

A. P. A. Wöhrmann, C. Zimmermann, Institut für Polarökologie

## Fischereibiologische Untersuchungen während der *Polarstern*-Expedition ANT IX/3 (3.1. - 28.3.91) in das Weddellmeer und das Lazarevmeer

### PHÄNOMENE UND PROBLEME

Die Evolution und Verbreitung antarktischer Fische wurden besonders beeinflusst von der niedrigen Temperatur, den hohen Sauerstoffkonzentrationen und der teilweise ganzjährigen Eisbedeckung des Ozeans. Heute leben die antarktischen Fische im kältesten marinen Lebensraum der Erde. In den Küstenregionen rund um den antarktischen Kontinent ist ständig Meereis zu finden, die Wassertemperatur beträgt konstant um  $-1.9^{\circ}\text{C}$ . In den letzten 20 Mio. Jahren haben Fische in diesem Habitat erstaunliche physiologische und biochemische Anpassungen erworben.

Einige wichtige Adaptationen sind:

- die Anwesenheit von makromolekularen Gefrierschutzsubstanzen in den Körperflüssigkeiten.
- die biochemische Zusammensetzung der Zellmembranen. Zum einen finden sich hier sehr langkettige, mehrfach ungesättigte Fettsäuren, die die Fluidität der Zellmembran unter bei tiefen Temperaturen heraufsetzen. Zum anderen erhöht sich die Polarität von Gangliosiden (Glycosphingolipide, die vor allem im Nervensystem angereichert sind) mit sinkender Zelltemperatur.
- die Blutphysiologie, die einige wesentliche Unterschiede zu der von Fischen gemäßigter Breiten aufweist: Auffällig ist die Tendenz zur Reduzierung des Haematokrits und der Erythrozytenzahl sowie Modifikationen in der Haemoglobinstruktur. Untersuchungen zur Biochemie und Physiologie des Blutes antarktischer Fische können Hinweise zur Evolution, Ökologie und Biologie dieser Tiere geben.

### FAHRTVERLAUF

Am 3.1.91 lief *Polarstern* von Kapstadt zu ihrer neunten Expedition in die Antarktis aus. Ziel dieser Reise war das südwestliche Weddellmeer, das noch nie umfassend marinbiologisch untersucht wurde. Nur während der ersten Expedition (ANT I/3) konnten einige Proben im Roenne-Graben genommen werden.

Am 20.01.91 versorgte *Polarstern* die Georg-von-Neumayer Station. Auf der anschließenden Fahrt nach Halley Bay trat eine zweitägige Verzögerung ein: *Polarstern* mußte auf die an einer Rettungsaktion für einen südafrikanischen Helikopter beteiligten Bordhubschrauber warten.

Bereits eine Tagesreise nach Verlassen der *Bransfield*, von der vor Halley Bay Treibstoff übernommen wurde, geriet das Schiff in gepressten, zähen Eisbrei ("porridge ice"), der *Polarstern* trotz einiger Ausbruchversuche 16 Tage festhielt. Die unfreiwillige Eisstation wurde u.a. genutzt durch das Auslegen beköderter Reusen unter das Eis. Diese lockten aber nur Amphipoden an, obwohl auf der Hinreise neben Krill auch ein Fisch - vermutlich *Pleuragramma* - auf das gebrochene Eis geworfen wurde. Reusen am Meeresboden waren auf Grund der hohen Driftgeschwindigkeit nicht einsetzbar. Das ursprüngliche Ziel, das südwestliche Weddellmeer, mußte aufgegeben werden, weil sich keine Küstenpolynia bildete, die eine Weiterfahrt erlaubt hätte. Die Eissituation in dieser Saison war ungünstiger als in den letzten 20 Jahren. Das geplante umfangreiche Programm wurde weitgehend auf ein anderes kaum untersuchtes Gebiet, das Lazarevmeer im Norden, übertragen. Auf dem Weg dorthin wurden geologische, ozeanographische und biologische Geräte gefahren, unter anderem vier Grundschieppnetze vor Halley Bay und nördlich des Vestkapps.

