stationscluster E:

Taxazusammensetzung	: Artencluster IV; nicht eindeutig
Geographische Verbreitung	: gesamte MR
Tiefenbereich	: alle Tiefen
Dominierender Substrattyp	: Schlick
Diversität	: $H' = 2,870$ ; $E = 0,683$

### **5.7. Vergleich Magellanregion - Antarktis mit Hilfe der MDS**

Ursprünglich als Ergänzung zur Clusteranalyse geplant, wurde als ein zweites similaritätsanalytisches Verfahren die Multidimensionale Skalierung (MDS, auch Ordination) durchgeführt. Dabei werden die zu vergleichenden Objekte nicht wie bei der Klassifikation zu hierarchisch abgestuften Gruppen zusammengefaßt, sondern die Similaritätsmatrix dient der Zuordnung der Objekte in einem multidimensionalen (hier zweidimensionalen) Raum (s. Abb. 39).

Der zugrundeliegende Algorithmus ordnet die zu vergleichenden Objekte in einem Koordinatensystem in einer Weise an, daß die Entfernungen der Objekte zueinander ihrer Distanz bzw. Similarität aus der Similaritätsmatrix entsprechen.

So wird die (Un-)Ähnlichkeit der Objekte sofort sichtbar. Darüberhinaus besitzt dieses Ordinationsverfahren der Objekte eine Eigenschaft, die sie vom clusteranalytischen Verfahren stark unterscheidet: Die Objekte können alle simultan miteinander verglichen werden, und obwohl die Ordination eines Objekts im vorgegebenen multidimensionalen Raum immer unter Berücksichtigung aller anderen Objekte geschieht, was zu einer gewissen Beschränkung der Ordinationsmöglichkeit und also zu einem gewissen "Streß" bei der Ordination führt, kann immer die Ähnlichkeit jedes Objekts zu jedem anderen untersucht werden, eine Möglichkeit, die bei der hierarchisch-agglomerativ angelegten Clusteranalyse nicht möglich ist. Diese Eigenschaft, die anfänglich lediglich als ein Vorzug des Ordinationsverfahrens angesehen wurde, kristallisierte sich im Verlauf der Gemeinschaftsanalyse zu einem äußerst bedeutenden Faktor für die weitere Vorgehensweise heraus, der im Rahmen der Diskussion ausführlich behandelt werden wird (vgl. VI.). In Bezug auf die nachfolgende Auswertung auf Familien- und Artebene

bedeutete das, daß der Ordination wesentlich mehr Aufmerksamkeit zugestanden werden mußte als ursprünglich beabsichtigt.

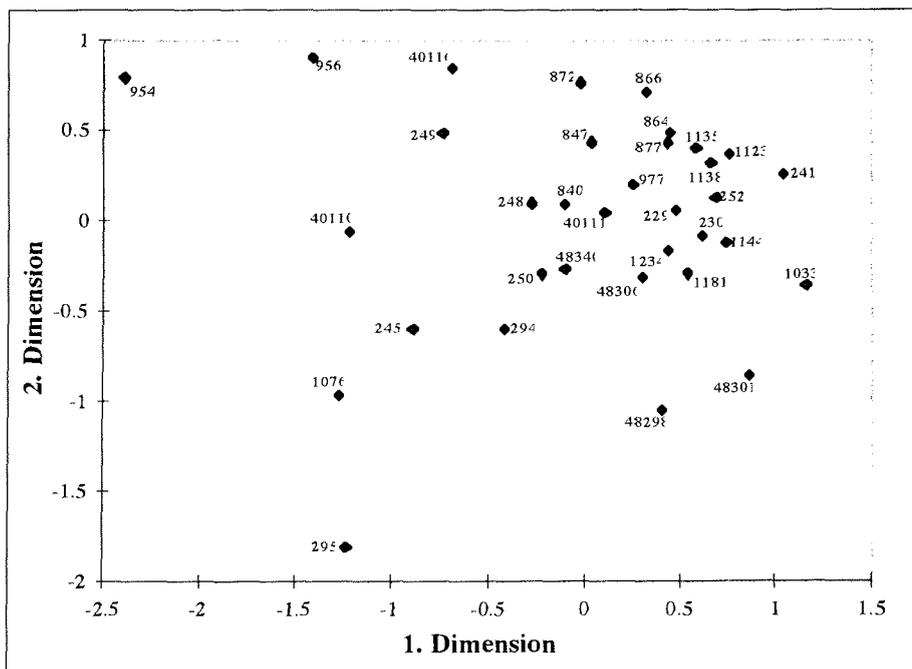


Abb. 39: Ordinationsplot aus der mit dem Cosinus-Ähnlichkeitsmaß ermittelten Similaritätsmatrix. Die Ordination der Stationen erfolgt in zwei Dimensionen (monotone, nicht-parametrische Regression). Streßmaß: 0,16.

Abb. 39 stellt ein Ordinations-Diagramm ("Plot") dar, in dem die Stationen des gesamten Untersuchungsgebiets ihren Ähnlichkeitswerten entsprechend angeordnet sind (das dazugehörige Shepard-Diagramm, das die Güte der Positionierung der einzelnen Stationen entsprechend ihres Ähnlichkeitswertes in der Similaritätsmatrix wiedergibt, ist, wie auch die entsprechenden Diagramme der folgenden Ordinationsplots, in Anhang IV abgebildet). Aus dem Diagramm ist zweierlei erkennbar: Zum einen spiegelt sich in der Ordination der Stationen nicht deren geographische Lage wider; die Positionen der Stationen sind aus geographischer Sicht völlig durcheinander. Zum anderen scheint es eine Gruppe ähnlicher Stationen zu geben, von der sich nur einzelne Stationen abgrenzen (Abb. 39). Unter Berücksichtigung der Tatsache, daß jede Station in Bezug zu allen anderen positioniert wird, wobei alle Stationen im vorhandenen zweidimensionalen Raum abgebildet werden müssen, ist es sinnvoll, solche "Ausreißer"-Stationen in einer zweiten und gegebenenfalls sogar dritten Iteration zu entfernen, um abzuschätzen, wie sich die restlichen, eng zusammenstehenden Stationen dann zueinander verhalten. Die Benennung von "Ausreißern" ist ein subjektiver Akt. Nach verschiedenen Iterationen wurde

entschieden, die Stationen 954, 956, 40110, 245, 1076, 295 als Ausreißer zu benennen, obwohl man unter Umständen auch die Stationen 40116 und 249 noch hätte hinzuzählen können, oder man hätte bis auf die beiden Stationen 954 und 295 auch alle anderen in der nächsten Iteration beibehalten können. Auch die Stationen 48298 und 48301 kämen als Ausreißer in Frage. Hier kommt der Streßfaktor zum Tragen, der bei den oben genannten ausgewählten Ausreißer-Stationen am niedrigsten ist [obwohl er mit 0,195 immer noch so hoch ist, daß eine Interpretation mit Vorsicht durchzuführen ist, vgl. Clarke & Warwick (1994)]. Abb. 40 zeigt das Ergebnis der zweiten Iteration. Sie läßt erkennen, daß der Ausschluß der Ausreißer keine wesentliche Veränderung des Gesamtbildes verursacht. Immer noch zeigt sich ein heterogenes Gemisch aus Stationen, und es ist keine Gruppenbildung erkennbar.

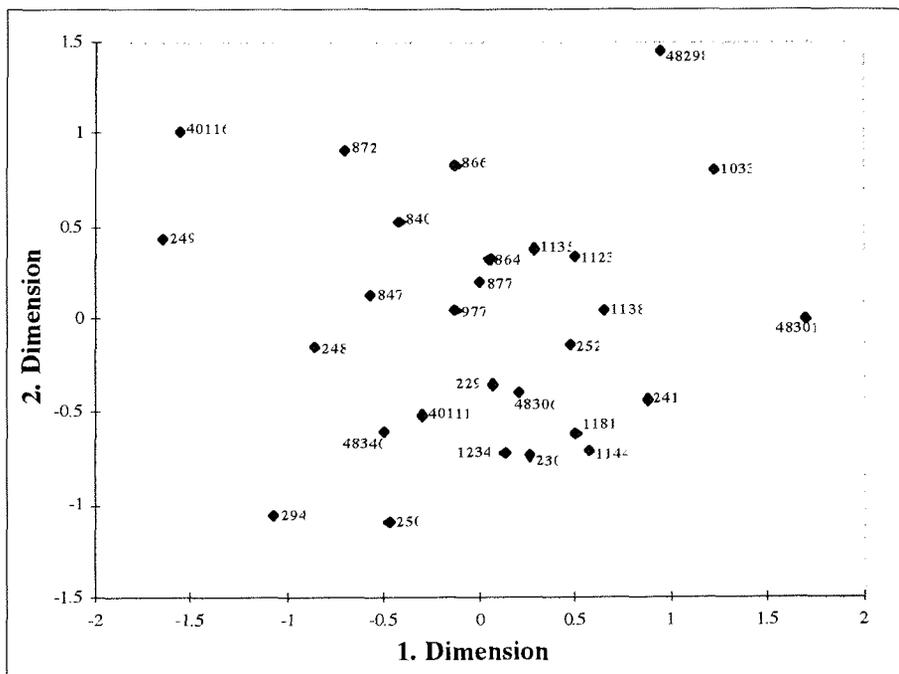


Abb. 40: Ordinationsplot (zweite Iteration) aus der mit dem Cosinus-Ähnlichkeitsmaß ermittelten Similaritätsmatrix, bei der die Stationen 954, 956, 1076, 40110, 245 und 295 ausgeschlossen wurden. Die Ordination der Stationen erfolgt in zwei Dimensionen (monotone, nicht-parametrische Regression). Streßmaß: 0,195.

Wieder gibt es Stationen, die sich von einer mehr oder weniger geschlossenen Gruppe abgrenzen lassen, und es sind eben die, die bereits bei der ersten Iteration als potentielle Ausreißer in Frage kamen (Stationen 40116, 249, 48298 und 48301) sowie Station 1033. Allerdings findet eine "Auflösung" der in Abb. 39 noch kompakt auftretenden Gruppe statt. Es sind größere Lücken zwischen den Stationen auszumachen, und nur einige

stehen nach wie vor eng zusammen. Eine dritte und letzte Iteration sollte endgültig klären, ob bei Ausschluß dieser Stationen ein Bild entsteht, das eine Gruppenbildung erkennen läßt. Das Ergebnis ist in Abb. 41 dargestellt. Das darin präsentierte Diagramm weist auch keine Gruppenbildung auf. Die Stationen bilden einen lockeren Verbund mit ähnlichen Abständen, und erneut treten vereinzelt Stationen in Erscheinung, die sich von den übrigen stärker unterscheiden. Die Zahl der erfolgten Iterationen und die daraus resultierende Beobachtung, daß keine Gruppenbildung erfolgt, läßt den Schluß zu, daß es keine klare Unterscheidung der Objekte hinsichtlich ihrer Taxazusammensetzung und ihrer geographischen Lage gibt.

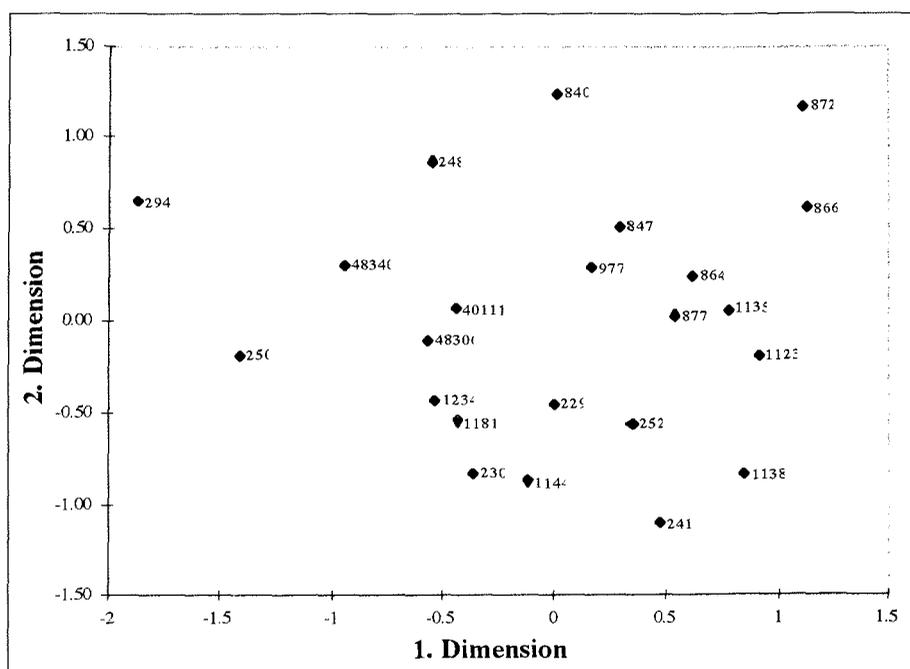


Abb.41: Ordinationsplot (dritte Iteration) aus der mit dem Cosinus-Ähnlichkeitsmaß ermittelten Similaritätsmatrix, bei der die Stationen 40116, 249, 48298, 48301 und 1033 ausgeschlossen wurden. Die Ordination der Stationen erfolgt in zwei Dimensionen (monotone, nicht-parametrische Regression). Streßmaß: 0,17.

Einzelne Stationen sind zwar verschieden von den übrigen, aber generell sind die Unterschiede nicht sehr groß. Nur eine Tendenz scheint sich abzuzeichnen: Die Stationen der Magellanstraße sammeln sich im Verlauf der Iterationen, sie sind mit Stationen anderer geographischer Teilgebiete nicht vermischt, auch wenn einzelne Stationen möglicherweise höhere Affinitäten zu Stationen anderer Gebiete aufweisen (Station 877 mit Station 1135; Station 840 mit Station 248).

### 5.8. Vergleich innerhalb der Magellanregion mit Hilfe der MDS

Analog zum Vergleich der Stationen des gesamten Untersuchungsgebiets auf Familienebene erscheint auch ein Vergleich der Stationen der Magellanregion sinnvoll. Dieser wurde wie die entsprechende Clusteranalyse (Kap. 5.3.) auf Artebene durchgeführt. Im Gegensatz zur Clusteranalyse, bei der ein Großteil von "Ausreißer"-Arten ausgeschlossen wurde (vgl. Kap. 5.3.), fließen bei der Multidimensionalen Skalierung alle 122 Arten ein. Abgesehen davon, daß eine Eliminierung der Ausreißer bei diesem Verfahren als unnötig erachtet wird (vgl. Clarke & Warwick 1994), weil keine Gruppenbildung erfolgt, die aufgrund von seltenen, nur auf wenige oder einzelne Stationen beschränkte Arten mit Ungenauigkeiten und Fehlgruppierungen verbunden wäre, zeigte ein Vorlauf mit der reduzierten Artenzahl (S=44) eine deutlich unschärfere Ordination der einzelnen Stationen bei einem höheren Streßfaktor (=1,13) als bei Verwendung aller 122 Arten.

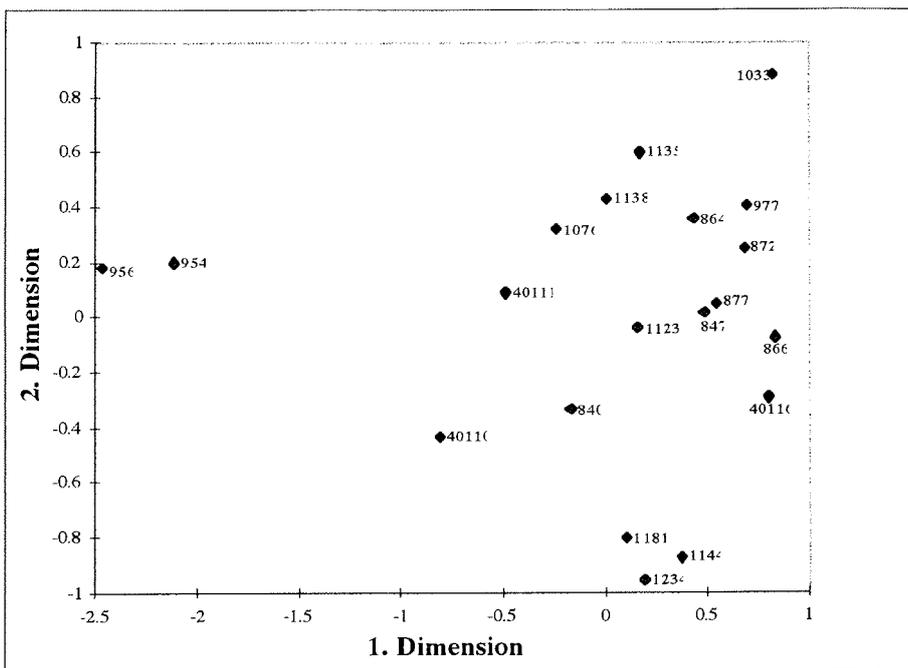


Abb. 42: Ordinationsplot aus der mit dem Cosinus-Ähnlichkeitsmaß ermittelten Similaritätsmatrix. Die Ordination der Stationen erfolgt in zwei Dimensionen (monotone, nicht-parametrische Regression). Streßmaß: 0,12.

Die Ordination der 20 Stationen der Magellanregion in einem zweidimensionalen Raum wird in Abb. 42 dargestellt. Sie läßt folgendes erkennen: Sowohl MS als auch BC setzen sich offensichtlich aus zwei Untergruppen zusammen. Die MS weist eine kleine Gruppe, bestehend aus den beiden nördlichen Stationen 954 und 956, auf. Ihnen gegenüber stehen

alle übrigen Stationen, die sich untereinander relativ nahestehen, mit Ausnahme von Station 840. Ähnliches gilt auch für den BC. Eine Gruppe, zusammengesetzt aus den drei Stationen 1144, 1181 und 1234, steht allen übrigen BC-Stationen gegenüber. Alle drei Stationen entstammen einem Gebiet, nämlich dem Südosten des BC im Bereich der Insel Picton. Der Rest der BC-Stationen, die dem mittleren bis westlichen BC angehören, steht sich relativ nahe, wobei allerdings zwei Stationen aus dem Rahmen fallen: Station 1033 steht völlig abseits und isoliert und weist eine etwa gleiche Ähnlichkeit zur BC-Station 1135 wie auch zur MS-Station 977 auf. Station 1123 scheint zwischen den beiden getrennten BC-Gruppen zu vermitteln, aber tatsächlich steht sie den MS-Stationen viel näher als einer der beiden Gruppen des BC. Die drei Stationen des PCS stehen völlig durcheinander zwischen den anderen Stationen, es gibt offenbar keinerlei Beziehung zwischen ihnen. Während die beiden Stationen 40110 und 40111 sehr isoliert ordiniert wurden, weist Station 40116 offensichtlich Affinitäten zu Stationen der MS auf.

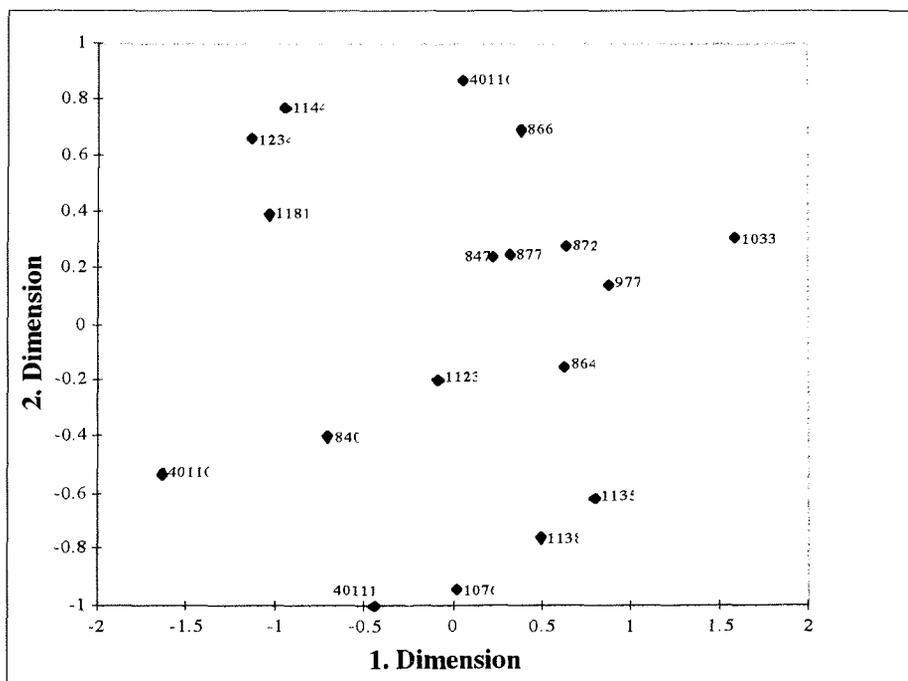


Abb. 43: Ordinationsplot (zweite Iteration) aus der mit dem Cosinus-Ähnlichkeitsmaß ermittelten Similaritätsmatrix unter Ausschluß der zwei Stationen 954 und 956. Die Ordination der Stationen erfolgt in zwei Dimensionen (monotone, nicht-parametrische Regression). Streßmaß: 0,18.

Die Notwendigkeit, alle Stationen im vorgegebenen zweidimensionalen Raum abzubilden (und seien vereinzelte Unterschiede oder Ähnlichkeiten zwischen einzelnen Stationen noch so groß), kann auch hier dazu führen, daß die Beziehungen zwischen einzelnen Stationen nicht adäquat dargestellt werden können. Aus diesem Grunde wurde

eine zweite Iteration vorgenommen, bei der die beiden klaren Ausreißer 954 und 956 ausgeschlossen wurden. Das Ergebnis dieser Ordination wird in Abb. 43 präsentiert. Die neue Anordnung der Stationen verdeutlicht nur die in Abb. 42 bereits festgestellten Zustände und klärt darüberhinaus die Positionen vereinzelter Stationen. So ist erkennbar, daß PCS-Station 40111 doch nicht so völlig isoliert dasteht, wie es aus Abb. 42 vielleicht zu vermuten wäre, sondern daß eine Ähnlichkeit zu Station 1076 besteht. Ebenso sind sich die PCS-Station 40116 und die MS-Station 866 recht nah, und auch die vormals als isoliert eingestufte BC-Station 1033 zeigt Ähnlichkeit mit der Gruppe von MS-Stationen. Nur Station 40110 steht nach wie vor abseits und läßt auch bei dieser Iteration keinerlei Präferenzen zu irgendeiner anderen Station erkennen.

Abschließend kann man zusammenfassend sagen, daß sich mit Hilfe der Multidimensionalen Skalierung weder auf Familien- noch auf Artniveau, beziehungsweise weder im Bereich des gesamten Untersuchungsgebiets noch in der Magellanregion, irgendwelche wirklich klaren Gruppierungen erkennen lassen. Eine Trennung in Stationsgruppen mit bestimmten, nur ihnen zuzuordnenden Taxa ist nur sehr begrenzt möglich und umfaßt stets wenige, unmittelbar benachbarte Stationen. Darüberhinaus zeigen die Positionen der Stationen in den entsprechenden Ordinationsplots, daß ihre geographische Lage keinen Ausschlag für ihre gegenseitige Ähnlichkeit bzw. Unähnlichkeit gibt.

## **6. Diversitätsanalytischer Stationsvergleich**

Zusätzlich zu der Untersuchung, ob mögliche Stationsgruppen sich anhand ihrer Diversität unterscheiden, erscheint dies auch für die einzelnen Stationen sinnvoll, zumal dann, wenn die Bildung von Stationsgruppen mittels Clusteranalyse oder die Ordination der Gruppen keine eindeutigen Ergebnisse ergeben haben. Darüberhinaus gelten bei der Frage nach einer latitudinalen oder bathymetrischen Zu- oder Abnahme der Diversität andere Kriterien, nach denen Stationen zusammengefaßt werden können, als die, die bei der Similaritätsanalyse und Klassifikation ausschlaggebend waren.

### **6.1. Geographischer Diversitätsvergleich**

A. Vergleich der drei Teilgebiete MS, BC und PCS:

Neben einem Diversitätsvergleich der ermittelten Stationscluster, der ja zusätzlich zum Vergleich abiotischer Parameter dazu dient, die Stationscluster zu beschreiben, wurde ein Vergleich der Diversitätswerte der einzelnen Stationen durchgeführt. Mit seiner Hilfe werden Aussagen über mögliche geographisch (hier: latitudinal) bedingte Diversitätsänderungen erwartet.

Die dafür ermittelten Diversitätswerte  $H'$  und  $E$  werden in Tabelle 22 A bis C aufgelistet und lassen folgende Aussagen zu:

- Die Berechnung der Artendiversität mit Hilfe von  $H'$  und  $E$  ergibt Unterschiede zwischen den drei geographischen Teilgebieten MS, BC und PCS.
- Die Diversität ist eindeutig in der MS am höchsten ( $H' = 3,302$ ;  $E = 0,777$ ), fällt über den südöstlich verlaufenden BC ab ( $H' = 3,049$ ;  $E = 0,718$ ) und erreicht die niedrigsten Werte am PCS ( $H' = 2,452$ ;  $E = 0,674$ ). Die hohe Diversität in der MS kommt offenbar durch eine gleichmäßigere Individuenverteilung auf die Arten zustande, was man unschwer daraus ersehen kann, daß beide Gebiete die gleiche Artenzahl aufweisen,  $H'$  und die Evenness jedoch in der MS höher liegen als im BC (Tab. 24).

Daß und warum die Unterschiede zwischen den drei Teilgebieten nicht auf Signifikanz geprüft werden können, wurde bereits mehrfach erläutert. Das hat allerdings zur Folge, daß nicht klar abzuschätzen ist, ob die beobachteten Unterschiede deutlich sind. Vor allem zwischen der MS und dem BC ist eine Abgrenzung unter ausschließlicher Berufung auf die verwendeten Diversitätsindizes nur schwer möglich. Deshalb wurde auf die Rarefaction-Methode zurückgegriffen (vgl. Kap. III). Der mit ihrer Hilfe ermöglichte direkte Vergleich der Rarefaction-Kurven (vgl. Abb. 44) läßt erkennen, daß die Diversitätsunterschiede zwischen der MS und dem BC nur extrem gering sind. Darüberhinaus findet zwischen etwa 140 und 150 Individuen eine Überkreuzung der Kurven statt. Die bis dahin geringfügig höherliegende MS wird vom BC überholt, und dessen höhere Diversität kristallisiert sich bei zunehmender Individuenzahl immer klarer heraus. Nur der PCS liegt bei gleichen Werten deutlich unter den anderen beiden Teilgebieten, und zwar sowohl in Bezug auf die Artenzahl als auch auf die Evenness.

Tab. 24: Auflistung verschiedener Parameter zur Charakterisierung der einzelnen Stationen der drei Teilgebiete MS (A), BC (B) und PCS (C) hinsichtlich ihrer Diversitätswerte. Angegeben sind die Stationen, die Artenzahl (S) sowie die beiden Diversitätsmaße  $H'$  und  $E$ . Der Gesamtwert wurde aus der aufsummierten Arten- und Individuenzahl errechnet.

A: Magellanstraße (MS)

Station	S	$H'$	$E$
840	13	2.324	0.906
954	6	1.414	0.789
956	2	0.659	0.951
847	19	2.329	0.791
864	14	2.444	0.926
866	24	2.402	0.756
872	24	2.457	0.773
877	26	2.664	0.818
977	14	2.108	0.799
MS Gesamt	70	3.302	0.777

Tab. 24 (Forts.)

B: Beagle-Kanal (BC)

Station	S	$H'$	$E$
1033	9	1.977	0.9
1076	7	1.364	0.701
1123	29	2.967	0.881
1135	17	2.642	0.933
1138	23	2.820	0.9
1144	13	1.374	0.536
1181	11	1.698	0.708
1234	17	1.763	0.622
BC Gesamt	70	3.049	0.718

C: Patagonischer Kontinentalabhang (PCS)

Station	S	$H'$	$E$
40110	24	2.128	0.67
40111	10	2.120	0.921
40116	10	1.952	0.848
PCS Gesamt	38	2.452	0.674

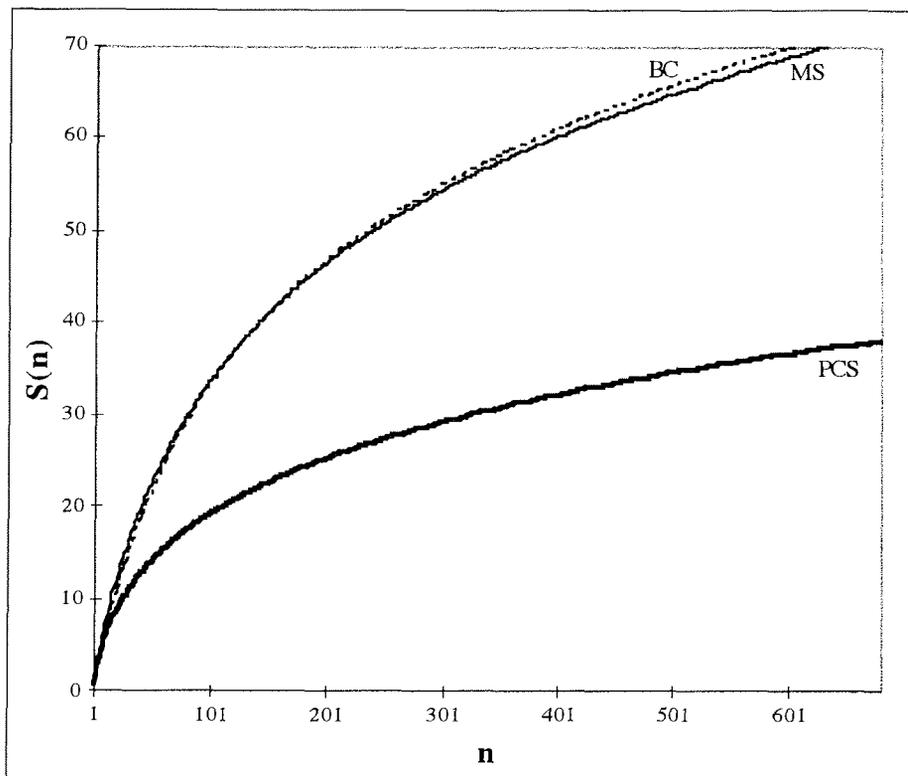


Abb. 44: Rarefaction-Kurven der drei Teilgebiete MS, BC und PCS der Magellanregion. Aufgetragen ist (kumulativ) die zu erwartende Artenzahl  $S(n)$  gegen die Individuenzahl  $n$ .

Obwohl die in Abb. 44 dargestellten Rarefaction-Kurven die Ergebnisse aus allen entsprechenden Stationen aufsummierten erforderlichen Daten (Artenzahl, Individuenzahl) präsentieren, kann die Darstellung aller Stationskurven bei der Beurteilung der Diversität sehr hilfreich sein und möglicherweise aufklärend dazu beitragen, die Überkreuzung der MS- und BC-Kurve sowie die starke Ähnlichkeit der Diversität beider Teilgebiete zu beleuchten. In Abb. 45 werden, farblich den jeweiligen Teilgebieten zugeordnet, alle Stationen der Magellanregion in Form ihrer Rarefaction-Kurven aufgetragen. Daraus ist gut erkennbar, daß die Stationen des BC eine weitaus größere Streuung zeigen als die der MS. Letztere werden von den Stationen des BC regelrecht "eingerahmt", wobei etwa die Hälfte aller BC-Stationen eine größere Diversität aufweisen als die Stationen der MS, und die andere Hälfte in ihren Diversitäten darunterliegt. Das erklärt das Überkreuzen der Kurven in Abb. 44.

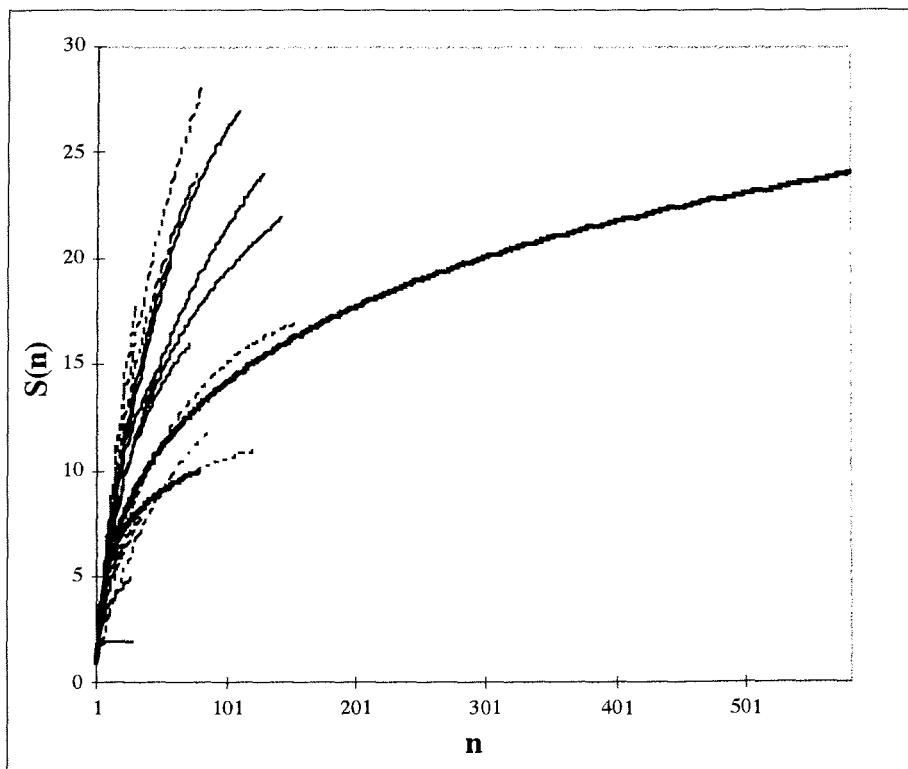


Abb. 45: Rarefaction-Kurven der einzelnen Stationen der Magellanregion. Die Stationen sind hinsichtlich ihrer Zugehörigkeit zu einem der drei Teilgebiete durch folgende Strichtypen gekennzeichnet: MS = durchgehend, BC = gestrichelt, PCS = dick. Bei dieser Darstellung wirken die meisten Kurven stark gestaucht, weil Station 40110 mit ihren hohen Individuenzahlen den Maßstab prägt. Zum Vergleich s. Abb. 46.

Ganz abgedondert liegt der PCS. Der Blick auf die einzelnen Stationen macht deutlich, daß er hauptsächlich durch Station 40110 repräsentiert wird, wobei Station 40116 offensichtlich eine größere Evenness aufweist. Zur Verdeutlichung der in Abb. 45 noch recht verschwommenen Kurven, die durch die recht niedrigen Individuenzahlen der meisten Stationen und der hohen Zahl in Station 40110 zustandekommen, wurden die Kurven noch einmal bei einer standartisierten Individuenzahl von 155 erstellt (Abb. 46). Nun ist ersichtlich, daß sieben der neun MS-Stationen von drei BC-Stationen oberhalb, und fünf Stationen unterhalb "ingerahmt" werden. Die beiden MS-Stationen 954 und 956 fallen allerdings vollkommen heraus, sie sind mit Abstand die am wenigsten diversen Stationen der gesamten Magellanregion. Die Stationen des PCS liegen etwa im Bereich der niedrigen BC-Stationen.

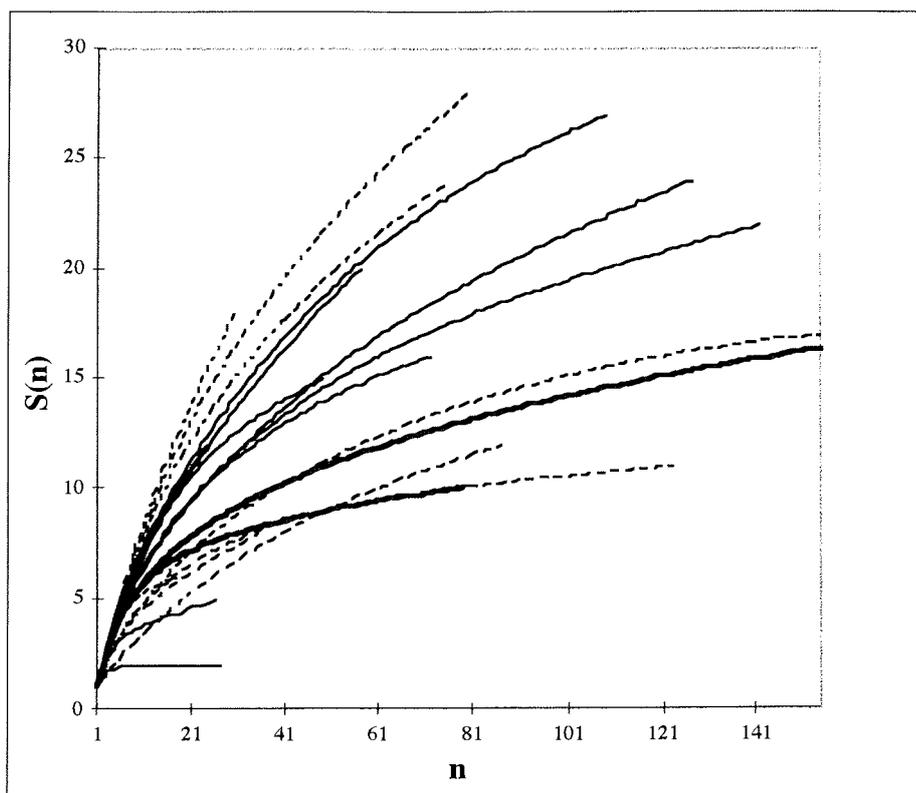


Abb. 46: Rarefaction-Kurven der einzelnen Stationen der Magellanregion. Die Stationen sind hinsichtlich ihrer Zugehörigkeit zu einem der drei Teilgebiete folgendermaßen farblich gekennzeichnet: MS = rot, BC = grün, PCS = schwarz. Bei dieser Darstellung wurde die Individuenzahl auf 155 beschränkt, wodurch die Krümmung und Steigung der in Abb. 45 gestauchten Kurven besser erkennbar werden.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß die Ergebnisse der Berechnung der Diversitätsindizes  $H'$  und  $E$  von denen der Rarefaction-Methode abweichen. Ergab die

Berechnung der Indizes, daß die MS eine höhere Diversität als der BC aufweist, so zeigt sich bei der Rarefaction-Methode genau das Gegenteil, wobei die Unterschiede in beiden Fällen nur sehr klein sind. Einigkeit herrscht dagegen in Bezug auf den PCS: Er ist am wenigsten divers, wobei eine Beobachtung aller Einzelstationen mit Hilfe der Rarefaction-Methode zeigt, daß der PCS im Bereich der niedrigen BC-Werte liegt. Von einer latitudinalen Diversitätsschwankung zu sprechen, erscheint mit den herangezogenen Daten nicht möglich, dazu sind die Probenumfänge und das bearbeitete Gebiet zu klein und die Schwankungen zwischen den Proben eines Teilgebiets zu groß.

