

Benthos in polaren Gewässern

**Herausgegeben von
Christian Wiencke und Wolf Arntz**

**Ber. Polarforsch. 155 (1995)
ISSN 0176 - 5027**

DEUTSCHE FORSCHUNGSGEMEINSCHAFT

"BENTHOS IN POLAREN GEWÄSSERN"

**Kolloquium im Rahmen des
DFG-Schwerpunktprogramms
"Antarktisforschung mit vergleichenden Untersuchungen
in arktischen Eisgebieten"**

Bremerhaven, am 13. und 14. April 1994

**Bericht
herausgegeben von
C. Wiencke und W. Arntz**

**ALFRED-WEGENER-INSTITUT
FÜR POLAR- UND MEERESFORSCHUNG**

INHALTSVERZEICHNIS

Vorwort.....	5
--------------	---

Landgestützte Arbeiten

Brey, T.	Energiefluß und Nahrungsnetze in benthischen Ökosystemen der Antarktis.....	13
Hanelt, D.	Die Photoinhibition bei den polaren benthischen Makroalgen.....	18
Iken, K.	Nahrungsbeziehungen zwischen antarktischen Makroalgen und Herbivoren.....	21
Jacob, A. & Kirst, G.O.	Zur Biologie der Supralitoralalge <i>Prasiola crispa ssp. antarctica</i>	24
Kappen, L.	Aktivität und Besiedlungspotential von Kryptogamen in der Antarktis.....	26
Karsten, U., Kück, K., Steinke, M., Wiencke, C. & Kirst, G. O.	Physiologische Bedeutung von Dimethylsulfoniumpropionat in polaren Makroalgen.....	28
Klöser, H.	RASCALS: Ein neues Programm zur Untersuchung von Struktur und Dynamik der Ökosysteme antarktischer Küsten.....	31
Plate, C. & Wagner, R.	Benthische Untersuchungen im Liefdefjorden (Nordwest-Spitzbergen) unter besonderer Berücksichtigung der Polychaeta und Amphipoda.....	33
Schroeter, B. & Schulz, F.	Untersuchungen zur Jahresprimärproduktion von Flechten in der maritimen Antarktis.....	36
Weykam, G. & Wiencke, C.	Photosynthesecharakteristika antarktischer Makroalgen.....	39
Wiencke, C., Bischoff, B., Peters, A., Breeman, A., van Oppen, M., Olsen, J. & Stam, W.	Evolution von Kaltwassermakroalgen.....	41

Schiffsgestützte Arbeiten

Ahrens, M.	Benthische Foraminiferen in der Northeastwater-Polynya (NO-Grönland) im Sommer 1993.....	43
Barthel, D.	Das mineralische Skelett polarer Schwämme. Auf- und Abbauprozesse und Bedeutung deponierter Skelettelemente für die Struktur der Lebensräume.....	45
Dahm, C.	Populationsdynamik antarktischer Schlangensterne (Ophiuroidea, Echinodermata).....	49
Dahms, H.-U., Martinez-Arbizu, P., Schminke, H.K. & Willen, E.	Meiofaunaforschung in polaren Meeresgebieten.....	52
Emschermann, P.	Die Kamptozoen antarktischer Gewässer - Faunistik, Zoogeographie, Ökologie	54
Gorny, M. & Bruns, T.	Ökologie benthischer Garnelen (Decapoda: Natantia) im Weddellmeer und in der Lazarevsee, Antarktis.....	58
Gutt, J.	Benthische Strukturen und langfristige Besiedlungsprozesse in hochpolaren Schelfgebieten	62
Hinz, K. & Schmid, M.	Deutsch-Russische Untersuchungen des Benthos des Laptewmeeres.....	66
Piepenburg, D., Brandt, A. & von Juterzenka, K. v.	Benthische Besiedlungsmuster im Europäischen Nordmeer.....	68
Rachor, E.	Benthos an den eurasischen Kontinentalhängen und pelago-benthische Kopplung in der nördlichen Barentssee.	70
Riemann-Zürneck, K.	Fortpflanzungs-Zyklus der Seeanemone <i>Hormathia nodosa</i> (Fabricius, 1780): Larvalentwicklung im arktischen Winter?	73
Ristedt, H.	Die Bryozoen-Fauna der östlichen Weddell-See.	75
Schreiber, A. & Storch, V.	Populationsgenetische Untersuchungen an Priapuliden.....	79
Stiller, M.	Untersuchungen zur Verbreitung und Lebensweise der Aphroditen und Polynoiden (Polychaeta) im östlichen Weddellmeer (Antarktis).	81
Storch, V. & Schreiber, A.	Ultrastrukturelle Untersuchungen an Priapuliden.....	83