Nach einem weiteren Anlaufen der Atka Bucht erreichten wir das Lazarevmeer. Hydrosweep-Kartierungen zeigten einen schmalen, teilweise sehr flachen (100 m) Schelf und einen zerklüfteten, steil abfallenden Kontinentalhang. Die Schelfeiskante hatte sich verglichen mit den verfügbaren älteren Karten stark verändert, so daß einige geplante Stationen inzwischen meilenweit unter dem Eis lagen. In diesem Gebiet kamen vor allem die Bodengeräte zum Einsatz, darunter fünf Grundschieppnetze und 14 Agassiztrawls. Das Meer war zwar weitgehend eisfrei, ein Schnitt nach Norden mußte wegen eines Orkans jedoch abgebrochen werden. Nach über zwei Monaten auf See wurden die Georg-Forster- und die Neumayer-Station entsorgt, die alten Überwinterer und Überwinterinnen aufgenommen und die neuen Überwinterer abgesetzt. *Polarstern* erreichte pünktlich am 28. 03. Kapstadt.

### ARBEITEN AN BORD

Sämtliche 27 Hols wurden qualitativ und quantitativ bearbeitet. Nachdem der Fang auf das Arbeitsdeck entleert worden war, wurden sofort lebende Fische aussortiert und in bereitstehende Gefäße mit kaltem Seewasser ( $-1.5^{\circ}\text{C}$ ) überführt. Nach dieser ersten Vorsortierung wurde der Fang gründlich nach weiteren Tieren durchgesehen und auch diese in wassergefüllte Tonnen verbracht. Nur häufig gefangene Arten wie *Pleuragramma antarcticum*, *Chionodraco myersi* und *Macrourus holotrachys* wurden in Fischkörbe vorsortiert. Im Fischlabor wurden alle Tiere nach Familien sortiert und in Wannen mit Durchflußsystem überführt. Seltene Arten und schwer verletzte Tiere wurden sofort bearbeitet. Die Bestimmung der Fische erfolgte nach dem FAO-Atlas von FISCHER & HUREAU (1985). Es wurden grundsätzlich die Total- und Standardlänge (TL und SL auf den unteren cm) sowie das Frischgewicht (FRG auf 1 g) festgestellt. Viele Fische wurden ausgenommen, Geschlecht und Reife nach

EVERSON (1977) bestimmt, der Magenfüllungsgrad bestimmt und der Magen in 4 % Borax gepuffertem Formaldehyd konserviert. Bei gut erhaltenen Tieren wurde das Gehirn herauspräpariert und bei  $-80^{\circ}\text{C}$  für spätere Lipidanalysen tiefgefroren. Nach der Bestimmung des Schlachtgewichts (SCHG auf 1 g) wurden Fisch und davon getrennt dazu Leber und Gonade bei  $-80^{\circ}$  oder  $-27^{\circ}\text{C}$  tiefgefroren. Bei Channichthyiden wurden Otolithen für Wachstumsuntersuchungen genommen. Bei wenigen Tieren wurden Gewebeproben von Gehirn, Auge, Haut, Barbel (Arteidraconidae), Gonade und Leber in Paraform-/Glutaraldehyd bzw. Bouin fixiert.

Fische, die in einem guten Zustand waren, wurden in verschiedenen Becken zunächst im Durchflußprinzip gehältert. Nach wenigen Tagen wurden sie in Aquarien in einem Kühlcontainer überführt. Die Temperatur im Container betrug  $-1^{\circ}\text{C}$ , als Lichtquelle wurde weißes Dämmerlicht verwendet. Die Aquarien wurden konstant mit frischem Meerwasser versorgt und mit Sprudelsteinen zusätzlich belüftet. Nach ca. 4 Wochen Hälterung wurden die ersten Fütterungsversuche unternommen. Von einigen gehälterten Fischen wurden Blutproben genommen, die z.T. noch an Bord ausgewertet wurden.