#### B. Vergleich der Stationen eines Teilgebiets:

Um zu erkennen, ob innerhalb der beiden Gebiete MS und BC Bereiche höherer und niedriger Diversität auftreten, wurden die beiden Teilgebiete einer detaillierten Untersuchung unterzogen. Eine Betrachtung der MS hinsichtlich der errechneten Diversitätsindizes ergibt, daß der nördliche Bereich des Paso Ancho eine geringere Diversität aufweist als der südliche Teil. Die Stationen 954 und 956 zeigen nur sehr geringe Werte, die allerdings nach Süden hin (Stationen 840, 847) ansteigen (vgl. Tab. 25). Noch weiter südlich, im Bereich der Insel Dawson, fällt die Diversität allerdings erneut ab (Station 977), um im südwestlichen Teil des Paso Ancho (Stationen 864, 866, 872, 877) ihre höchsten Werte zu erreichen. Eine grobe Nord-Süd-Reihenfolge sähe also folgendermaßen aus (Diversität ansteigend): 956/954/977/840/847/866/864/872/877.

Tab. 25: Auflistung der Diversitätswerte  $H'$  und  $E$  für die Stationen der Magellanstraße. Die Stationen sind in ihrer Reihenfolge grob von Norden nach Süden angeordnet.

Station	$H'$	$E$
954	1.414	0.789
956	0.659	0.951
840	2.324	0.906
847	2.329	0.791
977	2.108	0.799
864	2.444	0.926
866	2.402	0.756
872	2.457	0.773
877	2.664	0.818

Diese errechneten Diversitäten weichen teilweise von denen der Rarefaction-Methode ab. (vgl. Abb. 47). Zwar werden auch hier die nördlichsten Stationen (954, 956) mit der geringsten Diversität bezeichnet, aber dann ändert sich das Bild im Vergleich zu den Ergebnissen der Berechnung mit den Diversitätsindizes. Zunächst offenbart die Rarefaction-Methode die teilweise ungenügende Menge des Probenmaterials. Stationen 954, 956 und 840 weisen so wenige Individuen auf, daß sie in den Bereichen, wo das Ablesen der Diversitäten sinnvoll wird, gar nicht mehr in Erscheinung treten.

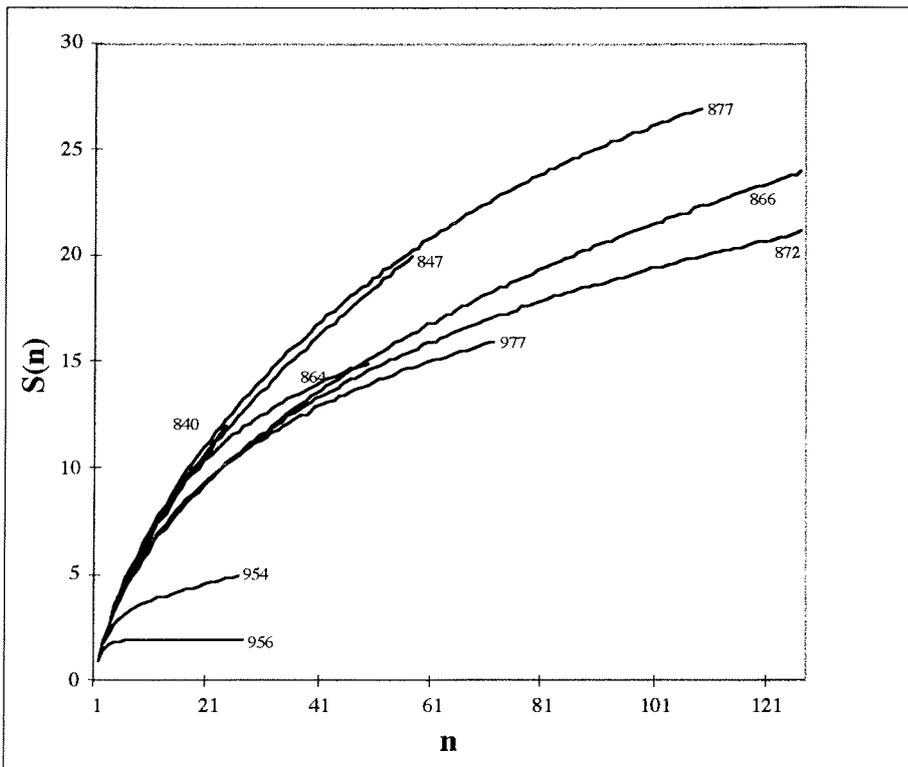


Abb. 47: Rarefaction-Kurven der einzelnen Stationen der Magellanstraße.

Während es bei den nördlichen Stationen nicht so wichtig erscheint, weil sie ihre Asymptoten bereits erreicht oder wenigstens annähernd erreicht zu haben scheinen, ist aus der kurzen Kurve von Station 840 erkennbar, daß hier eine höhere Individuenzahl, also ein größerer Probenumfang nötig gewesen wäre, um die Kurve zu erfassen. So endet sie in einem Bereich, wo die Trennung der einzelnen Kurven sehr schwierig und kaum sinnvoll erscheint. Man kann nur in einem Bereich von etwa 20 Individuen schätzen, daß Station 840 sich zwischen den Stationen 847 und 877 befindet. Eine standardisierte Individuenzahl von  $n=30$  ergäbe dementsprechend die folgende aufsteigende Stationsreihenfolge: 956/954/977/872/866/864/847/(840?)/877. Sie unterscheidet sich von der erstgenannten, denn es ist keine Diversitätszunahme von Nord nach Süd erkennbar. Vielmehr schließen sich den Werten der Stationen 954, 956 und 977 Stationen der südlichen Paso Ancho an (872, 866, 864 und 847), die anhand der Berechnungen von  $H'$  und  $E$  zu den diverseren gehören. Lediglich Station 877 ist übereinstimmend die diverseste der MS.

Die schon in Abschnitt A erkannte Unterteilung in eine Gruppe diverser und eine Gruppe nicht-diverser Stationen im BC (vgl. Abb. 44, 45) findet ihre Bestätigung bereits in den Diversitätswerten von Tab. 26. Die drei Stationen 1123, 1135 und 1138 weisen im

Gegensatz zu den übrigen BC-Stationen ausgeprägt hohe Diversitätswerte auf. Aus einem geographisch orientierten Blickwinkel heißt das, daß die Diversität ausgehend von geringen Werten im Westen des Beagle nach Osten hin zunimmt und im Bereich der Gordon-Insel und der Halbinsel Dumas, das ist der mittlere Abschnitt des BC, die Höchstwerte erreicht. Östlich von Navarino am Ausgang des Beagle sackt die Diversität erneut auf Werte des westlichen Teils ab. Hinsichtlich der Diversitätszunahme lassen sich die BC-Stationen wie folgt anordnen: 1076/1144/1181/1234/1033/1135/1138/1123.

Tab. 26: Auflistung der Diversitätswerte  $H'$  und  $E$  für die Stationen des Beagle-Kanals. Die Stationen sind in ihrer Reihenfolge grob von Westen nach Osten angeordnet.

Station	$H'$	$E$
1033	1.977	0.9
1076	1.364	0.701
1123	2.967	0.881
1135	2.642	0.933
1138	2.820	0.9
1144	1.374	0.536
1181	1.698	0.708
1234	1.763	0.622

Der allgemeine Verlauf der Diversität - niedrig im Westen, hoch im mittleren Kanalbereich und erneut niedrig im Osten - findet seine Entsprechung in den errechneten und in Abb. 48 dargestellten Rarefaction-Kurven. Allerdings muß auch hier darauf hingewiesen werden, daß wie schon in der MS der Probenumfang teilweise zu gering ist, um sinnvolle Vergleiche aller Stationen vornehmen zu können. Station 1033 ist eine Station, deren Individuenzahl so gering ist, daß sie aus dem allgemeinen "Rauschen" der Werte für alle Stationen nicht weit genug herausragt, um alle miteinander vergleichen zu können. Nicht viel besser sieht es für Station 1076 aus.

Aber trotz dieser Umstände und trotz der Tatsache, daß die Reihenfolge, in der sich die Stationen mittels der Rarefaction-Werte präsentieren, von derjenigen der errechneten Diversitätswerte abweicht (1144/(1033?)/1076//1181/1234/1138/1123/1135, bei  $n = 21$ ), läßt sich das Phänomen der zunächst ansteigenden und dann wieder abfallenden Diversität sehr gut in Abb. 48 nachvollziehen: Es klafft eine große Lücke zwischen den drei diversen Stationen und den übrigen weniger diversen.

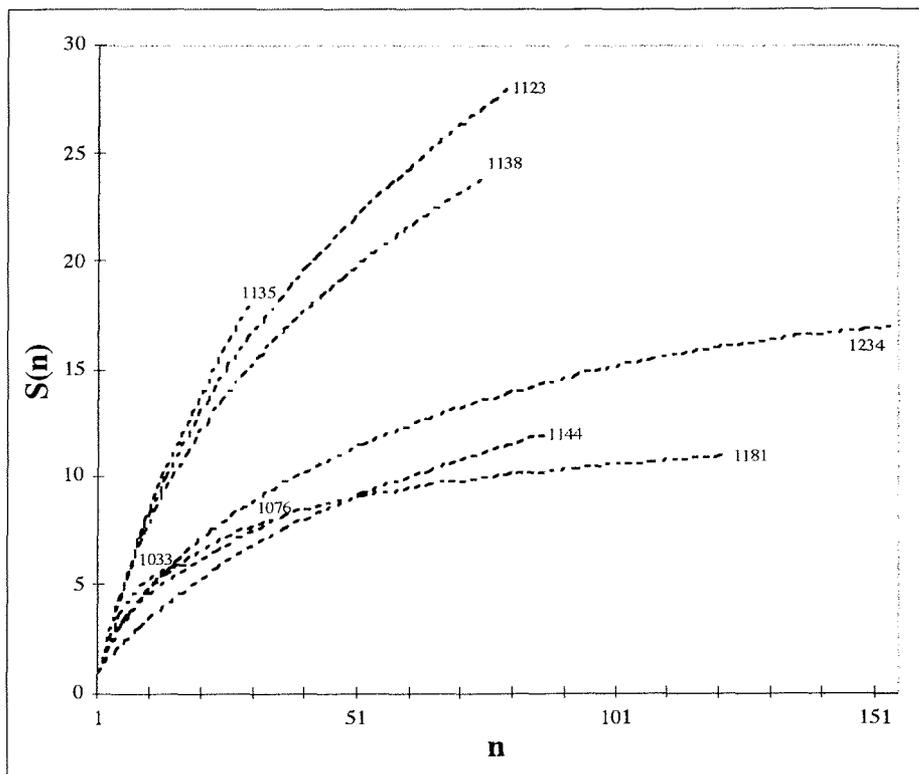


Abb. 48: Rarefaction-Kurven der einzelnen Stationen des Beagle-Kanals.

## 6.2. Bathymetrischer Diversitätsvergleich

Analog zum Vergleich der Diversität unterschiedlicher geographischer Teilgebiete sollte ein bathymetrischer Diversitätsvergleich durchgeführt werden. Eine Überprüfung der Diversitätswerte der einzelnen Stationen unter Berücksichtigung der Stationstiefen sollte klären, ob die Diversität mit zunehmender Tiefe ansteigt oder abfällt. Dazu wurden die Stationen ihrer Tiefe entsprechend zu Gruppen bestimmter Tiefenbereiche zusammengefaßt: 0 - 200m, 201 - 400m und 401 - 600m. Die einzige Station, die tiefer liegt als 600m, Station 40111 vom PCS, wurde aus dem Vergleich ausgeklammert. Wie beim Vergleich der geographischen Teilgebiete wurden die jeweiligen Diversitätswerte  $H'$  und  $E$  derart berechnet, daß die erforderlichen Daten der Stationen eines Tiefenbereichs zusammengefaßt und daraus die Werte errechnet wurden. Auch hier wurde also darauf verzichtet, einen auf den einzelnen Diversitätswerten der entsprechenden Stationen basierenden Mittelwert zu berechnen. Aus Tab. 27 ist ersichtlich, daß zunächst ein Anstieg der Diversität mit zunehmender Tiefe zu verzeichnen ist. Ausgehend von  $H' = 3,001$  und  $E = 0,706$  im Tiefenbereich zwischen 0-200m, steigt die Diversität auf  $H' = 3,632$  und  $E = 0,829$  im mittleren Tiefenbereich von 201-400m an.

Tab. 27: Auflistung der Stationen und der entsprechenden Diversitätswerte  $H'$  und  $E$ , geordnet nach den Tiefenbereichen 0-200m (A), 201-400m (B) und 401-600m (C). Darüberhinaus ist der für jeden Tiefenbereich ermittelte Median  $Z$  von  $H'$  und  $E$  angegeben.

A: Tiefenbereich 0-200m

Station	Tiefe	S	$H'$	$E$
954	79	6	1.414	0.789
956	80	2	0.659	0.951
1234	100	17	1.763	0.622
40110	101	24	2.128	0.67
1144	110	13	1.374	0.536
1181	110	11	1.698	0.708
840	123	13	2.324	0.906
847	200	19	2.329	0.791
Gesamtwert			3,001	0,706

B: Tiefenbereich 201 - 400m

Station	Tiefe	S	$H'$	$E$
1123	219	29	2.967	0.881
877	227	26	2.664	0.818
1135	257	17	2.642	0.933
1033	309	9	1.977	0.9
1138	320	23	2.820	0.9
40116	330	10	1.952	0.848
1076	346	7	1.364	0.701
872	351	24	2.457	0.773
Gesamtwert			3,632	0,829

C: Tiefenbereich 401 - 600m

Station	Tiefe	S	$H'$	$E$
866	440	24	2.402	0.756
977	459	14	2.108	0.799
864	550	14	2.444	0.926
Gesamtwert			2,883	0,805

Dann fällt sie allerdings erneut ab, um im dritten Tiefenbereich zwischen 401-600m auf Werte von  $H' = 2,883$  und  $E = 0,805$  abzusacken.

Das gleiche Ergebnis erzielt man auch mit Hilfe der Rarefaction-Methode, wie aus Abb. 49 ersichtlich. Im Gegensatz zum Kurvenverlauf bei der geographischen Analyse, wo zumindest bei niedrigeren Individuenzahlen eine klare Aussage nicht möglich scheint, zeigt der bathymetrisch orientierte Vergleich der Rarefaction-Kurven klare Unterschiede von Beginn an. Der mittlere Tiefenbereich ist deutlich diverser als die beiden anderen, was in Abb. 49 noch deutlicher erscheint, als es die Diversitätsindizes auszudrücken vermögen.

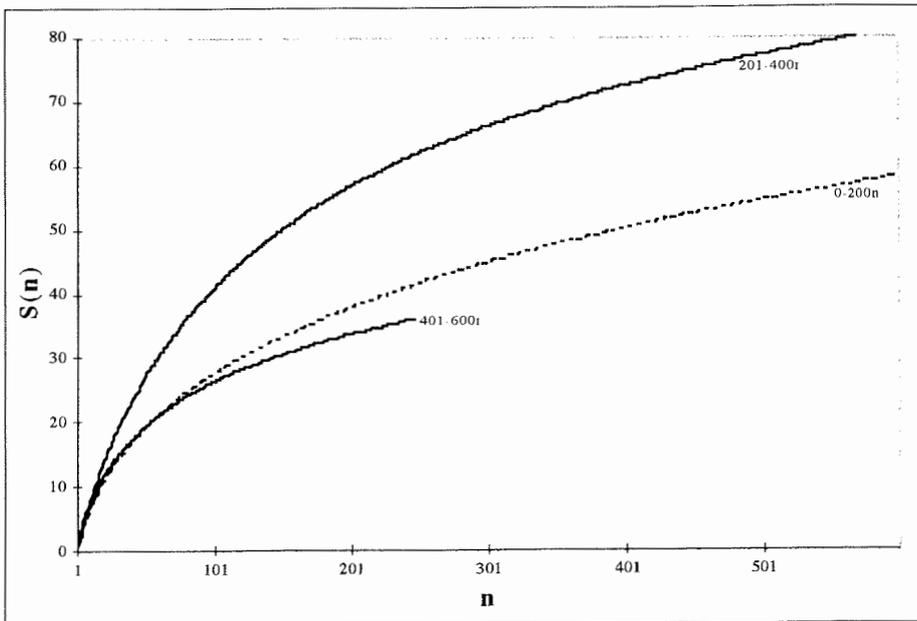


Abb. 49: Rarefaction-Kurven der drei Tiefenbereiche, die für den bathymetrischen Diversitätsvergleich gewählt wurden.

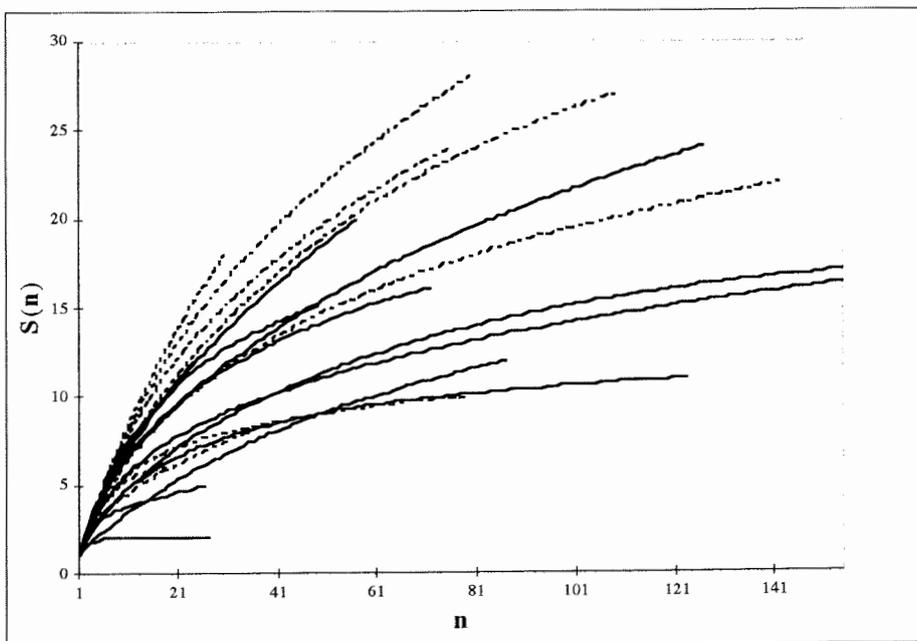


Abb. 50: Rarefaction-Kurven der einzelnen Stationen der Magellanregion. Die Stationen sind hinsichtlich ihrer Zugehörigkeit zu einem der drei Tiefenbereiche durch folgende Strichtypen gekennzeichnet: 0-200m = gestrichelt, 201-400m = durchgehend, 401-600m = dick. Bei dieser Darstellung wurde die Individuenzahl auf 155 beschränkt, wodurch die Krümmung und Steigung der Kurven besser erkennbar werden.

Um die Streuungsbereiche der einzelnen Tiefenbereiche besser abschätzen zu können, wurden wie im Fall der geographischen Diversitätsanalyse die Rarefaction-Kurven aller Stationen gegeneinander aufgetragen, wobei die Kurven entsprechend ihrer Zugehörigkeit zu einem der Tiefenbereiche rot, grün oder blau eingefärbt und die Schätzungen auf eine Individuenzahl  $n=155$  eingeschränkt wurden (Abb. 50). Ein Blick auf diese Kurvenverteilung verrät, daß sich die Stationen zwischen 0 und 200m schwerpunktmäßig in niedrigen Diversitätswertebereichen befinden und nur eine Station (847) mit einer höheren Diversität herausragt. Umgekehrt liegen die Diversitätswerte der Stationen zwischen 201 und 400m überwiegend in einem hohen Bereich (fünf Stationen) und nur drei Stationen sacken auf niedrige Werte ab (Abb. 50), die dem regulären Wertebereich des flachen Tiefenbereichs entsprechen. Die wenigen Stationen aus 401-600m Wassertiefe liegen alle genau zwischen den Schwerpunkten des flachen und denen des mittleren Tiefenbereichs. Bis auf die wenigen genannten Ausreißer-Stationen läßt sich also generell jedem Tiefenbereich ein Diversitätsgrad zuordnen, um den er mit einer gewissen Streuung pendelt.

Zusammenfassend ergibt ein geographischer und ein bathymetrischer Diversitätsvergleich innerhalb der Magellanregion folgende Ergebnisse:

- Die drei Teilgebiete MS, BC und PCS unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Diversität.
- Parallel durchgeführte Vergleiche mit Hilfe zweier Verfahren, der Berechnung der Diversitätsindizes  $H'$  und  $E$  sowie der Rarefaction-Methode, weichen in ihren Schätzungen allerdings voneinander ab: Während aufgrund von  $H'$  und  $E$  die MS als das diverseste Teilgebiet charakterisiert wird, nimmt bei der Rarefaction-Methode der BC den ersten Platz ein.
- Der PCS ist offensichtlich das am wenigsten diverse Teilgebiet der Magellanregion. Zu diesem Ergebnis kommen beide angewandten Verfahren.
- Vergleiche von Diversitätswerten und Rarefaction-Kurven der einzelnen Stationen zeigen auf, daß eine eindeutige Charakterisierung der Teilgebiete jedoch nicht unbedingt sinnvoll ist. Die Streuung der Diversitätswerte ist hoch, und es gibt aus allen Gebieten Stationen mit hoher und niedriger Diversität. Ein Vergleich aller Stationen anhand ihrer Rarefaction-Kurven deutet allerdings darauf hin, daß der BC tendenziell die höchsten Diversitätswerte aufweist, während MS und auch PCS in einem mittleren Bereich liegen.
- Ein bathymetrischer Stationsvergleich, bei dem willkürlich die drei Tiefenbereiche 0-200m, 201-400m und 401-600m eingeteilt wurden, ergibt hinsichtlich der Diversität klare Unterschiede.
- Es zeigt sich sowohl anhand der berechneten Diversitätsindizes als auch mit Hilfe der Rarefaction-Methode, daß die Diversität einen Kurvenverlauf aufweist, bei dem sie mit

zunehmender Tiefe zunächst ansteigt. Bei Tiefen zwischen 201 und 400m erreicht sie höchste Werte, um dann erneut abzufallen. Die tiefsten Werte treten aber nicht, wie vielleicht zu erwarten wäre, in den tiefen Bereichen, sondern im Flachwasser auf.

- Generell ist demnach zu beobachten, daß die Diversität im Flachwasser (0-200m) am geringsten, in mittleren Wassertiefen (201-400m) am größten und in tiefen Wasserschichten wiederum niedriger ist, ohne jedoch die geringen Werte des Flachwasserbereichs zu erreichen.
- Vor allem aufgrund der Schätzung mit Hilfe der Rarefaction-Methode wird deutlich, daß der Umfang des zur Verfügung stehenden Probenmaterials fast durchweg zu gering ist, um alle Stationen sinnvoll in die Diversitätsschätzungen mit einzubeziehen und somit eindeutigere Schätzwerte zu erhalten.

### **6.3. Schätzung der Artenzahl mit Hilfe des Jackknife-1-Verfahrens**

Wie in Kapitel III.2. bereits ausführlich erläutert, kann mit Hilfe der von Heltshe & Forrester (1983) entwickelten Jackknife-1-Methode ein Schätzwert der Artenzahl eines definierten Gebiets ermittelt werden, dem die zur Verfügung stehenden Stichproben und das Verhältnis der darin enthaltenen „unique species“ zur gesamten gefundenen Artenzahl zugrunde liegen (vgl. Heltsche & Forrester 1983, Palmer 1990a, 1991). Der erhaltene Schätzwert ergibt sich aus einer Extrapolation der gemessenen Werte und erlaubt eine vorsichtige Abschätzung, wieviele Arten im Untersuchungsgebiet vermutlich übersehen worden sind. Darüberhinaus ist der Vergleich verschiedener Gebiete aufgrund ihrer geschätzten Artenzahlen möglich. Aus der Art der Berechnung sowie den dazu benötigten Daten (vgl. Kap. III.2.) ist ersichtlich, daß Jackknife nicht uneingeschränkt sinnvoll anwendbar ist (vgl. dazu Kap. VI.). Im Rahmen der vorliegenden Untersuchungen wurde Jackknife angewandt, um

- a) die Artenzahl der gesamten Magellanregion einzuschätzen;
- b) um die Diversität zwischen Magellanstraße und Beagle-Kanal anhand der Artenzahl abschätzen zu können.

Es ist klar, daß die Schätzung sich nur auf die Arten der ausgewählten sechs Familien beziehen kann.

#### **A. Geschätzte Artenzahl in der gesamten Magellanregion:**

Die Zahl der gefundenen Arten aus den Familien Ancorabolidae, Argostidae, Cletodiidae, Diosaccidae, Paramesochridae und Paranannopidae in der gesamten Magellanregion beträgt 122. Insgesamt treten auf allen 20 Stationen 53 „unique species“ auf, d.h. 53 Arten wurden an einer und nur einer dieser Stationen registriert. Ausgehend von diesen Zahlen ergibt eine Schätzung mit Jackknife-1 etwa 172 Arten für die MR, womit bei der Beprobung ca. 70% der Arten erfaßt worden sind. Etwa 30% wurden übersehen. Die

Ermittlung der Varianz und die damit erfaßte Streuung liegt, wenn  $\alpha= 5,0\%$  und  $t_{(n-1)}= 2,09$ , bei etwa  $\pm 27$  Arten.

B. Geschätzte Artenzahlen für MS und BC:

Ein Vergleich innerhalb des Untersuchungsgebiets liefert für die MS folgende Ergebnisse:

MS:	Gefundene Arten	70
	„Unique species“	35
	Anzahl Stationen	9
	Geschätzte Artenzahl	etwa 101
	Prozentualer Anteil gefundene Arten	etwa 69%
	Prozentualer Anteil übersehene Arten	etwa 31%
	Streuung ( $\alpha= 5,0\%$ , $t_{(n-1)}= 2,31$ )	$\pm$ etwa 7 Arten

Die Schätzung der Artenzahl für den BC sieht folgendermaßen aus:

BC:	Gefundene Arten	70
	„Unique species“	40
	Anzahl Stationen	8
	Geschätzte Artenzahl	etwa 105
	Prozentualer Anteil gefundene Arten	etwa 67%
	Prozentualer Anteil übersehene Arten	etwa 33%
	Streuung ( $\alpha= 5,0\%$ , $t_{(n-1)}= 2,36$ )	$\pm$ etwa 39 Arten

Beim PCS wurde von einer Schätzung mit Jackknife-1 abgesehen, weil nur drei Stationen aus diesem Teilgebiet zur Verfügung stehen.

Die Ergebnisse der drei oben präsentierten Schätzungen zeigen in Bezug auf den Anteil der erfaßten Arten eine hohe Ähnlichkeit. 70% der zu erwartenden Arten in der gesamten MR, 69% in der MS und 67% im BC scheinen darauf hinzudeuten, daß, generell beurteilt, der Anteil der erfaßten Arten bei weit über 50% und damit recht hoch liegt. Und ein Blick auf die Streuung in der MS ( $\pm$  etwa 7 Arten) könnte vermuten lassen, daß in diesem Gebiet wirklich der Großteil aller Arten aus den sechs ausgewählten Familien erfaßt worden ist, wogegen die hohen Schwankungen im BC ( $\pm$  etwa 39 Arten) und im gesamten Untersuchungsgebiet ( $\pm$  etwa 27 Arten) doch noch erahnen lassen, daß eine stattliche Anzahl an Arten noch nicht erfaßt worden ist. Tatsächlich sind jedoch alle Werte mit sehr großer Vorsicht zu beurteilen, und auch solch hohe prozentualen Erfassungswerte um 70% in allen Untersuchungsgebieten sollten nicht darüber hinwegtäuschen, daß diese Schätzwerte lediglich auf dem Material von 20, 9 bzw. 7 Stationen basieren, gleichzeitig jedoch dazu verleiten, die ermittelten Schätzwerte auf das gesamte riesige Gebiet zu be-

ziehen. Dabei sind sie weiter nichts als sehr grobe Hinweise darauf, in welchem Größenordnungsbereich der Anteil übersehener Arten liegt (vgl. Kap. VI.).

#### C. Vergleich der Diversität von MS und BC:

Vergleicht man die Schätzwerte für die Arten aus der MS (101 Arten) und dem BC (105 Arten), so sind sie fast gleichhoch. Obwohl immer wieder betont werden muß, daß zur Schätzung der Artenzahl umfangreiches Probenmaterial notwendig ist - gerade bei der Anwendung von Verfahren, die extrapolieren -, könnte der vorsichtige Versuch einer Deutung der erhaltenen Schätzwerte einen Hinweis darauf ergeben, daß die Diversität beider Teilgebiete, wenn man Diversität hier mit der generellen Artenvielfalt gleichsetzt, nahezu gleich groß sein könnte. Eine solche Deutung läge in der Nähe der Ergebnisse, die die Artenschätzung mit Hilfe der Rarefaction-Methode ergab, die den beiden Teilgebieten ja ebenfalls eine annähernd gleichgroße Diversität bescheinigt (vgl. Abb. 45). Dennoch muß noch einmal klar darauf hingewiesen werden, daß der Vergleich der beiden Gebiete anhand der vorliegenden Daten nicht mit Hilfe eines extrapolierenden Verfahrens wie Jackknife-1 durchgeführt werden sollte. Im Rahmen dieser Arbeit soll es hauptsächlich dazu dienen, den prozentualen Anteil der übersehenen Arten einzuschätzen.

## VIII. DISKUSSION

In Zusammenhang mit dem immer stärker ansteigenden weltweiten Artenschwund (vgl. Wilson 1992) besteht ein zunehmendes Interesse, die Erfassung der Arten voranzutreiben. Sie ist notwendig, um globale Schätzungen auf feste Fundamente stellen zu können. Die Arterfassung hat in den letzten Jahrzehnten v.a. im terrestrischen Bereich erhebliche Fortschritte gemacht (vgl. Wilson 1992, Ziegler et al. 1997). Das führte bisher allerdings nicht zu einem konkreten Überblick über die geschätzten Artenzahlen, sondern zu der Erkenntnis, daß die tatsächliche Biodiversität bisherige Vorstellungen bei weitem übertrifft (vgl. Wilson 1992, Lamshead 1993, Ziegler et al. 1997). Ein großes Manko ist in diesem Zusammenhang die bis heute äußerst spärliche Untersuchung des marinen sublitoralen Benthos, v.a. der Tiefsee. Obwohl allein die ozeanischen Bereiche, die tiefer als 1.000m liegen, das doppelte der Festlandfläche (Ziegler et al. 1997) bzw. die Hälfte der gesamten Erdoberfläche (Lamshead 1993) ausmachen, wurden sie bis heute kaum bearbeitet, und die geschätzte Fläche weltweit beprobter Gebiete (etwa 2km<sup>2</sup> für die Makrofauna bzw. 5m<sup>2</sup> für die Meiofauna, vgl. Lamshead 1993) ist im Vergleich zur Gesamtfläche der Tiefsee verschwindend gering. Aber auch das Sublitoral oberhalb von 1.000m wurde, weltweit betrachtet, bis heute nur spärlich bearbeitet. Diese Feststellung sowie die Tatsache, daß der Großteil der Meiofaunaforschung des Sublitorals weitgehend auf die Nordhemisphäre beschränkt ist (vgl. Vincx et al. 1994), läßt intensive Untersuchungen von Meiofaunagemeinschaften in Regionen der Südhalbkugel nicht nur sinnvoll, sondern (und besonders im Zusammenhang mit der oben erwähnten weltweiten Arterfassung) notwendig erscheinen. Dies gilt auch für die Harpacticoida als einem wichtigen Bestandteil des Meiobenthos (vgl. Noodt 1971, Hicks & Coull 1983, Wells 1986, Huys & Boxshall 1991). Obwohl die Zahl taxonomischer Bearbeitungen sublitoraler Harpacticoida der Südhalbkugel zugenommen hat (vgl. III.), stehen einem relativ hohen Anteil beschriebener Arten aus arktischen und subarktischen Regionen bis heute nur wenige bekannte Arten aus den entsprechenden Gebieten der Südhemisphäre gegenüber (vgl. Wells 1986).

Die vorliegende Arbeit ist in übergeordnete Untersuchungen eingebettet, die sich mit Fragen nach der Herkunft, den zoogeographischen Beziehungen sowie der interregionalen und globalen Einordnung der Diversität antarktischer und subantarktischer Benthosorganismen beschäftigen (vgl. Arntz & Gorny 1996). In diesem Kontext sollte die Bearbeitung der Harpacticoidengemeinschaften der Magellanregion und der Antarktis einen Beitrag zur Erforschung dieser Vertreter der dortigen Meiofauna leisten. Vor allem die heutzutage kontrovers diskutierte Frage, ob die Diversität mit latitudinalen oder bathymetrischen Gradienten in Beziehung steht (z.B. Rex 1983, Lamshead 1993, Poore

& Wilson 1993, Brey et al. 1994, Gray 1994, Gray et al. 1997), sollte anhand der zur Verfügung stehenden Daten für die Harpacticoidenfauna der Magellanregion geprüft werden. Bedingt durch die oben erwähnte bisher nur spärliche Erfassung der Taxa auf der Südhalbkugel wurde sie vor allem auf Artebene als ein wesentlicher Bestandteil der Untersuchungen angesehen. Dabei galt das Interesse der Beschreibung und dem intraregionalen Vergleich sublitoraler Harpacticoidengemeinschaften in den drei Ebenen Familie, Gattung und Art in der Magellanregion. Diese sollte darüberhinaus auf Familienebene mit der Antarktis verglichen werden. Neben qualitativen Auswertungen durch den direkten Vergleich der gesammelten Daten sollten verschiedene gemeinschaftsanalytische Verfahren angewandt werden: Similaritäts- und Diversitätsanalysen. Mit ihrer Hilfe wurde die Klärung folgender Fragen angestrebt:

#### Similaritätsanalysen:

1. Gibt es innerhalb der Magellanregion eindeutig abgrenzbare Harpacticoidengemeinschaften, und wenn ja, sind sie latitudinal, bathymetrisch oder durch andere Einflüsse gekennzeichnet?
2. Ist eine vergleichende und einander ergänzende Anwendung klassifikatorischer und ordnender Verfahren sinnvoll?
3. Ist es möglich und sinnvoll, auf Familienebene mit Hilfe similaritätsanalytischer Verfahren einen interregionalen Vergleich der Harpacticoida der Antarktis und der Magellanregion vorzunehmen?

#### Diversitätsanalysen:

4. Folgt die Diversität innerhalb der Magellanregion einem geographischen Gradienten?
5. Steigt die Diversität mit zunehmender Tiefe an, wie für globale Verhältnisse vermutet?
6. Kann die für die Südhemisphäre vermutete hohe interregionale Variabilität auf intraregionaler Ebene in der Magellanregion nachgewiesen werden?

Sowohl bei der Probennahme als auch bei der Datenbearbeitung traten zuvor nicht erkannte oder einzuschätzende Umstände auf, die nicht ohne Auswirkungen auf die Datenerhebung und deren Auswertung blieben. Sie sollen vor der Diskussion der erhaltenen Ergebnisse eingehender betrachtet werden.

# **1. Komplikationen bei der Datenerhebung und -bearbeitung**

## **1.1. Komplikationen bei den Probennahmen**

Probennahmen im terrestrischen und selbst im litoralen Gelände laufen in der Regel wunschgemäß ab. Das wird durch die Möglichkeit gewährleistet, Standorte immer wieder aufsuchen und deshalb Proben beliebig häufig nehmen zu können. Bei der Bearbeitung sublitoraler Benthosproben steht man dagegen häufig vor Problemen, die zu einer (teilweise sogar drastischen) Reduktion des Probenmaterials und damit zu einer nachträglichen Modifikation der Fragestellung führen können. Solche Probleme sind oft die Folge von unvorhersehbaren Umständen, die bei der Probennahme eintreten. Mißerfolge bei Probennahmen in der Magellanstraße, dem Beagle-Kanal und am Patagonischen Kontinentalabhang wurden nicht selten durch starke Tiefenströmungen, eine ungünstige Bodentopographie, zu harte Substrate, zu steile Hänge oder schlechte Wetterbedingungen verursacht. Während entsprechende behindernde Umstände auf dem Festland und im Litoralbereich schlimmstenfalls zu Verzögerungen und Verschiebungen der Probennahmen führen, bedeuten sie im Falle sublitoraler Bearbeitungen, v.a. in Bereichen der Tiefsee, oft die Inkaufnahme einer nicht optimalen, ja manchmal unzureichenden Materialausbeute. Wo das Fieren und Hieven des Geräts zwischen drei und fünf Stunden dauert, kann nicht damit gerechnet werden, nach mißglückter Probennahme die Chance zu einem zweiten Versuch zu bekommen. Von den 62 MIC-Einsätzen während der "Magellan Campaign" verliefen 14 völlig erfolglos. Achtundvierzig Hols erbrachten zwar Material, aber nur 17 davon konnten quantitativ ausgewertet werden. Am Patagonischen Kontinentalabhang war es ähnlich: Von den insgesamt acht Einsätzen des MUC verliefen vier erfolglos, und von den verbliebenen konnten nur drei quantitativ weiterbearbeitet werden.