Svoboda, A., Stepanjants, S. & Smirnov, I.	Zwei polare Hydractiniden-Arten (Hydroida, Cnidaria) als Symbionten nahe verwandter Schlangensterne (Ophiolepididae, Echinodermata) - ein ökologisches Beispiel für Bipolarität.....	86
Witte, U.	Reproduktion und Biodepositionsleistung des Tiefseeschwammes <i>Thenea abyssorum</i>	90
Wittmann, K.J.	Wie man ein engmaschiges Netz über felsigen Grund zieht: Erfahrungen mit dem Epibenthoschlitten am Grunde des Weddellmeeres.....	92
Wittmann, K.J.	Sexuelle Hypertrophien bei Mysidaceen (Crustacea) als polare Anpassungen der Reproduktionsbiologie und ihre Bedeutung für die Biodiversität in ant- arktischen Gewässern.....	94
Wöhrmann, A.P.A. & Zimmermann, C.	Physiologische und biochemische Anpassungen bodenlebender Fische der Polarmeere.....	98
	Tagungsprogramm	100
	Teilnehmerliste	104
	Literaturzusammenstellung.....	107

VORWORT

Am 13. und 14. April 1994 wurde am Alfred-Wegener-Institut das DFG-Kolloquium "Polare Benthosforschung" abgehalten. Im Vordergrund standen dabei die Präsentation DFG-geförderter Arbeiten im Schwerpunkt "Antarktisforschung" mit dem Thema

"Benthos in polaren Gewässern
(inkl. Taxonomie, Großalgen und terrestrische Vegetation)"

sowie eine Plenardiskussion über Ziel und Umsetzung polarer Benthosuntersuchungen in den nächsten 5 Jahren.

Die Kurzfassungen der Kolloquiums-Vorträge sind in diesem Heft vollständig abgedruckt. Da aus Zeitgründen nicht alle angemeldeten Vorträge gehalten werden konnten und viele der Benthosarbeiten, besonders am AWI, ohne DFG-Unterstützung durchgeführt werden, wurden auch Kurzfassungen anderer Benthosvorhaben berücksichtigt. Die Zusammenstellung deckt somit die gegenwärtigen und kürzlich abgeschlossenen Benthosarbeiten im Süd- und Nordpolarmeer größtenteils ab.

Die Diskussion zeigte nicht nur die erhebliche Breite und Vielfalt der benthoskundlichen Ansätze, sondern auch z.T. recht unterschiedliche Vorstellungen der Teilnehmer über die Fortsetzung der Arbeiten. Allerdings ist zu berücksichtigen, daß nur ein Teil dieser Vorhaben zur Förderung im Schwerpunkt ansteht, und daß künftige Benthosuntersuchungen sich an den logistischen Gegebenheiten orientieren müssen, insbesondere an der Verfügbarkeit von Plätzen auf "Polarstern" und den beiden Stationen Dallmann (King George Island) und Koldewey (Spitzbergen).