### VORLÄUFIGE ERGEBNISSE

Mit 18 Agassiztrawl- und 9 Grundschleppnetzholts konnten während der gesamten Fahrt 3582 Fische gefangen werden, deren Gesamtgewicht 350 kg betrug. In dieser Summe sind 742 *Pleuragramma antarcticum* enthalten, die vor allem in den beiden Hols auf Station 130 gefangen wurden. Über 85 % der gefangenen Fische gehören zur Unterordnung Notothenioidei, repräsentiert durch 47 Arten. Ferner wurden Tiere aus den Familien Zoarcidae, Liparididae, Macrouridae, Muraenolepidae, Myctophidae und Rajidae gefangen werden, außerdem einige Tintenfische.

Im flachen Wasser (100 - 300 m) des Weddellmeeres und des Lazarevmeeres dominieren die Familien Artedidraconidae und der Nototheniidae. Die Bathydraconidae sind auf allen Stationen eher selten. Nur in großen Tiefen (1400 m) zeigen sie eine höhere Abundanz. Die deutlich dominierenden Arten auf dem Weddellmeerschelf sind *Pleuragramma antarcticum*, *Trematomus lepidorhinus*, *Chionodraco myersi* und *Dolloidraco longedorsalis*. Dies steht im Einklang mit Ergebnissen früherer Expeditionen. Demnach besiedelt *P. antarcticum* als einziger vollpelagischer Fisch der Antarktis in großen Schwärmen das östliche und südliche Weddellmeer. *C. myersi*, der sich vor allem von *P. antarcticum* ernährt, kommt in Tiefen zwischen 400 und 600 m am Kontinentalabhang besonders häufig vor.

In den Fängen aus dem Lazarevmeer konnten 55 verschiedene Arten bestimmt werden. *Cryodraco antarcticus*, *Dacodraco hunteri*, *Aethotaxis mitopteryx*, *Trematomus centronotus* und verschiedene Artedidraconidae waren typisch für das Schelfgebiet. Dagegen konnten in den Fängen des Kontinentalabhangs vor allem *Bathydraco marri* und viele nicht-notothenioide Fische wie *Macrourus holotrachys*, *Muraenolepis marmoratus* und diverse Rajidae, Liparididae und Zoarcidae gefunden werden. Der Planktonfresser *A. mitopteryx* und der piscivore *D. hunteri* waren in allen Tiefen zu finden. Zwei typische Krillfresser des östlichen Weddellmeeres konnten im Lazarevmeer nicht gefangen werden: *Pagetopsis maculatus* und *P. macropterus*. Auch der im Weddellmeer häufige Artedidraconidae *D. longedorsalis*, der sich fast ausschließlich von Polychaeten ernährt, fehlte in den Lazarevmeerfängen.

Die Abundanz und Biomasse aller Fänge ist in der Abb. 2 wiedergegeben. Die errechnete Anzahl der Individuen pro  $\text{m}^2$  ist im Grundschleppnetz geringer als im Agassiztrawl. Nach vorsichtigen Schätzungen ist die Biomasse im östlichen Weddellmeer höher als im Lazarevmeer. So betragen die Biomassewerte, errechnet aus 9 Grundschleppnetzholts, vor Halley Bay zwischen  $0.74$  und  $1.54 \text{ t/km}^2$ , vor dem Vestkapp bei  $1.49 \text{ t/km}^2$ ; im Lazarevmeer liegen die Werte zwischen  $0.13$  und  $1.49 \text{ t/km}^2$ , wobei Fänge mit geringeren Biomassen überwiegen. Diese Daten sind allerdings kritisch zu betrachten, da vor allem die Fängigkeit des GSN wegen des sehr variablen Untergrundes verschieden war. Die ermittelten Biomassen sind vergleichbar mit während des Winter-Weddell-Sea-Projects (WWSP) 1986 ermittelten Daten (EKAU 1990). Damals wurden Biomassen von  $0.6 - 1.8 \text{ t/km}^2$ , vor Vestkapp ermittelt.