Die daraus resultierende Reduktion des Probenmaterials und die damit einhergehende unzureichende Beprobung des Untersuchungsgebiets hat natürlich Auswirkungen auf die Auswertung der Daten. Die Zahl der beprobten Stationen kann Schwankungen unterliegen, die zu einem Mißverhältnis bei geographischen und bathymetrischen Vergleichen führen können. Auch die Anzahl der erhaltenen Parallelproben kann von Station zu Station sehr unterschiedlich sein, was einen beachtlichen Einfluß auf die Erfassung der Arten und Individuen hat.

## **1.2. Notwendige Einschränkungen bei der Datenbearbeitung**

### **1.2.1. Der MUC und das Phänomen der Pseudoreplikation**

Im Jahr 1984 wurde von Barnett et al. ein Gerät zur quantitativen Entnahme ungestörter Benthosproben vorgestellt, der Multicorer (MUC) (vgl. Kap. IV.5.). Im gleichen Jahr erschien eine umfassende Arbeit von Hurlbert, in der er den Begriff "Pseudoreplikation"

präge. Pseudoreplikation kann auftreten, wenn Verfahrensweisen oder Stichproben nicht replikativ vorliegen (vgl. Hurlbert 1984, Thistle & Fleeger 1988). Letzteres ist beim MUC (und entsprechend auch bei der kleineren Variante, dem MIC, und bei jedem Mehrfachgreifer) der Fall.

Der MUC ist ein hervorragendes Gerät zur Beschaffung ungestörter Benthosproben, das steht außer Zweifel. Wie unter IV.5. bereits angedeutet, ist er gerade bei der Bearbeitung von Meiofauna anderen Greifern überlegen, und die Möglichkeit, bis zu 12 Parallelproben zu erhalten, sichert in den meisten Fällen eine ausreichende Materialausbeute. All das sind gute Voraussetzungen, womit der MUC für Probennahmen, die wie im vorliegenden Fall einer Bearbeitung der Daten mit Hilfe von deskriptiven und explorativen statistischen Verfahren wie Similaritäts- und Diversitätsanalysen dienen sollen, hervorragend geeignet ist. Diese Verfahren unterstützen und erweitern qualitative Auswertungen und können deshalb wertvolle Beiträge zu verschiedenen Fragestellungen leisten. Das hat besonders in Bezug auf Bearbeitungen des marinen sublitoralen Benthos Gültigkeit. Wie eingangs erwähnt, ist gerade dieser gewaltige Bereich der Biosphäre noch nahezu unerforscht, so daß Untersuchungen wie die vorliegende unbedingt notwendig sind, um erste Einblicke in die Taxazusammensetzung, die Individuendichten und die Diversität der untersuchten Tiergruppe zu erhalten, auf denen weitergehende Forschungen aufbauen können. Solche weitergehenden Forschungen bedingen allerdings andere, spezifizierte Fragestellungen und entsprechende Probennahmedesigns. Sie sollen in statistisch abgesicherte Aussagen münden, und dafür sind keine Parallelproben, wie sie der MUC liefert, sondern voneinander unabhängige, zufällige Stichproben (=Repliken) absolut notwendig. Unabhängigkeit und Zufälligkeit der Stichproben sind ausdrückliche Voraussetzungen für statistisch abgesicherte Aussagen über eine Grundgesamtheit (Hurlbert 1984, Thistle & Fleeger 1988, Lozán 1992, Köhler et al. 1996). Nur sie gewährleisten die Berechnung von Schätzwerten, die den Einfluß sowohl der in der Grundgesamtheit auftretenden Variabilität als auch den Einfluß der Fehler bei den Probennahmen ausreichend berücksichtigen (Hurlbert 1984). Das heißt, nur mit Repliken werden statistisch abgesicherte Aussagen möglich, die auf die Grundgesamtheit übertragen werden können.

Hurlbert (1984) nennt eine Reihe von Arbeiten, in denen pseudorepliziert wird, und er belegt, daß dieses Phänomen besonders bei Untersuchungen des marinen Benthos auftritt. Doch trotz seiner Kritik und einer erneuten Warnung von Thistle & Fleeger (1988) werden die Parallelproben des MUC und anderer Mehrfachgreifer bis heute als Repliken angesehen und behandelt (vgl. z.B. Gerdes 1990, Gerdes et al. 1992, Herman & Dahms 1992, Giere 1993, Shirayama & Fukushima 1995, Vanhove et al. 1995), und bei der Auswertung des mit dem MUC gewonnenen Materials wird vielfach auf „unzulässige“ statistische Verfahren wie Signifikanztests zurückgegriffen.

Um diese Fehler nicht zu wiederholen, wurde in der vorliegenden Arbeit kein Verfahren der schließenden Statistik angewandt, sondern solche, für die die MUC-Proben geeignet sind. Die Berechnung von Mittelwerten wurde weitestgehend vermieden (Ausnahme: s. V.5.5.), und die Harpacticoida aus den Parallelproben der einzelnen Stationen dagegen in Anlehnung an Bäumer (pers. Mitt.) aufsummiert. Als einzige errechnete Werte im Rahmen der qualitativen Auswertungen wurden, bezogen auf 10cm<sup>2</sup>, relative Abundanzen, relative Präsenzen und Dichtewerte ermittelt. Eigentlich sind mit den wenigen zur Verfügung stehenden Werten keine aussagekräftigen Dichtewerte zu berechnen. Hinzu kommt das Problem, daß verschiedene Corertypen eingesetzt wurden (s. Kap. IV.5.), deren Stechrohre unterschiedliche Flächengrößen aufwiesen, und bei denen die Zahl der Stechrohre variierte. Dadurch, daß nur bei den wenigsten Probennahmen alle Stechrohre gefüllt waren - in der Regel standen nur 50% der Rohre eines Hols für quantitative Auswertungen zur Verfügung - ist eine Standardisierung des Materials (Berechnung von Dichtewerten) mit einer noch größeren Unsicherheit verbunden.

### **1.2.2. Einschränkungen taxonomischer und geographischer Art**

Trotz der nur mäßigen Anzahl von Probennahmestationen erbrachte die Aussortierung der Copepoda so hohe Individuenzahlen, daß eine Eingrenzung unvermeidlich erschien. Die Beschränkung auf die Harpacticoida ergab sich bereits aus der Fragestellung und läßt sich (1) mit der vorherrschenden Stellung dieser Tiergruppe im Benthos gegenüber allen anderen Copepoda (vgl. Kap. VII.1.1.) und (2) mit ausreichenden, jedoch nicht übermäßig hohen Abundanzen für quantitative Bearbeitungen begründen. Der Anteil der übrigen Copepoda kann schon aus rein numerischen Gründen vernachlässigt werden.

#### **A. Ausschluß der Jugendstadien**

Der erste wirklich einengende Schritt ergab sich aus dem großen Anteil der in den Proben enthaltenen Juvenilstadien, von denen v.a. die Copepodide fast 45% der Gesamtzahlen ausmachen (vgl. Kap. VII.1.1.). Die meisten von ihnen konnten keiner Art zugeordnet werden. Das hat sowohl in Bezug auf die weitere Bearbeitung, als auch auf die Ergebnisse Konsequenzen. Denn obwohl durch die starke Präsenz der Copepodide (die Nauplien spielen wegen ihrer geringen Häufigkeiten eine zu vernachlässigende Rolle) ein wesentlicher Einfluß dieser Stadien auf die Gemeinschaftsstruktur anzunehmen ist, mußten sie aus den Analysen ausgeschlossen werden. Die Zuordnung ausschließlich erfolgreich determinierter Copepodide hätte nämlich dazu geführt, daß der weitaus größere Teil der Entwicklungsstadien nicht in die Analysen mit einbezogen worden wäre. Doch die Einbeziehung nur der bestimmbareren Copepodide wäre nicht begründbar. Sie hätte vielmehr bedeutet, das Unvermögen des Bearbeiters zum Kriterium für Aussagen über die Gemeinschaften machen zu wollen. Natürlich ist letztlich jede Reduktion des

Materials ein willkürlicher Akt, der zu einem Informationsverlust führt. Dennoch besteht ein qualitativer Unterschied in der Abgrenzung beispielsweise des Monophylums Harpacticoida oder der in sich geschlossenen Stadiengruppe "Adulte" zur Abgrenzung der Gruppe "bestimmbare Copepodide". Darüberhinaus hätte eine solche Vorgehensweise auch Auswirkungen auf die Ergebnisse beispielsweise einer Gemeinschaftsanalyse. Fielen nämlich alle Copepodide, die keiner Art zuzuordnen sind, aus der Analyse heraus, so würden die bekannten Arten im Vergleich zu einer Analyse, bei der entweder alle Jugendstadien oder keines enthalten wären, übermäßig gewichtet. Deshalb gab es bei der vorliegenden Arbeit keine andere Wahl, als die Jugendstadien in ihrer Gesamtheit auszuschließen.

Es wird in diesem Zusammenhang allerdings nicht die Ansicht vertreten, daß der Ausschluß aller Copepodide (und natürlich auch aller Nauplien) grundsätzlich empfehlenswert sei, um so ein durch populationsdynamische Schwankungen hervorgerufenen "Rauschen" zu eliminieren. Der plötzliche Anstieg von Copepodiden einer Art vermag die Diversität eines Standortes zwar sicherlich spontan (in vornehmlich abnehmender Tendenz durch Abnahme der Evenness) zu verändern, was zu Unschärfen bezüglich der "tatsächlichen" Diversität führte. Andererseits kann es aber kaum ein Anliegen von Untersuchungen wie dieser sein, derartige Schwankungen zu registrieren oder gar herauszufiltern, auf welche Art auch immer. Das wird bereits durch das Probennahmedesign untersagt. Die errechneten Werte sind in jedem Fall nur Näherungswerte, und der Einbezug der Copepodide würde vermutlich ein zwar verändertes, aber nicht ein vollkommen anderes Bild vermitteln. Tatsächlich läßt die Vielfalt innerhalb der Copepodide sowie die Tatsache, daß etliche Arten (Cerviniidae, Ancorabolidae u.a.) auf nicht wenigen Stationen ausschließlich durch Copepodide vertreten sind, vermuten, daß ihr Ausschluß eher zu einer Verminderung der Diversität führte anstatt zu einer Erhöhung, wie es die oben angesprochene Ansicht annimmt.

#### B. Eingrenzung der adulten Harpacticoida

Neben der Entscheidung, die Jugendstadien in die Analysen mit einzubeziehen oder davon auszuschließen, stand als ebenso grundsätzliche Frage die nach den zu bearbeitenden Taxa. Wie in Kap. VII.1.1. dargelegt, traten die Harpacticoida in großen Mengen auf. Dieser Umstand und die (zu erwartende) Tatsache, daß der überwiegende Teil davon neue Arten darstellt, ließen eine Bearbeitung aller Harpacticoida auf Artebene nicht zu. So mußte eine Eingrenzung für die nachfolgende Bearbeitung vorgenommen werden. Die Auswahl der in Frage kommenden Familien (bei denen Monophylie vorausgesetzt wurde) sollte trotz der damit verbundenen Subjektivität möglichst die unter VII.2.1.2. genannten Kriterien erfüllen, um mit den erhaltenen Daten zu aussagekräftigen Ergebnissen zu gelangen. Das trifft für die sechs ausgewählten Familien auch zu, die die

Gesamtverteilung der Harpacticoida in befriedigender Weise widerspiegeln (vgl. Abb. 51).

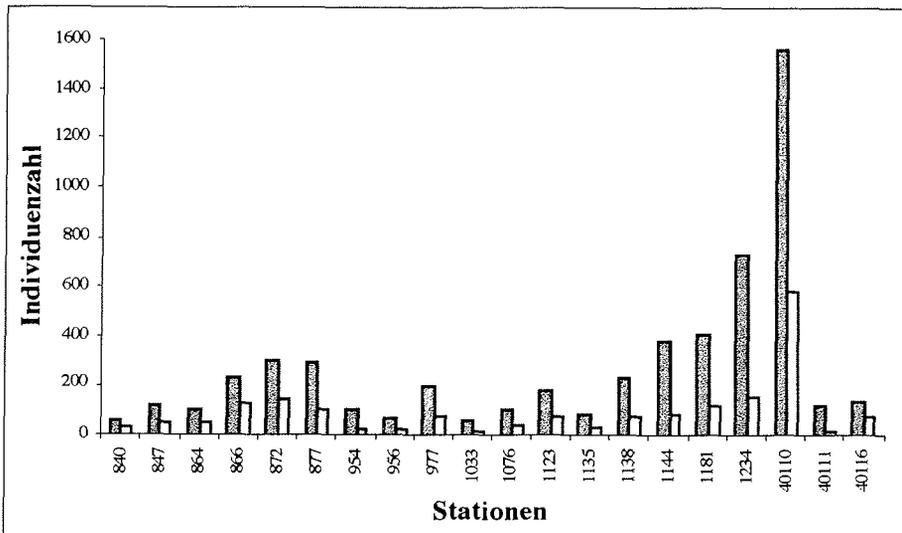


Abb. 51: Verteilungsverhältnis der ausgewählten sechs Familien (weiße Säulen) zur Gesamtverteilung der Harpacticoida (graue Säulen), bezogen auf die absoluten Abundanzen.

Da selbst bei der vorgenommenen Auswahl der Harpacticoida der taxonomische Aufwand noch viel zu groß erschien, wurde auch das Untersuchungsgebiet für die Bearbeitung auf Artebene auf die Magellanregion eingegrenzt (vgl. Kap. VII.2.). Dieser Schritt erwies sich als notwendig, weil die Bearbeitung der antarktischen Harpacticoida auf Familienebene bereits auf eine hohe Artenvielfalt selbst in den ausgewählten sechs Familien hindeutete. Eine Ausweitung der Artdetermination auf die Harpacticoida der Antarktis wäre von daher mit einem hohen Zeit- und Arbeitsaufwand verbunden gewesen, der im Rahmen des Vorhabens nicht geleistet werden konnte.

Die gleich dreifache Einschränkung in Bezug auf die Entwicklungsstadien, Taxa und das Bearbeitungsgebiet für Untersuchungen auf Artebene hatte natürlich Folgen für die Auswertung. Ein similaritätsanalytischer Vergleich zwischen der Magellanregion und der Antarktis mußte auf das Familienniveau beschränkt bleiben, von einer Diversitätsanalyse auf diesem Niveau mußte abgesehen werden.

## 2. Ergebnisdiskussion

### 2.1. Qualitative Vergleiche

Die Bearbeitung der gesammelten Daten kann auf zwei verschiedene Weisen durchgeführt werden:

#### 1. Qualitative Vergleiche

Dabei werden die Standorte aufgrund ihrer Taxazusammensetzung direkt miteinander verglichen. Die Berechnung der Dichten pro 10cm<sup>2</sup> und die Ermittlung der relativen Präsenzen und Abundanzen können Einschätzungen der Dominanzverhältnisse und Verteilungsmuster ermöglichen, sowie Unterschiede zwischen Stationen bzw. geographischen Teilgebieten aufdecken. Auswertungen dieser Art werden seit vielen Jahren vorgenommen (z.B. Thorson 1957, Knox 1960, Knox & Lowry 1977, Brattström & Johannssen 1983, Brandt 1991, 1992, s. a. Gray 1984) und bilden die Grundlage so mancher Hypothese über Entstehung und Struktur von Gemeinschaften (vgl. Gray 1984). Sie bieten den Vorteil von Vergleichen und Aussagen anhand direkt beobachteter Daten. Darüberhinaus besteht für den Bearbeiter die Möglichkeit, ähnlich wie bei phylogenetischen Analysen, Merkmale zu gewichten, was im Rahmen quantitativer Analysen weitgehend unmöglich ist. Ihre Nachteile sind der wesentlich größere Zeit- und Arbeitsaufwand im Gegensatz zu quantitativen Analysen und die Gefahr, daß bei umfangreichen Rohdaten der Überblick verlorengeht und daß vorhandene Zusammenhänge dadurch übersehen werden.

#### 2. Quantitative Vergleiche

Die quantitative Datenauswertung hat in den letzten Jahrzehnten gewaltig an Bedeutung gewonnen. Vor allem bei der Bearbeitung großer Datenmengen, mit deren Hilfe synökologisch orientierte Fragestellungen beantwortet werden sollen, gelten quantitative Verfahren als unverzichtbare Werkzeuge zur Bewältigung der anfallenden gewaltigen Mengen an Information. Floristische und faunistische Vergleiche von Stationen, Standorten und ganzen Gebieten werden heute überwiegend mit Hilfe quantitativer Analyseverfahren durchgeführt. Sie bieten den Vorteil, schnell und effizient zu sein, weil mit der Hilfe von Computern und entsprechender Software alle gesammelten Daten simultan bearbeitet werden können. Die zugrundeliegenden Koeffizienten und Algorithmen gewährleisten eine mehr oder weniger objektive, neutrale Behandlung der entsprechenden Daten, so daß Fehler, die beispielsweise durch subjektive Eindrücke des Bearbeiters verursacht werden können, bei vielen quantitativen Verfahren minimiert werden.

Aus dem oben gesagten ergibt sich die Empfehlung, qualitative Untersuchungen parallel zu quantitativen Analysen durchzuführen. Ein Vergleich der jeweils erhaltenen Ergebnisse kann helfen, unklare Verhältnisse zu verdeutlichen, mögliche Fehldeutungen zu korrigieren und so konkrete Aussagen zu formulieren.

An die Sortierung der Harpacticoida schloß sich die Bestimmung der Individuen an. Diese erfolgte auf den drei taxonomischen Ebenen Familie, Gattung und Art. Da sich die Individuen auf eine übersichtliche Zahl von Familien (24) und Gattungen (52 in den ausgewählten sechs Familien) verteilen, erfolgten erste Vergleiche der Untersuchungsgebiete bereits nach der Determination auf diesen taxonomischen Ebenen. Die Vergleiche konnten zur Ermittlung herangezogen werden, ob und wenn ja, in welchem Maße sich die in den verschiedenen taxonomischen Ebenen erhaltenen Verteilungsspektren voneinander unterscheiden.

#### **2.1.1. Geographische und bathymetrische Dichtevergleiche**

Die durchschnittlichen Dichtewerte im Untersuchungsgebiet (vgl. VII.1.2.1.) entsprechen den bisher erhobenen Daten des Sublitorals aus verschiedenen Regionen der ganzen Welt (s. Bovée & Soyer 1975, Hicks & Coull 1983, Herman & Dahms 1992, Vincx et al. 1994, Shirayama & Fukushima 1995, Vanhove et al. 1995), bewegen sich allerdings eher im unteren Bereich (vgl. Hicks & Coull 1983). Die große Annäherung der Dichten an die von Bovée & Soyer (1975) für das Sublitoral der Kerguelen ermittelten Werte ( $>30$  Ind./10 cm<sup>2</sup>) mag zur Vermutung verleiten, im Bereich der Antarktis und Magellanregion herrschten zumindest im flachen Sublitoral eher niedrige Dichtewerte vor. Das ist aber aufgrund der geringen Zahl der Erhebungen nicht begründbar.

Während sich die Daten von Herman & Dahms (1992) selbst bei tieferen Stationen problemlos in dieses Bild einfügen lassen, weisen Vanhove et al. (1995) zumindest für die flache Station 226 vor Kapp Norvegia eine bemerkenswert hohe Dichte nach ( $>225$  Ind./10cm<sup>2</sup>). Die übrigen Stationen fallen allerdings auch bei diesen Autoren schnell auf Werte um 50 Ind./10cm<sup>2</sup> ab (vgl. Vanhove et al. 1995, Fig. 3).

In der Magellanregion scheint es zwei Bereiche zu geben, in denen die Abundanzen der Harpacticoida steigen: Der südwestliche Teil des Paso Ancho und der südöstliche Ausgang des Beagle-Kanals einschließlich des Kontinentalabhanges, was mit Daten anderer Tiergruppen gut (Brandt 1996) oder zumindestens bedingt (Arntz et al. 1996a, b, Gutt & Schickan 1996, Linse 1997) übereinstimmt. Der nördliche Bereich des Paso Ancho, das angrenzende Kanalsystem und der Westteil des Beagle-Kanals weisen dagegen wesentlich geringere Dichtewerte auf. Höchste Abundanzen erreichen die Stationen im östlichen Mündungsbereich des Beagle-Kanals. Dort wird allgemein ein Fehlen epibenthonischer Makrofauna sowie die Präsenz kleinwüchsiger epibenthonischer Peracarida und Mollusca registriert (Brandt 1996, Linse 1997). Ob dies in Bezug zur

hohen Abundanz der Meiofauna steht, kann nur vermutet werden. Gutt & Schickan (1996) registrieren für den Südteil des Paso Ancho, der sich ja auch durch hohe Dichtewerte der Harpacticoida auszeichnet, ebenfalls eine stark reduzierte epibenthonische Makrofauna. Dies deckt sich mit weiteren direkten Beobachtungen und Vergleichen auch in anderen Gebieten der Magellanregion, nach denen ein massiver Auftritt von epibenthonischer Makrofauna mit dem Fehlen von Meiofauna einhergeht und umgekehrt.

Die Werte der Antarktis weisen durchmischte Dichten auf, ohne eine klare Unterteilung in individuenarme und -reiche Teilgebiete zu zeigen. Allerdings scheint die Halley Bay zu höheren Werten als Kapp Norvegia zu neigen (vgl. Abb. 9), wobei jedoch berücksichtigt werden muß, daß Kapp Norvegia durch weniger als halb so viele Stationen beschrieben wird als die Halley Bay und daß die Streuung der Werte der Halley Bay recht groß ist. Beide Gebiete weisen je eine Station auf, die überdurchschnittlich hohe Dichten präsentiert: In der Halley Bay ist es Station 245 (vgl. Abb. 9, s.a. Herman & Dahms 1992) und in Kapp Norvegia die Station 274 (Vanhove et al. 1995). Obwohl die beobachtete Streuung im Untersuchungsgebiet zu einem Großteil auf Begleitumstände bei den Probennahmen zurückgeführt werden muß, deutet sie auf einen möglicherweise erheblichen Einfluß kleinräumiger Umweltbedingungen (physikalischer und chemischer Variablen) und eine damit verbundene Verteilungsheterogenität.

Eine Abnahme der Abundanzen mit zunehmender Tiefe, wie sie für das Meiobenthos und die marine Fauna allgemein angenommen wird (s. z.B. Carney et al. 1983, Hicks & Coull 1983, Rex 1983, Thiel 1983, Tietjen 1992, Vincx et al. 1994), konnte für das Untersuchungsgebiet nicht nachgewiesen werden (vgl. VII.1.2.2.). Dies deckt sich mit Angaben von Vincx et al. (1994), denen zufolge es auch in anderen Regionen vereinzelte Hinweise dafür gibt, daß die Individuendichte nicht immer primär mit der Tiefe und mit ihr eng verbundenen Variablen in Beziehung zu setzen ist. Gleichzeitig widersprechen die Ergebnisse den Aussagen von Herman & Dahms (1992), die in der Halley Bay eine starke Korrelation der Dichtewerte mit der Tiefe registrieren. Ein Blick auf die von diesen Autoren ermittelten Daten für die Harpacticoida offenbart allerdings, daß deren Dichten wie in der vorliegenden Arbeit keinem Tiefengradienten zu folgen scheinen (vgl. Herman & Dahms 1992, Tab. 2, 3). Auch Vanhove et al. (1995) kommen zu dem Schluß, daß vor Kapp Norvegia eine signifikante negative Korrelation zwischen der Harpacticoidendichte und der Tiefe besteht, womit auch ihre Beobachtungen den Ergebnissen dieser Arbeit entgegenstehen. Allerdings sollten alle hier vorgelegten und erwähnten Ergebnisse mit Vorsicht interpretiert werden. Wie in Kap. VII.1.2.2. bereits angedeutet, können mit den eigenen Daten kaum Trends erkannt werden. Dazu liegt nicht genug Probenmaterial vor (ein Großteil der erhaltenen Daten entstammt gerade zwei Rohren eines MIC!), und das vorhandene Material konzentriert sich fast ausschließlich zwar auf sublitorale, nicht jedoch auf Tiefseebereiche. Deshalb kann nur festgestellt werden, daß auch viele flache Bereiche sehr geringe Dichtewerte aufweisen, was aber

von anderen Autoren selbst für litorale Bereiche häufig belegt wird (s. z.B. Hicks & Coull 1983, Iwasaki 1993), so daß damit keine besonders bemerkenswerte oder gar neue Erkenntnis verbunden ist.

Auch die Tatsache, daß drei antarktische Tiefseestationen (>1.000m) mit Dichten zwischen 10 und 35 Ind./10cm<sup>2</sup> über etlichen flachen Stationen liegen, birgt keine gehaltvolle Information. Alle Werte liegen innerhalb der für die drei Habitate Litoral, Sublitoral und Tiefsee nachgewiesenen Streuung (vgl. Hicks & Coull 1983). In Bezug auf die Daten von Herman & Dahms (1992) sowie von Vanhove et al. (1995) sei der Einwand gestattet, daß sie anhand von Unterproben aus Material erhoben wurden, das mit dem MUC und/oder Gerdes' (1990) Mehrfachgreifer genommen worden war (vgl. Herman & Dahms 1992, Vanhove et al. 1995). Auch sie beinhalten von daher einen Unsicherheitsfaktor, weshalb Prüfungen auf Signifikanz, wie von Vanhove et al. (1995) vorgenommen, nur vorsichtig interpretiert werden dürfen (vgl. VIII.1.2.1.).

### **2.1.2. Vergleiche auf Familienebene**

Der Fund von 24 Familien im Untersuchungsgebiet läßt die dort herrschende gewaltige Artenvielfalt bereits erahnen. Abgesehen von häufigen und überall zu findenden Familien wie Ectinosomatidae, Ameiridae, Cletodidae, Diosaccidae u.a. erregten v.a. Familien wie Adenopleurellidae, Superomatiemidae und Ancorabolidae Aufmerksamkeit. Während die von Huys (1990) errichteten Adenopleurellidae global gesehen weit verbreitet sind, wurde für das noch junge Taxon Superomatiemidae Huys, 1996 bisher angenommen, seine Vertreter seien Stygobionte mit einer "amphi-atlantisch/mediterranen" Verbreitung (Huys 1996). Die Funde mehrerer Exemplare einer neuen, noch unbeschriebenen Art am PCS erweitern die Kenntnisse sowohl des Verbreitungsareals als auch der Lebensweise.

Die Ancorabolidae, die im Rahmen der vorliegenden Arbeit ursprünglich Gegenstand einer zoogeographisch-phylogenetischen Analyse sein sollten, treten v.a. deshalb hervor, weil sie durch eine ganze Reihe von bisher monotypischen Gattungen präsent sind (*Arthroposyllus* Sars, 1909, *Ceratonotus* Sars, 1909, *Polyascophorus* George, 1998, und durch Copepodide *Ancorabolutus* Norman, 1903), die in ihrer Verbreitung bisher auf die Nordhemisphäre beschränkt schienen (vgl. George 1998a, b, George & Schminke 1998b).

Wells' (1986) Annahme von der weltweiten Verbreitung zumindest der meisten Harpacticoida-Familien wurde von George & Schminke (im Druck) erneut bestätigt. Die vorliegende Arbeit erhöht zwar die von diesen Autoren aufgeführte Liste für das Untersuchungsgebiet, verschiebt aber das Verhältnis zu den entsprechenden nördlichen Regionen kaum. Vor diesem Hintergrund wird verständlich, warum diese (notwendigerweise) gewählte taxonomische Ebene nur sehr begrenzte Aussagen über Unterschiede und Gemeinsamkeiten der beiden untersuchten Regionen erlaubt. Wenn

eine Familie eine offensichtlich weite bis weltweite Verbreitung erkennen läßt, anhand der hier zugrundeliegenden Probennahmen aber in einer der beiden Regionen nicht registriert wurde, so erscheint die Annahme, diese Familie bei den Probennahmen nicht erfaßt zu haben plausibler als deren tatsächliche Absenz in der Region.

Die qualitative Untersuchung der Verbreitung ergibt ein Auftreten der meisten Familien im gesamten Untersuchungsgebiet (vgl. VII.2.1.1.). Die 11 Verbreitungsspektren, die sich aufgrund der erhaltenen Daten erkennen lassen, weisen eine Vielzahl möglicher Zusammensetzungen auf. Zur großen Gruppe der "Generalisten", die im ganzen Untersuchungsgebiet auftreten (Verbreitungsspektrum [VS] 1), müssen diejenigen Familien, die regional übergreifend, aber nicht in allen Teilgebieten gefunden wurden (VS 2-5), hinzuaddiert werden. Daß sie nicht überall registriert worden sind, könnte mit dem bereits erwähnten geringen Probenumfang zusammenhängen. Unter zusätzlicher Berücksichtigung der Harpacticidae und Neobryidae (vgl. VII.2.1.1.) erhöht sich die Zahl der Familien, die (vermutlich) im gesamten Untersuchungsgebiet verbreitet sind, demnach von 9 auf 17. Der daraus entstehende Eindruck, daß die Magellanregion und die Antarktis hinsichtlich ihrer Harpacticoidenfauna ein hohes Maß an Übereinstimmung zeigen, wird durch andere Untersuchungen selbst auf Artebene bestätigt (vgl. Dell 1972, Knox 1977, Knox & Lowry 1977, Sieg 1988, 1992, Brandt 1991, 1992, Sarà 1992, Gerdes 1996) und mag als erster Hinweis für den allgemein vermuteten intensiven Faunenaustausch (vgl. Dell 1968, Arntz & Gorny 1996, Arntz et al. 1994) auch für Organismen der Meiofauna gelten. Inwieweit ein tatsächlicher Austausch durch Zu- oder Abwanderung von Taxa stattfand (und -findet), ist allerdings mit den vorliegenden Daten nicht zu klären. Dafür sind umfangreiche phylogenetische Studien notwendig, die im Rahmen dieser Arbeit nicht geleistet werden konnten.

Auf Familienebene läßt sich eine einheitliche Dominanz der Ectinosomatidae in beiden Regionen beobachten. Sie werden gefolgt von den Cletodidae und Diosaccidae, und aus diesem einheitlichen Muster fällt nur der - probenmäßig extrem unterrepräsentierte - PCS heraus, wo Ameiridae und Paramesochridae dominieren. Trotzdem läßt sich eine generelle Übereinstimmung dahingehend erkennen, daß die Familien Ectinosomatidae, Ameiridae, Diosaccidae, Cletodidae und vielleicht noch Paranannopidae die am häufigsten vertretenen Taxa in beiden Regionen sind. Für zukünftige zoogeographische Untersuchungen auf Artebene sind sie demnach besonders gut geeignet.

Selbstverständlich gibt es auch Unterschiede, und die treten bemerkenswert einseitig auf. Den 17 "Generalisten" stehen nämlich 7 Familien gegenüber, die bisher nur in der Magellanregion gefunden wurden, in der Antarktis jedoch "fehlen". Diese Verschiebung der Taxa zugunsten der Magellanregion deutet auf eine dort höhere Familienanzahl als in der Antarktis. Unterschiede zwischen Antarktika und der Magellanregion wurden mehrfach belegt (vgl. z.B. Knox & Lowry 1977, Brandt 1991, Arntz & Gorny 1996, Arntz et al. 1997a, b, Linse 1997), wobei das Fehlen oder die Unterrepräsentanz eines

Taxon allerdings meistens durch das exklusive oder zumindest massive Vorkommen eines anderen ausgeglichen wird (Armtz et al. 1996a, b, Brandt 1996, Gutt & Schickan 1996, Linse 1997), so daß die bei den Harpacticoida zu beobachtende "Schiefe" ein neues Phänomen darstellt. In Zukunft wird zu klären sein, inwiefern diese "Schiefe" ein Artefakt der Probenahme ist, oder ob sie durch Bearbeitungen auf Artebene bestätigt werden kann.

In der Magellanregion selbst ergibt sich ein grundsätzlich ähnliches Verteilungsbild wie für das gesamte Untersuchungsgebiet, wobei vereinzelt differenziertere Aussagen möglich sind. Wie im gesamten Untersuchungsgebiet zeigen auch hier alle drei Teilgebiete Übereinstimmungen hinsichtlich gemeinsamer Taxa. Es gibt aber auch hier Übereinstimmungen zwischen nur je zweien der drei Teilgebiete, was auf eine intraregionale Variabilität in Bezug auf die Taxazusammensetzung deutet. Sie läßt selbst auf dieser taxonomischen Ebene die große Bedeutung biotischer und abiotischer Variablen im lokalen Maßstab erkennen. Daß beispielsweise die nördliche MS und der PCS Leptastacidae beherbergen, läßt sich damit begründen, daß nur diese Lokalitäten ausgesprochen sandige Substrate aufweisen, was dem Lebensraum der ausschließlich das Interstitial bewohnenden Familie entspricht. Gleiches mag für die ebenfalls interstitiell lebenden Paramesochridae gelten, die in der Magellanregion auch nur in der MS (wenn auch nicht nur beschränkt auf die nördliche, d.h. rein sandige MS) und am PCS gefunden wurden. Das sind klare Hinweise darauf, daß die Zusammensetzung der Fauna sehr stark von lokalen Lebensbedingungen bestimmt wird. Leptastacidae und Paramesochridae nähren diese Vermutung, weil beide Familien nur einen einzigen "Lebensformtypus" repräsentieren (vgl. Noodt 1971, Hicks & Coull 1983). Dasselbe trifft nicht für weit verbreitete Familien wie Ectinosomatidae, Ameiridae, Diosaccidae und Argestidae usw. (vgl. Tab. 7) zu, die eine bemerkenswerte Variabilität bezüglich beispielsweise des Sedimenttyps an den Tag legen.

Die erhaltenen Ergebnisse lassen sich auf folgende qualitative Aussagen zusammenfassen:

1. Eine qualitative Unterscheidung der beiden Regionen Antarktis und Magellanregion anhand der Harpacticoida ist auf Familienniveau möglich. Der Großteil der identifizierten Familien zeigt aber eine Verbreitung im gesamten Untersuchungsgebiet, und auch die Dominanzverhältnisse sind generell dieselben.
2. Alle Familien, die in der Antarktis auftreten, kommen auch in der Magellanregion vor. Umgekehrt wurden aber nicht alle Familien der Magellanregion auch in der Antarktis gefunden. Das ist ein Hinweis für eine höhere Vielfalt auf Familienebene in der Magellanregion. Die Frage, ob manche Familien in der Antarktis tatsächlich fehlen oder bisher nur nicht erfaßt wurden, kann erst im Rahmen weiterer intensiver Probenahmen erhellt werden.

3. Eine Anzahl Familien tritt nicht in allen Teilgebieten des Untersuchungsgebiets, wohl aber regional übergreifend auf. Dies deutet auf eine hohe *interregionale* Variabilität bezüglich der Taxazusammensetzung und auch der Diversität, die sich v.a. aus lokalen und kleinräumigen Bedingungen ergibt.
4. Von den Familien, die nur in der Magellanregion gefunden wurden, gibt es keine, die in allen drei Teilgebieten verbreitet ist. Dafür treten eine Reihe von Familien in jeweils zwei der drei Gebiete auf. Das ist analog zu den regional übergreifenden Verbreitungsmustern (s. Punkt 3.) ein Hinweis auf eine hohe *intraregionale* Variabilität hinsichtlich der Taxazusammensetzung und der Diversität, denen ebenfalls die lokale und v.a. kleinräumige Heterogenität des Lebensraums zugrundeliegt.

### **2.1.3. Vergleiche auf Gattungsebene**

Obwohl synökologische Untersuchungen auf Gattungsebene mit einer ähnlichen Skepsis betrachtet werden (sollen) wie jene auf Familienebene, mögen sie bei qualitativen Untersuchungen zu Ergebnissen mit einer stärkeren Aussagekraft führen, weil Gattungen (bei denen stets Monophylie vorausgesetzt wird) i.d.R. eine geringere Zahl an Arten umfassen als Familien, womit die Gefahr der zu Verzerrungen führenden Verallgemeinerung minimiert werden kann. In diesem Fall diene die qualitative Analyse auf Gattungsebene sozusagen als eine 2. "Iteration", bei der die Magellanregion nach der Analyse auf Familien- und vor der abschließenden Analyse auf Artebene hinsichtlich der Verbreitung von ausgewählten Gattungen charakterisiert werden sollte.

Daß der Großteil der 52 Gattungen unbekannt sein würde, war erwartet worden und soll in diesem Absatz nicht näher berücksichtigt werden. Eine umfassendere Diskussion der Taxazusammensetzung auf Artebene (s.u.) soll ausreichen.

Der Anteil der Taxa, die in der gesamten Magellanregion verbreitet sind, ist auf Gattungsebene ungleich niedriger als auf Familienebene. Sind auf letzterer mit 17 Familien über 70% der Taxa im gesamten Untersuchungsgebiet vertreten, so entsprechen die 9 in der Magellanregion verbreiteten Gattungen nur noch knappen 17%. Und während auf der höheren Ebene mit den Ectinosomatidae wenigstens eine Familie in allen Stationen des gesamten Untersuchungsgebiets präsent war, so findet sich auf Gattungsebene kein einziges Taxon, daß in allen Stationen der Magellanregion vorkommt. Das kann als Hinweis auf eine bessere "Auflösung" der Verteilungsspektren auf Gattungsebene gegenüber denen auf Familienebene gedeutet werden. Die Ergebnisse lassen von daher folgende Aussagen zu:

1. Wie beim qualitativen Vergleich auf Familienebene sind auf Gattungsniveau die drei Teilgebiete MS, BC und PCS voneinander abgrenzbar. Sie unterscheiden sich anhand der jeweils dominanten Gattungen und dadurch, daß jedes Teilgebiet eine

Anzahl nur in ihm gefundener Gattungen aufweist. Darüberhinaus unterscheiden sie sich in der Zahl der auftretenden Taxa, die allerdings aufgrund der zu unterschiedlichen Probenumfänge in den einzelnen Teilgebieten nicht als Merkmal herangezogen werden soll.