Konzeptioneller Hintergrund

Wie auch andere polare Partialsysteme ist das benthische Subsystem in Antarktis und Arktis von den besonderen Umweltbedingungen der Polarregionen und der spezifischen geologischen und hydrographischen Geschichte des Süd- und Nordpolarmeereres geprägt. Einzelne Komponenten, aber auch die gesamten Systeme können als biologische Dokumentation ihrer Entwicklungsgeschichte in Antarktis

und Arktis dienen. Auf der Ebene einzelner Artenpopulationen geben Adaptationen (z.B. Lebenszyklen, Stoffwechselraten), Biogeographie und Taxonomie Hinweise auf die Entstehungs- und Verbreitungsgeschichte bestimmter Gruppen des Phyto- und Zoobenthos. Fragilität und Elastizität begrenzter Untereinheiten, z.B. von Flachwasser- oder tieferen Schelfgemeinschaften, ihre Biodiversität sowie die Struktur von Nahrungsnetzen und die Art und Häufigkeit von Störungen erlauben Rückschlüsse auf die Entwicklungsgeschichte dieser benthischen Systeme.

Die derzeitigen polaren Bodengemeinschaften sind aber nicht nur ein Produkt von Vorgängen in der Vergangenheit, sondern auch ein Abbild gegenwärtiger Verhältnisse wie Temperaturverteilung, Nahrungszufuhr aus dem Pelagial ("pelagobenthische Kopplung"), Topographie und Hydrographie, Eiseinflüsse und Konkurrenzdruck anderer Arten. Die Kenntnis der Hierarchie von Faktoren, die das heutige Benthos in Antarktis und Arktis bestimmen, ist zum einen für die Erhaltung der einzigartigen Gemeinschaften notwendig; zum anderen dient sie der Vorhersage künftiger Entwicklungen, falls sich die Umweltbedingungen deutlich ändern sollten.

Arbeiten im abgelaufenen Berichtszeitraum

Im *zurückliegenden Fünfjahres-Zeitraum* wurden noch viele Arbeiten am Benthos von der notwendigen großräumigen Bestandsaufnahme in Taxonomie, Biogeographie und Strukturanalyse geprägt. Rein taxonomisch-biogeographische Untersuchungen wurden an den Bryozoa des östlichen Weddellmeers und den Polychaeta und Amphipoda des Liefdefjorden (Nord-Spitzbergen) durchgeführt. Neben traditionellen Strukturanalysen mit Cluster- und Ordinationstechniken, die meist auf Fangergebnissen geschleppter Geräte beruhten und aufgrund von Bestimmungsproblemen zunächst meist auf hohem taxonomischem Niveau durchgeführt werden mußten, traten zunehmend quantitative Aussagen zur Makro- und Meiofauna in den Vordergrund, die auf dem Einsatz von bildhaften Methoden und von Greifern basierten. Dabei wurde eine Reihe neuer Gebiete einbezogen: in der Antarktis das Lazarevmeer, die Bellingshausen- und Amundsensee und die Potter Cove vor King George Island, in der Arktis das nördliche Barentsmeer, der Küstensaum des Weißen Meeres, das nördliche Laptewmeer und die Tiefseebecken.

Auf dem Artniveau lag der Schwerpunkt in der Untersuchung der Lebenszyklen von Schlüsselarten. Bei denselben oder nahe verwandten Arten einiger Gruppen

(Mollusken, Amphipoden, Isopoden, Garnelen) zeigten sich deutliche Unterschiede in wichtigen Parametern (Reproduktionsfrequenz, Eigröße und Eizahl, Wachstum, Endgröße und Endalter) mit zunehmender geographischer Breite. Die Populationsdynamik vieler Arten ist nur durch Kombination verschiedener Verfahren zu entschlüsseln; die errechneten hohen Endalter bedürfen bei einer Reihe von Arten noch der Verifizierung in Freilandexperimenten, für die sich die beiden Stationen Koldewey und Potter Cove anbieten. Spezielle Aspekte der Reproduktionsbiologie wurden an antarktischen Mysidaceen und Schwämmen der norwegischen Tiefsee untersucht. Morphologie und Populationsgenetik von Priapuliden wurden unter Einbeziehung von nord- und südpolaren Arten fortgeführt. Untersuchungen zur Physiologie und Biochemie des Gefrierschutzes bei polaren Bodenfischen wurden auf molekulargenetische Aspekte ausgedehnt.