**Tab. 1:** Analysen der Mageninhalte von 12 Fischarten des Lazarevmeeres, verglichen mit Daten von Fischen aus dem östlichen Weddellmeer (SCHWARZBACH 1988; WÖHRMANN 1988). Angaben in % untersuchter Mägen. 0 = leerer Magen, 1 = wenig, 2 = 33%, 3 = 66%, 4 = gefüllter Magen; F = Fisch, Pa = *P. antarcticum*, E = Euphausiiden, B = benthische Invertebraten, P = Polychaeten, undet = unbestimmt.

Art	n	0	1	2	3	4	F	Pa	E	B	P	undet
<i>Chaenodraco wilsoni</i>	5	100.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chionodraco hamatus</i>	3	66.7	-	33.3	-	-	100.0	-	-	-	-	-
<i>Chionodraco myersi</i>	150	77.3	8.7	10.7	4.7	3.3	2.9	26.5	29.4	-	-	41.2
<i>Cryodraco antarcticus</i>	49	65.3	6.1	2.0	16.3	10.2	41.2	23.6	5.9	-	-	29.4
<i>Dacodraco hunteri</i>	52	75.0	5.8	5.8	5.8	7.7	38.5	46.1	7.7	-	-	7.7
<i>Aethotaxis mitopteryx</i>	22	86.4	13.6	-	-	-	-	-	-	-	-	100.0
<i>Pagothenia bernacchii</i>	21	-	61.9	9.5	9.5	19.1	23.8	-	-	-	-	-76.2
<i>Trematomus centronotus</i>	29	13.8	-	6.9	31.0	48.3	-	-	-	100.0	-	-
<i>Trematomus eulepidotus</i>	7	42.9	-	-	28.6	28.6	-	-	25.0	25.0	-	50.0
<i>Pagothenia hansonii</i>	8	50.0	37.5	-	-	12.5	-	-	-	-	-	100.0
<i>Trematomus lepidorhinus</i>	132	45.8	21.9	9.4	15.6	7.3	3.8	-	3.8	21.2	7.7	63.5
<i>Trematomus scotti</i>	14	-14.3	23.8	28.6	14.3	19.0	-	-	-	22.2	-	77.8

Erste Ergebnisse der Mageninhaltsuntersuchungen von 12 Arten sind in Tab.1 wiedergegeben. Der Anteil leerer Mägen war bei Channichthyiden, die sich vor allem von *Pleuragramma* und Euphausiiden ernähren, relativ hoch. Die meisten Benthosfresser hatten dagegen gefüllte Mägen. Auch diese Ergebnisse stehen im Einklang mit früheren Untersuchungen (SCHWARZBACH 1988, WÖHRMANN 1988). Auffällig ist, daß im Lazarevmeer die typischen Krillfresser selten sind oder ganz fehlen (*P. antarcticum*, *P. maculatus*, etc.). *T. lepidorhinus* dagegen, aus dem Weddellmeer bekannt als Generalist, dominiert im Lazarevmeer. Seine Nahrung besteht überwiegend aus benthischen Organismen wie Amphipoden, Crinoiden, Anemonen und Polychaeten. *C. myersi*, eine der dominanten Arten am Vestkapp, ernährt sich auch im Lazarevmeer vor allem von *P. antarcticum*, kommt aber hier in geringerer Dichte vor. Die zwei häufigen Channichthyiden der Lazarev See, *D. hunteri* und *C. antarcticus*, fressen ebenfalls Fisch, allerdings vor allem demersale Nototheniide.