2. Die Verbreitungs- und Dominanzstruktur erfährt im Vergleich zur Familienebene eine Verschiebung: Auf Familienebene dominieren Ectinosomatidae, Ameiridae und Diosaccidae, auf Gattungsebene *Stenhelia* (*D.*) (Diosaccidae), *Enhydrosoma* und *Cletodes* (Cletodidae) sowie *Eurycletodes* (*O.*) (Argestidae). Diese Verschiebung ist ein klarer Beleg für die auf Familienebene erfolgende "Verzerrung" des Verbreitungs- und Dominanzmusters, denn sie dokumentiert eindrucksvoll die Dominanz bestimmter Familien durch die Zusammenfassung vieler dazugehöriger Gattungen (und letztlich natürlich Arten).
3. Die Tatsache, daß sich auch auf Gattungsebene jeweils zwei Teilgebiete vereinzelt Taxa teilen, ist analog zu den Ergebnissen auf Familienebene ein Hinweis auf die hohe angenommene intraregionale Variabilität zumindestens hinsichtlich der Taxazusammensetzung. Sie wird dadurch untermauert, daß auch auf dieser Ebene MS und PCS sowie MS und BC Übereinstimmungen aufweisen, BC und PCS jedoch nicht. Hier kommen kleinräumige und vermutlich sedimentologische Aspekte zum Tragen: MS und PCS weisen rein sandige Bereiche auf, in denen sie auch gleiche Taxa beherbergen, und auch BC und MS stimmen hinsichtlich granulometrischer Variablen teilweise überein, was die Übereinstimmungen hinsichtlich gemeinsamer Taxa sicherlich mit zu erklären vermag. BC und PCS weisen hingegen bis auf ganz kleine (und bei den Probennahmen nicht erfaßte) Zonen ausnahmslos unterschiedliche Substrate auf, was zur Erklärung für das Fehlen gemeinsamer Gattungen herangezogen werden kann.

#### **2.1.4. Vergleich auf Artebene**

In seiner Arbeit über die Biogeographie litoraler und sublitoraler Harpacticoida belegt Wells (1986), daß zwischen der Nord- und der Südhemisphäre ein beachtlicher Unterschied in Bezug auf registrierte Arten besteht. Die nördliche polare und kaltemperierte Zone weist etwa viermal so viele Arten auf (887) wie ihr südliches Pendant (244). Wells (1986) kommt zu dem Schluß, daß diese Diskrepanz keine realen Artenzahlen, sondern in erster Linie unsere Unkenntnis der südlichen Harpacticoidenfauna widerspiegelt. Diese Annahme wird 10 Jahre später am Beispiel der litoralen Harpacticoidenfauna Chiles bestätigt, von der bis dato nur 69 Arten dokumentiert sind (George 1996). Vor einem solchen Hintergrund können die mit FS "Victor Hensen" genommenen Proben der Magellanregion, so spärlich sie auch sein mögen, als erste umfangreiche Proben aus dieser zuvor nahezu unbekanntem Region angesehen werden,

und die daraus erhaltenen Daten eröffnen hinsichtlich der zu erwartenden Artenzahlen sowohl dieser Region als auch der gesamten Südhalbkugel neue Perspektiven.

Bereits der Fund von 24 Familien ist ein bemerkenswerter Hinweis auf eine hohe zu erwartende Artenvielfalt, und tatsächlich war er so deutlich, daß von einer Bearbeitung aller Harpacticoida abgesehen werden mußte (vgl. VIII.1.2.2.). Die Determination von 122 Arten aus nur sechs der 24 Familien ist darüberhinaus ein eindrucksvoller Beleg dafür, daß die Artenzahlen sich bei einer intensiven Bearbeitung um ein Vielfaches erhöhen werden. Diese gewaltige Zahl braucht keinen Vergleich mit Daten aus der weit intensiver bearbeiteten Nordhemisphäre zu scheuen (z.B. Becker 1970, Coull & Herman 1970, Arlt 1983, Bodin & Le Guellec 1992), sie ist im Gegenteil sogar für dortige Verhältnisse bemerkenswert hoch. Bezogen auf die von Wells (1986) zusammengetragenen Zahlen bedeutet der Fund dieser 122 Arten, und vor allem der hohe Anteil neuer Spezies (knapp 84%) für die Südhemisphäre einen Anstieg der Artenzahlen um 42%! Es wäre müßig und wenig sinnvoll, versuchen zu wollen, mit den vorhandenen Daten auf eine zu erwartende Artenzahl aller gefundenen 24 Familien hochzurechnen, und ebenso wenig Sinn machte eine Hochrechnung auf die gesamte Südhemisphäre. Solche Schätzungen sind aber auch nicht notwendig, denn das Ergebnis liefert eindeutige Hinweise dafür, daß die zu erwartende Artenzahl in der Magellanregion gewaltig sein muß, und daß die von Wells (1986) dokumentierte geringe Artenfülle der Südhemisphäre im Gegensatz zur Nordhalbkugel tatsächlich in erster Linie auf die unzureichende Bearbeitung dieses Teils der Erde zurückzuführen ist (Wells 1986). Darüberhinaus deutet die hohe Zahl neuer Arten aus der Magellanregion in Verbindung mit einem von Wells (1986) beobachteten relativ hohen Anteil südlicher Endemiten (45,5% im Gegensatz zu 22,9% in entsprechenden nördlichen Gebieten) auf eine größere Artenfülle auf der Südhalbkugel.

Die Tatsache, daß nur 3 der 19 wissenschaftlich schon bekannten Arten bereits vor dieser Untersuchung in der Magellanregion nachgewiesen wurden (vgl. VII.4.), ist ein weiteres Indiz für die spärliche Bearbeitung der Region. Die anderen 16 Arten, die eine weite Verbreitung zumindest in der Nordhemisphäre zeigen, machen auf eindrucksvolle Weise klar, wie dringend taxonomische Arbeit nötig ist, um überhaupt die Voraussetzung für überregionale Vergleiche auf Artebene zu schaffen. Auf Fragen nach der Verbreitung, dem weltweiten Vergleich von Gemeinschaften, der Bipolarität, dem Arten-„Turn-over“ und der Artenvikarianz gibt es zur Zeit keine Antworten, unter anderem deshalb, weil die zu bearbeitenden Regionen (z.B. das Untersuchungsgebiet oder auch die Tiefsee [Martínez, pers. Mitt.]) stets eine Fülle neuer und einzigartiger, aber selten oder nie bekannte Arten aufweisen, die für Fragestellungen dieser Art erforderlich sind.

Bipolarität ist ein offensichtlich sehr seltenes Phänomen (vgl. Hedgpeth 1970, Brandt 1991), für das es nur sehr wenige Belege gibt. Brandt (1991) führt drei Schwammarten und eine Isopodenart als Beispiele bipolarer Verbreitung auf, und Linse (1997) spricht

sogar von einem hohen Anteil bipolarer Gattungen bei im Beagle-Kanal gefundenen Gastropoda und Bivalvia. Der Hauptkritikpunkt ist, daß Arten, denen eine bipolare Verbreitung unterstellt wird, vornehmlich systematisch schwierigen und deshalb oft nur unzureichend bearbeiteten Großgruppen angehören, was oft in späteren Arbeiten dazu führt, daß vormals als bipolar eingestufte Arten sich als eine Gruppe mehrerer verschiedener unipolarer Spezies herausstellen (vgl. Hedgpeth 1970, Dell 1972). Dennoch besteht theoretisch durchaus die Möglichkeit der Existenz bipolarer Arten, was anhand der von Crame (1994) vereinfacht dargestellten Evolutionsmodelle polarer Lebensräume gut nachvollziehbar ist. Hinweise auf Bipolarität beim Meiobenthos sind sehr selten. Während Allgén (1953) sogar auf Artebene Hinweise für bipolare Verbreitung mariner Nematoda findet, vermutete Lang (1948), daß innerhalb der Harpacticoida einzig die Gattung *Pseudomesochra* eine mögliche Bipolarität aufweist, was aber durch neuere Funde aus der Tiefsee widerlegt wurde (Bodin 1968, Becker, Noodt & Schriever 1979). Die Möglichkeit, daß ein Austausch zwischen planktonischen Calanoida der Arktis und Antarktis in vergangenen Zeiten stattgefunden und zu bipolaren Arten geführt haben könnte, wird von Mumm (1995) angesprochen.

Die Bipolarität einzelner Arten kann anhand der vorliegenden Daten nicht bestätigt werden. Es ist aber bemerkenswert, daß zumindest auf Gattungsebene Hinweise für mögliche bipolare Verbreitungen vorliegen. Die Gattungen *Ancorabolus* Norman, 1903 (liegt nur in Form von Copepodiden vor), *Arthropstylellus* Sars, 1909, *Ceratonotus* Sars, 1909 und *Polyascophorus* George, 1998 (allesamt Ancorabolidae) wurden in der Magellanregion bzw. der Antarktis gefunden (George unpubl., 1998a, b, George & Schminke 1998b). Ihre Verbreitung schien sich bisher nur auf nördliche und zwar überwiegend subpolare bis polare Gebiete zu beschränken. Die südlichen Verwandten sind zwar zweifellos selbständige Arten, weisen aber auffällige Ähnlichkeiten mit ihren nördlichen "Vettern" auf. Wenn man berücksichtigt, daß der Tiefseebereich des Atlantik noch nicht ausreichend beprobt wurde, um das Vorkommen der genannten Gattungen in mittleren bis tropischen Tiefseebereichen ausschließen zu können, könnten die offensichtliche morphologische Ähnlichkeit, das Vorkommen der nördlichen und südlichen Arten in entsprechenden Lebensräumen und Klimazonen sowie das offensichtliche Fehlen im Mittelatlantik auf Bipolarität hindeuten.

Ein qualitativer Vergleich auf Artebene verfeinert das auf Familien- und Gattungsebene erkannte Bild nochmals. Die Reduktion einer "panmagellanischen" Harpacticoidenfauna von 40% auf Familienebene über 17% auf Gattungsebene auf nur noch knappe 5% auf Artebene demonstriert sehr befriedigend die Tatsache, daß nur ein winziger Bruchteil der vorkommenden Harpacticoida vielseitig genug erscheint, um sich trotz unterschiedlichster Bedingungen in der Region durchzusetzen. So bleibt auf Artebene von einer

grundsätzlichen Einheitlichkeit der Region hinsichtlich ihrer Taxazusammensetzung nicht sehr viel übrig; vielmehr kristallisiert sich folgendes Bild heraus:

1. Alle drei Teilgebiete sind durch nur ihnen eigene Arten gut charakterisierbar. In der MS ist der Anteil an Arten geringfügig niedriger als im BC und PCS. Generell kann aber gesagt werden, daß der Artenreichtum in allen drei Teilgebieten etwa gleich hoch ist. Diese Aussage muß allerdings dahingehend relativiert werden, daß der Umfang der Probenahmen in den Gebieten schwankt; v.a. der PCS ist durch eine sehr viel geringere Ausbeute gekennzeichnet, was der relativ hohen Artenzahl noch mehr Gewicht verleiht. Objektive Aussagen sind erst mit Hilfe diversitätsanalytischer Verfahren möglich.
2. Neben der guten Charakterisierung der einzelnen Teilgebiete können auch Gemeinsamkeiten zwischen jeweils zwei der drei Teilgebiete festgestellt werden. Daß die MS und der BC einen recht hohen Anteil gemeinsamer Arten aufweisen, liegt vermutlich v.a. an sedimentologischen und hydrologischen Verhältnissen, die zwischen diesen beiden Teilgebieten sicherlich stärker ausgeprägt sind als zum PCS. Trotzdem bestehen klare Übereinstimmungen hinsichtlich der Artenzusammensetzung von MS und PCS, wobei hier v.a. sedimentologische Kriterien im kleineren Maßstab als Gründe zu nennen sind. Bemerkenswert ist, daß die beiden Teilgebiete nur bezüglich zweier Sandbewohner übereinstimmen, was offensichtlich auf eine größere Toleranz der übrigen drei Arten hinsichtlich der Umweltbedingungen zurückzuführen ist. BC und PCS weisen 2 gemeinsame Arten auf, die in so geringen Mengen gefunden wurden, daß hier eine klare Aussage unmöglich erscheint. Es sei allerdings darauf hingewiesen, daß die vermeintlich gemeinsamen Arten eher Schlammbewohner (*Fultonina bougisi*) oder zumindestens vermutete Schlammbewohner sind. Zusammen mit ihrer geringen Anzahl und den Strömungsverhältnissen im östlichen Beagle-Kanal kann eine Verdriftung zum PCS und somit eher zufällige Gemeinsamkeit dieser beiden Teilgebiete nicht ausgeschlossen werden.

## 2.2. Quantitative Vergleiche

Seit den 80er Jahren hat die Zahl gemeinschaftsanalytisch orientierter Arbeiten allein in Deutschland stark zugenommen (vgl. z.B. Piatkowski 1987, Gutt 1988, Piepenburg 1988, Voß 1988, Herman & Dahms 1992, Winkler 1994, Stiller 1996, Hanssen 1997). Ein übliches Verfahren zum Vergleich von Standorten ist die Similaritätsanalyse, bei der Objekte anhand von Attributen auf Ähnlichkeit untersucht werden (vgl. V.).

Wer sich erstmals auf dieses Forschungsfeld begibt, mag nach der Lektüre der oben genannten und weiterer Arbeiten (z.B. Field et al. 1982, Legendre & Legendre 1983, Clarke & Warwick 1994) den Eindruck bekommen, der Similaritätsanalyse liege ein Schema oder eine "gängige Praxis" zugrunde, die es zu befolgen gilt, um aussagekräftige

Ergebnisse zu erhalten. Diese "gängige Praxis" könnte durch folgende Schritte charakterisiert werden:

1. Erstellung einer Arten-Stations-Matrix
2. Wahl eines Similaritätskoeffizienten
3. Erstellung der Similaritätsmatrix (Q- und R-Analysen)
4. Wahl einer Clusterstrategie
5. Erstellung eines Dendrogramms
6. Abgrenzung der Cluster bei einem willkürlich gewählten Ähnlichkeitsgrad
7. Erstellung der Gemeinschaftstabelle
8. Vergleich der Stationscluster unter Einbezug abiotischer und biotischer Variablen, soweit vorhanden
9. Diversitätsanalysen, ebenfalls zur Charakterisierung und zum Vergleich der Stationscluster
10. Optionale Anwendung der Ordination (MDS) als ergänzendes Verfahren zur Clusteranalyse

Im Verlauf der Arbeit wurde zunächst den Schritten 1 bis 9 gefolgt, und die dabei erzielten Ergebnisse werden nachfolgend besprochen.

### **2.2.1. Die Clusteranalyse**

#### **2.2.1.1. Interregionaler Vergleich auf Familienebene**

Mit Hilfe der Clusteranalyse sollte versucht werden, die qualitativ erkannten Gemeinsamkeiten bzw. Unterschiede zu verstärken. Diese Verstärkung scheint sich allerdings fast ausnahmslos auf die Gemeinsamkeiten beider Regionen zu beschränken. Ein Unterschied aufgrund der Verteilung der Taxa, wie er beim qualitativen Vergleich zu beobachten war, ist nicht einmal ansatzweise erkennbar. Und selbst die Übereinstimmung der nördlichen MS und des PCS aufgrund der Leptastacidae tritt gegenüber anderen Merkmalsübereinstimmungen der Stationen in den Hintergrund. Übrig bleibt eine fast vollkommen durchmischte Anordnung der Stationen in drei Clustern (vgl. Abb. 19), die sich fast ausnahmslos im gesamten Untersuchungsgebiet verteilen (vgl. Abb. 21). Regionale und lokale Unterschiede verblassen, wogegen die offensichtliche Beziehung zu den abiotischen Variablen Tiefe und v.a. Substrat die allgemeine Vermutung bestätigen, daß es primär biotische sowie physikalische und chemische Bedingungen sind, anstatt latitudinale oder bathymetrische, die die Verteilung der Harpacticoida beeinflussen (vgl. z.B. Thiel 1983, Hicks & Coull 1983, Coull 1988, Vincx et al. 1994), was sich, wie die Ergebnisse zeigen, bereits auf Familienebene gut beobachten läßt.

Wie in VII.5.6.1. zusammengefaßt, lassen sich die drei gebildeten Stationscluster recht eindeutig charakterisieren. Genau das ist es wahrscheinlich auch, was die Clusteranalyse zu einem derart beliebten Werkzeug für similaritätsanalytische Untersuchungen macht.

Jeder Cluster besitzt spezifische Charakteristika, anhand derer er gut von den anderen zu unterscheiden ist, und mit denen sich die Einflüsse der gemessenen abiotischen Variablen dokumentieren lassen.

#### **2.2.1.2. Intraregionaler Vergleich auf Artebene**

Die quantitative Untersuchung der Magellanregion erbrachte Ergebnisse, die in begrenztem Rahmen überraschend gut mit denen der qualitativen Analyse übereinstimmen. Die durchgeführte Clusteranalyse verstärkte den Eindruck lokaler Gebiete (Abb. 27). Mit Ausnahme der im Cluster E zusammengefaßten Stationen umfassen die übrigen Cluster hauptsächlich Stationen eines Teilgebiets. Dabei werden die einzelnen spezifischen Ansprüche an den Lebensraum offenbar berücksichtigt, was an der weiteren Aufteilung der Teilgebiete in distinkte kleinere Areale erkennbar ist. Die MS kann eindeutig in einen nördlichen und einen südlichen Bereich getrennt werden, was mit bathymetrischen und granulometrischen Bedingungen gut übereinstimmt. Der südliche Cluster ist allerdings ein Gebilde, in dem zusätzlich zu den MS-Stationen auch welche aus dem BC und dem PCS hinzugefügt werden. Damit verschwimmt die geographische Zuordnung dieses Clusters, er ist nicht mehr klar als MS-Cluster erkennbar. Das gleiche läßt sich für den BC erkennen, der zwar in zwei klar abgrenzbare Abschnitte unterteilbar ist, aber einen dritten vollkommen durchmischten Cluster aufweist (Abb. 27, 29). Daß die Gruppenbildung auch im CANOCO-Plot (Abb. 37) bedingt wiedererkannt werden kann, zeigt den großen Einfluß der Variablen Tiefe (+Sand), Schlick und Lehm auf lokaler großräumiger Ebene. Detaillierte kleinräumige Untersuchungen führten vermutlich zu einer Aufteilung aller zu einem Cluster zusammengefaßten Stationen in eine größere Zahl verschiedener Untergruppen. Folgende Aussagen lassen sich zusammenfassend formulieren:

1. Wie bereits auf qualitativer Ebene lassen sich Unterschiede zwischen den Teilgebieten hervorheben. Diese beschränken sich allerdings nur auf kleine Areale innerhalb der MS und dem BC. Ein Großteil der Stationen läßt eine geographische Zuordnung zu einem der Teilgebiete nicht erkennen. Das gilt vor allem für den PCS. Er ist aufgrund der Faunenzusammensetzung und den Einflüssen der berücksichtigten abiotischen Variablen als "geographische Einheit" überhaupt nicht erfaßbar.
2. Die MS zeigt hinsichtlich ihrer Artenzusammensetzung Unterschiede zur Harpacticoidenfauna des BC. Der Einfluß kleinräumiger Variablen auf die Struktur der Gemeinschaften wird bei deren Betrachtung besonders deutlich: Sowohl MS und BC weisen beispielsweise Weichbodengemeinschaften auf, die sich allerdings hinsichtlich ihrer Zusammensetzung auf Artebene völlig voneinander unterscheiden. Was auf Familien- und Gattungsebene noch einheitlich erscheint, zerfällt auf Artebene in völlig verschiedene Assoziationen. Die durch lokale und kleinräumige

Einflüsse hervorgerufenen Unterschiede in der Taxazusammensetzung wurden bereits für verschiedene makrobenthonische Großtaxa nachgewiesen bzw. andeutungsweise erkannt (vgl. Ergebnisberichte in Arntz & Gorny 1996, Linse 1997, George & Schminke im Druck).

### **2.2.2. Die Diversitätsanalyse**

Obwohl die Magellanregion im Gegensatz zur Antarktis bisher noch nicht Gegenstand quantitativer Diversitätsanalysen war, lassen direkte Beobachtungen von Gutt & Schickan (1996) sowie Hinweise verschiedener anderer Autoren (z.B. Sarà 1992, Arntz et al. 1996a, b, Brandt 1996, De Broyer & Rauschert 1996, Linse 1997) keine Zweifel daran, daß die Magellanregion eine generell hohe Diversität im Sinne einer großen Artenzahl aufweist, die allerdings einer beachtlichen lokalen und selbst kleinräumigen Variabilität zu unterliegen scheint. Diese Beobachtung deckt sich mit der ebenfalls registrierten hohen Variabilität bei der Artenzusammensetzung und den vorgefundenen Abundanzen bei makrobenthonischen Tiergruppen (vgl. z.B. Gutt & Schickan 1996, Arntz et al. 1996a, b, Linse 1997) und, bezogen auf die Taxazusammensetzung, mit den in der vorliegenden Arbeit präsentierten Ergebnissen für die Harpacticoida. Von daher ergab sich die Frage fast von selbst, ob bei dieser Tiergruppe auch hinsichtlich der Diversität eine solch hohe Variabilität zu beobachten ist, und ob es gegebenenfalls trotzdem möglich ist, lokale Unterschiede aufgrund der Diversität herauszuarbeiten. Im Gegensatz zu Linse (1997), die zur Berechnung der Diversität der Mollusca des Beagle-Kanals die Rarefaction-Methode verwarf, war diese für die vorliegenden Daten das Verfahren, mit dem man die klarsten Ergebnisse erhalten konnte.

Zur Überprüfung der hohen Variabilität und der gleichzeitigen Beantwortung der Frage nach Unterschieden zwischen den Teilgebieten bzw. Stationsclustern wurde die Diversitätsanalyse mehrfach parallel durchgeführt: (1) Analyse der ermittelten Stationscluster, und (2) Analyse aller einzelnen Stationen und deren anschließende Interpretation unter geographischen und bathymetrischen Gesichtspunkten. Die Ergebnisse der Analyse der Stationscluster (VII.5.5.) zeigen, daß auch hinsichtlich der Diversität Unterschiede zwischen den Clustern auftreten, womit sie noch klarer voneinander abgrenzbar werden. Allerdings weisen die Diversitätswerte ein großes Manko auf: Sie beschreiben willkürlich erzeugte Gruppen, die aufgrund eines zumindest fragwürdigen Algorithmus und einer subjektiv gezogenen Grenze in Form des gewählten Ähnlichkeitsgrads berechnet wurden (vgl. VIII.3.2.).

Der am Rande durchgeführte Vergleich von Medianen und tatsächlich berechneten Werten (vgl. VII.5.5.) zeigte, daß erstere eine durchweg niedrigere Einschätzung von  $H'$ , und eine stets höhere  $E$  ergaben. So kann bei Arbeiten, die gebildete Stationscluster

anhand von Diversitätswerten vergleichen, die aus Mittelwerten berechnet sind, eine Ungenauigkeit auftreten.

#### **2.2.2.1. Geographischer Diversitätsvergleich**

Das Problem der Willkür bei der Gruppenbildung bei der Clusteranalyse wird unter VIII.3.2. näher besprochen. Es besteht grundsätzlich auch beim qualitativen Vergleich von lokalen oder regionalen Gebieten, das muß klar erkannt werden. Daß die "Magellanstraße" ein geographisches und somit willkürlich begrenztes Gebiet ist, in dem biologische, chemische, physikalische u.a. Bedingungen nicht den künstlich gezogenen Grenzen entsprechen müssen, ist stets zu berücksichtigen. Und gleiches gilt selbstverständlich auch für den Beagle-Kanal und andere Gebiete. Das zeigen v.a. die Vergleiche bei der MDS (vgl. VIII.3.2.) und CANOCO, es wird aber selbst in der Clusteranalyse schon ersichtlich. Von daher erschien ein diversitätsanalytischer Vergleich, bei dem alle Einzelstationen miteinander verglichen wurden, sinnvoller als der Vergleich der Stationscluster oder Teilgebiete. Und dafür eignet sich aus verschiedenen Gründen, die in Kap. V bereits besprochen wurden, die Rarefaction-Methode am besten. Da MS und BC aufgrund verschiedener Artenzusammensetzungen Unterschiede aufweisen, konnte eine Übereinstimmung der geographischen mit den "natürlichen" Grenzen angenommen werden. Deshalb wurde das künstliche "geographische Raster" in Form von farblichen Markierungen der Stationen vorsichtig über die Werte drübergestülpt (vgl. Abb. 44-48).

Daß die Beurteilung der Diversität aufgrund der berechneten Indizes  $H'$  und  $E$  anders ausfällt als mit Hilfe der Rarefaction-Methode, verwundert nicht. Die Eigenschaften der Indizes (vgl. Kap. V) und ihre damit verbundene Abhängigkeit vom Probenumfang spielen in dem Zusammenhang sicher eine große Rolle. Sie stimmen mit den Ergebnissen der Rarefaction-Methode allerdings dahingehend überein, daß die Unterschiede zwischen MS und BC nur sehr gering sind. Trotzdem zeigen die Rarefactionkurven (Abb. 44), daß der BC die offensichtlich höchste Diversität aufweist. Dies widerspricht der Auffassung von George & Schminke (im Druck), nach der der Beagle-Kanal zwar höhere Abundanzen, aber eine geringere "species richness" präsentiert. Informativer als Abb. 44 sind allerdings die Grafiken der Abb. 45/46. Sie dokumentieren eindrucksvoll die bereits wiederholt angesprochene kleinräumige Variabilität. Daß diese im BC höher ist als in der MS, liegt zweifellos an den ebenso vielfältigen topographischen, hydrographischen, chemischen, physikalischen und glaziologischen Einflüssen, denen der Kanal im Gegensatz zum vermutlich einheitlicheren Paso Ancho ausgesetzt ist.

Auch innerhalb der Teilgebiete bestätigt die Diversitätsanalyse die Ergebnisse der quantitativen Untersuchungen (Abb. 47, 48). Sie belegen die Aufspaltung in eine nördliche und südliche MS, und auch der BC ist in die Areale "Ostausgang" und "Innerer Beagle" trennbar, wobei die mittleren Stationen 1123, 1135 und 1138 offensichtlich die

höchsten Diversitätswerte aufweisen, was im Gegensatz zur MS nicht mit der Zunahme der Abundanzen einhergeht.

#### **2.2.2.2. Bathymetrischer Diversitätsvergleich**

Auch wenn die Unterteilung in drei Tiefenbereiche ein willkürlicher Akt zur besseren Übersicht ist, so läßt sich dennoch ein objektives Bild der Tiefenverteilung zeichnen. Dies läßt einen kontinuierlichen Anstieg der Diversität mit zunehmender Tiefe nicht erkennen. Interessanterweise folgt der Verlauf den Beobachtungen für verschiedene makrobenthonische Großtaxa (vgl. Rex 1983): Die zunächst moderate Diversität im Flachwasserbereich steigt an, bis sie einen Höhepunkt in mittleren Tiefen erreicht, um anschließend erneut abzufallen (Abb. 49, 50). Obwohl dieses Phänomen natürlich äußerst vorsichtig zu bewerten ist, weil die Ergebnisse von den kleinräumigen Gegebenheiten überlagert sein können, so daß hier nur der Anschein einer parabelartigen Kurve erweckt wird, ohne mögliche bathymetrische Verhältnisse widerzuspiegeln, so bekommt dieses Ergebnis eine gewisse Bedeutung, wenn man es vor dem Hintergrund der fraktalen Eigenschaften eines Lebensraums und seiner Gemeinschaften betrachtet. Fraktale Eigenschaften eines Lebensraums, wie sie durch Arbeiten beispielsweise von Palmer (1988, 1990b, 1992, 1995), Palmer & Dixon (1990) und Palmer & White (1994a, b) besprochen werden, könnten in benthonischen Beziehungen, gerade in Bezug auf Makro- und Meiofauna eine noch nicht einzuschätzende Rolle spielen, was zukünftige Bearbeitungen unbedingt berücksichtigen sollten.

#### **2.2.2.3. Zur Artenschätzung durch Extrapolation**

Die Ermittlung der Diversität mit Jackknife-1 erbrachte ein Ergebnis, das dem der Rarefaction-Methode sehr nahe kommt. Auch Jackknife schätzt die Diversität des BC höher als die der MS, und wie die Rarefaction-Methode (und die errechneten Diversitätsindizes) belegt auch Jackknife, daß die auftretenden Unterschiede sehr gering, ja fast verschwindend sind. Demnach scheinen die mit Jackknife ermittelten Schätzwerte die Ergebnisse der Rarefaction-Methode zu bestätigen. Diese Argumentation bewegt sich allerdings in gewisser Hinsicht im Kreise. Da sowohl die Rarefaction- als auch die Jackknife-Methode von derselben Arten-Stations-Matrix ausgehen, mußte mit einer wenigstens tendenziellen Übereinstimmung ihrer Ergebnisse gerechnet werden. Beiden Schätzungen liegen Verhältnisse zugrunde, die von der Rarefaction-Methode durch Interpolation, von Jackknife dagegen durch Extrapolation generalisiert werden. Ob es von daher sinnvoll ist, Jackknife als Kontrollverfahren einzusetzen, erscheint fraglich.

Bleibt noch der andere unter VII.6.3. erwähnte Aspekt: Die Abschätzung, wieviele Arten es in der Magellanregion aus den sechs ausgewählten Familien etwa geben mag. Und gerade diese Frage gehört zu den grundsätzlich zu kritisierenden Anwendungsweisen. Mit Hilfe von Jackknife wurden für die MS 101 Arten aus den

sechs Familien geschätzt, für den BC 105. Diese Schätzwerte führen zu der Annahme, daß zwischen 67% und 69% der in diesen Gebieten vorkommenden Arten aus den sechs untersuchten Familien erfaßt wurden, das sind etwa zwei Drittel. Wenn man die Hochrechnung als vertretbare Vorgehensweise zuläßt, so ist es möglich, das Verhältnis der gesamten beprobten Fläche in der MS und dem BC zu den Flächen der entsprechenden Grundgesamtheiten zu berechnen. Grob ermittelt, weist der Paso Ancho eine Fläche von ca. 3.900km<sup>2</sup> auf, und der schlauchförmige BC kann mit immerhin noch etwa 1.500km<sup>2</sup> aufwarten. Beide Gebiete wurden mit einer Gesamtfläche von 736,3cm<sup>2</sup> beprobt, die den insgesamt je 24 Cores entspricht, die aus jedem Gebiet erhalten wurden. Ohne sich noch die Mühe machen zu müssen, die Höhe des prozentualen Anteils der Probenfläche auf die jeweilige Gesamtfläche zu berechnen, läßt dieser Vergleich keinen Zweifel daran, daß die beprobte Fläche geradezu verschwindend klein ist. Und wenn man die Ergebnisse der Diversitäts- und Similaritätsanalysen und die daraus erfolgte Erkenntnis des sehr großen Einflusses kleinräumiger Variablen und Prozesse auf die Taxazusammensetzung und Diversität berücksichtigt, so wird klar, daß die mit Jackknife erhaltenen Schätzwerte letztlich nur eine geringe Aussagekraft besitzen. Sie gehen davon aus, daß ein Arten-Individuen-Verhältnis, das aus Proben ersichtlich ist, die einen winzigen Bruchteil einer gewaltigen und sehr vielfältigen Grundgesamtheit ausmachen, auf diese Grundgesamtheit übertragbar sei. Davon kann, das zeigen die vorliegenden similaritäts- und diversitätsanalytischen Ergebnisse, keine Rede sein. Die mit Jackknife ermittelten etwa 30% nicht erfaßten Arten aus den sechs Familien entsprechen vermutlich nicht der Realität, sondern müssen zwangsläufig zu unterschätzenden Ergebnissen führen. Es muß daher konstatiert werden, daß sich ein extrapolierendes Verfahren für Untersuchungen wie die vorliegende nicht eignet, wobei der Hauptgrund die zugrundeliegende Menge an Probenmaterial ist.

### **2.3. Vergleich der qualitativen mit den quantitativen Ergebnissen**

Obwohl die qualitative Auswertung bereits vereinzelte Hinweise auf eine möglicherweise hohe inter- und intraregionale Variabilität in Bezug auf Abundanzen, Taxazusammensetzung und Diversität lieferte, und obwohl sie eine Verbreitung einzelner Taxa erkennen ließ, die auf eine Ähnlichkeit zwischen Teilgebieten und Regionen hindeutet, war das grundlegende Ergebnis eine klare Abgrenzung der einzelnen magellanischen Teilgebiete MS, BC und PCS einerseits sowie der gesamten Magellanregion und der Antarktis andererseits. Die geographischen Einheiten fanden bei der qualitativ vorgenommenen Bearbeitung also ihre Entsprechungen in den biologischen Daten. Dies war erwartet worden, und so versetzten die mit der Clusteranalyse erhaltenen Ergebnisse, die, abgesehen von begrenzten lokalen Bestätigungen der qualitativen Ergebnisse bei der Bearbeitung auf Artebene davon abwichen, zunächst in Erstaunen. Daß die qualitativ erkannten klaren Unterschiede zwischen der Magellanregion und der

Antarktis bzw. zwischen den magellanischen Teilgebieten keine klare Bestätigung erfuhren, sondern zu Clusterbildungen führten, bei denen grundsätzlich gar keine (auf Familienebene) oder nur begrenzte (Artniveau) geographische oder auch bathymetrische Einflüsse erkennbar waren, zeugte von einer Diskrepanz, die, weil sie auf ein und demselben Datensatz basierte, ein Produkt der Bearbeitungsweise sein muß. Unter der bereits angedeuteten Berücksichtigung, daß die geographischen Grenzen zwischen den Gebieten, die letztlich ja willkürlich von Menschenhand gezogen worden sind ("Magellanstraße, Beagle-Kanal), tatsächlich nicht notwendigerweise den biologischen Gegebenheiten entsprechen müssen, verlieren die qualitativ erkannten Ergebnisse in gewisser Hinsicht an Wert. Diese Einsicht war zuvor vernachlässigt worden, vor allem deshalb, weil die meisten Arbeiten, die sich der Clusteranalyse bedienen, gebildete Gruppierungen ebenfalls geographischen oder bathymetrischen Umständen zuordnen können (vgl. z.B. Gutt 1988, Voß 1988, Herman & Dahms 1992, Stiller 1996).

Der Vergleich der qualitativ mit den quantitativ erhaltenen Daten zeigt, daß im biologischen Sinn offenbar nicht unbedingt von einer Harpacticoidengemeinschaft der Magellanstraße, des Beagle-Kanals oder des Patagonischen Kontinentalabhanges gesprochen werden kann. Ebenso wenig läßt sich eine magellanische von einer antarktischen Gemeinschaft eindeutig trennen. Die qualitativ erkannten Unterschiede bestehen zwar, aber es ist offenbar falsch, sie primär mit den willkürlich gezogenen geographischen Grenzen in Beziehung zu setzen. Vielmehr scheinen die auch qualitativ im Ansatz erkannten kleinräumigen Umweltbedingungen eine herausragende Rolle bei der Verbreitung, den Abundanzen und der Artendiversität zu spielen. Diese Erkenntnis führte allerdings von der Annahme, daß die qualitativ erhaltenen Ergebnisse keine tatsächlichen Verhältnisse widerzuspiegeln scheinen zu der Frage, ob in diesem Fall ein statistisches Verfahren wie die agglomerativ-hierarchische Clusteranalyse zur Beschreibung von Stationen nicht auch ungeeignet ist. Denn wie bei den qualitativen Analysen werden auch bei der Clusteranalyse Gruppen gebildet, die aufgrund von Gemeinsamkeiten von anderen Gruppen abgegrenzt werden. Die Größe der gebildeten Cluster sowie die Tatsache, daß jede gruppierte Einzelstation ihre Identität verliert, könnte zu einer ähnlich willkürlichen Gruppenbildung führen wie die Ergebnisse des qualitativen Vergleichs. Um das zu prüfen, wurde das allgemein empfohlene ergänzende Verfahren, die MDS, angewandt.

### **3. Weiterführende Analysen und Methodendiskussion**

Die Ergebnisse der MDS mündeten letztlich in der grundsätzlichen Frage, ob der Einsatz der Clusteranalyse bei Untersuchungen wie der vorliegenden grundsätzlich

empfehlenswert ist. Auf diese Frage wird im Anschluß an die Interpretation der Ergebnisse der MDS ausführlich eingegangen.

### **3.1. Die Ergebnisse der MDS**

#### **3.1.1. Interregionaler Vergleich auf Familienebene**

Die MDS (vgl. Abb. 39-41) als alternative quantitative Verfahrensweise mag zwar auf den ersten Blick ein der Klassifikation ähnliches Ergebnis liefern, es weicht aber im Detail durchaus davon ab, wobei Schwächen der agglomerativ-hierarchischen Klassifikation aufgezeigt werden. Ein Blick auf das entsprechende Shepard-Diagramm (Anhang 10) zeigt allerdings, daß die Umsetzung der Similaritätsmatrix in den Ordinationsplot kaum Schlußfolgerungen zuläßt; die Ordination der Stationen ist fast unmöglich, und ihre Abstände zueinander entsprechen den tatsächlichen Beziehungen nur sehr bedingt. Übereinstimmung herrscht dahingehend, daß auch die MDS keine Beziehung zur geographischen Lage der Stationen aufzuzeigen vermag. Und wie auch bei der Clusteranalyse ist aus den Ordinationsplots ersichtlich, daß andere Variablen als die geographische Breite oder die Tiefe für diese Anordnung verantwortlich sein müssen. Die durchgeführten zwei weiteren Iterationen (Abb. 40, 41), in denen eine jeweils noch breitere Auffächerung der Stationen, aber keine klare Gruppenbildung zu erkennen ist, führen zu dem Schluß, daß hier v.a. die kleinräumige Struktur der Stationen sowie der kleinräumige Einfluß abiotischer und biotischer Variablen und Prozesse fundamental für die Bildung der Harpacticoiden-Assoziationen an den einzelnen Standorten ist ("patchiness"). Das Fazit muß demnach lauten: Anhand der Harpacticoida lassen sich mit quantitativen Untersuchungen auf Familienebene und den zur Verfügung stehenden Daten keine magellanische und antarktische Region voneinander abgrenzen. Im Gegenteil: Es herrscht zumindest in Bezug auf die Harpacticoidenzusammensetzung, und möglicherweise auch auf die Diversität, ein hohes Maß an intra- und interregionaler Variabilität, dessen Untersuchung nur auf Artebene, und vermutlich auch nur in eng begrenzten lokalen Gebieten erfolgversprechend sein kann. Diese Erkenntnis entspricht zumindest bedingt der qualitativen Interpretation der Verbreitungsspektren, deren Interpretation ebenfalls eine vermutete hohe Variabilität zugrundelegt.