Nur wenige Studien beschäftigten sich mit Interaktionen zwischen verschiedenen Arten oder Gruppen. Die in beiden Polarregionen sehr ähnlichen symbiontischen Beziehungen zwischen Ophiuroiden und Hydroiden haben sich wahrscheinlich unabhängig voneinander entwickelt. Die strukturelle Bedeutung verschiedener Typen von Schwammnadelfilzen für benthische Gemeinschaften wurde vergleichend in verschiedenen Lebensräumen untersucht. In der Potter Cove (King George Island) wurde ein synökologisches Forschungsprogramm begonnen, dessen Fernziel die Modellierung dieses Systems ist. Ein Schwerpunkt sind zur Zeit die Nahrungsbeziehungen zwischen Makroalgen und Herbivoren. Die Ergebnisse der Arbeiten im nördlichen Barentsmeer wurden in einem Modell zusammengefaßt, das Partikelfluß und pelago-benthische Kopplung während des Sommers beschreibt. Das zunehmende Wissen über Verbreitung, Biomasse, Populationsdynamik und Nahrungsspektrum von Benthosarten im Weddellmeer ermöglichte die Erstellung eines ersten Gleichgewichtsmodells des Benthos auf dem südöstlichen Weddellmeer-Schelf (Kapp Norvegia).

Ein internationales Polynya-Projekt zur Erforschung der Produktionsverhältnisse sowie der pelagischen und benthischen Partikelnutzung ist 1993 mit der Nordost-Grönland-Polynya-Expedition zu einem gewissen Abschluß gebracht worden. Die Auswertung der umfangreichen Makrobenthosproben ist noch nicht abgeschlossen. Entgegen den Erwartungen spiegelt sich die starke Saisonalität des pelagischen Systems in diesem Gebiet nicht in der Dynamik benthischer Foraminiferen-Gemeinschaften wieder. Sehr aufschlußreich war der festgestellte Umfang der

biologischen Nutzung eines regelmäßig offenen Wasserbereichs im hocharktischen Packeis bis hin zu den Warmblütern und den Inuits.

Auch beim Phytobenthos wurden schwerpunktmäßig die Lebenszyklen sowie der Temperatur- und Lichtbedarf antarktischer und arktischer Makroalgen untersucht. Die Makroalgen der Antarktis sind aufgrund des langen Kaltwassercharakters der Antarktis stärker als Algen der Arktis an tiefe Temperaturen angepaßt. Fast alle untersuchten Arten sind Schattenpflanzen. Interessanterweise ist die Fähigkeit zur Photoinhibition bei antarktischen Makroalgen besser ausgebildet als bei Arten niedriger Breiten. In einem Kulturversuch unter jahreszeitlich fluktuierenden antarktischen Tageslängen wuchsen endemische antarktische Arten vorwiegend im Spätwinter-Frühjahr und zeigten zu dieser Jahreszeit auch die höchste Photosyntheseaktivität. Felduntersuchungen in der Umgebung des Dallmann-Laboratoriums haben diese Labordaten im wesentlichen bestätigt und in zahlreichen Aspekten erweitert.

Die Salinitäts- und Temperaturtoleranzexperimente an Grünalgen des Eulitorals zeigten, daß alle untersuchten Arten die tertiäre Sulfoniumverbindung β -Dimethylsulfoniumpropionat (DMSP) akkumulieren. Tiefe Temperaturen, hohe Salinitäten und hohe Bestrahlungsstärken sind positiv mit dem DMSP-Gehalt korreliert. Wahrscheinlich verhindert DMSP als "compatible solute" das Denaturieren der Enzymproteine unter Salzstress. Darüber hinaus dient es auch als Gefrierschutzmittel. Die supralitorale Grünalge *Prasiola crispera* ist neben einer hohen Salinitätstoleranz auch durch besondere Austrocknungstoleranz gekennzeichnet. Hohe Wasserverluste werden u. a. durch elektronenmikroskopisch nachweisbare Lipideinlagerungen in die Zellwand vermieden.