Von vielen der untersuchten Fische wurden Reifestadien der Gonaden bestimmt. Dabei zeigte sich, wie auch schon aus früheren Untersuchungen bekannt, daß ein Großteil der Arten im Weddellmeer und in der Lazarev See im Sommer oder Spätsommer ablaichen. Ein *T. eulepidotus* - Weibchen laichte im Februar im Aquarium ab. Exemplare von *D. hunteri*, die Ende Februar gefangen wurden, hatten zum größten Teil schon abgelaiicht, *C. antarcticus*, *T. centronotus* und die *Pogonophryne*-Arten standen unmittelbar vor dem Ablaiichen.

Die an Bord ermittelten blutphysiologischen Daten decken sich mit denen der EPOS III-Reise: Auffällige Unterschiede in der Hämatologie der Artedidraconiden, Bathydraconiden und Nototheniiden waren nicht feststellbar, *A. mitopteryx* und *P. antarcticum* scheinen einen vergleichsweise niedrigen Haematokrit und einen geringen Hämoglobingehalt zu haben. Individuen der Gattung *Pogonophryne* besitzen scheinbar wenig Blut im Verhältnis zu ihrem Körpergewicht. Das Blut war trotz sorgfältiger Entnahme aus dem Atrium verschleimt und koagulierte schnell, obwohl zunehmende Heparinmengen gegeben wurden.

Abschließend möchten wir ein paar Besonderheiten erwähnen, die uns während der Reise durch das Lazarevmeer auffielen:

- viele Arten laichen im März, am Ende des antarktischen Sommers.
- die meisten Fische hatten gefressen (mit Ausnahme der Piscivoren). Große Fettreserven konnten unter der ersten Dorsalflosse und in den Innereien gefunden werden. Dies steht im Kontrast zu Untersuchungen, die während ANT II/3 (Januar/Februar) und ANT V/3 (Oktober/November) im östlichen Weddellmeer gemacht wurden.
- 10 verschiedene *Pogonophryne*-Arten konnten unterschieden, jedoch nicht alle bestimmt werden. Dieses Genus bewohnt den Kontinentalhang und weist eine hohe Diversität auf kleinem Raum auf. Zwei sehr große *P. macropogon* (SL 28 cm, Frischgewicht ca. 900 g) konnten gefangen werden. Leber und Magen waren bei allen *Pogonophryne*-Arten hoch parasitiert.
- der Channichthyide *C. antarcticus* wurde in allen Tiefen gefangen. Auffällig war die große Anzahl von großen (> 50 cm) Tieren, die sogar mit dem langsamen Aggassiz-Trawl auf dem flachen Kontinentalschelf gefangen werden konnten. Dabei handelte es sich vorwiegend um laichreife Weibchen bzw. Männchen, die zum Ablaiichen aus dem tieferen Wasser in das Flache gekommen sein könnten.
- *Dissostichus mawsoni* konnte in mindestens fünf von neun Grundscheppnetzholz gefangen werden.- Die Art *Notothenia kempfi*, bekannt aus der sub-antarktischen Region, wurde häufig gefangen, erreichte aber nicht annähernd die Maximallänge von 35 cm (HUREAU & FISCHER 1985).- Auf den tieferen Stationen dominierten *M. holotrachys*, deren Gesamtlängen von 5 bis über 80 cm variierten.- Ungewöhnlich war die häufige

Präsenz von *A. mitopteryx* auf flachen und tiefen Stationen. Dabei konnte ein besonders großes Exemplar mit einer Standardlänge von 42.5 cm gefangen werden.