#### **3.1.2. Intraregionaler Vergleich auf Artebene**

Ähnlich wie bei den Untersuchungen auf Familienebene spiegelt die MDS bei dieser Untersuchung die Verhältnisse der Clusteranalyse nur sehr bedingt wider, obwohl die Ordination in diesem Fall, wie das Shepard-Diagramm (Anhang 11) zeigt, eine hervorragende Umsetzung der Similaritätsmatrix ist. Die erste Iteration (Abb. 42) teilt wie bei der Klassifikation die beiden lokalen Areale "nördliche MS" und "östlicher BC" klar ab. In der zweiten Iteration wird zwar einerseits die tatsächliche Nähe der Station 1033 zu den südlichen MS-Stationen belegt, was auf sehr ähnliche Umweltbedingungen schließen

läßt, andererseits werden die übrigen Cluster aber in starkem Maße relativiert. Die südliche MS kann nur sehr "wohlwollend" als Gruppe erkannt werden, und der BC wird nicht in drei, sondern einigermaßen klar in nur zwei Untergebiete geteilt, in einen östlichen und einen westlichen Bereich. Diese sind wie die MS hinsichtlich bathymetrischer, granulometrischer und auch hydrologischer Bedingungen gut voneinander trennbar. Die zumindest im "inneren" Beagle-Bereich und am PCS auftretende Heterogenität deutet erneut auf die Bedeutung der kleinräumigen Einflüsse hin.

### **3.2. Die Similaritätsanalyse kritisch betrachtet**

Die größten auf die Datenauswertung bezogenen Schwierigkeiten mußten im Verlauf der Similaritätsanalyse überwunden werden. Von der Wahl des Similaritätsindex und der Clusterstrategie über den Methodenvergleich der Klassifikation und Ordination bis hin zu grundlegenden Fragen, ob die Similaritätsanalyse generell ein sinnvolles Verfahren für gemeinschaftsanalytische Untersuchungen ist - all diese Fragen mußten für die vorliegende Arbeit beantwortet werden. Sie sollen nachfolgend kurz behandelt werden.

#### **3.2.1. Allgemeines**

Der wichtigste zu unternehmende Schritt, den die Anwendung der Similaritätsanalyse voraussetzt, ist die Nutzung und der Einsatz von angemessenen (Dis)similaritätsindizes und Cluster-Strategien. Die aus der Literatur ersichtliche häufige Nutzung einzelner Similaritätskoeffizienten (wie z.B. des Bray-Curtis-Index, vgl. Field et al. 1982, Piepenburg 1988, Clarke & Warwick 1994, Hanssen 1997) darf nicht dazu (ver)führen, ihn deswegen und ohne Prüfung, ob er für den entsprechenden Datensatz geeignet ist, ebenfalls anzuwenden.

Auch beinhalten Vorschläge aus der Literatur, bei der Wahl von Koeffizienten und Strategien in erster Linie auf Erfahrungen anderer Autoren zurückzugreifen, die Gefahr, einen Index oder eine Strategie zu wählen, weil er bzw. sie offenbar allgemeinen Zuspruch findet. Dies soll selbstverständlich keineswegs heißen, daß die Erfahrungen anderer Autoren nicht herangezogen oder Vergleiche nicht gemacht werden sollen. Sie sind im Gegenteil äußerst hilfreich und bilden überhaupt die ersten Grundlagen für die Einarbeitung in eine Thematik wie die Similaritätsanalyse. Es soll nur darauf hingewiesen werden, daß die Hauptkriterien für die Wahl der Koeffizienten und Clusterstrategien die individuelle Fragestellung und die zugrundeliegende Arten-Stations-Matrix sind.

#### **3.2.2. Die Wahl des Similaritätskoeffizienten**

Die Wahl eines Koeffizienten ist letztendlich immer subjektiv, und die wenigsten wurden bisher einer empirischen Prüfung unterzogen (vgl. Piatkowski 1987, Winkler 1994, van Bernem et al. 1995, Pfeifer et al. 1996). Ausschlaggebend dafür, welcher

Koeffizient zur Berechnung herangezogen werden soll, sind in erster Linie die Fragestellung und die Struktur der Arten-Stations-Matrix. Der in der Ökologie am häufigsten eingesetzte Dissimilaritätskoeffizient, der Bray-Curtis-Index (vgl. z.B. Field et al. 1982, Piepenburg 1988, Clarke & Warwick 1994, Hanssen 1997), berücksichtigt für die Ähnlichkeit zweier Stationen in erster Linie die Höhe der Abundanzen, mit denen gemeinsame Arten auftreten. Dafür werden Arten und auch Artengruppen, die zwar auf beiden Stationen, aber nur in geringen Häufigkeiten auftreten, vernachlässigt (Pfeifer et al. 1996). Vorläufe mit eigenen Daten bestätigen diese Eigenschaft. Sie kann in Abhängigkeit von der Fragestellung große Bedeutung haben, vor allem bei Stationsvergleichen anhand charakteristischer, dominanter Arten. Qualitative Indizes setzen umgekehrte Schwerpunkte: Sie bemessen die Ähnlichkeit von Stationen ausschließlich an der Präsenz oder Abwesenheit von Arten. Hier spielt also die Zahl gemeinsamer Arten die wesentliche Rolle für die Ermittlung der (Dis)similarität von zwei Stationen. Auch diese Art der Ähnlichkeitsberechnung kann sinnvoll sein, wie Winkler (1994) ausführlich darlegt. Beide Indextypen sind für den hier angestrebten Vergleich jedoch nicht ausreichend. Dieser Auffassung liegt zum einen ein Verständnis von "Ähnlichkeit" zugrunde, demzufolge die Similarität zweier Stationen durch die Präsenz *und* die Abundanz der in ihr gefundenen Arten ausgedrückt wird. Eine solche Definition der Ähnlichkeit erfordert einen Koeffizienten, der bei seiner Berechnung beide Aspekte berücksichtigt, der also die Eigenschaften sowohl von qualitativen als auch von quantitativen Indizes vereinigt. Zum anderen wurde ein Koeffizient benötigt, der die in der Arten-Stations-Matrix zutage tretende hohe Variabilität erfassen und ohne notwendige Transformationen oder Standardisierungen der Daten umzusetzen vermag. Die Arten-Stations-Matrix (vgl. Anhang I) weist einen überwiegenden Anteil von Arten auf, die in nur sehr geringen Häufigkeiten auf nur wenigen bis einer einzigen Station auftreten. Ihnen stehen wenige Arten gegenüber, die nur auf vereinzelter Stationen, aber dort massiv vorkommen (z.B. *Amphiascus* sp.1, *Haloschizopera* sp.1, *Kliopsyllus* sp.4), und zu guter Letzt finden sich Arten mit einer moderaten bis häufigen Verteilung auf mehreren Stationen (z.B. *Eurycletodes* (O.) sp.1, *Haloschizopera exigua*, *Typhlamphiascus* sp.). Die oft zu einer "Glättung" angewandten Datentransformationen und Standardisierungen können zu Verzerrungen oder gar zu Verfälschungen der Ergebnisse führen (Gray 1984, van Bernem et al. 1995, Bäumer. pers. Mitt.). Das Cosinus-Ähnlichkeitsmaß ist ein Koeffizient, der den gestellten Ansprüchen genüge tut. Es bezieht im Gegensatz zu einem qualitativen Index neben der Präsenz und Abwesenheit auch die Abundanzen mit ein, ohne ihnen allerdings ein solch großes Gewicht beizumessen, wie es beispielsweise der Bray-Curtis-Index tut (vgl. Pfeifer et al. 1996). Damit eignet es sich auch besonders gut für Arten-Stations-Matrizes mit einem sehr hohen Anteil von Arten, die auf vielen Stationen gar nicht oder in nur sehr geringen Abundanzen vertreten

sind, und denen vereinzelte, sehr häufige Arten gegenüberstehen (Bäumer, pers. Mitt.). Da solche Arten-Stations-Matrizes gerade bei marinen benthonischen Untersuchungen häufig auftreten (vgl. Gray 1984, ter Braak 1987), sollte dem Cosinus-Ähnlichkeitsmaß bei zukünftigen gemeinschaftsanalytischen Bearbeitungen möglicherweise ein höherer Stellenwert eingeräumt werden als bisher.

### **3.2.3. Die Wahl der Clusterstrategie**

Neben der Wahl des Similaritätsmaßes ist die der angemessenen Clusterstrategie ein zweiter subjektiver Schritt bei der Similaritätsanalyse. Die Clusterstrategie ist der Algorithmus, mit dessen Hilfe die Similaritätsmatrix in eine optisch überschaubare Form, das Dendrogramm, überführt wird. Auch ihre Wahl richtet sich nach der Fragestellung und der Arten-Stations-Matrix, und da die Zahl der zur Verfügung stehenden Clusterstrategien beachtlich ist, sollte sie sorgfältig erwogen werden. Wie in Kap. V bereits angedeutet, wurde auf die "Average Linkage" deshalb zurückgegriffen, weil die zugrundeliegende Arten-Stations-Matrix (vgl. Anhang 1) bereits so große Streuungen aufweist, daß es ratsam erschien, die Clusterbildung mit Hilfe eines Verfahrens vorzunehmen, daß nicht auf maximale ("Complete Linkage") oder minimale Werte ("Single Linkage") eines Clusters zurückgreift, sondern gemittelte Werte nutzt. Um wirklich keine Extremgruppierungen zu erhalten, wurde von den beiden Verfahren der WPGMA und der "Centroid Linkage" abgesehen. Auch sie berechnen Ähnlichkeiten anhand von gemittelten Werten. Die WPGMA (Weighted Pair Group Method using arithmetic Averages) wichtet aber hinsichtlich der Clustergröße, womit kleine Gruppen oder Einzelobjekte vernachlässigt werden (Quicke 1993), und das "Centroid Linkage"-Verfahren, bei dem Mediane der Gruppenbildung zugrundeliegen, läßt kleine Cluster tendenziell unberücksichtigt (Quicke 1993).

### **3.2.4. Methodenvergleich Klassifikation - Ordination**

In jüngerer Zeit gerät die Similaritätsanalyse als Werkzeug für gemeinschaftsanalytische Fragestellungen zunehmend in die Kritik. Es gibt beispielweise Hinweise darauf, daß die erhaltenen Ergebnisse von der Reihenfolge der Dateneingabe abhängen (Tausch et al. 1995, vgl. a. Lamshead & Paterson 1986), was die Anwendung fragwürdig erscheinen läßt. Darüberhinaus wird der Einsatz der hierarchisch-agglomerativen Klassifikation ("Clusteranalyse") zunehmend in Frage gestellt. Diese ist, so wird argumentiert, als hierarchisch strukturierendes, gruppenbildendes Verfahren nur auf hierarchische Systeme anwendbar (Schleier 1998, Bäumer, pers. Mitt.), wie beispielsweise bei phylogenetischen Fragestellungen (vgl. Quicke 1993). Ein gemeinschaftsanalytischer Ansatz setzt im allgemeinen jedoch keine hierarchische Struktur der zu untersuchenden Objekte voraus, sondern es wird von einer Gleichwertigkeit sowohl der Objekte als auch der Attribute ausgegangen. In diesem Fall wäre die Anwendung einer Clusteranalyse die

denkbar schlechteste Alternative, denn sie faßt Objekte zu enklaptischen Gruppen zusammen, wobei nicht nur die Identität der einzelnen Objekte, sondern auch ihr Bezug zueinander völlig verloren geht. Diese Verfahrensweise und der ihr zugrundeliegende Algorithmus sind demnach auf die eigentliche Frage nach dem direkten Vergleich der Objekte und danach, ob eine Gruppierung *vorliegt*, gar nicht ausgerichtet. Vielmehr dient die Klassifikation dazu, Gruppen zu *bilden*, und der Bearbeiter wählt willkürlich den Similaritätsgrad, bei dem "gute" Cluster hervortreten. Auch die Gemeinschaftstabelle stellt kein Maß für Objektivität dar, denn die ihr zugrundeliegenden Cluster sind immer willkürlich abgegrenzt, so daß aus deren Vereinigung in der Gemeinschaftstabelle kein objektives Bild entstehen kann.

Folgt man dieser Argumentation, so erweist sich an Stelle der Klassifikation die Ordination als die einzige Möglichkeit, Objekte aufgrund ihrer Ähnlichkeit miteinander zu vergleichen. Zwar basiert auch sie auf der zuvor ermittelten Similaritätsmatrix, so daß auch hier die Auswahl des (Dis)similaritäts-Koeffizienten von großer Bedeutung und mit entsprechender Umsicht vorzunehmen ist, aber die Ordination in einem mehrdimensionalen Raum erlaubt einen direkten Vergleich eines jeden Objekts mit allen übrigen, was letztlich bedeutet, daß ein größerer Informationsgehalt für die Interpretation zur Verfügung steht und nicht einzelne Beziehungen durch Mittel- oder Extremwerte innerhalb eines Clusters überlagert werden, was zu einer Verzerrung und Verfälschung des Ergebnisses führen kann. Gruppen werden nicht *gebildet*, sondern, sofern Objekte sich einander näher stehen als anderen, unter Wahrung ihrer Identität als Gruppen *erkannt*.

Der Grund, warum in der vorliegenden Arbeit Clusteranalysen durchgeführt wurden, obwohl sich im Laufe der Bearbeitung die oben beschriebene kritische Einschätzung eingestellt hatte, ist der, daß sich diese offenbar (noch?) nicht allgemein durchgesetzt hat. Die Clusteranalyse ist seit Jahrzehnten ein gängiges gemeinschaftsanalytisches Verfahren, und in einer Unzahl von Arbeiten (s. oben) gründen die Erkenntnisse auf Ergebnissen dieser Methode. Die Zahl der Arbeiten, die sich vor einem ökologischen Hintergrund theoretisch mit der Clusteranalyse befassen, ist ebenfalls beträchtlich (vgl. z.B. Field et al. 1982, Legendre & Legendre 1983, Gray 1984, Heip et al. 1988, Clarke & Warwick 1994, Winkler 1994), und in keiner von ihnen wird der Einsatz des Verfahrens unter den oben beschriebenen Gesichtspunkten betrachtet. Stattdessen gibt es sogar Überlegungen, Methoden aus der Kladistik, bei der tatsächlich eine hierarchische Struktur der zu untersuchenden Systeme angenommen wird, zu gemeinschaftsanalytischen Untersuchungen heranzuziehen (Lambshhead & Paterson 1986). Deshalb sollten in der vorliegenden Arbeit beide Verfahren, Klassifikation und Ordination, einem kritischen Vergleich unterzogen werden. Er zeigt, daß die Klassifikation im Gegensatz zur MDS zu einer Verallgemeinerung verleitet. Beispielsweise gilt der Stationscluster A aus Abb. 19

im Vergleich mit den beiden anderen Clustern als eine Einheit, und die klare Beschreibung des Clusters unter VII.5.6.1. ist eine vermeintliche "Quintessenz" aus den ursprünglichen Eigenschaften der ehemals einzelnen Stationen, die nun diesen Cluster bilden. Doch ein Vergleich dieses und der anderen Cluster mit der Ordination in Abb. 39 zeigt bereits deutliche Unterschiede auf. Die Zusammenfassung der Stationen ist in den meisten Fällen nicht nachvollziehbar und weist teilweise sogar sehr große Unterschiede zu den in Abb. 39 dargestellten Beziehungen auf. Das wird bereits bei den ersten beiden Stationen aus Abb. 19, 1144 und 1181 deutlich. Sie werden bei einem sehr hohen Ähnlichkeitsgrad zu einem Cluster zusammengefaßt. Obwohl diese Ähnlichkeit durchaus gegeben zu sein scheint (sie wird im Ordinationsplot in Abb. 39 ebenfalls dokumentiert), verlieren beide Stationen ihre Identität und werden im folgenden als eine Einheit betrachtet. Dadurch geht beispielsweise die im Ordinationsplot dokumentierte offensichtlich sehr enge Beziehung von Station 1144 zur antarktischen Station 250 verloren. Auch die Beziehung der beiden Stationen 954 und 956 zueinander wird durch den Ordinationsplot relativiert: Dort steht Station 956 der PCS-Station 40116 eindeutig näher als der Schwesterstation 954. Station 40116 wird im Dendrogramm (Abb. 19) allerdings dem Stationscluster B zugeordnet, so daß ihre Beziehung zu Station 956 überhaupt nicht mehr zur Debatte steht. Als letztes Beispiel für die Unzulänglichkeit im Detail bei der Klassifikation sei Stationscluster B angeführt. Dieser Cluster ist in der Ordination eigentlich gar nicht wiederzufinden. Setzt man die ihm zugeschriebenen Stationen in Beziehung zu allen übrigen, dann tritt die vom Dendrogramm suggerierte Einheit völlig zurück.

Unterschiede zwischen der Klassifikation und der MDS treten auf Artebene zwar nicht mehr so stark hervor wie bei der Untersuchung auf Familienebene, zeichnen sich aber dennoch deutlich ab. Auch diese Analyse macht deutlich, daß die Clusterbildung zur Vereinheitlichung von im Grunde verschiedenen Stationen führt, was in einem eher allgemein gehaltenen Ansatz vielleicht zu vernachlässigen ist, in bestimmten Fragestellungen aber zu eklatanten Fehleinschätzungen führen könnte. Die MDS zeigt wie auch auf Familienebene, daß der kleinräumige Einfluß abiotischer und sicherlich auch biotischer Variablen bedeutend größer ist, als es durch die Klassifikation erfaßt werden kann. Die Unzulänglichkeit des Klassifikationsverfahrens tritt deutlich hervor, wenn es um die Zuordnung des Clusters E, sowie um die Erklärung der in den Clustern A bis C zugeordneten lokalfremden Stationen geht. Hier treten kleinräumige Bedingungen und Prozesse offensichtlich so stark in den Vordergrund, daß sie letztlich keine Gruppenbildung mehr zulassen. Dieser Cluster besteht aus geographisch völlig verschiedenen Stationen, die zudem alle Tiefenbereiche und keine einheitliche Artengruppe umfassen. Sie sind allerdings, wie sich anhand von CANOCO zumindest für die drei Stationen 840, 1076 und 1123 belegen läßt (Abb. 37), durch einen hohen Schlickanteil charakterisierbar.

Abschließend ist zu sagen, daß selbst die parallele Anwendung beider Verfahren, wie sie von verschiedenen Autoren empfohlen wird (vgl. Field et al. 1982, Clarke & Warwick 1994), die Ergebnisse nicht besser interpretierbar macht. Die mit der MDS erhaltenen Ergebnisse stimmen mit denen des Dendrogramms nur bei oberflächlichster Betrachtung überein, sie beinhalten aber eine Unzahl weiterer Informationen, belassen den Objekten ihre Identität, animieren dadurch, auch zuvor vielleicht nicht vermutete Beziehungen zu untersuchen, verleiten auf keinen Fall dazu, gebildete Einheiten als gegeben zu betrachten und nicht weiter zu hinterfragen und können, wie im vorliegenden Fall, dementsprechend zu völlig unterschiedlichen Ergebnissen führen: Zu mehr oder weniger großen Clustern, deren Stationen anhand weniger Eigenschaften zusammenfassend gekennzeichnet werden können und ein übersichtliches, aber verzerrtes bis falsches Bild liefern, oder zur Erkenntnis einer bemerkenswert hohen Variabilität im gesamten Untersuchungsgebiet, die jede Gruppierung ausschließt und dem Einfluß kleinräumiger Bedingungen an den jeweiligen Standorten seine ihm offensichtlich gebührende Bedeutung zuerkennt.

### **3.3. Die Diversitätsanalyse kritisch betrachtet**

Die Probleme bei der Anwendung der Diversitätsanalysen waren eher simpel. Konzeptionelle Schwierigkeiten ergaben sich anfänglich aus der Notwendigkeit, die mit dem Begriff "Biodiversität" ausgedrückte "lebendige Vielfalt auf allen Ebenen" (Ziegler et al. 1997) (vgl. Palmer 1988, 1990b, 1992, 1995, Wilson 1992, Lamshead 1993, Harper & Hawksworth 1994, Palmer & White 1994a, b, Steininger 1996, Ziegler et al. 1997) auf die ökologisch orientierte pragmatische "Diversität" im Sinne einer "species richness" (vgl. Hurlbert 1971, Baltanás 1992) zu reduzieren. Hier spielte vor allem die Frage eine Rolle, ob die Definition der "species richness" auch auf andere taxonomische Ebenen übertragen werden könnte, also ob Diversität auch anhand einer "family richness" ausgedrückt werden kann. Die Diskussion, ob höhere taxonomische Ebenen als die Art überhaupt zu ökologischen Untersuchungen herangezogen werden sollten, wird seit langer Zeit und teilweise recht vehement geführt (z.B. Darlington 1970, Mayr 1975, Ax 1984, 1988, Hartmann 1988, Heip et al. 1988, Sudhaus & Rehfeld 1992, van Bernem et al. 1995). Hauptkritikpunkt einer solchen Vorgehensweise ist, daß Ordnungen, Familien und auch Gattungen keine Abbilder realer Natureinheiten sind und demzufolge als Konstrukte für wissenschaftliche Bearbeitungen keinen Wert besitzen (vgl. Ax 1984, 1988, Sudhaus & Rehfeld 1992). Die damit zusammenhängende Frage, ob ranghöhere Ebenen besser oder wenigstens ebensogut zur Beantwortung ökologischer Fragestellungen geeignet sind als rangniedrigere Taxa, wird zumindest von ökologischer Seite und im Zusammenhang mit multivariaten Analyseverfahren und Monitoring-Programmen zunehmend bejaht (vgl. Heip et al. 1988, van Bernem et al. 1995). Und auch aus biogeographischer und paläontologischer Sicht wird bevorzugt auf höhere Kategorien

zurückgegriffen, sei es, um Verbreitungen in geologischen Zeiträumen zu untersuchen, die auf Artebene nicht mehr erfaßbar sind (z.B. Hartmann 1986, 1988), oder bei Vergleichen terrestrisch/limnologischer mit marinen Lebensräumen (vgl. z.B. Ray 1992, Lamshead 1993).

Das Abwägen der unterschiedlichen Argumente führte zu dem Entschluß, die Diversitätsanalyse nur auf Artebene durchzuführen, womit von einem diversitätsanalytischen Vergleich Antarktis/Magellanregion abgesehen wurde.

Die übrigen Schwierigkeiten waren ausschließlich anwendungsbezogen. So zeigte sich im Laufe der fortschreitenden Arbeiten, daß die ausschließliche Berechnung der Diversitätsindizes  $H'$  und  $E$  nicht ausreichen würde, um aussagekräftige Ergebnisse zu erhalten. Vor allem die Tatsache, daß das Probenmaterial grundsätzlich in kleinen und darüberhinaus in unterschiedlich kleinen Mengen vorlag, führte zu der Schlußfolgerung, daß die beiden ursprünglich vorgesehenen Indizes bestenfalls der zusätzlichen Lieferung von Information dienen konnten. Die Rarefaction-Methode schien dagegen ein adäquates Verfahren zur Ermittlung der Diversität zu sein, und ihr Einsatz erfüllte durchaus die Erwartungen, was übrigens den Einschätzungen Linses (1997) entgegensteht, die den Einsatz des Verfahrens bei Diversitätsberechnungen der Mollusca im BC verwarf. Ein weiteres Problem tauchte bei der Frage auf, ob es eine Möglichkeit gäbe, durch Extrapolation abzuschätzen, wieviele der vorhandenen Arten durch die Probennahmen erfaßt wurden. Hier mußte erkannt werden, daß diesbezüglich sehr große Unsicherheiten bestehen, die jedoch im allgemeinen offensichtlich vernachlässigt werden. Während sich ein bei der Interpolation erhaltener Schätzwert (Rarefaction-Methode) stets im Bereich tatsächlich gefundener Artenzahlen bewegt, womit Aussagen immer im Rahmen der direkten Beobachtungen bleiben, dienen die beobachteten Werte bei der Extrapolation dazu, auf eine außerhalb der Beobachtung stehende größere Grundgesamtheit hochzurechnen. Der Grad der Unsicherheit erscheint demnach wesentlich höher. Dementsprechend wird hier der Extrapolation mit einer gewissen Skepsis begegnet, denn sie weist nicht zu unterschätzende Nachteile auf. Die erhaltenen Schätzwerte sind in hohem Maße abhängig von (1) dem Umfang und der Verteilung der Stichproben, (2) der Größe der zugrundeliegenden Grundgesamtheit und (3) dem zur Anwendung kommenden Verfahren. Trotz dieser Einwände dienen Extrapolationen immer wieder dazu, Artenzahlen großer Regionen und selbst der ganzen Welt zu berechnen (vgl. z.B. Erwin 1992, Grassle & Maciolek 1992, Lamshead 1993). In seiner zusammenfassenden Übersicht über die Biodiversitätsforschung beeindruckt Lamshead (1993) nicht nur mit der Höhe der geschätzten globalen Artenzahlen, sondern auch mit der Dokumentation des erstaunlichen Eifers, der vielfach an den Tag gelegt wird, wenn es darum geht, Artenzahlen zu schätzen und Werte der verschiedenen Bereiche der Erde miteinander zu vergleichen. Diese von Briggs (1991) zu recht als "statistische Taschenspielererei" bezeichnete Vorgehensweise wird um so bemerkenswerter, wenn man sich die

Voraussetzungen ansieht, unter denen derartige Extrapolationen vorgenommen werden (vgl. Lamshead 1993), die im übrigen weder mit Jackknife oder sonst irgendeinem, auf statistischen Modellen basierenden Verfahren durchgeführt werden. Hochrechnungen mögen eine sinnvolle Ergänzung zu anderen Diversitätsberechnungen sein und bei einem ausreichenden Probenumfang, wie verschiedene Autoren darlegen (vgl. z.B. Heltsh & Forrester, Palmer 1990a, 1991, Baltanás 1992), durchaus einer realistischen Einschätzung der an einem Standort vorkommenden Artenzahl dienen. Von ausreichenden Probenahmen kann aber bei der Bearbeitung des Sublitorals und der Tiefsee nicht die Rede sein (vgl. Jumars & Eckman 1983, Thiel 1983, Lamshead 1993, Vincx et al. 1994), weshalb die Anwendung extrapolierender Verfahren grundsätzlich mit größter Vorsicht und Zurückhaltung erwogen werden sollte.

#### **4. Schlußfolgerung aus den qualitativ und quantitativ erhaltenen Ergebnissen**

Die Ergebnisdiskussion führte verschiedene Aspekte zutage, die sich dahingehend zusammenfassen lassen, daß mit Hilfe von vier verschiedenen Bearbeitungsweisen (von denen die Diversitätsanalyse als viertes Verfahren die beiden Similaritätsanalysen ergänzt) drei verschiedene, in vereinzelt Bereichen aber doch übereinstimmende Ergebnisse erhalten wurden:

1. Die klare Abgrenzung geographisch definierter Gebiete anhand ihrer Taxazusammensetzungen mit Hilfe eines qualitativen Vergleichs;
2. Die klare und gut begründbare Abgrenzung verschiedener Stationscluster, die allerdings auf andere Einflüsse als geographische oder auch bathymetrische hindeutet, im Rahmen einer quantitativen Clusteranalyse. Die geographisch definierten Gebiete sind nur noch sehr eingeschränkt erkennbar;
3. Die mit Hilfe der quantitativen MDS gewonnene Erkenntnis, daß im ganzen Untersuchungsgebiet weder geographische, noch bathymetrische oder sonstwie charakterisierbare Bildungen von größeren Stationsgruppen erkannt werden können. Diese Erkenntnis geht mit der Annahme einher, daß der Einfluß kleinräumiger Variablen die Taxazusammensetzung, Abundanz- und Diversitätswerte der einzelnen Stationen so stark beeinflusst, daß Einwirkungen größer skaliert Variablen, die möglicherweise mit der Latitud oder der Tiefe korreliert sind, nicht mehr erkennbar sind.

So unterschiedlich diese drei Ergebnisse auch erscheinen mögen, sie haben eines gemeinsam: Alle drei belegen den offenbar großen Einfluß kleinräumiger abiotischer

Variablen. Dieser wird durch die vorgefundenen Abundanzen, durch die Taxazusammensetzung auf den einzelnen Stationen und durch die Diversitätswerte belegt. Er zeigt sich am stärksten in der MDS und tritt am schwächsten bei den qualitativen Vergleichen zutage.

## IX. LITERATUR

- Achtziger, R., U. Nigmann & H. Zwölfer, 1992. Rarefaction-Methoden und ihre Einsatzmöglichkeiten bei der zooökologischen Zustandsanalyse und Bewertung von Biotopen. *Z. Ökologie u. Naturschutz* 1: 89-105
- Allgén, C.A., 1953. Das Bipolaritätsproblem freilebender mariner Nematoden. *Det Kongelige Norske Videnskabers Selskabs Forhandling* 26 (8): 28-35
- Antezana, T., M. Hamamé, Y. Eissler & S. Jara, 1996. Hydrography in Chilean fjords: Strait of Magellan and Beagle Channel (legs 1 and 2). In: Arntz, W.E. & M. Gorny (Hrsg.). *Cruise report of the Joint Chilean-German-Italian Magellan „Victor Hensen“ Campaign in 1994*. *Ber. Polarforsch.* 190: 16-18
- Apostolov, A., 1972. Catalogue des Copépodes Harpacticoïdes marins de la Mer Noire. *Zool. Anz.* 188 (3/4): 202-254
- Arlt, G., 1983. Taxonomy and Ecology of some Harpacticoids (Crustacea, Copepoda) in the Baltic Sea and Kattegat. *Zool. Jb. Syst.* 110: 45-85
- Arntz, W.E., 1997. Investigación antártica en biología marina: situación actual, proyectos internacionales y perspectivas. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.* 93 (1-4): 13-44
- Arntz, W.E. & M. Gorny (Hrsg.), 1996. *Cruise report of the Joint Chilean-German-Italian Magellan „Victor Hensen“ Campaign in 1994*. *Ber. Polarforsch.* 190, 113 S.
- Arntz, W.E., W. Ernst & I. Hempel (Hrsg.), 1990. The expedition ANTARKTIS VII/4 (EPOS leg 3) and VII/5 of RV „Polarstern“ in 1989. *Ber. Polarforsch.* 68, 214 S.
- Arntz, W.E., T. Brey & V.A. Gallardo, 1994. Antarctic Zoobenthos. *Oceanog. Mar. Biol. Ann. Rev.* 32: 241-304
- Arntz, W.E., M. Gorny, M. Lardies, E. Mutschke & C. Rios, 1996a. Benthic macrofauna sampled with the Agassiz Trawl. In: Arntz, W.E. & M. Gorny (Hrsg.). *Cruise Report of the Joint Chilean-German-Italian Magellan „Victor Hensen“ Campaign in 1994*. *Ber. Polarforsch.* 190: 43-51

- Arntz, W.E., M. Gorny, I. Wehrtmann, M. Lardies & R. Soto, 1996b. Crustacea Decapoda: Summary report. In: Arntz, W.E. & M. Gorny (Hrsg.). Cruise Report of the Joint Chilean-German-Italian Magellan „Victor Hensen“ Campaign in 1994. Ber. Polarforsch. 190: 57-60
- Arntz, W.E., J. Gutt & M. Klages, 1997a. Antarctic marine biodiversity: an overview. In: Battaglia, B., J. Valencia & D. Walton (Hrsg.). Antarctic communities. Proc. SCAR Biol. Symp. Cambr. Univ. Press, Cambridge: 3-14
- Arntz, W.E., A. Buschmann, K.H. George, D. Gerdes, M. Gorny, M.A. Lardies C., K. Linse, A. Montiel, E. Mutschke, M. Rauschert & C. Rios, 1997b. Benthologische Untersuchungen. In: Fahrbach, E. & D. Gerdes (Hrsg.). Die Expedition Antarktis XIII/4-5 des Forschungsschiffes „Polarstern“ 1996. Ber. Polarforsch. 239: 53-57
- Artegiani, A., E. Paschini & J. Andueza Calderón, 1991. Physical Oceanography of the straits of Magellan. In: Faranda, F. & L. Guglielmo (Hrsg.). Data Report 1. Nat. Sci. Com. Ant., Straits of Magellan Oceanogr. Cruise, February-March 1991: 11-52
- Audley-Charles, M.G., A.M. Hurley & A.G. Smith, 1981. Continental movements in the mesozoic and cenozoic. In: Whitmore, T.C. (Hrsg.), 1981. Wallace's line and plate tectonic. Clarendon Press, Oxford: 9-23
- Ax, P., 1984. Das Phylogenetische System. Gustav Fischer Verlag Stuttgart, 349 S.
- Ax, P., 1988. Systematik in der Biologie. Gustav Fischer Verlag Stuttgart, 181 S.
- Baltanás, A., 1992. On the use of some methods for the estimation of species richness. *Oikos* 65: 484-492
- Barnett, P.R.O., J. Watson & D. Connelly, 1984. A multiple corer for taking virtually undisturbed samples from shelf, bathyal and abyssal sediments. *Oceanol. Acta* 7 (4): 399-408
- Becker, K.-H., 1970. Beitrag zur Kenntnis der Copepoda Harpacticoidea sublitoraler Weichböden der Kieler Bucht. *Kieler Meeresforsch.* 26 (1): 56-73
- Becker, K.-H., 1974. Eidonomie und Taxonomie abyssaler Harpacticoidea (Crustacea, Copepoda). I. Cerviniidae - Ameiridae. „Meteor“ Forsch.-Ergebn. D, 18: 1-28
- Becker, K.-H. & G. Schriever, 1979. Eidonomie und Taxonomie abyssaler Harpacticoidea (Crustacea, Copepoda). Teil III. 13 neue Tiefsee-Copepoda Harpacticoidea der Familien Canuellidae, Cerviniidae, Tisbidae, Thalestridae, Diosaccidae und Ameiridae. „Meteor“ Forsch.-Ergebn. D, 31: 38-62
- Bernem, K.-H. van, U. Schleier, G. Sach & T. Lübke, 1995. Entwicklung einer langfristigen Umweltbeobachtungsstrategie für das Benthos. Umweltforschungsplan des Bundesministers für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, GKSS. Forschungszentrum Geesthacht, 140 S.