Die terrestrische Botanik befaßte sich mit den Eigenschaften von Algen, Flechten und Moosen, die es diesen Organismen erlauben, Landlebensräume in der Antarktis zu besiedeln. So können Flechten Schnee im gefrorenen Zustand als Wasserquelle nutzen. Im Schwachlichtbereich ist die Nettophotosynthese an die im Sommer häufig auftretenden Temperaturen zwischen 0 und 7 °C angepaßt. Erstmals konnte der Jahresgang der Primärproduktion von Flechten in der Antarktis in situ gemessen werden. Darüber hinaus untersucht die Arbeitsgruppe die physiologische und ökologische Bandbreite verschiedener Arten, insbesondere die Frage, inwieweit das ökologische vom physiologischen Optimum abweicht.

Geplante Arbeiten

Im *nächsten Fünfjahres-Zeitraum* sollen die verschiedenen Forschungsansätze verstärkt gebündelt werden, um die Dynamik polarer Ökosysteme auch im Hinblick auf mögliche Veränderungen der Umwelt besser zu erfassen. Insgesamt sollen die Flachwasseransätze in beiden Polargebieten verstärkt werden, ohne indes die Arbeiten auf dem tieferen Schelf und dem Kontinentalhang aufzugeben. Neu hinzu wird voraussichtlich ein gewisses Maß an polarer Tiefseeforschung kommen. Viele der Antarktisprojekte sind in das neue internationale SCAR-Programm CS-EASIZ (Coastal Shelf-Ecology of the Antarctic Sea Ice Zone) eingebunden, in dem Benthosuntersuchungen eine wichtige Rolle spielen. In den sibirischen Meeresgebieten wird es zu einer Ausweitung der Kooperation mit Rußland kommen.

Im Rahmen der Strukturuntersuchungen des hochantarktischen Benthos werden sich die Arbeiten auf eine Box vor Kapp Norvegia (SO Weddellmeer) konzentrieren, wo mit starker Unterstützung durch bildhafte Methoden engräumige Besiedlungsmuster und ihre Ursachen erforscht werden sollen. Dazu ist auch der Einsatz von Hydrosweep geplant. Hinsichtlich der Auswertung des umfangreichen Bildmaterials wird an der Quantifizierung der Methoden gearbeitet. Ebenfalls auf dem Weddellmeerschelf soll der Ablauf von Wiederbesiedlungsprozessen nach Eisbergeinfluß oder dem Abbrechen größerer Schelfeisstücke untersucht werden; dieses Projekt wird allerdings in den nächsten 5 Jahren nicht abgeschlossen werden können.

Diese Ansätze zur Erforschung von Dynamik und Fragilität des antarktischen benthischen Ökosystems werden durch Untersuchungen in der Potter Cove (King George Island) und anderen Gebieten ergänzt. Auch hier soll durch eine sorgfältige Registrierung abiotischer Parameter im Rahmen des EASIZ-Programms den Ursachen für Beschleunigung oder Verzögerung von Wiederbesiedlungsvorgängen nachgegangen werden. Um die trophischen Beziehungen zu erhellen, werden die Nahrungsspektren verschiedener wirbelloser Schlüsselarten sowie Qualität und Quantität der Nahrung in ihrer saisonalen Verfügbarkeit untersucht. Besondere Bedeutung kommt dabei Nahrungsuntersuchungen an den bestandsbildenden epibenthischen Suspensionsfressern zu. Auch Vorkommen und Funktion von Sekundärmetaboliten z. B. als Fraßschutz werden berücksichtigt. Nicht-trophische Interaktionen (z.B. Raumkonkurrenz) sollen in die Untersuchungen einbezogen werden.

Der Bereich "Modellierung" baut auf den Ergebnissen der genannten Untersuchungen auf. Energietransfer und Stoffflüsse im System werden über die Energiebilanz einzelner Kompartimente quantifiziert. Ein erster Ansatz wird die statische Modellierung von Stoffflüssen in den untersuchten Ökosystemen sein. Dynamische Modelle sowohl von Wechselbeziehungen zwischen Artengruppen als auch von Gesamtsystemen werden anschließend entwickelt. Solche Modelle sind für mittel- und langfristige Voraussagen der Entwicklung von Flachwasserökosystemen bei klimatischen Veränderungen notwendig. Auf diese Weise und durch experimentelle Simulation von "global change"-Szenarien (z.B. Verkürzung/Verlängerung der jährlichen Primärproduktionsphase; Wirkung von Störungen wie verstärkter Eisbergeinfluß) werden Rückschlüsse auf die Entwicklung des benthischen Subsystems unter veränderten Umweltbedingungen möglich sein.