### AUSBLICK

Das Lazarevmeer, ein bislang weitgehend unerforschtes Gebiet, das als arten- und individuenarm galt, erwies sich im Nachhinein als überaus interessant. Der schmale und sehr flache Schelf und der zerklüftete Kontinentalabhang ergeben eine abwechslungsreiche, kleinräumige Verteilung der Habitate, die Fischen mit sehr unterschiedlichen Lebensansprüchen ein Zusammenleben auf engem Raum ermöglichen. Die Auswertung der genommenen Proben könnte helfen, folgende Fragen zu beantworten:

- gibt es Unterschiede in der Fischfauna des Lazarevmeeres und des Weddellmeeres ?
- warum weisen Fische gemäßigter Breiten so hohe Abundanzen im Lazarevmeer auf ?
- ist die Ernährungssituation auf dem Lazarevmeerschelf tatsächlich besser als im Weddellmeer, wie der Fang außergewöhnlich großer Tiere anzeigen könnte ?
- welche Rolle spielt das Fehlen der Hauptpredatoren, der Pinguine und Robben, im Lazarevmeer ?

Vor allem der östliche Bereich des Weddellwirbels (Astridrücken / Maudkuppe) sollte in Zukunft noch intensiver befischt werden. Dabei wäre eine durchgehende Beprobung der Tiefenstufen (alle 100 m) wünschenswert. Das benthopelagische Trawl, das während EPOS 3 (ANT VII/4 1989) erfolgreich getestet werden konnte, sollte ebenfalls eingesetzt werden.

Aus physiologischer und biochemischer Sicht bleibt jedoch das südwestliche Weddellmeer, unser ursprünglich geplantes Fahrtgebiet, ein besonders attraktives Ziel.

### LITERATUR

- ANDRIASHEV, A.P. (1965) A general review of the Antarctic fish fauna. - In: VAN MIEGHEM, J. & VAN OYE, P. (eds.) Biogeography and ecology in Antarctica. Junk Publishers, The Hague, 491-550
- EKAU, W. (1990) Demersal fish fauna of the Weddell Sea. - Antarctic Science 2(2), 129-137
- EVERSON, I. (1977) The living resources of the Southern Ocean. - FAO GLO/SO/77/1, 1-156
- FISCHER, W. & HUREAU, J.C. (1985) FAO species identification sheets for fishery proposes, Southern Ocean. FAO Rome
- KOCK, K.-H., SCHNEPPENHEIM, R. & SIEGEL, V. (1984) A contribution to the fish fauna of the Weddell Sea. - Arch. FischWiss. 34(2/3), 103-120
- KUNZMANN, A. & DI PRISCO, G. (1990) On the blood physiology of high-Antarctic fishes. - II Int. Conf. Biol. Ant. Fishes, Ravello 30.05.-01.06.90
- SCHWARZBACH, W. (1988) Die Fischfauna des östlichen und südlichen Weddellmeeres: geographische Verbreitung, Nahrung und trophische Stellung der Fischarten. - Ber. Polarforsch. 54, 1-94
- WÖHRMANN, A. (1988) Jahreszeitliche Unterschiede in der Ernährung antarktischer Fische (Notothenioidei: *Trematomus eulepidotus*, *T. scotti* und *Chionodraco myersi*). - Diplomarbeit, math.-naturwiss. Fak. Univ. Kiel, 1-111