- Bodin, P., 1968. Copépodes Harpacticcoïdes des étages bathyal et abyssal du Golfe de Gascogne. *Mém. Mus. natn. Hist. Nat.* 55 (1): 1-107
- Bodin, P., 1997. Catalogue of the new marine Harpacticoid Copepods. *Doc. Trav. I<sup>er</sup> Inst. R. Sc. N. B.* 89, 304 S.
- Bodin, P. & C. Le Guellec, 1992. Meiobenthos of the Bay of Saint-Brieuc (North Brittany, France). II. Harpacticoid copepod diversity and species assemblages. *Oceanol. Acta* 15 (6): 673-686
- Bodiou, J.Y., 1977. Harpacticoides (Crustacés, Copépodes) des îles Kerguelen. III. Description de deux formes nouvelles de la famille des *Cylindropsyllidae*. *CNFRA* 42: 277-286
- Bouvy, M. & J. Soyer, 1989. Benthic seasonality in an intertidal mudflat at Kerguelen Islands (austral ocean). Three relationships between meiofaunal abundance and their potential microbial food. *Polar Biol.* 10: 19-27
- Bovée, F. de & J. Soyer, 1975. Le meiobenthos de l'Archipel de Kerguelen. Premières données quantitatives. *C.R. Acad. Sc. Paris (D)* 280: 2369-2372
- Bovée, F. de & J. Soyer, 1977a. Le Meiobenthos des îles Kerguelen. Données quantitatives. II. Le plateau continental. *CNFRA* 42: 249-258
- Bovée, F. de & J. Soyer, 1977b. Le Meiobenthos des îles Kerguelen. Données quantitatives. III. Conclusions. *CNFRA* 42: 259-265
- Bradford, J.M. & J.B.J. Wells, 1983. New Calanoid and Harpacticoid Copepods from Beneath the Ross Ice Shelf, Antarctica. *Polar Biol.* 2: 1-15
- Brady, G.S., 1883. Report on the Copepoda. *Rep. Sci. Res. Voy. H.M.S. Challenger. Zoology VIII*, 142 S., pls. 1-55
- Brambati, A., 1991. Introduction to the Magellan Project. *Bol. Oceanol. Teor. Appl.* 9 (2-3): 83-92
- Brambati, A., G. Fontolan & U. Simeoni, 1991. Carta sedimentologica dello Stretto di Magellano. Istituto di Geologia e Paleontologia, Università degli Studi di Trieste, Primera edizione, Trieste. *Bol. Oceanol. Teor. Appl.* 9 (2-3), Anhang
- Brandt, A., 1991. Zur Besiedlung des antarktischen Schelfes am Beispiel der Isopoda (Crustacea, Malacostraca). *Ber. Polarforsch.* 98, 240 S.
- Brandt, A., 1992. Origin of antarctic Isopoda (Crustacea, Malacostraca). *Mar. Biol.* 113: 415-423
- Brandt, A., 1996. First observations on the composition and occurrence of Peracarida (Crustacea, Malacostraca) in the Beagle Channel. In: Arntz, W.E. & M. Gorny (Hrsg.). Cruise report of the Joint Chilean-German-Italian Magellan „Victor Hensen“ Campaign in 1994. *Ber. Polarforsch.* 190: 54-55
- Brattström, H. & A. Johannssen, 1983. Ecological and regional zoogeography of the marine benthic fauna of Chile. *Sarsia* 68: 289-339

- Brey, T., M. Klages, C. Dahm, M. Gorny, J. Gutt, S. Hain, M. Stiller, W.E. Arntz, J.W. Wägele & A. Zimmermann, 1994. Antarctic benthic diversity. *Nature* 368: 297
- Briggs, J.C., 1991. Global species diversity. *J. Nat. Hist.* 25: 1403-1406
- Buchanan, J.B., 1984. Chapter 3. Sediment analysis. In: Holme, N.A. & A.D. McIntyre (Hrsg.). *Methods for the study of Marine Benthos*. Blackwell Scientific Publs., Oxford: 41-65
- Carney, R.S., R.L. Haedrich & G.T. Rowe, 1983. Zonation of fauna in the Deep sea. In: Rowe, G.T. (ed.). *Biology of the Deep-Sea. The Sea 8*, John Wiley & Sons, New York: 371-398
- Chislenko, L.L., 1967. Copepoda Harpacticoida of the Karelian coast of the White Sea. *Proc. White Sea Biol. Stat., Zool. Inst.* 7 (15): 48-196
- Clarke, K.R. & R.M. Warwick, 1994. *Change in Marine Communities: An Approach to Statistical Analysis and Interpretation*. Plymouth Mar. Lab. Bourne Press Limited, Bournemouth, UK: 144 S.
- Coull, B.C., 1972. Species diversity and faunal affinities of meiobenthic Copepoda in the deep sea. *Mar. Biol.* 14: 48-51
- Coull, B.C., 1975. Three new harpacticoid copepods from the north inlet estuary, Georgetown, South Carolina, U.S.A. *Crustaceana* 29 (2): 113-126
- Coull, B.C., 1988. Ecology of the marine Meiofauna. In: Higgins, R.P. & H. Thiel (Hrsg.). *Introduction to the study of meiofauna*. Smithsonian Institution Press, Washington D.C.: 18-38
- Coull, B.C. & O. Giere, 1988. The History of meiofaunal research. In: Higgins, R.P. & H. Thiel (Hrsg.). *Introduction to the study of meiofauna*. Smithsonian Institution Press, Washington D.C.: 14-17
- Coull, B.C. & S.S. Herman, 1970. Zoogeography and Parallel Level-Bottom Communities of the Meiobenthic Harpacticoida (Crustacea, Copepoda) of Bermuda. *Oecologia* 5: 392-399
- Cox, C.B. & P.D. Moore, 1985. *Einführung in die Biogeographie*. UTB-Verlag, Gustav Fischer, Stuttgart, 311 S.
- Craddock, C., 1982. Antarctica and Gondwanaland. In: Craddock, C. (Hrsg.). *Antarctic Geoscience I*, Univ. of Wisconsin Press, Wisconsin: 63-96
- Crame, J.A., 1994. Evolutionary History of Antarctica. In: Hempel, G. (Hrsg.). *Antarctic Science*. Springer Verlag Berlin: 188-214
- Dahms, H.-U., 1992a: Importance of zoosystematic research as demonstrated by the Antarctic meiofauna. *Verh. Dtsch. Ges.* 85.2: 277-284
- Dahms, H.-U., 1992b. Peltidiidae (Copepoda, Harpacticoida) from the Weddell Sea (Antarctica). *Zool. Scripta* 21(2): 181-195

- Dahms, H.-U. & G.S. Dieckmann, 1987. *Drescheriella glacialis* gen. nov. sp. nov. (Copepoda, Harpacticoida) from Antarctic Sea Ice. *Polar Biol.* 7: 329-337
- Dahms, H.-U. & H.K. Schminke, 1992. Sea ice inhabiting Harpacticoida (Crustacea, Copepoda) of the Weddell Sea (Antarctica). *Bull. l'I. R. Sc. Nat. B., Biol.* 62: 91-123
- Dahms, H.-U., M. Bergmans & H.K. Schminke, 1990: Distribution and adaptations of sea ice inhabiting Harpacticoida (Crustacea, Copepoda) of the Weddell Sea (Antarctica). *Marine Ecology* 11 (3): 207-226
- Dalziel, I.W.D., 1995. Die Erde vor Pangäa. In: Giese, P. (Hrsg.). *Geodynamik und Plattentektonik*. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg: 70-76
- Darlington, P.J., 1970. A practical criticism of Hennig-Brundin „Phylogenetic Systematics“ and Antarctic Biogeography. *Syst. Zool.* 19 (1): 1-18
- Darwin, C.R., 1859. Die Entstehung der Arten durch natürliche Zuchtwahl. Philipp Reclam jun. Verlag, Stuttgart 1963/1989, 693 S.
- De Broyer, C. & M. Rauschert, 1996. Biodiversity and ecological roles of the amphipod crustaceans of the Antarctic and Magellan regions: a comparison. In: Arntz, W.E. & M. Gorny (Hrsg.). *Cruise report of the Joint Chilean-German-Italian Magellan „Victor Hensen“ Campaign in 1994*. *Ber. Polarforsch.* 190: 55-57
- Dell, R.K., 1968. Benthic faunas of the Antarctic. In: *Symposium on antarctic oceanography*, Santiago, Chile, Scott Polar Res. Inst., Cambridge: 110-118
- Dell, R.K., 1972. Antarctic Benthos. *Adv. Mar. Biol.* 10: 1-216
- Drzycimski, I., 1967. Zwei neue Cletodidae (Copepoda, Harpacticoida) aus dem westnorwegischen Küstengebiet. *Sarsia* 29: 199-206
- Erwin, T.L., 1992. Das Kronendach des Regenwaldes: Im Zentrum der Artenvielfalt. In: Wilson, E.O. (Hrsg.). *Ende der Biologischen Vielfalt? Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg*: 145-151
- Fahrbach, E., 1995. Die Polarmeere - ein Überblick. In: Hempel, I. & G. Hempel (Hrsg.): *Biologie der Polarmeere*. Gustav Fischer Verlag Jena: 24-44
- Fahrbach, E. & D. Gerdes (Hrsg.), 1997. Die Expedition ANTARKTIS XIII/4-5 des Forschungsschiffes „Polarstern“ 1996. *Ber. Polarforsch.* 239, 126 S.
- Faranda, F. & L. Guglielmo (Hrsg.), 1991. Data Report I. *Nat. Sci. Com. Ant., Straits of Magellan Oceanogr. Cruise, February-March 1991*, 193 S.
- Faranda, F. & L. Guglielmo (Hrsg.), 1993. Data Report II. *Nat. Sci. Com. Ant., Straits of Magellan Oceanogr. Cruise, February-March 1991*, 317 S.
- Faranda, F. & L. Guglielmo (Hrsg.), 1994. Data Report III. *Nat. Sci. Com. Ant., Ross Sea Expeditions 1987-1988 and 1989-1990, Straits of Magellan Expedition 1991*, 222 S.

- Fleeger, J.W., D. Thistle & H. Thiel, 1988. Sampling equipment. In: Higgins, R.P. & H. Thiel (Hrsg.). Introduction to the study of meiofauna. Smithsonian Institution Press, Washington D.C.: 115-125
- Field, J.G., K.R. Clarke & R.M. Warwick, 1982. A practical Strategy for analysing multispecies distribution patterns. Mar. Ecol. Prog. Ser. 8: 37-52
- Gallardo, V.A., O. Ferretti & H.I. Moyano (Hrsg.), 1992. Actas Sem. Int. Oceanogr. Ant., ENEA-Centro EULA, Concepción, Chile, 545 S.
- George, K.H., 1993. Harpacticoida (Crustacea, Copepoda) aus Chile und der Antarktis unter besonderer Berücksichtigung der Ancorabolidae. Diplomarbeit, Fachbereich Biologie, Carl von Ossietzky-Universität, Oldenburg, 128 S.
- George, K.H., 1996. Revisión de los harpacticóideos marinos (Crustacea: Copepoda) de Chile. Rev. Chil. Hist. Nat. 69: 77-88
- George, K.H., 1998a. *Polyascophorus*, un genre nouveau d'Ancorabolidae (Crustacea, Copepoda) avec une description de deux espèces nouvelles et la réaffectation de *Ceratonotus gorbunovi*. Vie Milieu 48 (3): 141-155
- George, K.H., 1998b. A new species of Ancorabolidae (Copepoda, Harpacticoida) from the Beagle Channel (Chile). Hydrobiologia 379: 23-39
- George, K.H. & H.K. Schminke, 1998a. Distribution patterns of harpacticoid genera (Crustacea, Copepoda) from the Magellan Region. Ber. Polarforsch. 277: 37-38
- George, K.H. & H.K. Schminke, 1998b. First records of the genus *Ceratonotus* Sars, 1909 (Crustacea, Copepoda, Ancorabolidae) from the Southern Hemisphere, with the description of two new species. Crustaceana 71(7): 801-817
- George, K.H. & H.K. Schminke. Sublittoral Harpacticoida (Crustacea, Copepoda) from the Magellan Straits and the Beagle Channel (Chile) - Preliminary results of abundances and generic diversity. Scientia Marina, im Druck
- Gerdes, D., 1990. Antarctic trials of the multi-box corer, a new device for benthos sampling. Pol. Rec. 26 (156): 35-38
- Gerdes, D., 1996. Preliminary results of the multibox corer investigations. In: Arntz, W.E. & M. Gorny (Hrsg.). Cruise Report of the Joint Chilean-German-Italian Magellan „Victor Hensen“ Campaign in 1994. Ber. Polarforsch. 190: 41-42
- Gerdes, D., M. Klages, W.E. Arntz, R.L. Herman, J. Galéron & S. Hain, 1992. Quantitative investigations on macrobenthos communities of the southeastern Weddell Sea shelf based on multibox corer samples. Polar Biol. 12: 291-301
- Giere, O., 1993. Meiobenthology. The Microscopic Fauna in Aquatic Sediments. Springer Verlag Berlin, 328 S.
- Giere, O., A. Eleftheriou & D.J. Murison, 1988. Abiotic Factors. In: Higgins, R.P. & H. Thiel (Hrsg.). Introduction to the study of meiofauna. Smithsonian Institution Press, Washington D.C.: 61-78

- Giesbrecht, W., 1902. Copepoden. Expedition Antarctique Belge. Res. Voy. S.Y. Belgica, Rapp. Sc. 8/5: 3-42
- Grassle, J.F. & N.J. Maciolek, 1992. Deep-sea species richness: regional and local diversity estimates from quantitative bottom samples. *Am. Nat.* 139 (2): 313-341
- Gray, J.S., 1984. *Ökologie mariner Sedimente*. Springer Verlag Berlin, 193 S.
- Gray, J.S., 1994. Is deep-sea species diversity really so high? Species diversity of the Norwegian continental shelf. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 112: 205-209
- Gray, J.S., G.C.B. Poore, K.I. Uglund, R.S. Wilson, F. Olsgard & Ø. Johannessen, 1997. Coastal and deep-sea benthic diversities compared. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 159: 97-103
- Griga, R.E., 1963. Harpacticoids of the benthonic biocenosis in the southern coast of the Crimea and Caucasus. *Trud. Sevastopol Biol. St.*16: 159-172
- Grobe, H., 1995. Aus dem Geschichtsbuch der Polarmeere. In: Hempel, I. & G. Hempel (Hrsg.). *Biologie der Polarmeere*. Gustav Fischer Verlag Jena: 45-57
- Günther, S., K.H. George & M. Gleitz. High sympagic metazoan abundance in platelet layers at Drescher Inlet, Weddell Sea, Antarctica. *Polar Biol.* , im Druck
- Gutt, J., 1988. Zur Verbreitung und Ökologie der seegurken (Holotheroidea, Echinodermata) im Weddellmeer (Antarktis). *Ber. Polarforsch.* 41: 1-87
- Gutt, J. & T. Schickan, 1996. Epibenthic communities analysed by underwater camera. In: Arntz, W.E. & M. Gorny (Hrsg.). *Cruise report of the Joint Chilean-German-Italian Magellan „Victor Hensen“ Campaign in 1994*. *Ber. Polarforsch.* 190: 35-41
- Guzmán, L., 1992. Overview on the terrestrial and aquatic environments of the Magellan Region (49° - 56°30'S). In: Gallardo, V.A., O. Ferretti & H.I. Moyano (Hrsg.). *Actas Sem. Int. Oceanogr. Ant. ENEA-Centro EULA, Concepción, Chile*: 479-492
- Hanssen, H., 1997. Das Mesozooplankton im Laptevmeer und östlichen Nansen-Becken - Verteilung und Gemeinschaftsstrukturen im Spätsommer. *Ber. Polarforsch.* 229: 131 S.
- Harper, J.L. & D.L. Hawksworth, 1994. Biodiversity: measurement and estimation. *Phil. Trans. R. Soc. London B* 345: 5-12
- Hartmann, G., 1982. Tiergeographie - Animal geography. *Verh. Dtsch. Zool. Ges.*: 127-144
- Hartmann, G., 1986. Biogeographie und Plattentektonik. *Naturwissenschaften* 73: 471-480
- Hartmann, G., 1988. Gibt es biologische Argumente zur Entstehung der Süderdteile? *Die Geowiss.* 9: 270-275

- Hedgpeth, J.W., 1969. Distribution of selected groups of marine invertebrates in waters south of 35°S latitude. Introduction to Antarct. Zoogeogr., Ant. Map Folio Ser. 11: 1-9
- Hedgpeth, J.W., 1970. Marine Biogeography of the Antarctic Regions. In: Holdgate, M.W. (Hrsg.). Antarct. Ecol. 1: 97-104
- Heip, C., P.M.J. Herman & K. Soetaert, 1988. Data Processing, Evaluation, and Analysis. In: Higgins, R.P. & H. Thiel (Hrsg.). Introduction to the study of meiofauna. Smithsonian Institution Press, Washington D.C.: 197-231
- Heltsh, J.F. & N.E. Forrester, 1983. Estimating Species Richness Using the Jackknife Procedure. Biometrics 39: 1-11
- Hempel, I. & G. Hempel, 1995. Biologie der Polarmeere. Gustav Fischer Verlag Jena, 366 S.
- Herman, R.L. & H.-U. Dahms, 1992. Meiofauna communities along a depth transect of Halley Bay (Weddell Sea - Antarctica). Polar Biol. 12: 313-320
- Heip, C., R.M. Warwick, M.R. Carr, P.M.J. Herman, R. Huys, N. Smol & K. Van Holsbeke, 1988. Analysis of community attributes of the benthic meiofauna of Frierfjord/Langesundfjord. Mar. Ecol. Prog. Ser. 46: 171-180
- Hicks, G.R.F. & B.C. Coull, 1983. The ecology of marine meiobenthic harpacticoid copepods. Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev. 21: 67-175
- Higgins, R.P. & H. Thiel (Hrsg.), 1988a. Introduction to the study of meiofauna. Smithsonian Institution Press, Washington D.C., 488 S.
- Higgins, R.P. & H. Thiel, 1988b. Prospectus. In: Higgins, R.P. & H. Thiel (Hrsg.). Introduction to the study of meiofauna. Smithsonian Institution Press, Washington D.C.: 11-13
- Hoshiai, T., A. Tanimura & K. Watanabe, 1987. Ice algae as food of an antarctic ice-associated copepod, *Paralabidocera antarctica* (I.C. Thompson). Proc. of the NIPR Symp. on Polar Biol. 1: 105-111
- Hurlbert, S.H., 1971. The Nonconcept of Species Diversity: A Critique and alternative Parameters. Ecology 52: 577-586
- Hurlbert, S.H., 1984. Pseudoreplication and the design of ecological field experiments. Ecol. Monogr. 54 (2): 187-211
- Huys, R., 1990. *Adenopleurella*, new genus, *Proceropes*, new genus, *Sarsocletodes* Wilson (ex Laophontidae), and *Miroslavia* Apostolov (ex Cletodidae): representatives of a new family (Copepoda: Harpacticoida). J. Crust. Biol. 10 (2): 340-363
- Huys, R., 1996. Superomatiremidae fam. nov. (Copepoda: Harpacticoida): An enigmatic family from North Atlantic anchihaline caves. Scient. Mar. 60 (4): 497-542

- Huys, R. G.A. Boxshall, 1991. Copepod evolution. Ray Soc. Publ. 159, London, 468 S.
- Huys, R., J.M. Gee, C.G. Moore, & R. Hamond, 1996. Marine and Brackish Water Harpacticoid Copepods. Part 1. In: Barnes, R.S.K. & J.H. Crothers (Hrsg.): Syn. Brit. Fauna (New Series) 51, 352 S.
- Instituto Hidrográfico de la Armada de Chile, 1989. Atlas Hidrográfico de Chile. Cuarta edición, Valparaiso, Chile: 1-57, dazu 1604 kartographische Abbildungen
- Iwasaki, N., 1993. Distribution of meiobenthic copepods from various habitats in Pauatahanui Inlet, New Zealand. New Zeal. J. Mar. Freshw. Res. 27: 399-405
- Jumars, P.A. & J.E. Eckman, 1983. Spatial structure within Deep-Sea benthic communities. In: Rowe, G.T. (Hrsg.). Deep-Sea Biology. The Sea 8. John Wiley & Sons, New York: 399-451
- Klie, W., 1950. Harpacticoida (Cop.) aus dem Bereich von Helgoland und der Kieler Bucht. II. Kieler Meeresforsch. 7: 76-128
- Klöser, H., 1996. Hydrography of the Beagle Channel (leg 4). In: Arntz, W.E. & M. Gorny (Hrsg.). Cruise report of the Joint Chilean-German-Italian Magellan „Victor Hensen“ Campaign in 1994. Ber. Polarforsch. 190: 18-19
- Knox, G.A., 1960. Littoral ecology and biogeography of the southern Oceans. Proc. Roy. Soc. London, Ser. B, 152: 577-624
- Knox, G.A., 1963. Antarctic relationships in pacific biogeography. In: Gressitt, J.L. (Hrsg.). Pacific basin biogeography. Bishop Museum Press, Honolulu: 465-474
- Knox, G.A., 1977. The antarctic polychaete fauna: its characteristics, distribution patterns, and evolution. In: Llano, G.A. (Hrsg.). Proc. Third SCAR Symp. Antarct. Biol. Gulf Publ. Co., Houston: 1111-1127
- Knox, G.A. & J.K. Lowry, 1977. A comparison between the benthos of the southern ocean and the north polar ocean with special reference to the Amphipoda and the Polychaeta. In: Dunbar, M.J. (Hrsg.). Polar Oceans, Antarct. Inst. North America: 423-462
- Köhler, W., G. Schachtel & P. Voleske, 1996. Biostatistik. Springer-Verlag Berlin, 285 S.
- Kort, V.G., 1962. The antarctic ocean. Scient. Am. 207 (3): 113-128
- Lamshead, P.J.D., 1993. Recent developments in marine benthic biodiversity research. Océanis 19 (6): 5-24
- Lamshead, P.J.D. & G.L.J. Paterson, 1986. Cological cladistics - an investigation of numerical cladistics as a method for analysing ecological data. J. Nat. Hist. 20: 895-909

- Lambhead, P.J.D., H.M. Platt & K.M. Shaw, 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
- Lang, K., 1948. Monographie der Harpacticiden. Hkan Ohlssons Boktryckeri, Lund (Sweden), 2 Bde.: 1-1.682
- Lang, K., 1965. Copepoda Harpacticoidea from the Californian Pacific coast. *K. svenska vetensk. Akad. Handl.* 10 (2): 1-566
- Legendre, L. & P. Legendre, 1983. Numerical Ecology. Elsevier Sci. Publ. Company, Amsterdam, 419 S.
- Linse, K., 1997. Die Verbreitung epibenthischer Molluskenim chilenischen Beagle-Kanal. *Ber. Polarforsch.* 228, 131 S.
- Lipps, J.H. & C.S. Hickman, 1982. Origin, Age and Ecolution of antarctic deep-sea faunas. In: Ernst, W.G. & J.G. Morin (Hrsg.). *The environment of the Deep Sea. Rubey Volume II.* Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N.J.: 325-355
- Lozán, J.L., 1992. *Angewandte Statistik für Naturwissenschaftler.* Pareys Studentexte 74, Verlag Paul Parey, Berlin, 237 S.
- Mare, M.F., 1942. A study of a marine benthic community with special references to the micro-organisms. *J. Mar. Biol. Ass. UK* 25: 517-554
- Mayr, E., 1975. *Grundlagen der zoologischen Systematik.* Paul Parey, Hamburg, 370 S.
- McIntyre, A.D. & R.M. Warwick, 1984. Meiofauna techniques. In: Holme, N.A. & A.D. McIntyre (Hrsg.). *Methods for the study of Marine Benthos.* Blackwell Sci. Publs., Oxford: 217-244
- Menshenina, L.L. & I.A. Melnikov, 1995. Under-ice zooplankton of the western Weddell Sea. *Proc. NIPR Symp. Polar Biol.* 8: 126-138
- Mielke, W., 1974. Eulitorale Harpacticoidea (Copepoda) von Spitzbergen. *Mikrofauna Meeresboden* 37: 1-52
- Mühlenhardt-Siegel, U., 1988. Some results on quantitative investigations of Macrozoobenthos in the Scotia Arc (Antarctica). *Polar Biol.* 8: 241-248
- Mumm, N., 1995. Treiben alle unter einer Decke - Copepoden im Nordpolarmeer. In: Hempel, I. & G. Hempel (Hrsg.). *Biologie der Polarmeere.* Gustav Fischer Verlag Jena: 166-174
- Noodt, W., 1955. Marine Copepoden (Crust. Cop.) aus dem Marmara Meer. *Rev. Fac. Sci. Univ. Istanbul* 20 (1-2): 49-94
- Noodt, W., 1971. Ecology of the Copepoda. *Smiths. Contr. Zool.* 76: 97-102
- Pallares, R.E., 1975a. Copépodos harpacticóides marinos de Tierra del Fuego (Argentina). I. Isla de los Estados. *Contr. Cient. CIBIMA* 122: 1-122
- Pallares, R.E., 1975b. Copépodos marinos de la Ria Deseado (Santa Cruz, Argentina). *Contribución sistemático-ecológica IV (conclusión).* *Physis* 34 (89): 213-227

- Palmer, M.W., 1988. Fractal geometry: a tool for describing spatial patterns of plant communities. *Vegetatio* 75: 91-102
- Palmer, M.W., 1990a. The estimation of species richness by extrapolation. *Ecology* 71 (3): 1195-1198
- Palmer, M.W., 1990b. Spatial scale and patterns of species-environment relationships in hardwood forest of the North Carolina Piedmont. *Coenoses* 5 (2): 79-87
- Palmer, M.W., 1991. Estimating species richness: The second-order Jackknife reconsidered. *Ecology* 72 (4): 1512-1513
- Palmer, M.W., 1992. The coexistence of species in fractal landscapes. *Am. Nat.* 139: 375-395
- Palmer, M.W., 1995. How Should One Count Species? *Nat. Areas J.* 15: 124-135
- Palmer, M.W. & P.M. Dixon, 1990. Small-scale environmental heterogeneity and the analysis of species distributions along gradients. *J. Veg. Sci.* 1: 57-65
- Palmer, M.W. & P.S. White, 1994a. On the existence of ecological communities. *J. Veg. Sci.* 5: 279-282
- Palmer, M.W. & P.S. White, 1994b. Scale dependence and the species-area relationship. *Am. Nat.* 144: 717-740
- Petkovski, T.K., 1955. Weitere Beiträge zur Kenntnis der Grundwasser-Copepoden der Adriatischen Küste. *Acta Mus. Sci. Nat.* 3 (8-30): 209-225
- Pfannkuche, O. & H. Thiel, 1988. Sample Processing. In: Higgins, R.P. & H. Thiel (Hrsg.). *Introduction to the study of meiofauna*. Smithsonian Institution Press, Washington D.C.: 134-145
- Pfeifer, D., H.-P. Bäumer, R. Dekker & U. Schleier, 1996. Statistical tools for monitoring benthic communities. *Texte Stat. Ökol.* 2/96: 1-17
- Piatkowski, U., 1987. Zoogeographische Untersuchungen und Gemeinschaftsanalysen an antarktischen Makroplankton. *Ber. Polarforsch.* 34, 150 S.
- Piepenburg, D., 1988. Zur Zusammensetzung der Bodenfauna in der westlichen Framstraße. *Ber. Polarforsch.* 52, 118 S.
- Poore, G.C.B. & G.D.F. Wilson, 1993. Marine species richness. *Nature* 361: 597-598
- Por, F.D., 1964. Les Harpacticodes (Copepoda Crustacea) des fonds meubles du Skagerak. *Cah. Biol. mar.* 5 (3): 233-270
- Por, F.D., 1967. Level Bottom Harpacticoida (Crustacea, Copepoda) from Elat (Red Sea); Part I. *Israel J. Zool.* 16: 101-165
- Quicke, D.L.J., 1993. *Principles and techniques of contemporary taxonomy*. Blackie Academic & Professional, London, 311 S.
- Ray, G.C., 1992. Ökologische Vielfalt in Küstenzonen und Meeren. In: Wilson, E.O. (Hrsg.). *Ende der Biologischen Vielfalt? Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg*: 54-68

- Remane, A., 1933. Verteilung und Organisation der benthonischen Mikrofauna der Kieler Bucht. *Wissensch. Meeresunters.* 21: 163-221
- Remmert, H., 1989. *Ökologie*. Springer-Verlag Berlin, 374 S.
- Rex, M.A., 1983. Geographic patterns of species diversity in the Deep-Sea Benthos. In: Rowe, G.T. (ed.). *Deep-Sea Biology. The Sea 8*, John Wiley & Sons, New York: 453-472
- Sará, M., 1992. Porifera in the Antarctic Ecosystem: the Magellanic Province. In: Gallardo, V.A., O. Ferretti & H.I. Moyano (Hrsg.). *Actas Sem. Int. Oceanogr. Ant. ENEA-Centro EULA*, Concepción, Chile: 517-522
- Sars, G.O., 1909. Copepoda Harpacticoida. Parts 27 & 28. Cletodidae (concluded), Anchorabolidae, Cylindropsyllidae, Tachidiidae (part.). In: *An Account of the Crustacea of Norway with short descriptions and figures of all the species 5*: 305-336, pls. 209-224, figs. 1-150
- Schleier, U., 1998. Statistische Modelle und Verfahren zur Analyse von Systemzuständen. In: ELAWAT, *Elastizität des Ökosystems Wattenmeer. Projektsynthese. Abschlußbericht der Ökosystemforschung Niedersächsisches Wattenmeer, Teil B*: 37-53
- Schminke, H.K. & H.-U. Dahms, 1989. Re-Discovery of the Antarctic species of the family Neobradynidae (Copepoda, Harpacticoida) after over 80 years. *Hydrobiologia* 182: 249-259
- Schnack-Schiel, S., D. Thomas, H.-U. Dahms, C. Haas & E. Mizdalski, 1998. Copepods in antarctic sea ice. *Antarct. Res. Ser.* 73: 173-182
- Schriever, G., 1986. New Harpacticoida (Crustacea, Copepoda) from the North Atlantic Ocean. VIII. The description of *Eurycletodes (Oligocletodes) quadrispinosa* n.sp. and the male of *E. (O.) monardi* Smirnov (Cletodidae). *Zool. Scr.* 15(3): 233-236
- Scott, T., 1907. Some additional notes on Copepoda from Scottish Seas. 25th Ann. Rep. *Fish. B. Scotl.* 3: 209-220
- Shirayama, Y. & T. Fukushima, 1995. Comparisons of deep-sea sediments and overlying water collected using multiple corer and box corer. *J. Oceanogr.* 51: 75-82
- Shirayama, Y. & M. Horikoshi, 1989. Comparison of the Benthic Size Structure Between Sublittoral, Upperslope and Deep-Sea Areas of the Western Pacific. *Int. Revue ges. Hydrobiol.* 74 (1): 1-13
- Sieg, J., 1988. Das phylogenetische System der Tanaidacea und die Frage nach Alter und Herkunft der Crustaceenfauna des antarktischen Festlandsockels. *Z. zool. Syst. Evolut.-forsch.* 26: 363-379

- Sieg, J., 1992. On the origin and age of antarctic tanaidacean fauna. In: Gallardo, V.A., O. Ferretti & H.I. Moyano (Hrsg.). Actas Sem. Int. Oceanogr. Ant. ENEA - Centro EULA, Concepción, Chile: 421-430
- Sieg, J. & J.W. Wägele (Hrsg.), 1990. Fauna der Antarktis. Paul Parey Verlag Berlin, 197 S., Farbtafeln I-XVI
- Smirnov, S.S., 1946. New species of Copepoda Harpacticoida from the Arctic Ocean. Trud. dreif. Exp. Glavsevmov. Ledokol. Par. „Sedov“ 3: 231-263
- Soyer, J., 1964. Copépodes Harpacticoides de l'étage bathyal de la région de Banyuls-sur-Mer. I. Le genre Eurycletodes (Sars). Vie Milieu 17: 309-324
- Soyer, J., 1971. Bionomie benthique du plateau continental de la côte catalane française. III. Les peuplements de Copépodes Harpacticoides (Crustacea). Vie Milieu 21 (2-B): 337-511
- Soyer, J., 1974. Harpacticoides (Crustacés, Copépodes) de l'Archipel de Kerguelen. 1. Quelques formes mesopsammiques. Bull. Mus. Hist. Nat. 168: 1169-1223
- Soyer, J. & F. de Bovée, 1977a. Le Meiobenthos des îles Kerguelen. Données quantitatives. I. Le Golfe Morbihan. CNFRA 42: 237-247
- Soyer, J. & F. de Bovée, 1977b. First investigations on the density of soft bottom Meiofauna in Morbihan Bay (Kerguelen Islands). In: Llano, G.A. (Hrsg.). Adaptations within antarctic ecosystems: Proc. Third SCAR Symp. Antarct. Biol. Gulf Publ. Co., Houston: 279-292
- Steininger, F.F. (Hrsg.). Agenda Systematik 2000. Erschließung der Biosphäre. Kleine Senckenberg-Reihe 22, Verlag. W. Kramer, Frankfurt, 55 S.
- Stiller, M., 1996. Verbreitung und Lebensweise der Aphroditiden und Polynoiden (Polychaeta) im östlichen Weddellmeer und im Lazarevmeer (Antarktis). Ber. Polarforsch. 185, 200 S.
- Studinger, M., 1998. Interpretation und Analyse von Potentialfelddaten im Weddellmeer, Antarktis: der Zerfall des Superkontinents Gondwana. Ber. Polarforsch. 276, 134 S.
- Sudhaus, W. & K. Rehfeld, 1992. Einführung in die Phylogenetik und Systematik. Gustav Fischer Verlag Stuttgart, 241 S.
- Tausch, R.J., D.A. Charlet, D.A. Weixelman & D.C. Zamudio, 1995. Patterns of ordination and classification instability resulting from changes in input data order. J. Veg. Sci. 6: 897-902
- ter Braak, C.J.F., 1987. Unimodal models to relate species to environment. Proefschrift ter verkrijging v. de graad v. doctor in de landbouwwetenschappen, Wageningen, 151 S.
- ter Braak, C.J.F., 1988. CANOCO - a FORTRAN program for canonical community ordination by partial detrended canonical correspondence analysis, principal components analysis and redundancy analysis (version 2.1).

- Thiel, H., 1983. Meiobenthos and Nanobenthos of the deep Sea. In: Rowe, G.T. (ed.). Deep-Sea Biology. The Sea 8, John Wiley & Sons, New York: 167-230
- Thistle, D. & J.W. Fleeger, 1988. Sampling Strategies. In: Higgins, R.P. & H. Thiel (Hrsg.). Introduction to the study of meiofauna. Smithsonian Institution Press, Washington D.C.: 126-133
- Thorson, G., 1957. Bottom Communities (sublittoral or shallowshelf). In: Hedgpeth, J.W. (Hrsg.) Treatise on Marine Ecology and Paleoecology I, Ecology. Mem. Geol. Soc. Am. 67: 461-534
- Tietjen, J.H., 1992. Abundance and biomass of metazoan meiobenthos in the deep sea. In: Rowe, G.T. & V. Pariente (eds.). Deep-Sea Foodchains and the Global Carbon Cycle. Kluwer Academic Publishers, The Netherlands: 45-62
- Vanhove, S., J. Wittoeck, G. Desmet, B. van den Berghe, R.L. Herman, R.P.M. Bak, G. Nieuwland, J.H. Vosjan, A. Boldrin, S. Rabitti & M. Vincx, 1995. Deep-Sea meiofauna communities in Antarctica: structural analysis and relation with the environment. Mar. Ecol. Prog. Ser. 127: 65-76
- Vervoort, W., 1964. Free-Living Copepoda From Ifaluk Atoll in the Caroline Islands With Notes on Related Species. Smithsonian Institution Press, Washington D.C., 431 S.
- Vincx, M., B.J. Bett, A. Dinet, T. Ferrero, A.J. Gooday, P.J.D. Lamshead, O. Pfannkuche, T. Soltwedel & A. Vanreusel, 1994. Meiobenthos of the deep northeast Atlantic. Adv. Mar. Biol. 30: 1-87
- Voß, J., 1988. Zoogeographie und Gemeinschaftsanalyse des Makrozoobenthos des Weddellmeeres (Antarktis). Ber. Polarforsch. 45, 145 S.
- Waghorn, E.J., 1979. Two new species of Copepoda from White Island, Antarctica. New Zeal. J. Mar. Freshw. Res. 13 (3): 459-470
- Warwick, R.M., 1984. Species size distribution in Marine benthic communities. Oecologia 61: 32-39
- Wegener, A., 1936. Die Entstehung der Kontinente und Ozeane. F. Vieweg & Sohn, Braunschweig, 242 S.
- Wells, J.B.J., 1967. The littoral Copepoda (Crustacea) from Inhaca Island, Mozambique. Trans. R. Soc. Edinb. 67 (7): 189-358
- Wells, J.B.J., 1976: Keys to aid in the identification of marine harpacticoid copepods. Dept. Zool., Univ. Aberdeen, 215 S.
- Wells, J.B.J., 1978 - 1985: Keys to aid in the identification of marine harpacticoid copepods. Amendment Bulletins 1 - 5. Zoology Publications from Victoria University of Wellington: 70: 1-11 (Number 1, 1978), 73: 1-8 (Number 2, 1979), 75: 1-13 (Number 3, 1981), 77: 1-9 (Number 4, 1983), 80: 1-19 (Number 5, 1985)

- Wells, J.B.J., 1986. Biogeography of benthic harpacticoid copepods of the marine littoral and continental shelf. *Syllogeus* 58: 126-135
- Wiencke, C. & W.E. Arntz (Hrsg.), 1995. Benthos in polaren Gewässern. *Ber. Polarforsch.* 155, 130 S.
- Willen, E., 1995. *Archilaophonte maxima* gen. n. sp. n., a new taxon of the Laophontidae (Copepoda, Harpacticoida) from the high Antarctic (Weddell Sea). *Hydrobiologia* 302: 241-255
- Willen, E., 1996a. Two new genera of Laophontidae (Copepoda: Harpacticoida) from the high Antarctic Weddell Sea. *J. Nat. Hist.* 30: 1297-1327
- Willen, E., 1996b. *Pseudomesochra* T. Scott 1902 as a Member of the Paranannopidae Por 1986 (Copepoda, Harpacticoida) with a Description of Three New Species. *Senckenberg. Marit.* 28(1/3): 81-109
- Wilson, E.O. (Hrsg.), 1992. Ende der Biologischen Vielfalt? Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg: 1-557
- Winkler, H., 1994. Charakterisierung der Isopodenfauna (Crustacea, Malacostraca) des Scotia-Bogens aus biogeographischer Sicht: Ein multivariater Ansatz. *Ber. Polarforsch.* 139, 196 S.
- Ziegler, W., H.-J. Bode, D. Mollenhauer, D.S. Peters, H.K. Schminke, L. Trepl, M. Türkay, G. Zizka & H. Zwölfer, 1997. Biodiversitätsforschung. Ihre Bedeutung für Wissenschaft, Anwendung und Ausbildung. Senckenberg-Reihe 26, Verlag W. Kramer, Frankfurt, 68 S.

## X. DANKSAGUNG

Herr Prof. Dr. H.K. Schminke stellte mir einen Arbeitsplatz zur Verfügung und betreute diese Promotion. Er stand mir stets mit Rat, konstruktiver Kritik und hilfreichen Anregungen zur Seite, unterstützte mich bei logistischen, bürokratischen und fachlichen Fragen und hatte immer ein offenes Ohr für meine Anliegen. In vielen Gesprächen und fachlichen Diskussionen gab er neue Impulse, weitete meinen Blick für wichtige und interessante Aspekte und eröffnete mir auf diese Weise Perspektiven, die ich zuvor nicht berücksichtigt hatte. Er verstand es hervorragend, die oftmals breit gefächerten und manchmal verwirrenden Teilaspekte der Untersuchungen wieder zu ordnen und auszurichten. Ohne seine Initiative wäre dieses Promotionsprojekt nicht zustande gekommen. Für all das möchte ich ihm meinen allerherzlichsten Dank aussprechen.

Herrn Prof. Dr. W.E. Arntz danke ich ganz herzlich für die Bereitschaft, die Rolle des Zweitgutachters zu übernehmen. Auf den Expeditionen, an denen ich unter seiner Leitung teilnehmen konnte, hatte er stets und ausnahmslos Verständnis für und Interesse an den meiobenthonisch orientierten Belangen. Seine Begeisterung für alles Neue, seine umfangreichen Kenntnisse und seine freundliche und humorvolle Art waren und bleiben mir ständige Motivation.

Meine Frau Ilva half mir sowohl bei den Probennahmen und bei den umfangreichen Sortierarbeiten, wofür ich ihr an dieser Stelle herzlich danken möchte.

Den Besatzungen der Forschungsschiffe "Victor Hensen" und "Polarstern" der "Magellan Campaign" (1994) und des Fahrtabschnitts ANT XIII/4 (1996) sei ganz herzlich für ihre stete Hilfsbereitschaft und ihre Unterstützung bei den Probennahmen gedankt.