Die im abnehmenden atlantischen Einflußbereich liegenden eurasischen Schelfmeere und ihre Übergänge in die ständig packeisbedeckten Tiefseebecken der Arktis sind unter den veränderten politischen Bedingungen zunehmend in den Mittelpunkt von Forschungsaktivitäten gerückt. Die dort vorkommenden benthischen Teilsysteme sind anscheinend relativ jung und reagieren wahrscheinlich gegenüber den hier besonders drastisch vorstellbaren Klimaänderungen (stärkere Fluktuationen des Golfstromeinflusses, Schwankungen in den immensen sibirischen Landabflüssen) sehr sensibel. Die im permanent eisbedeckten Tiefseebereich lebenden Benthosgemeinschaften scheinen weitgehend von Nahrungsimporten aus den Schelfgebieten abhängig zu sein.

Zusammen mit pelagisch arbeitenden Gruppen (Phytoplankton, Zooplankton und Mikroplankton) und den an rezenten Sedimenten interessierten Geologen wird von den Benthologen in der Arktis verstärkt interdisziplinär an der pelago-benthischen Kopplung (Flüsse der partikulären organischen Substanz) gearbeitet. Das Benthos wird dabei als wesentlicher Indikator langfristiger direkter und advektiver Nahrungseinträge genutzt. Für die nördliche Barentssee konnte dazu ein erstes Modell entwickelt werden.

Auf Artniveau ist in beiden Polargebieten vor allem die populationsdynamische Untersuchung weiterer Schlüsselarten (im Süden ebenfalls im Rahmen von EASIZ) geplant, die verstärkt den Einsatz moderner - z.B. biochemischer - Methoden erfordert. Physiologische Methoden sollen zur Klärung ökologischer Fragen eingesetzt werden, vor allem zur Erhellung adaptiver Strategien von Polarorganismen, die

sich nicht durch populationsdynamische, reproduktionsbiologische oder ethologische Methoden klären lassen.

Schlüsselarten, die eine Regelfunktion im System haben, sollen identifiziert, ihre ökologischen Bandbreiten und kritischen Grenzen gegenüber den relevanten abiotischen Faktoren sollen ermittelt werden. Auf diese Weise sollen die geographische Verbreitung und die Tiefenzonierung der Organismen mit physiologischen Eckdaten erklärt werden. Stoffwechseiphysiologisch-biochemische Anpassungen an bestimmte Lebensräume, saisonales Wachstum von Pflanzen und Anpassungen von Tieren an saisonale Nahrungsverfügbarkeit bilden weitere Schwerpunkte.

Am Weißen Meer und in Spitzbergen sollen im Flachwasser Benthosuntersuchungen durchgeführt werden, die physiologische Fragestellungen (Aktivitätsmessungen, "Umschalt"prozesse im Jahresgang) mit populationsdynamischen Arbeiten verknüpfen. Die populationsdynamischen Untersuchungen sollen über das Rekrutierungsverhalten von Benthosarten entlang geographisch-klimatologischer Gradienten Aufschluß geben und Vergleiche mit den Verhältnissen im temperierten Wattenmeer, im subarktischen Weißen Meer und auf den hocharktischen Inseln von Franz-Josef-Land ermöglichen, z.T. an Populationen der gleichen Arten.

In einem übergreifenden Langzeitprojekt soll der Frage von Breitengrad-Gradienten in der benthischen Diversität nachgegangen werden. "Polarstern" soll hierfür mit identischen Verfahren Proben nicht nur in den beiden Polargebieten, sondern während der An- und Abreisen auch in tropischen und temperierten Gegenden sammeln. Dieses Projekt ist Teil eines geplanten Programms zur benthischen Tiefseeforschung, das voraussichtlich weitere Strukturuntersuchungen sowie die Thematik der pelago-benthischen Kopplung einschließen wird.