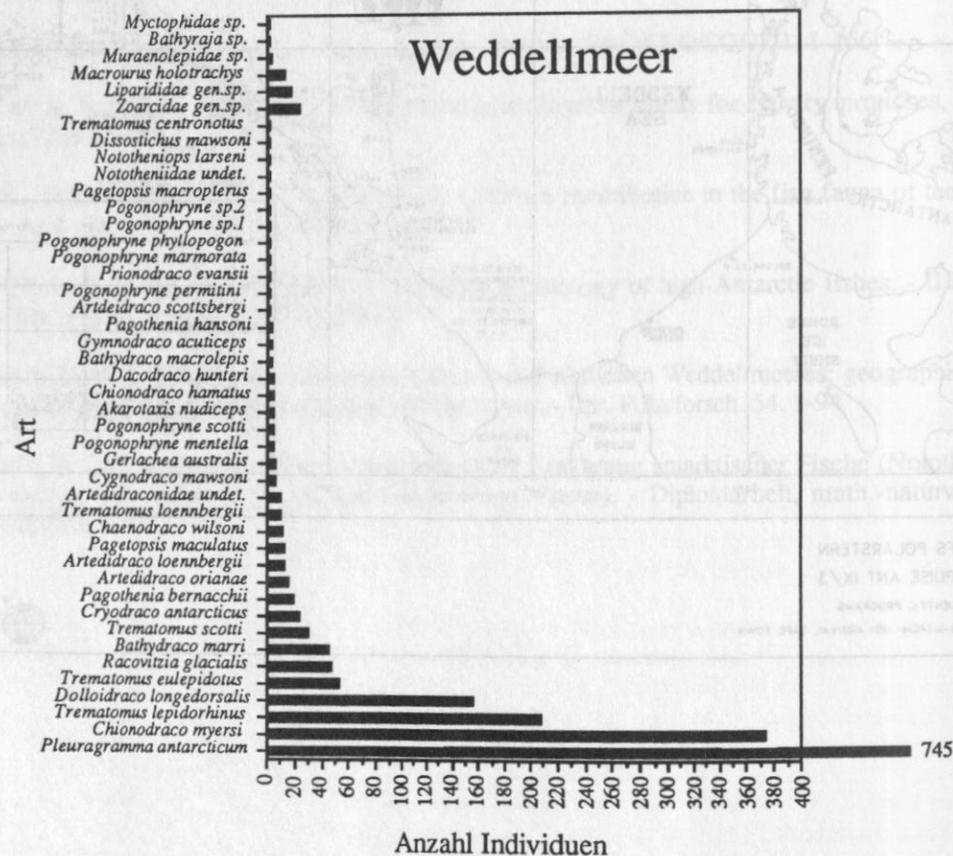
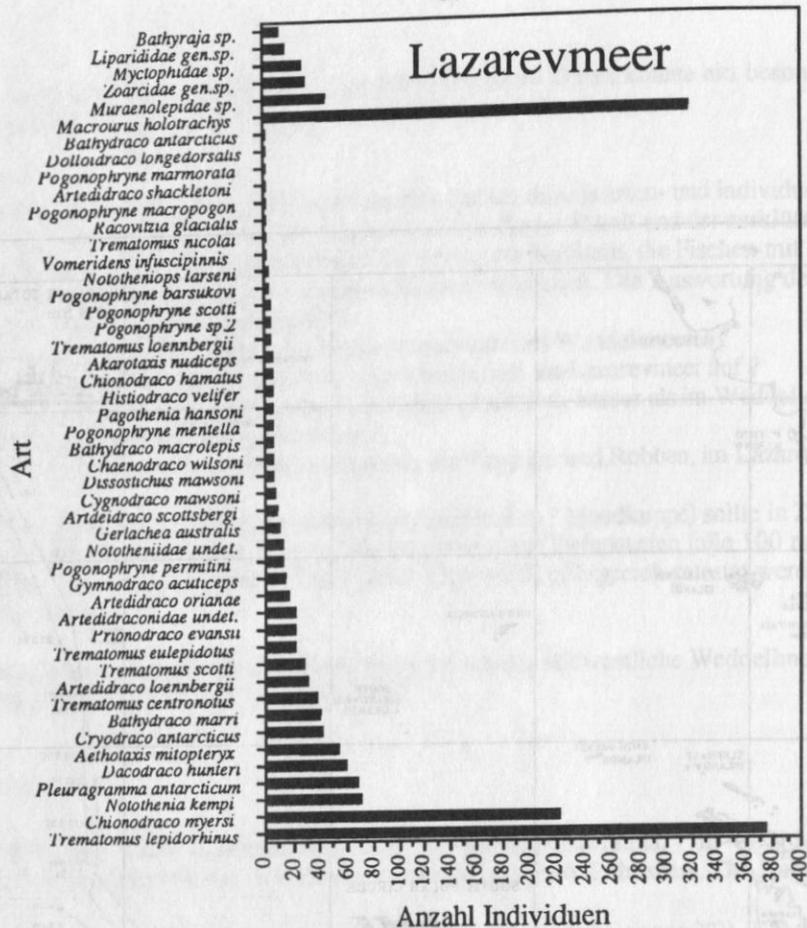
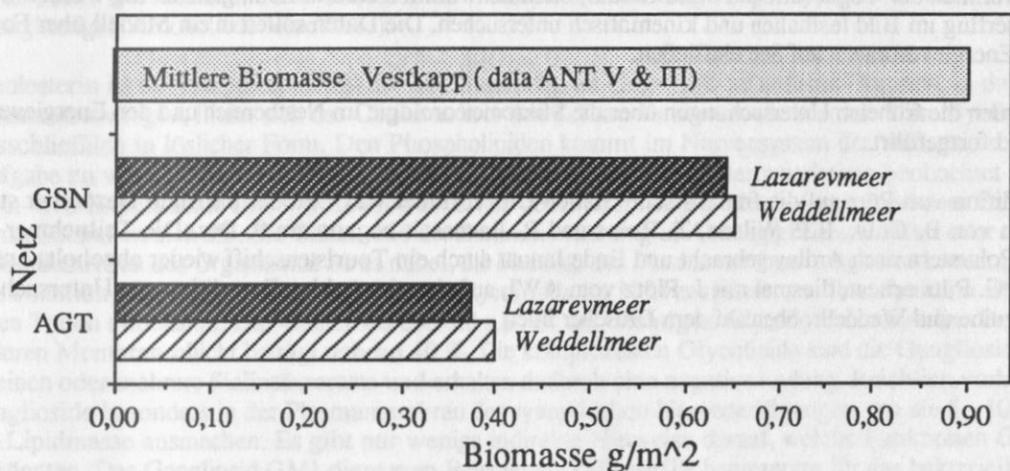
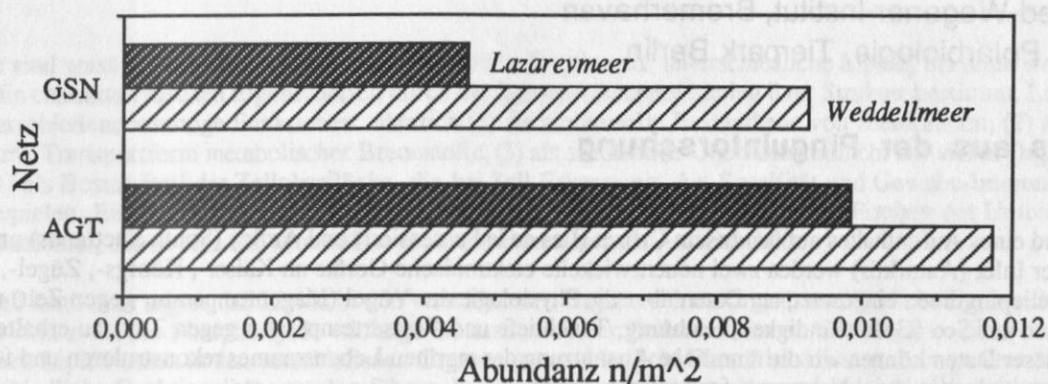


Abb. 2: Artzusammensetzung aller Fänge (AGT und GSN) getrennt aufgetragen für das östliche Weddellmeer und die Lazarev See.



**Abb.3:** Abundanz und Biomasse-Abschätzung für das Weddellmeer und die Lazarev See. Die Daten für AGT- und GSN-Fänge wurden getrennt berechnet und aufgetragen und mit den Daten von ANT III/3 und ANT V/3 für den Bereich des Vestkapps verglichen (EKAU 1990).