Die Kolleginnen und Kollegen meiner Arbeitsgruppe zeigten stets freundliches Interesse, und v.a. die intensiven und umfangreichen Diskussionen, besonders mit Pedro Martínez A., Gisela Moura, Peter Rumm, Armin Rose und Joachim Wiechmann waren äußerst hilfreich. Ihnen allen herzlichen Dank.

Für die Bereitstellung von Harpacticoidenmaterial der EPOS-Fahrt von FS "Polarstern" gebührt mein Dank Herrn Priv.-Doz. Dr. habil. H.-U. Dahms. Herrn Tchen Guo Tong aus Gent (Belgien), sei für die Sortierung des Materials der "Magellan Campaign" gedankt, und Herrn Lee Hong Jee (Gent) danke ich für die Beschaffung von Probenmaterial von King George Island. Die Herren Dr. D. Gerdes und R. Herman stellten mir freundlicherweise ihre sedimentologischen Daten zur Verfügung.

Herrn Dr. H.-P. Bäumer verdanke ich die gewonnenen Einsichten in die deskriptive und explorative Statistik, Herr P. Nickel wies mich in das Statistik-Paket SPSS ein.

**XI. ANHANG** Anhang 1: Arten-Stations-Matrix der Magellanregion

Nr.	Art/Station	840	847	864	866	872	877	954	956	977	1033	1076	1123	1135	1138	1144	1181	1234	40110	40111	40116	Summe	
1	<i>Arthropstyleus australis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	
2	<i>Ceratononus magellanicus</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
3	<i>Laophontodes</i> sp.1	0	1	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
4	<i>Laophontodes typicus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	0	0	0	29
5	<i>Laophontodes whitsoni</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
6	Argestidae sp.1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	4
7	Argestidae sp.2	0	0	0	1	1	0	0	0	2	0	0	0	0	6	0	5	0	0	0	0	0	15
8	Argestidae sp.3	0	0	0	0	2	0	0	0	7	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	10
9	Argestidae sp.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
10	Argestidae sp.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	3
11	Argestidae sp.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2
12	Argestidae sp.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
13	Argestidae sp.8	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
14	<i>Eurycletodes (O.) abyssi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	5	
15	<i>Eurycletodes (O.) monardi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
16	<i>Eurycletodes (O.) oblongus</i>	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
17	<i>Eurycletodes (O.)</i> sp.1	1	0	0	1	1	0	0	0	9	0	0	0	0	3	1	3	0	0	0	0	0	18
18	<i>Eurycletodes (O.)</i> sp.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
19	<i>Eurycletodes (O.)</i> sp.3	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
20	<i>Fultonia bongisi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	3
21	<i>Fultonia sarst</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
22	<i>Fultonia</i> sp.1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
23	<i>Fultonia</i> sp.2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	3
24	<i>Fultonia</i> sp.3	0	0	0	2	0	0	0	0	4	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	15
25	<i>Fultonia</i> sp.4	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
26	<i>Fultonia</i> sp.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
27	<i>Mesocletodes abyssicola</i>	0	0	0	1	1	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
28	<i>Mesocletodes soyeri</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
29	<i>Mesocletodes</i> sp.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	14
30	<i>Mesocletodes</i> sp.2	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	1	0	1	7	0	0	0	0	0	0	0	12
31	<i>Arenhydrosoma</i> sp.1	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	2	0	0	0	0	0	8
32	<i>Cletodes latirostris</i>	0	0	0	2	10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
33	<i>Cletodes</i> sp.1	5	1	2	8	0	6	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24
34	<i>Cletodes</i> sp.2	5	0	1	3	3	8	0	0	0	0	1	10	1	0	0	21	4	0	1	0	0	58
35	<i>Cletodes</i> sp.3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
36	<i>Cletodes</i> sp.4	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3	6	0	0	0	0	0	0	0	10
37	<i>Cletodes</i> sp.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
38	<i>Cletodes</i> sp.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
39	<i>Cletodes</i> sp.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
40	<i>Enhydrosoma hopkinsi</i>	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	6
41	<i>Enhydrosoma littorale</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
42	<i>Enhydrosoma</i> sp.1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
43	<i>Enhydrosoma</i> sp.2	0	0	3	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
44	<i>Enhydrosoma</i> sp.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	4
45	<i>Enhydrosoma</i> sp.4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	5	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	8
46	<i>Enhydrosoma</i> sp.5	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2	4	0	0	0	0	0	14
47	<i>Enhydrosoma</i> sp.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65	59	84	0	0	0	0	0	208
48	<i>Enhydrosoma</i> sp.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	4
49	<i>Stylicletodes longicaudatus</i>	3	1	0	0	1	3	0	0	0	0	7	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	17
50	<i>Stylicletodes oligochaeta</i>	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
51	Diosaccidae sp.1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2
52	Diosaccidae sp.2	0	0	0	0	0	9	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26
53	Diosaccidae sp.3	4	0	0	0	0	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
54	Diosaccidae sp.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
55	Diosaccidae sp.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
56	Diosaccidae sp.6	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
57	Diosaccidae sp.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
58	Diosaccidae sp.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
59	<i>Amphiascoides subdebilis</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
60	<i>Amphiascoides</i> sp.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
61	<i>Amphiascus minutus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	1	5	

Anhang 1 (Forts.)

Nr.	Art/Station	840	847	864	866	872	877	954	956	977	1033	1076	1123	1135	1138	1144	1181	1234	40110	40111	40116	Summe
62	<i>Amphiascus</i> sp.1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	192	0	13	209
63	<i>Bulbamphtascius</i> sp.1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	5
64	<i>Bulbamphtascius</i> sp.2	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	13	2	0	0	0	0	18
65	<i>Haloschizopera abyssii</i>	0	0	7	27	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	54
66	<i>Haloschizopera exigua</i>	0	18	1	33	20	21	0	0	1	0	0	6	0	1	4	0	2	0	0	22	129
67	<i>Haloschizopera</i> sp.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	10
68	<i>Paramphiascetta</i> sp.1	0	0	0	0	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	11
69	<i>Paramphiascetta</i> sp.2	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
70	<i>Roberigurneya</i> sp.1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	4
71	<i>Roberigurneya</i> sp.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3
72	<i>Schizopera</i> sp.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	1	0	6
73	<i>Stenhelia</i> (D.) sp.1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3
74	<i>Stenhelia</i> (D.) sp.2	0	7	3	1	3	2	0	0	2	0	14	13	0	6	3	0	0	0	2	0	56
75	<i>Stenhelia</i> (D.) sp.3	0	0	1	4	8	3	0	0	0	4	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	22
76	<i>Stenhelia</i> (D.) sp.4	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	5
77	<i>Stenhelia</i> (D.) sp.5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
78	<i>Stenhelia</i> (D.) sp.6	0	0	5	0	6	0	0	0	2	0	0	4	14	0	0	0	0	0	0	0	31
79	<i>Stenhelia</i> (D.) sp.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	5
80	<i>Stenhelia</i> (D.) sp.8	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
81	<i>Stenhelia</i> (D.) sp.9	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	12	0	0	0	0	19
82	<i>Stenhelia</i> (D.) sp.10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
83	<i>Stenhelia</i> (D.) sp.11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	4
84	<i>Stenhelia</i> (D.) sp.12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
85	<i>Stenhelia</i> (SI.) sp.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
86	<i>Lyphlamphiascus</i> sp.	0	3	4	0	43	25	0	0	22	4	0	2	2	0	0	0	0	0	2	0	107
87	Paramesochridae sp.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	15
88	Paramesochridae sp.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
89	<i>Diarthrodelta</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2
90	<i>Ktiopsyllus</i> sp.1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	1	17
91	<i>Ktiopsyllus</i> sp.2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
92	<i>Ktiopsyllus</i> sp.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37	0	13	50
93	<i>Ktiopsyllus</i> sp.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	95	0	0	95
94	<i>Ktiopsyllus</i> sp.5	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
95	<i>Ktiopsyllus</i> sp.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	6	6
96	<i>Ktiopsyllus</i> sp.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	9	11
97	<i>Leptopsyllus</i> sp.1	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
98	<i>Leptopsyllus</i> sp.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	9
99	<i>Paramesochra</i> sp.1	0	0	0	0	0	0	8	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	28
100	<i>Paramesochra</i> sp.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	75	0	0	75
101	<i>Rosopsyllus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3
102	<i>Scottopsyllus</i> sp.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	73	0	0	73
103	<i>Scottopsyllus</i> sp.2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
104	Paranannopidae sp.1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
105	Paranannopidae sp.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
106	Paranannopidae sp.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
107	<i>Carolinicola</i> sp.1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
108	<i>Carolinicola</i> sp.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
109	<i>Jonesiella</i> sp.	1	0	0	0	0	3	0	0	1	0	0	0	0	1	0	5	19	0	0	0	30
110	<i>Paradanielssenia</i> sp.1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	4	7	9	0	0	0	22
111	<i>Paradanielssenia</i> sp.2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2
112	<i>Paranannopus</i> sp.1	0	6	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
113	<i>Paranannopus</i> sp.2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
114	<i>Paranannopus</i> sp.3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
115	<i>Paranannopus</i> sp.4	0	1	0	0	1	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
116	<i>Psammis</i> sp.1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3	0	2	0	0	0	0	7
117	<i>Psammis</i> sp.2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	6	0	0	0	0	10
118	<i>Pseudomesochra longifurcata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
119	<i>Pseudomesochra</i> sp.1	0	3	0	1	0	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
120	<i>Pseudomesochra</i> sp.2	0	0	0	0	3	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5
121	<i>Pseudomesochra</i> sp.3	0	0	12	19	5	2	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47
122	<i>Pseudomesochra</i> sp.4	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
	Summe	28	52	49	127	145	107	26	27	72	18	35	80	30	76	87	123	155	582	18	79	1916

Anhang 2: Familien-Stations-Matrix aus dem gesamten Untersuchungsgebiet

Familie	840	847	864	866	872	877	954	956	977	1033	1076	1123	1135	1138	1144	1181	1234	40110	40111
Adenopleurellidae	1	0	0	2	0	5	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ameiridae	11	17	6	6	26	17	19	12	21	1	21	4	4	20	38	57	159	511	29
Ancorabolidae	0	2	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	30	0
Argestidae	4	2	1	6	8	3	0	0	28	3	19	15	4	36	1	8	5	2	0
Canthocampidae	0	2	0	5	6	10	0	0	0	0	0	1	0	2	53	43	3	25	5
Cerviinae	0	3	0	4	6	2	0	0	6	0	11	0	0	43	0	0	0	0	0
Cletodidae	14	4	12	22	19	22	0	0	0	0	1	34	13	9	66	83	102	0	2
Diosaccidae	9	33	24	74	109	59	10	17	31	4	15	25	11	28	12	14	17	212	15
Ectinosomatidae	14	41	43	78	84	121	8	8	65	16	6	63	24	87	169	157	365	207	56
Harpacticidae	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Huntemanniidae	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Laophontidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	59	1
Leptastacidae	0	0	0	0	0	0	47	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	0
Leptopontiidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36	0
Neobryidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Normannellidae	0	0	0	5	11	12	0	0	0	0	0	2	5	0	0	0	0	0	0
Paramesochridae	0	1	0	2	0	0	16	10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	337	0
Paranannopidae	1	10	12	23	9	15	0	0	12	11	0	6	2	3	8	18	30	1	1
Peltidiidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Supermatiremidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	1
Tegastidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0
Tetragonicipitidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	2	24	1	0
Thalestridae	0	1	4	0	0	17	1	0	15	2	0	2	2	1	13	7	0	48	5
Tisbidae	1	0	0	9	27	4	0	0	15	12	25	12	5	7	4	10	4	14	0

Anhang 2 (Forts.)

Familie	40116	48298	48301	48306	48340	230	241	245	229	248	249	250	252	294	295
Adenopleurellidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ameiridae	21	24	27	41	49	13	0	114	8	33	19	11	3	13	12
Ancorabolidae	0	0	0	0	0	1	0	1	3	3	1	0	0	0	0
Argestidae	2	41	36	8	7	9	6	36	4	1	0	0	5	2	0
Canthocamptidae	2	0	0	6	17	0	0	51	0	11	2	2	0	0	10
Cerviniidae	0	0	0	0	12	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0
Cletodidae	0	38	87	31	12	0	1	4	1	3	1	0	3	0	0
Diosaccidae	48	27	8	13	16	2	2	43	5	28	27	1	4	2	0
Ectinosomatidae	26	46	60	76	54	43	27	39	29	37	13	13	19	8	1
Harpacticidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Huntemanniidae	0	0	0	0	2	0	2	0	5	0	0	0	4	0	3
Laophontidae	0	0	1	2	0	2	0	14	0	3	1	0	0	0	0
Leptastacidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Leptopontidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Neobryidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Normannellidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Paramesochridae	29	29	11	6	0	0	0	2	0	0	1	3	0	0	0
Paranannopidae	0	71	21	37	16	10	3	9	4	3	0	0	2	3	5
Peltidiidae	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Superomatreimidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tegastidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tetragonicipitidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Thalestridae	0	7	0	4	1	1	0	8	2	6	2	0	1	2	1
Tisbidae	6	8	25	11	8	0	1	11	2	4	0	0	3	3	5

Anhang 3: Stadienverteilung auf die Stationen

Station	Adulte	Copepodide	Nauplii	Gesamtergebnis
954	113	54	0	167
956	73	32	0	105
840	67	70	0	137
847	127	104	1	232
977	227	360	4	591
864	114	126	0	240
866	258	201	0	459
872	317	387	0	704
877	306	157	0	463
1033	98	99	1	198
1076	110	99	1	210
1123	184	204	1	389
1135	91	47	1	139
1138	273	371	2	646
1144	441	165	2	608
1181	499	207	0	706
1234	833	810	1	1644
241	64	22	0	86
245	347	253	42	642
229	91	85	0	176
248	141	146	0	287
249	71	40	0	111
250	31	23	0	54
252	74	66	41	181
230	82	44	0	126
294	37	32	0	69
295	41	79	0	120
40110	1622	1286	56	2964
40111	124	71	2	197
40116	169	138	29	336
48298	311	200	30	541
48301	307	167	12	486
48306	267	137	10	414
48340	212	150	19	381
Gesamtergebnis	8122	6432	255	14809

Anhang 4: Rel. Abundanzen der Copepoda

Station	Platycopioidea	Calanoida	Misophrioida	Cyclopoida	Poecilostomatoidea	Siphonostomatoidea	Harpacticoida
840	0,00	2,98	0,00	2,98	0,00	0,00	94,04
847	0,00	0,79	0,00	7,08	0,00	0,00	92,13
864	0,00	5,26	0,00	5,26	0,00	0,00	89,48
866	0,00	1,55	0,00	6,59	0,39	0,00	91,47
872	0,00	1,26	0,00	2,52	0,00	0,00	96,22
877	0,00	0,98	0,00	2,61	0,00	0,00	96,41
954	0,00	7,08	0,00	1,77	0,00	0,00	91,15
956	0,00	8,22	0,00	0,00	0,00	0,00	91,78
977	0,00	7,05	0,00	7,05	0,00	0,00	85,90
1033	0,00	0,00	0,00	34,69	0,00	0,00	65,31
1076	0,00	1,82	0,00	9,09	0,00	0,00	89,09
1123	0,00	0,00	0,00	2,72	0,00	0,00	97,28
1135	0,00	1,10	0,00	5,49	0,00	0,00	93,41
1138	0,00	1,10	0,00	12,45	0,00	0,00	86,45
1144	0,00	0,23	0,00	13,38	0,00	0,00	86,39
1181	0,00	0,00	0,00	17,64	0,00	0,00	82,36
1234	0,00	0,48	0,00	11,40	0,00	0,00	88,12
40110	0,06	0,74	0,92	1,66	0,00	0,12	96,49
40111	0,00	0,81	0,00	0,81	1,61	0,00	96,77
40116	0,00	1,78	0,00	17,16	0,00	0,00	81,07
48298	0,00	0,00	0,00	1,29	0,64	0,00	98,07
48301	0,00	0,00	0,00	9,12	0,00	0,00	90,88
48340	0,00	0,00	0,00	4,72	0,94	0,00	94,34
48306	0,00	0,00	0,00	8,99	0,37	0,00	90,64
230	0,00	0,00	0,00	0,00	1,22	0,00	98,78
241	0,00	1,56	0,00	4,69	1,56	0,00	92,19
245	0,00	0,29	0,00	0,58	0,00	0,00	99,14
229	0,00	0,00	0,00	7,69	3,30	0,00	89,01
248	0,00	0,00	0,71	0,71	1,42	0,00	97,16
249	0,00	1,41	0,00	0,00	0,00	0,00	98,59
250	0,00	0,00	0,00	0,00	3,23	0,00	96,77
252	0,00	0,00	0,00	1,35	5,41	0,00	93,24
294	0,00	2,70	0,00	0,00	0,00	0,00	97,30
295	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00

Anhang 5: Dichtewerte der Harpacticoida

Station	Tiefe (m)	Dichte (pro 10 qcm)
954	79,00	16,79
956	80,00	10,92
1234	100,00	59,81
40110	101,00	89,43
1144	110,00	41,40
1181	110,00	44,65
840	123,00	6,84
847	200,00	12,71
1123	219,00	19,45
877	227,00	32,05
48298	239,00	54,10
1135	257,00	9,24
230	271,00	45,50
1033	309,00	6,95
1138	320,00	25,64
40116	330,00	13,70
1076	346,00	15,97
872	351,00	33,14
48301	398,00	48,60
48340	411,00	38,10
866	440,00	38,46
241	458,00	29,50
977	459,00	21,19
245	492,00	172,00
229	502,00	40,50
864	550,00	11,08
248	633,00	68,50
249	708,00	35,00
48306	801,00	41,40
250	806,00	15,00
40111	1168,00	6,00
252	1185,00	34,50
294	1199,00	18,00
295	2080,00	20,50

Anhang 6. Q-Matrix Familien, Cosinus-Ähnlichkeitsmaß

Case	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	1																		
2	0,8084	1																	
3	0,8202	0,9517	1																
4	0,7818	0,9526	0,96	1															
5	0,7732	0,9379	0,8819	0,9627	1														
6	0,7917	0,9431	0,9785	0,9377	0,8789	1													
7	0,3035	0,3226	0,244	0,244	0,2843	0,2468	1												
8	0,5078	0,6176	0,4962	0,5526	0,6194	0,4899	0,9044	1											
9	0,7508	0,8964	0,8829	0,8528	0,8344	0,9023	0,2745	0,494	1										
10	0,5223	0,6918	0,7497	0,7205	0,6563	0,7348	0,146	0,2784	0,8112	1									
11	0,5364	0,4875	0,3464	0,4382	0,5829	0,3626	0,2565	0,4131	0,6355	0,5304	1								
12	0,8759	0,8334	0,9277	0,8867	0,8149	0,9195	0,1935	0,3936	0,8572	0,7369	0,4353	1							
13	0,8935	0,856	0,9298	0,8965	0,8486	0,9346	0,2247	0,4374	0,8579	0,7244	0,4614	0,9836	1						
14	0,7251	0,8222	0,8173	0,7818	0,7429	0,8439	0,2261	0,4075	0,9083	0,6743	0,579	0,8361	0,8193	1					
15	0,7983	0,7693	0,8556	0,7404	0,649	0,8857	0,2081	0,3287	0,7703	0,6441	0,2639	0,8878	0,8781	0,7802	1				
16	0,8718	0,7764	0,8534	0,7415	0,6607	0,8646	0,2351	0,3568	0,7724	0,6516	0,3446	0,9011	0,8969	0,7751	0,985	1			
17	0,8303	0,8111	0,858	0,7208	0,651	0,8715	0,2704	0,3922	0,8118	0,6607	0,3459	0,8567	0,8617	0,8079	0,9388	0,9498	1		
18	0,614	0,6348	0,4775	0,4611	0,5449	0,4927	0,5271	0,6976	0,5563	0,3044	0,5314	0,3843	0,4479	0,4565	0,4424	0,498	0,5658	1	
19	0,784	0,8984	0,8733	0,7778	0,7572	0,9095	0,3232	0,5099	0,8764	0,6513	0,422	0,8007	0,824	0,8248	0,8862	0,8787	0,9475	0,6696	1
20	0,6407	0,8201	0,6948	0,7865	0,8563	0,6919	0,4321	0,7557	0,6889	0,4552	0,539	0,5865	0,6278	0,5754	0,4637	0,4818	0,5047	0,8025	0,6527
21	0,6946	0,6576	0,7041	0,6768	0,5747	0,6187	0,2555	0,3973	0,7007	0,7102	0,4622	0,6942	0,679	0,5966	0,5642	0,6401	0,5902	0,4921	0,5279
22	0,8794	0,5625	0,6749	0,6099	0,5403	0,6289	0,19	0,2767	0,6306	0,5829	0,4778	0,848	0,8283	0,6294	0,7428	0,8267	0,7272	0,3888	0,5683
23	0,8568	0,8344	0,877	0,774	0,6942	0,8502	0,2922	0,4324	0,8367	0,7853	0,4577	0,8577	0,8642	0,7718	0,8832	0,9281	0,9296	0,6058	0,877
24	0,8296	0,8471	0,7879	0,7188	0,7146	0,7994	0,3449	0,5066	0,8306	0,6686	0,6024	0,7436	0,7712	0,8057	0,8335	0,8744	0,8868	0,7245	0,9132
25	0,6952	0,8167	0,8528	0,7267	0,6351	0,8692	0,2381	0,3598	0,8917	0,7624	0,3661	0,8146	0,801	0,8554	0,8655	0,8561	0,9343	0,5012	0,9231
26	0,6302	0,7728	0,8555	0,7551	0,6432	0,8812	0,1537	0,2821	0,8693	0,7662	0,2964	0,8632	0,8272	0,8869	0,8612	0,8222	0,8721	0,3131	0,8443
27	0,675	0,6442	0,4775	0,4772	0,5732	0,5048	0,3742	0,5345	0,6341	0,3711	0,6913	0,4355	0,4828	0,5329	0,525	0,5877	0,574	0,7966	0,6872
28	0,7322	0,8685	0,8914	0,7914	0,7251	0,9198	0,2513	0,4124	0,9144	0,7874	0,4113	0,8542	0,8504	0,8754	0,8783	0,8644	0,9305	0,5218	0,9404
29	0,8153	0,9268	0,8278	0,8106	0,8547	0,8541	0,3762	0,6296	0,8477	0,5991	0,5829	0,73	0,7756	0,7431	0,7675	0,7878	0,8108	0,7762	0,9246
30	0,7338	0,8725	0,7149	0,7831	0,8814	0,7125	0,386	0,7113	0,7056	0,4017	0,5819	0,5745	0,6366	0,5831	0,4976	0,5345	0,5656	0,7626	0,7336
31	0,7227	0,7707	0,7078	0,5931	0,5927	0,7501	0,389	0,514	0,7586	0,5405	0,4368	0,6493	0,6808	0,7228	0,8085	0,8212	0,9046	0,7997	0,9419
32	0,7654	0,841	0,8963	0,8188	0,7494	0,9139	0,2155	0,3822	0,9246	0,8167	0,4543	0,921	0,9026	0,8849	0,8795	0,871	0,8994	0,44	0,8839
33	0,7148	0,7097	0,605	0,5221	0,5747	0,6157	0,3754	0,496	0,7509	0,5941	0,6725	0,5443	0,5963	0,6271	0,6151	0,6823	0,766	0,7955	0,8199
34	0,3608	0,3229	0,1949	0,1822	0,2511	0,2187	0,2481	0,2756	0,3186	0,3726	0,5155	0,1551	0,2019	0,2077	0,3627	0,42	0,3427	0,5591	0,407

Anhang 6 (Forts.)

Case	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
1															
2															
3															
4															
5															
6															
7															
8															
9															
10															
11															
12															
13															
14															
15															
16															
17															
18															
19															
20	1														
21	0,5398	1													
22	0,3869	0,7739	1												
23	0,5617	0,8169	0,8123	1											
24	0,622	0,668	0,6719	0,9222	1										
25	0,4879	0,6517	0,6166	0,8996	0,8469	1									
26	0,4429	0,5729	0,6008	0,8026	0,718	0,9467	1								
27	0,6104	0,5059	0,4567	0,648	0,8413	0,546	0,3455	1							
28	0,5678	0,6129	0,6193	0,8845	0,8517	0,9673	0,9479	0,5435	1						
29	0,7902	0,5611	0,5378	0,8212	0,9227	0,7713	0,653	0,8487	0,8183	1					
30	0,8831	0,4667	0,3751	0,6034	0,7335	0,516	0,4055	0,7734	0,5941	0,9101	1				
31	0,6187	0,4999	0,5335	0,8403	0,9167	0,8591	0,7212	0,7613	0,8499	0,8727	0,6625	1			
32	0,5581	0,6508	0,7103	0,8682	0,8013	0,9328	0,9589	0,4929	0,972	0,7638	0,5512	0,7678	1		
33	0,5628	0,5875	0,5423	0,8138	0,9077	0,7439	0,536	0,8682	0,731	0,8564	0,7071	0,8806	0,6569	1	
34	0,2862	0,3763	0,2925	0,4936	0,6657	0,3046	0,1081	0,805	0,3105	0,5692	0,4222	0,5419	0,251	0,692	1

Anhang 7: R-Matrix Familien, Cosinus-Ähnlichkeitsmaß

Case	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	1																							
2	0.0412	1																						
3	0.2283	0.9003	1																					
4	0.1226	0.2361	0.0563	1																				
5	0.1159	0.493	0.3155	0.3334	1																			
6	0.0915	0.0784	0.0169	0.518	0.0849	1																		
7	0.1615	0.2943	0.0515	0.481	0.4902	0.0912	1																	
8	0.3097	0.8225	0.8041	0.3388	0.4388	0.2215	0.2511	1																
9	0.2742	0.6674	0.4573	0.3954	0.5582	0.2356	0.7975	0.6142	1															
10	0	0.0338	0	0	0	0	0	0.0357	0.0145	1														
11	0	0.0444	0.0655	0.1081	0.0861	0.0927	0.0305	0.0528	0.1047	0	1													
12	0	0.9413	0.939	0.136	0.397	0	0.0311	0.7817	0.4083	0	0	1												
13	0	0.3538	0.3324	0.0081	0.0937	0	0	0.317	0.149	0.8624	0	0.3382	1											
14	0	0.9088	0.9535	0.0231	0.2689	0	0	0.7569	0.3762	0	0	0.9701	0.3486	1										
15	0	0.0516	0	0	0.0538	0	0.0107	0.0536	0.1018	0	0	0.0164	0	0	1									
16	0.7039	0.0546	0.1708	0.1322	0.1283	0.1307	0.2146	0.4762	0.3064	0	0	0.0018	0	0	0	1								
17	0.0026	0.9137	0.9448	0.0843	0.2731	0.0011	0.0362	0.7811	0.3928	0.047	0.0004	0.9633	0.3966	0.9904	0	0.0016	1							
18	0.2401	0.2456	0.0761	0.6595	0.2903	0.129	0.6639	0.3315	0.5747	0	0.15	0.0568	0.0035	0.01	0.01	0.2324	0.0861	1						
19	0	0.5158	0.4926	0.0231	0.1828	0	0.008	0.5391	0.2744	0	0	0.3015	0.1743	0.5	0.5	0	0.3393	0.01	1					
20	0	0.91	0.9529	0.0231	0.2706	0	0.0004	0.7583	0.3794	0	0	0.9701	0.3484	0.9994	0.0345	0	0.9898	0.0103	0.5169	1				
21	0	0.9088	0.9535	0.0231	0.2689	0	0	0.7569	0.3762	0	0	0.9701	0.3486	1	0	0	0.9904	0.01	0.5	0.9994	1			
22	0	0.3346	0.0697	0.0672	0.1957	0	0.6402	0.1027	0.7475	0	0	0.0554	0.0142	0.0406	0	0	0.0402	0.323	0.0203	0.0406	0.0406	1		
23	0.3139	0.8663	0.8961	0.2767	0.5489	0.0683	0.228	0.8153	0.5855	0.0175	0.0551	0.8567	0.3076	0.839	0.0874	0.2133	0.9452	0.2789	0.4807	0.8415	0.839	0.0902	1	
24	0.1648	0.4157	0.262	0.7119	0.3922	0.3506	0.5331	0.6133	0.5224	0	0.1876	0.2948	0.083	0.2379	0	0.4177	0.2757	0.5193	0.17	0.2378	0.2379	0.1036	0.4129	1

Anhang 8: Q-Matrix Arten, Cosinus-Ähnlichkeitsmaß

Case	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	1																			
2	0,0495	1																		
3	0,093	0,1495	1																	
4	0,1224	0,6002	0,5975	1																
5	0,0364	0,4474	0,4938	0,5159	1															
6	0,2696	0,6503	0,2928	0,4664	0,8004	1														
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1													
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,8438	1												
9	0,0377	0,1683	0,4667	0,1826	0,728	0,6052	0,00	0,00	1											
10	0,00	0,2492	0,1189	0,00	0,3951	0,3508	0,00	0,00	0,398	1										
11	0,0345	0,2564	0,1409	0,0193	0,0466	0,0546	0,00	0,00	0,0598	0,00	1									
12	0,4184	0,4904	0,1837	0,2461	0,2526	0,4226	0,00	0,00	0,1302	0,0461	0,4908	1								
13	0,1196	0,0653	0,2387	0,0307	0,2466	0,1988	0,00	0,00	0,2241	0,1147	0,0759	0,1482	1							
14	0,0472	0,1332	0,261	0,0746	0,1306	0,0685	0,00	0,00	0,2391	0,00	0,3045	0,19	0,4881	1						
15	0,0032	0,0689	0,0127	0,0444	0,0258	0,0378	0,00	0,00	0,0127	0,00	0,0362	0,0514	0,007	0,0187	1					
16	0,1809	0,00	0,0365	0,0278	0,0237	0,0773	0,00	0,00	0,0272	0,00	0,0178	0,1537	0,0423	0,0361	0,9127	1				
17	0,0498	0,0194	0,0176	0,0379	0,0113	0,041	0,00	0,00	0,0123	0,00	0,0025	0,0341	0,0313	0,0139	0,9574	0,9161	1			
18	0,0819	0,0031	0,00	0,00	0,0019	0,0006	0,0234	0,0207	0,00	0,00	0,0433	0,0366	0,00	0,00	0,012	0,00	0,00	1		
19	0,1383	0,105	0,0614	0,0152	0,0271	0,0609	0,0421	0,00	0,0213	0,0184	0,2357	0,2924	0,0169	0,0868	0,0135	0,0475	0,0067	0,003	1	
20	0,0418	0,5905	0,0551	0,4617	0,2985	0,4349	0,00	0,00	0,0737	0,0309	0,0221	0,2122	0,0142	0,0307	0,0476	0,00	0,0154	0,3806	0,00	1

Anhang 9: R-Matrix Arten, Cosinus-Ähnlichkeitsmaß

Case	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1															
2	0,4276														
3	0,068	0,3658													
4	0,1091	0	0												
5	0,2463	0,638	0,9118	0											
6	0	0,0653	0,1455	0,6999	0,0527										
7	0,5473	0,778	0,501	0	0,6373	0									
8	0,1179	0,288	0,9623	0	0,8825	0,126	0,4222								
9	0,143	0,2097	0,0389	0	0,0846	0,0255	0,2562	0							
10	0,4677	0,7673	0,4183	0	0,5267	0,1071	0,9441	0,2835	0,4077						
11	0,25	0,2138	0,034	0	0,0985	0,0668	0,2736	0,0589	0,0953	0,2673					
12	0,0976	0,1431	0,2656	0,0426	0,1154	0,5216	0,0388	0,276	0	0,1304	0,0488				
13	0,6047	0,0844	0	0,3959	0,1107	0,1385	0,1375	0,1629	0	0	0,3024	0,1855			
14	0,1548	0,5247	0,0316	0,4728	0,2821	0,3826	0,0231	0,0547	0,0406	0,0259	0,1451	0,1661	0,3977		
15	0,4423	0,6485	0,1204	0,0643	0,2615	0,1182	0,7922	0	0,2952	0,8866	0,3317	0,0144	0,0764	0,0628	
16	0,189	0	0	0,2062	0,0186	0,4041	0	0	0,0901	0,1263	0,2362	0	0,1306	0,1462	0,418
17	0	0,0841	0,1873	0,1001	0,0678	0,3679	0	0,1622	0	0,092	0,5162	0,694	0,2378	0,1775	0,0338
18	0	0,0231	0,0514	0,8248	0,0372	0,9091	0	0,0445	0,018	0,0505	0,0472	0,1844	0,1633	0,3948	0,0836
19	0,3162	0,367	0,0215	0	0,187	0,0423	0,236	0,1118	0,0603	0,169	0,8696	0,0926	0,4098	0,4344	0,2098
20	0	0,2966	0	0	0,1963	0	0	0	0	0	0,3457	0	0	0,5016	0
21	0,2967	0,1015	0,0485	0,9064	0,0819	0,7295	0,1063	0,028	0,0339	0,1269	0,0297	0,1506	0,4921	0,5189	0,1575
22	0,4472	0,1093	0,1217	0,6831	0,0881	0,5976	0,089	0,2108	0	0,0598	0,1118	0,5674	0,6568	0,4153	0,0659
23	0,3922	0	0	0,428	0,0773	0,1572	0	0	0	0	0	0,0574	0,6777	0,4097	0,0867
24	0,0026	0	0	0,0045	0,001	0,0042	0	0	0,005	0,0007	0	0	0,0031	0,0032	0
25	0	0,6078	0,0205	0	0,3045	0,0403	0	0,0178	0	0,0101	0,1319	0,0736	0,013	0,8312	0
26	0,3933	0,1673	0,1586	0	0,1349	0,3115	0,1566	0,3228	0	0,0779	0,3496	0,7222	0,5789	0,1668	0
27	0,4916	0,1409	0,1235	0,3466	0,1286	0,2931	0,1486	0,254	0,0054	0,0733	0,1938	0,5296	0,6893	0,2897	0,0753
28	0	0,0855	0,1906	0,0611	0,069	0,3742	0	0,165	0	0,0936	0	0,6969	0,0726	0,1246	0,0206
29	0,3162	0,2428	0,1598	0,6211	0,1914	0,5433	0,2877	0,1278	0,6806	0,3803	0,1807	0,1499	0,2303	0,3094	0,2531
30	0,286	0,3727	0,5968	0,1248	0,5073	0,4077	0,3985	0,6293	0,0545	0,3822	0,2145	0,8467	0,4283	0,225	0,2109
31	0,3333	0,4887	0,0907	0,291	0,1971	0,0891	0,597	0	0,2225	0,6682	0,25	0,0651	0,3455	0,2192	0,8355
32	0,4206	0,69	0,3271	0	0,3907	0,2569	0,8011	0,1983	0,2635	0,8993	0,4957	0,3518	0,0519	0,0628	0,8505
33	0,1912	0,0934	0	0	0,0603	0,0204	0,0761	0,0901	0,0073	0,0102	0,5735	0,0746	0,2642	0,2515	0,0338
34	0,0273	0,1937	0,5952	0,2426	0,4328	0,4578	0,1596	0,5627	0,0035	0,2167	0,0638	0,8092	0,2598	0,2503	0,0833
35	0,0332	0	0	0,0145	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0057	0	0
36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
37	0,0501	0,2021	0,0546	0,0656	0,1383	0	0,0648	0,0473	0,0143	0,0603	0,4887	0,0147	0,0996	0,4073	0,0665
38	0	0,3716	0,0783	0,0717	0,2754	0,0659	0,0327	0,0775	0	0,022	0,3699	0	0,0142	0,6138	0
39	0,189	0,0462	0,1029	0,7423	0,0372	0,5051	0	0,0891	0	0,0505	0	0,4426	0,4898	0,4241	0,1115
40	0,1291	0,0315	0	0	0,1018	0,069	0,0514	0,0609	0,0246	0,0345	0,3873	0,0504	0,1784	0,1199	0,1142
41	0,1543	0,6975	0,021	0	0,3649	0	0,1689	0,0364	0,0441	0,1443	0,0772	0,0301	0,1066	0,7702	0,1365
42	0,4472	0,0273	0	0,6343	0,022	0,1793	0,0445	0,0527	0	0	0,0559	0,1091	0,5988	0,3201	0,0989
43	0	0,1842	0,5334	0,2632	0,3565	0,7252	0,12	0,4975	0	0,2015	0	0,8827	0,0521	0,2217	0
44	0,3831	0,2069	0,4006	0,0352	0,4172	0,1078	0,2969	0,5703	0	0,1239	0,5545	0,3542	0,6549	0,156	0,0119

Anhang 9 (Forts. 1)

Case	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1															
2															
3															
4															
5															
6															
7															
8															
9															
10															
11															
12															
13															
14															
15															
16															
17	0														
18	0,3571	0,1301													
19	0,1494	0,3265	0,0299												
20	0	0	0,1011	0,5908											
21	0,2467	0,1634	0,8074	0,0188	0										
22	0,169	0,4104	0,5071	0,2121	0	0,6369									
23	0,1853	0,135	0,1853	0	0	0,6517	0,3508								
24	0,002	0	0,0059	0	0,0028	0,0062	0,0023	0,0051							
25	0	0,1038	0,0285	0,441	0,6204	0,0089	0,0337	0	0,0004						
26	0	0,5414	0,1101	0,4699	0	0,0692	0,6124	0	0	0,0593					
27	0,0858	0,3644	0,193	0,3319	0,0666	0,3231	0,8287	0,2559	0,0291	0,0413	0,7151				
28	0	0,514	0,1323	0	0	0,1329	0,3757	0,0824	0,6985	0,0528	0,408	0,3204			
29	0,1707	0,2073	0,6062	0,1286	0,0725	0,6166	0,5253	0,1683	0,007	0,0306	0,1422	0,3092	0,1075		
30	0	0,6562	0,1441	0,2563	0	0,215	0,6396	0,1683	0	0,0647	0,7639	0,6526	0,5741	0,2455	
31	0,315	0,1529	0,063	0,1581	0	0,3165	0,2981	0,3922	0	0	0	0,2773	0,0934	0,2409	0,3178
32	0,2271	0,4549	0,1135	0,3135	0	0,1426	0,1612	0	0	0,0498	0,2713	0,1602	0,2524	0,3284	0,5099
33	0,0723	0	0,0145	0,798	0,6716	0	0,171	0	0	0,2133	0,3008	0,2733	0	0,0173	0,1458
34	0,0517	0,694	0,1894	0,0403	0	0,292	0,595	0,2752	0,0027	0,0646	0,4715	0,5241	0,6125	0,2322	0,8879
35	0,0125	0	0	0	0	0,0079	0,0297	0	0,9977	0	0	0,0502	0,697	0,021	0
36	0	0	0	0	0	0	0	0	0,614	0	0	0	0,4309	0	0
37	0,0095	0,0345	0	0,6895	0,7801	0,0773	0,0673	0,1278	0,0003	0,3892	0	0,0976	0,0211	0,0317	0,0717
38	0,0155	0	0,1398	0,6498	0,9668	0,0683	0,0368	0,0161	0,0021	0,7002	0	0,0637	0	0,1003	0,0313
39	0,1429	0,4336	0,4286	0	0	0,6728	0,8452	0,5189	0,002	0,0285	0,2202	0,6146	0,3705	0,461	0,5045
40	0,244	0	0,1952	0,4899	0,7714	0	0,1155	0	0,004	0,1362	0,2031	0,2392	0	0,1166	0,0985
41	0	0	0,0583	0,3904	0,6147	0,0183	0,069	0	0,0016	0,9305	0,1214	0,1225	0	0,0906	0,0883
42	0,169	0,1539	0,2113	0,1061	0	0,5042	0,8	0,4385	0,0012	0	0,1759	0,6596	0,0939	0,4142	0,2772
43	0,057	0,6225	0,4558	0	0	0,3578	0,5394	0,0591	0,0016	0,0682	0,5271	0,382	0,6333	0,3269	0,8049
44	0	0,4903	0,0381	0,5929	0	0,0526	0,4689	0,0474	0	0,0517	0,8189	0,6023	0,1525	0,1676	0,6536

Anhang 9 (Forts. 2)

Case	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														
14														
15														
16														
17														
18														
19														
20														
21														
22														
23														
24														
25														
26														
27														
28														
29														
30														
31														
32	0,6409													
33	0,0255	0,0184												
34	0,3159	0,3613	0,0028											
35	0	0	0	0,006										
36	0	0	0	0	0,6127									
37	0,1337	0,0482	0,8931	0,0886	0	0								
38	0	0,0099	0,7229	0,036	0	0	0,8529							
39	0,504	0,1363	0	0,675	0,0251	0	0,1137	0,0311						
40	0,0861	0,0621	0,5923	0,0094	0	0	0,4918	0,6367	0					
41	0,1029	0,1298	0,1298	0	0	0	0,2398	0,6342	0	0,2789				
42	0,4472	0	0,0855	0,3505	0,0445	0	0,1009	0,0184	0,8452	0,0577	0,0345			
43	0	0,3623	0	0,8407	0	0	0,0151	0,0496	0,4558	0	0	0,0674		
44	0,0538	0,2617	0,2929	0,3755	0	0	0,0303	0,0298	0,1372	0,1978	0,1182	0,2254	0,2918	0



Anhang 12: Nummerierung der Arten für CANOCO

A1 <i>Arthroposyllus australis</i>	A14 <i>Eurycletodes (O.) abyssii</i>	A27 <i>Mesocletodes abyssicola</i>
A2 <i>Ceratonotus magellanicus</i>	A15 <i>Eurycletodes (O.) monardi</i>	A28 <i>Mesocletodes soyeri</i>
A3 <i>Laophontodes</i> sp.1	A16 <i>Eurycletodes (O.) oblongus</i>	A29 <i>Mesocletodes</i> sp.1
A4 <i>Laophontodes typicus</i>	A17 <i>Eurycletodes (O.)</i> sp.1	A30 <i>Mesocletodes</i> sp.2
A5 <i>Laophontodes whitsoni</i>	A18 <i>Eurycletodes (O.)</i> sp.2	A31 <i>Acrenhydrosoma</i> sp.1
A6 Argestidae sp.1	A19 <i>Eurycletodes (O.)</i> sp.3	A32 <i>Cletodes latirostris</i>
A7 Argestidae sp.2	A20 <i>Fultonia bougisi</i>	A33 <i>Cletodes</i> sp.1
A8 Argestidae sp.3	A21 <i>Fultonia sarsi</i>	A34 <i>Cletodes</i> sp.2
A9 Argestidae sp.4	A22 <i>Fultonia</i> sp.1	A35 <i>Cletodes</i> sp.3
A10 Argestidae sp.5	A23 <i>Fultonia</i> sp.2	A36 <i>Cletodes</i> sp.4
A11 Argestidae sp.6	A24 <i>Fultonia</i> sp.3	A37 <i>Cletodes</i> sp.5
A12 Argestidae sp.7	A25 <i>Fultonia</i> sp.4	A38 <i>Cletodes</i> sp.6
A13 Argestidae sp.8	A26 <i>Fultonia</i> sp.5	A39 <i>Cletodes</i> sp.7
A40 <i>Enhydrosoma hopkinsi</i>	A53 Diosaccidae sp.3	A66 <i>Haloschizopera exigua</i>
A41 <i>Enhydrosoma littorale</i>	A54 Diosaccidae sp.4	A67 <i>Haloschizopera</i> sp.1
A42 <i>Enhydrosoma</i> sp.1	A55 Diosaccidae sp.5	A68 <i>Paramphiascella</i> sp.1
A43 <i>Enhydrosoma</i> sp.2	A56 Diosaccidae sp.6	A69 <i>Paramphiascella</i> sp.2
A44 <i>Enhydrosoma</i> sp.3	A57 Diosaccidae sp.7	A70 <i>Robertgurneya</i> sp.1
A45 <i>Enhydrosoma</i> sp.4	A58 Diosaccidae sp.8	A71 <i>Robertgurneya</i> sp.2
A46 <i>Enhydrosoma</i> sp.5	A59 <i>Amphiascoides subdebilis</i>	A72 <i>Schizopera</i> sp.1
A47 <i>Enhydrosoma</i> sp.6	A60 <i>Amphiascoides</i> sp.1	A73 <i>Stenhelia (D.)</i> sp.1
A48 <i>Enhydrosoma</i> sp.7	A61 <i>Amphiascus minutus</i>	A74 <i>Stenhelia (D.)</i> sp.2
A49 <i>Stylicletodes longicaudatus</i>	A62 <i>Amphiascus</i> sp.1	A75 <i>Stenhelia (D.)</i> sp.3
A50 <i>Stylicletodes oligochaeta</i>	A63 <i>Bulbamphiascus</i> sp.1	A76 <i>Stenhelia (D.)</i> sp.4
A51 Diosaccidae sp.1	A64 <i>Bulbamphiascus</i> sp.2	A77 <i>Stenhelia (D.)</i> sp.5
A52 Diosaccidae sp.2	A65 <i>Haloschizopera abyssii</i>	A78 <i>Stenhelia (D.)</i> sp.6
A79 <i>Stenhelia (D.)</i> sp.7	A94 <i>Kliopsyllus</i> sp.5	A109 <i>Jonesiella</i> sp.
A80 <i>Stenhelia (D.)</i> sp.8	A95 <i>Kliopsyllus</i> sp.6	A110 <i>Paradanielssenia</i> sp.1
A81 <i>Stenhelia (D.)</i> sp.9	A96 <i>Kliopsyllus</i> sp.7	A111 <i>Paradanielssenia</i> sp.2
A82 <i>Stenhelia (D.)</i> sp.10	A97 <i>Leptopsyllus</i> sp.1	A112 <i>Paranannopus</i> sp.1
A83 <i>Stenhelia (D.)</i> sp.11	A98 <i>Leptopsyllus</i> sp.2	A113 <i>Paranannopus</i> sp.2
A84 <i>Stenhelia (D.)</i> sp.12	A99 <i>Paramesochra</i> sp.1	A114 <i>Paranannopus</i> sp.3
A85 <i>Stenhelia (St.)</i> sp.1	A100 <i>Paramesochra</i> sp.2	A115 <i>Paranannopus</i> sp.4
A86 <i>Typhlamphiascus</i> sp.	A101 <i>Rosopsyllus</i> sp.	A116 <i>Psammis</i> sp.1
A87 Paramesochridae sp.1	A102 <i>Scottopsyllus</i> sp.1	A117 <i>Psammis</i> sp.2
A88 Paramesochridae sp.2	A103 <i>Scottopsyllus</i> sp.2	A118 <i>Pseudomesochra longifurcata</i>
A89 <i>Diarthrodella</i> sp.	A104 Paranannopidae sp.1	A119 <i>Pseudomesochra</i> sp.1
A90 <i>Kliopsyllus</i> sp.1	A105 Paranannopidae sp.2	A120 <i>Pseudomesochra</i> sp.2
A91 <i>Kliopsyllus</i> sp.2	A106 Paranannopidae sp.3	A121 <i>Pseudomesochra</i> sp.3
A92 <i>Kliopsyllus</i> sp.3	A107 <i>Carolinicola</i> sp.1	A122 <i>Pseudomesochra</i> sp.4
A93 <i>Kliopsyllus</i> sp.4	A108 <i>Carolinicola</i> sp.2	

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

- \* **Sonderheft Nr. 1/1981** – „Die Antarktis und ihr Lebensraum“  
Eine Einführung für Besucher – Herausgegeben im Auftrag von SCAR
- Heft Nr. 1/1982** – „Die Filchner-Schelfeis-Expedition 1980/81“  
zusammengestellt von Heinz Kohnen
- \* **Heft Nr. 2/1982** – „Deutsche Antarktis-Expedition 1980/81 mit FS „Meteor““  
First International BIOMASS Experiment (FIBEX) – Liste der Zooplankton- und Mikronektonnetzfänge  
zusammengestellt von Norbert Klages
- Heft Nr. 3/1982** – „Digitale und analoge Krill-Echolot-Rohdatenerfassung an Bord des Forschungsschiffes „Meteor““ (im Rahmen von FIBEX 1980/81, Fahrtabschnitt ANT III), von Bodo Morgenstern
- Heft Nr. 4/1982** – „Filchner-Schelfeis-Expedition 1980/81“  
Liste der Planktonfänge und Lichtstärkemessungen  
zusammengestellt von Gerd Hubold und H. Eberhard Drescher
- \* **Heft Nr. 5/1982** – „Joint Biological Expedition on RRS 'John Biscoe', February 1982“  
by G. Hempel and R. B. Heywood
- \* **Heft Nr. 6/1982** – „Antarktis-Expedition 1981/82 (Unternehmen ‚Eiswarte‘)“  
zusammengestellt von Gode Gravenhorst
- Heft Nr. 7/1982** – „Marin-Biologisches Begleitprogramm zur Standorterkundung 1979/80 mit MS ‚Polarstern‘ (Pre-Site Survey)“ – Stationslisten der Mikronekton- und Zooplanktonfänge sowie der Bodenfischerei  
zusammengestellt von R. Schneppenheim
- Heft Nr. 8/1983** – „The Post-Fibex Data Interpretation Workshop“  
by D. L. Cram and J.-C. Freytag with the collaboration of J. W. Schmidt, M. Mall, R. Kresse, T. Schwinghammer
- \* **Heft Nr. 9/1983** – „Distribution of some groups of zooplankton in the inner Weddell Sea in summer 1979/80“  
by I. Hempel, G. Hubold, B. Kaczmaruk, R. Keller, R. Weigmann-Haass
- Heft Nr. 10/1983** – „Fluor im antarktischen Ökosystem“ – DFG-Symposium November 1982  
zusammengestellt von Dieter Adelung
- Heft Nr. 11/1983** – „Joint Biological Expedition on RRS 'John Biscoe', February 1982 (II)“  
Data of micronekton and zooplankton hauls, by Uwe Piatkowski
- Heft Nr. 12/1983** – „Das biologische Programm der ANTARKTIS-I-Expedition 1983 mit FS ‚Polarstern‘“  
Stationslisten der Plankton-, Benthos- und Grundsleppnetzfänge und Liste der Probennahme an Robben und Vögeln, von H. E. Drescher, G. Hubold, U. Piatkowski, J. Plötz und J. Voß
- \* **Heft Nr. 13/1983** – „Die Antarktis-Expedition von MS ‚Polarbjörn‘ 1982/83“ (Sommerkampagne zur Alka-Bucht und zu den Kraul-Bergen), zusammengestellt von Heinz Kohnen
- \* **Sonderheft Nr. 2/1983** – „Die erste Antarktis-Expedition von FS ‚Polarstern‘ (Kapstadt, 20. Januar 1983 – Rio de Janeiro, 25. März 1983)“, Bericht des Fahrtleiters Prof. Dr. Gotthilf Hempel
- Sonderheft Nr. 3/1983** – „Sicherheit und Überleben bei Polarexpeditionen“  
zusammengestellt von Heinz Kohnen
- \* **Heft Nr. 14/1983** – „Die erste Antarktis-Expedition (ANTARKTIS I) von FS ‚Polarstern‘ 1982/83“  
herausgegeben von Gotthilf Hempel
- Sonderheft Nr. 4/1983** – „On the Biology of Krill *Euphausia superba*“ – Proceedings of the Seminar and Report of the Krill Ecology Group, Bremerhaven 12. - 16. May 1983, edited by S. B. Schnack
- Heft Nr. 15/1983** – „German Antarctic Expedition 1980/81 with FRV ‚Walther Herwig‘ and RV ‚Meteor‘“ – First International BIOMASS Experiment (FIBEX) – Data of micronekton and zooplankton hauls  
by Uwe Piatkowski and Norbert Klages
- Sonderheft Nr. 5/1984** – „The observatories of the Georg von Neumayer Station“, by Ernst Augstein
- Heft Nr. 16/1984** – „FIBEX cruise zooplankton data“  
by U. Piatkowski, I. Hempel and S. Rakusa-Suszczewski
- Heft Nr. 17/1984** – „Fahrtbericht (cruise report) der ‚Polarstern‘-Reise ARKTIS I, 1983“  
von E. Augstein, G. Hempel und J. Thiede
- Heft Nr. 18/1984** – „Die Expedition ANTARKTIS II mit FS ‚Polarstern‘ 1983/84“,  
Bericht von den Fahrtabschnitten 1, 2 und 3, herausgegeben von D. Fütterer
- Heft Nr. 19/1984** – „Die Expedition ANTARKTIS II mit FS ‚Polarstern‘ 1983/84“,  
Bericht vom Fahrtabschnitt 4, Punta Arenas-Kapstadt (Ant-II/4), herausgegeben von H. Kohnen
- Heft Nr. 20/1984** – „Die Expedition ARKTIS II des FS ‚Polarstern‘ 1984, mit Beiträgen des FS ‚Valdivia‘ und des Forschungsflugzeuges ‚Falcon 20‘ zum Marginal Ice Zone Experiment 1984 (MIZEX)“  
von E. Augstein, G. Hempel, J. Schwarz, J. Thiede und W. Weigel
- Heft Nr. 21/1985** – „Euphausiid larvae in plankton from the vicinity of the Antarctic Peninsula, February 1982“ by Sigrid Marschall and Elke Mizdalski
- Heft Nr. 22/1985** – „Maps of the geographical distribution of macrozooplankton in the Atlantic sector of the Southern Ocean“ by Uwe Piatkowski
- Heft Nr. 23/1985** – „Untersuchungen zur Funktionsmorphologie und Nahrungsaufnahme der Larven des Antarktischen Krills *Euphausia superba* Dana“ von Hans-Peter Marschall

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

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

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

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

- Heft Nr. 155/1995** – „Benthos in polaren Gewässern“, herausgegeben von Christian Wiencke und Wolf Arntz.
- Heft Nr. 156/1995** – „An adjoint model for the determination of the mean oceanic circulation, air-sea fluxes and mixing coefficients“, by Reiner Schlitzer.
- Heft Nr. 157/1995** – „Biochemische Untersuchungen zum Lipidstoffwechsel antarktischer Copepoden“, von Kirsten Fahl.
- **Heft Nr. 158/1995** – „Die Deutsche Polarforschung seit der Jahrhundertwende und der Einfluß Erich von Drygalskis“, von Cornelia Lüdecke.
- Heft Nr. 159/1995** – „The distribution of  $\delta^{18}\text{O}$  in the Arctic Ocean: Implications for the freshwater balance of the halocline and the sources of deep and bottom waters“, by Dorothea Bauch.
- **Heft Nr. 160/1995** – „Rekonstruktion der spätquartären Tiefenwasserzirkulation und Produktivität im östlichen Südatlantik anhand von benthischen Foraminiferenvergesellschaftungen“, von Gerhard Schmiedl.
- Heft Nr. 161/1995** – „Der Einfluß von Salinität und Lichtintensität auf die Osmolytkonzentrationen, die Zellvolumina und die Wachstumsraten der antarktischen Eisdiatomeen *Chaetoceros sp.* und *Navicula sp.* unter besonderer Berücksichtigung der Aminosäure Prolin“, von Jürgen Nothnagel.
- Heft Nr. 162/1995** – „Meerestransportiertes lithogenes Feinmaterial in spätquartären Tiefseesedimenten des zentralen östlichen Arktischen Ozeans und der Framstraße“, von Thomas Letzig.
- Heft Nr. 163/1995** – „Die Expedition ANTARKTIS-XI/2 mit FS ‚Polarstern‘ 1993/94“, herausgegeben von Rainer Gersonde.
- Heft Nr. 164/1995** – „Regionale und altersabhängige Variation gesteinsmagnetischer Parameter in marinen Sedimenten der Arktis“, von Thomas Frederichs.
- Heft Nr. 165/1995** – „Vorkommen, Verteilung und Umsatz biogener organischer Spurenstoffe: Sterole in antarktischen Gewässern“, von Georg Hanke.
- Heft Nr. 166/1995** – „Vergleichende Untersuchungen eines optimierten dynamisch-thermodynamischen Meereismodells mit Beobachtungen im Weddellmeer“, von Holger Fischer.
- Heft Nr. 167/1995** – „Rekonstruktionen von Paläo-Umweltparametern anhand von stabilen Isotopen und Faunen-Vergesellschaftungen planktischer Foraminiferen im Südatlantik“, von Hans-Stefan Niebler
- Heft Nr. 168/1995** – „Die Expedition ANTARKTIS XII mit FS ‚Polarstern‘ 1993/94. Bericht von den Fahrtabschnitten ANT XII/1 und 2“, herausgegeben von Gerhard Kattner und Dieter Karl Fütterer
- Heft Nr. 169/1995** – „Medizinische Untersuchung zur Circadianrhythmik und zum Verhalten bei Überwinterern auf einer antarktischen Forschungsstation“, von Hans Wortmann
- Heft-Nr. 170/1995** – DFG-Kolloquium: Terrestrische Geowissenschaften – Geologie und Geophysik der Antarktis.
- Heft Nr. 171/1995** – „Strukturentwicklung und Petrogenese des metamorphen Grundgebirges der nördlichen Heimfrontjella (westliches Dronning Maud Land/Antarktika)“, von Wilfried Bauer.
- Heft Nr. 172/1995** – „Die Struktur der Erdkruste im Bereich des Scoresby Sund, Ostgrönland: Ergebnisse refraktionsseismischer und gravimetrischer Untersuchungen“, von Holger Mandler.
- Heft Nr. 173/1995** – „Paläozoische Akkretion am paläopazifischen Kontinentalrand der Antarktis in Nordvictorialand – P-T-D-Geschichte und Deformationsmechanismen im Bowers Terrane“, von Stefan Matzer.
- Heft Nr. 174/1995** – „The Expedition ARKTIS-XI/2 of RV ‚Polarstern‘ in 1994“, edited by Hans-W. Hubberten
- Heft Nr. 175/1995** – „Russian-German Cooperation: The Expedition TAYMYR 1994“, edited by Christine Siegert and Gmitry Bolshiyarov.
- Heft Nr. 176/1995** – „Russian-German Cooperation: Laptev Sea System“, edited by Heidemarie Kassens, Dieter Piepenburg, Jörn Thiede, Leonid Timokhov, Hans-Wolfgang Hubberten and Sergey M. Priamikov.
- Heft Nr. 177/1995** – „Organischer Kohlenstoff in spätquartären Sedimenten des Arktischen Ozeans: Terrigener Eintrag und marine Produktivität“, von Carsten J. Schubert
- Heft Nr. 178/1995** – „Cruise ANTARKTIS XII/4 of RV ‚Polarstern‘ in 1995: CTD-Report“, by Jüri Sildam.
- Heft Nr. 179/1995** – „Benthische Foraminiferenfaunen als Wassermassen-, Produktions- und Eisdriftanzeiger im Arktischen Ozean“, von Jutta Wollenburg.
- Heft Nr. 180/1995** – „Biogenopal und biogenes Barium als Indikatoren für spätquartäre Produktivitätsänderungen am antarktischen Kontinentalhang, atlantischer Sektor“, von Wolfgang J. Bonn.
- Heft Nr. 181/1995** – „Die Expedition ARKTIS X/1 des Forschungsschiffes ‚Polarstern‘ 1994“, herausgegeben von Eberhard Fahrbach.
- Heft Nr. 182/1995** – „Laptev Sea System: Expeditions in 1994“, edited by Heidemarie Kassens.
- Heft Nr. 183/1996** – „Interpretation digitaler Parasound Echolotaufzeichnungen im östlichen Arktischen Ozean auf der Grundlage physikalischer Sedimenteigenschaften“, von Uwe Bergmann.
- Heft Nr. 184/1996** – „Distribution and dynamics of inorganic nitrogen compounds in the troposphere of continental, coastal, marine and Arctic areas“, by Maria Dolores Andrés Hernández.
- Heft Nr. 185/1996** – „Verbreitung und Lebensweise der Aphroditen und Polynoiden (Polychaeta) im östlichen Weddellmeer und im Lazarevmeer (Antarktis)“, von Michael Stiller.
- Heft Nr. 186/1996** – „Reconstruction of Late Quaternary environmental conditions applying the natural radionuclides  $^{230}\text{Th}$ ,  $^{10}\text{Be}$ ,  $^{210}\text{Pb}$  and  $^{239}\text{Pu}$ : A study of deep-sea sediments from the eastern sector of the Antarctic Circumpolar Current System“, by Martin Frank.
- Heft Nr. 187/1996** – „The Meteorological Data of the Neumayer Station (Antarctica) for 1992, 1993 and 1994“, by Gert König-Langlo and Andreas Herber.
- Heft Nr. 188/1996** – „Die Expedition ANTARKTIS-XI/3 mit FS ‚Polarstern‘ 1994“, herausgegeben von Heinz Miller und Hannes Grobe.
- Heft Nr. 189/1996** – „Die Expedition ARKTIS-VII/3 mit FS ‚Polarstern‘ 1990“, herausgegeben von Heinz Miller und Hannes Grobe

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

- Heft Nr. 223/1997** – „Bestimmung der Meereisdicke mit seismischen und elektromagnetisch-induktiven Verfahren“, von Christian Haas.
- Heft Nr. 224/1997** – „Troposphärische Ozonvariationen in Polarregionen“, von Silke Wessel.
- Heft Nr. 225/1997** – „Biologische und ökologische Untersuchungen zur kryopelagischen Amphipodenfauna des arktischen Meereises“, von Michael Poltermann.
- Heft Nr. 226/1997** – “Scientific Cruise Report of the Arctic Expedition ARK-XI/1 of RV ‘Polarstern’ in 1995”, edited by Eike Racher.
- Heft Nr. 227/1997** – „Der Einfluß kompatibler Substanzen und Kryoprotektoren auf die Enzyme Malatdehydrogenase (MDH) und Glucose-6-phosphat-Dehydrogenase (G6P-DH) aus *Acrosiphonia arctica* (Chlorophyta) der Arktis“, von Katharina Kück.
- Heft Nr. 228/1997** – „Die Verbreitung epibenthischer Mollusken im chilenischen Beagle-Kanal“, von Katrin Linse.
- Heft Nr. 229/1997** – „Das Mesozooplankton im Laptevmeer und östlichen Nansen-Becken - Verteilung und Gemeinschaftsstrukturen im Spätsommer“, von Hinrich Hanssen.
- Heft Nr. 230/1997** – „Modell eines adaptierbaren, rechnergestützten, wissenschaftlichen Arbeitsplatzes am Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung“, von Lutz-Peter Kurdelski.
- Heft Nr. 231/1997** – „Zur Ökologie arktischer und antarktischer Fische: Aktivität, Sinnesleistungen und Verhalten“, von Christopher Zimmermann.
- Heft Nr. 232/1997** – „Persistente chlororganische Verbindungen in hochantarktischen Fischen“, von Stephan Zimmermann.
- Heft Nr. 233/1997** – „Zur Ökologie des Dimethylsulfoniumpropionat (DMSP)-Gehaltes temperierter und polarer Phytoplanktongemeinschaften im Vergleich mit Laborkulturen der Coccolithophoride *Emiliania huxleyi* und der antarktischen Diatomee *Nitzschia lecontei*“, von Doris Meyerdiel.
- Heft Nr. 234/1997** – „Die Expedition ARCTIC '96 des FS ‚Polarstern‘ (ARK XIII) mit der Arctic Climate System Study (ACSYS)“, von Ernst Augstein und den Fahrteilnehmern.
- Heft Nr. 235/1997** – „Polonium-210 und Blei-210 im Südpolarmeer: Natürliche Tracer für biologische und hydrographische Prozesse im Oberflächenwasser des Antarktischen Zirkumpolarstroms und des Weddellmeeres“, von Jana Friedrich.
- Heft Nr. 236/1997** – “Determination of atmospheric trace gas amounts and corresponding natural isotopic ratios by means of ground-based FTIR spectroscopy in the high Arctic”, by Arndt Meier.
- Heft Nr. 237/1997** – “Russian-German Cooperation: The Expedition TAYMYR/SEVERNAYA ZEMLYA 1996”, edited by Marlin Melles, Birgit Hagedorn and Dmitri Yu. Bolshiyarov.
- Heft Nr. 238/1997** – “Life strategy and ecophysiology of Antarctic macroalgae”, by Iván M. Gómez.
- Heft Nr. 239/1997** – „Die Expedition ANTARKTIS XIII/4-5 des Forschungsschiffes ‚Polarstern‘ 1996“, herausgegeben von Eberhard Fahrbach und Dieter Gerdes.
- Heft Nr. 240/1997** – „Untersuchungen zur Chrom-Speziation in Meerwasser, Meereis und Schnee aus ausgewählten Gebieten der Arktis“, von Heide Giese.
- Heft Nr. 241/1997** – “Late Quaternary glacial history and paleoceanographic reconstructions along the East Greenland continental margin: Evidence from high-resolution records of stable isotopes and ice-rafted debris”, by Seung-Il Nam.
- Heft Nr. 242/1997** – “Thermal, hydrological and geochemical dynamics of the active layer at a continuous permafrost site, Taymyr Peninsula, Siberia”, by Julia Boike.
- Heft Nr. 243/1997** – „Zur Paläoozeanographie hoher Breiten: Stellvertreterdaten aus Foraminiferen“, von Andreas Mackensen.
- Heft Nr. 244/1997** – “The Geophysical Observatory at Neumayer Station, Antarctica, Geomagnetic and seismological observations in 1995 and 1996”, by Alfons Eckstaller, Thomas Schmidt, Viola Graw, Christian Müller and Johannes Rogenhagen.
- Heft Nr. 245/1997** – „Temperaturbedarf und Biogeographie mariner Makroalgen - Anpassung mariner Makroalgen an tiefe Temperaturen“, von Bettina Bischoff-Bäsmann.
- Heft Nr. 246/1997** – „Ökologische Untersuchungen zur Fauna des arktischen Meereises“, von Christine Friedrich.
- Heft Nr. 247/1997** – „Entstehung und Modifizierung von marinen gelösten organischen Substanzen“, von Berit Kirchoff.
- Heft Nr. 248/1997** – “Laptev Sea System: Expeditions in 1995”, edited by Heidemarie Kassens.
- Heft Nr. 249/1997** – “The Expedition ANTARKTIS XIII/3 (EASIZ I) of RV ‘Polarstern’ to the eastern Weddell Sea in 1996”, edited by Wolf Arntz and Julian Gutt.
- Heft Nr. 250/1997** – „Vergleichende Untersuchungen zur Ökologie und Biodiversität des Mega-Epibenthos der Arktis und Antarktis“, von Andreas Starmans.
- Heft Nr. 251/1997** – „Zeitliche und räumliche Verteilung von Mineralvergesellschaftungen in spätquartären Sedimenten des Arktischen Ozeans und ihre Nützlichkeit als Klimaindikatoren während der Glazial/Interglazial-Wechsel“, von Christoph Vogt.
- Heft Nr. 252/1997** – „Solitäre Ascidien in der Potter Cove (King George Island, Antarktis). Ihre ökologische Bedeutung und Populationsdynamik“, von Stephan Kühne.
- Heft Nr. 253/1997** – “Distribution and role of microprotozoa in the Southern Ocean”, by Christine Klaas.
- Heft Nr. 254/1997** – „Die spätquartäre Klima- und Umweltgeschichte der Bungee-Oase, Ostantarktis“, von Thomas Kulbe.

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

- Heft Nr. 288/1998** – „Alfred Wegener. Kommentiertes Verzeichnis der schriftlichen Dokumente seines Lebens und Wirkens“, von Ulrich Wutzke.
- Heft Nr. 289/1998** – „Retrieval of Atmospheric Water Vapor Content in Polar Regions Using Spaceborne Microwave Radiometry“, by Jungang Miao.
- Heft Nr. 290/1998** – „Strukturelle Entwicklung und Petrogenese des nördlichen Kristallingürtels der Shackleton Range, Antarktis: Proterozoische und Ross-orogene Krustendynamik am Rand des Ostantarktischen Kratons“, von Axel Brommer.
- Heft Nr. 291/1998** – „Dynamik des arktischen Meereises - Validierung verschiedener Rheologieansätze für die Anwendung in Klimamodellen“, von Martin Kreyscher.
- Heft Nr. 292/1998** – „Anthropogene organische Spurenstoffe im Arktischen Ozean, Untersuchungen chlorierter Biphenyle und Pestizide in der Laptevsee, technische und methodische Entwicklungen zur Probenahme in der Arktis und zur Spurenstoffanalyse“, von Sven Utschakowski.
- Heft Nr. 293/1998** – „Rekonstruktion der spätquartären Klima- und Umweltgeschichte der Schirmacher Oase und des Wohlthat Massivs (Ostantarktika)“, von Markus Julius Schwab.
- Heft Nr. 294/1998** – „Besiedlungsmuster der benthischen Makrofauna auf dem ostgrönländischen Kontinentalthang“, von Klaus Schnack.
- Heft Nr. 295/1998** – „Gehäuseuntersuchungen an planktischen Foraminiferen hoher Breiten: Hinweise auf Umweltveränderungen während der letzten 140.000 Jahre“, von Harald Hommers.
- Heft Nr. 296/1998** – „Scientific Cruise Report of the Arctic Expedition ARK-XIII/1 of RV 'Polarstern' in 1997“, edited by Michael Spindler, Wilhelm Hagen and Dorothea Stübing.
- Heft Nr. 297/1998** – „Radiometrische Messungen im arktischen Ozean - Vergleich von Theorie und Experiment“, von Klaus-Peter Johnsen.
- Heft Nr. 298/1998** – „Patterns and Controls of CO<sub>2</sub> Fluxes in Wet Tundra Types of the Taimyr Peninsula, Siberia - the Contribution of Soils and Mosses“, by Martin Sommerkorn.
- Heft Nr. 299/1998** – „The Potter Cove coastal ecosystem, Antarctica. Synopsis of research performed within the frame of the Argentinean-German Cooperation at the Dallmann Laboratory and Jubany Station (Kind George Island, Antarctica, 1991 - 1997)“, by Christian Wiencke, Gustavo Ferreyra, Wolf Arntz & Carlos Rinaldi.
- Heft Nr. 300/1999** – „The Kara Sea Expedition of RV 'Akademik Boris Petrov' 1997: First Results of a Joint Russian-German Pilot Study“, edited by Jens Matthiessen, Oleg V. Stepanets, Ruediger Stein, Dieter K. Fütterer, and Eric M. Galimov.
- Heft Nr. 301/1999** – „The Expedition ANTARKTIS XV/3 (EASIZ II)“, edited by Wolf E. Arntz and Julian Gutt.
- Heft Nr. 302/1999** – „Sterole im herbstlichen Weddellmeer (Antarktis): Großräumige Verteilung, Vorkommen und Umsatz“, von Anneke Mühlebach.
- Heft Nr. 303/1999** – „Polare stratosphärische Wolken: Lidar-Beobachtungen, Charakterisierung von Entstehung und Entwicklung“, von Jens Biele.
- Heft Nr. 304/1999** – „Spätquartäre Paläoumweltbedingungen am nördlichen Kontinentalrand der Barents- und Kara-See. Eine Multi-Parameter-Analyse“, von Jochen Knies.
- Heft Nr. 305/1999** – „Arctic Radiation and Turbulence Interaction Study (ARTIST)“, by Jörg Hartmann, Frank Albers, Stefania Argentini, Axel Bocherf, Ubaldo Bonafé, Wolfgang Cohrs, Alessandro Conidi, Dietmar Freese, Teodoro Georgiadis, Alessandro Ippoliti, Lars Kaleschke, Christof Lüpkes, Uwe Maixner, Gianguseppe Mastrantonio, Fabrizio Ravegnani, Andreas Reuter, Giuliano Trivellone and Angelo Viola.
- Heft Nr. 306/1999** – „German-Russian Cooperation: Biogeographic and biostratigraphic investigations on selected sediment cores from the Eurasian continental margin and marginal seas to analyze the Late Quaternary climatic variability“, edited by Robert R. Spielhagen, Max S. Barash, Gennady I. Ivanov, and Jörn Thiede.
- Heft Nr. 307/1999** – „Struktur und Kohlenstoffbedarf des Makrobenthos am Kontinentalthang Ostgrönlands“, von Dan Seiler.
- Heft Nr. 308/1999** – „ARCTIC '98: The Expedition ARK-XIV/1a of RV 'Polarstern' in 1998“, edited by Wilfried Jokat.
- Heft Nr. 309/1999** – „Variabilität der arktischen Ozonschicht: Analyse und Interpretation bodengebundener Millimetervellenmessungen“, von Björn-Martin Sinnhuber.
- Heft Nr. 310/1999** – „Rekonstruktion von Meereisdrift und terrigenem Sedimenteintrag im Spätquartär: Schwermineralassoziationen in Sedimenten des Laptev-See-Kontinentalrandes und des zentralen Arktischen Ozeans“, von Marion Behrends.
- Heft Nr. 311/1999** – „Parameterisierung atmosphärischer Grenzschichtprozesse in einem regionalen Klimamodell der Arktis“, von Christoph Abegg.
- Heft Nr. 312/1999** – „Solare und terrestrische Strahlungswechselwirkung zwischen arktischen Eisflächen und Wolken“, von Dietmar Freese.
- Heft Nr. 313/1999** – „Snow accumulation on Ekströmsisen, Antarctica“, by Elisabeth Schlosser, Hans Oerter and Wolfgang Graf.
- Heft Nr. 314/1999** – „Die Expedition ANTARKTIS XV/4 des Forschungsschiffes 'Polarstern' 1998“, herausgegeben von Eberhard Fahrbach.
- Heft Nr. 315/1999** – „Expeditions in Siberia in 1998“, edited by Volker Rachold.
- Heft Nr. 316/1999** – „Die postglaziale Sedimentationsgeschichte der Laptevsee: schwermineralogische und sedimentpetrographische Untersuchungen“, von Bernhard Peregovich.
- Heft-Nr. 317/1999** – „Adaption an niedrige Temperaturen: Lipide in Eisdiatomeen“, von Heidi Lehmal.
- Heft-Nr. 318/1999** – „Effiziente parallele Lösungsverfahren für elliptische partielle Differentialgleichungen in der numerischen Ozeanmodellierung“, von Natalja Rakowsky.

**Heft-Nr. 319/1999** – „The Ecology of Arctic Deep-Sea Copepods (Euchaetidae and Aetideidae). Aspects of their Distribution, Trophodynamics and Effect on the Carbon Flux“, by Holger Auel.

**Heft-Nr. 320/1999** – „Modellstudien zur arktischen stratosphärischen Chemie im Vergleich mit Meßdaten“, von Veronika Eyring.

**Heft-Nr. 321/1999** – „Analyse der optischen Eigenschaften des arktischen Aerosols“, von Dagmar Nagel.

**Heft-Nr. 322/1999** – „Messungen des arktischen stratosphärischen Ozons: Vergleich der Ozonmessungen in Ny-Ålesund, Spitzbergen, 1997 und 1998“, von Jens Langer

**Heft-Nr. 323/1999** – „Untersuchung struktureller Elemente des südöstlichen Weddellmeeres / Antarktis auf der Basis mariner Potentialfelddaten“, von Uwe F. Meyer.

**Heft-Nr. 324/1999** – „Geochemische Verwitterungstrends eines basaltischen Ausgangsgesteins nach dem spätpleistozänen Gletscherrückzug auf der Taimyrhalbinsel (Zentralsibirien) - Rekonstruktion an einer sedimentären Abfolge des Lama Sees“, von Stefanie K. Harwart.

**Heft-Nr. 325/1999** – „Untersuchungen zur Hydrologie des arktischen Meereises - Konsequenzen für den kleinskaligen Stofftransport“, von Johannes Freitag.

**Heft-Nr. 326/1999** – „Die Expedition ANTARKTIS XIV/2 des Forschungsschiffes 'Polarstern' 1998“, herausgegeben von Eberhard Fahrbach.

**Heft-Nr. 327/1999** – „Gemeinschaftsanalytische Untersuchungen der Harpacticoidenfauna der Magellanregion, sowie erste similitätsanalytische Vergleiche mit Assoziationen aus der Antarktis“, von Kai Horst George.

\* vergift/venfoul of print.

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