Ausblick

Die Benthosforschung ist im abgelaufenen Fünfjahreszeitraum des Schwerpunkts einen erheblichen Schritt vorangekommen, wie aus dem umfangreichen Schriftenverzeichnis zu ersehen ist. Der Grund dafür liegt vor allem in der intensiven internationalen Einbindung, die während der EPOS-Unternehmen ihren Höhepunkt erreichte. Für die Zukunft lassen verbesserte Arbeitsmöglichkeiten im Flachwasser

beider Polargebiete, weitere neue Kooperationspartner und -programme (z.B. im Rahmen des neuen SCAR-Programms EASIZ - Ecology of the Antarctic Sea Ice Zone) sowie die Tendenz zur modellhaften Verknüpfung aller Daten weitere gute Ergebnisse erhoffen. Viele der Benthosprogramme sind, wenngleich nicht direkt Klimaforschung, so doch von erheblicher Klimarelevanz; infolge seiner relativen Trägheit ist das Benthos ein zuverlässiger Indikator für Veränderungen. Wichtig ist jedoch, daß die geplanten Untersuchungen, die allesamt nicht ephemerer Natur sind, auch weiterhin im Rahmen eines DFG-Schwerpunkts unterstützt werden. Dies gilt auch für die Vervollständigung der taxonomischen Inventur, die an vielen Universitäten - nicht zuletzt als Grundlage jedweder ökologischen Arbeit - weiterbetrieben werden muß.

Im folgenden werden die Zusammenfassungen der Vorträge und Posterbeiträge während des Kolloquiums sowie anderer Benthosprojekte im Rahmen des Schwerpunkts angefügt. Um eine bessere Übersichtlichkeit zu erreichen, werden die landgestützten und die schiffsgestützten Arbeiten getrennt aufgeführt. Innerhalb der beiden Gruppen sind die Beiträge alphabetisch nach Autorennamen geordnet. Es folgen dann Tagungsprogramm und Teilnehmerliste. Am Schluß des Berichts wird eine Übersicht über die im Rahmen des Schwerpunktprogramms "Antarktisforschung" im letzten 5-Jahreszeitraum erschienenen benthosbezogenen Publikationen gegeben.

Prof. Dr. Wolf Arntz

Teilgebietskoodinator Biologie

Alfred-Wegener-Institut

Dr. habil. Christian Wiencke

Alfred-Wegener-Institut

Energiefluß und Nahrungsnetze in benthischen Ökosystemen der Antarktis

Thomas Brey

Sektion Biologie I, Alfred-Wegener-Institut, Bremerhaven

In den letzten Jahren wurden am AWI die Untersuchungen zu Energiefluß und Nahrungsbeziehungen in antarktischen Ökosystemen intensiviert. Ziele dieser Arbeiten sind einerseits die Kenntnis der Bedeutung einzelner Arten und Gruppen im System, andererseits das Verständnis des Zusammenwirkens der einzelnen Komponenten bis hin zur Modellierung ausgewählter antarktischer Ökosysteme. Gerade vor dem Hintergrund möglicher globaler Umweltveränderungen besteht ein dringender Bedarf an geeigneten Modellen für die Beschreibung und Analyse dieser Systeme, die aufgrund ihrer Anpassung an Extrembedingungen besonders empfindlich auf Veränderungen ihrer Umwelt reagieren.

Zum Teil noch nicht abgeschlossene Arbeiten an den Gruppen Amphipoda (Klages 1991), Bivalvia (Urban pers. Mitt.), Decapoda (Gorny 1992, Bruns in Vorb.), polynoide Polychaeta (Stiller in Vorb.), Ophiuroidea (Dahm in Vorb.) haben unsere Kenntnis über das Nahrungsspektrum wichtiger Vertreter dieser Taxa wesentlich erweitert. Neben omnivoren Generalisten wie z.B. den meisten Ophiuroiden finden sich auch extrem spezialisierte Formen, die nur wenige Nahrungsquellen nutzen.

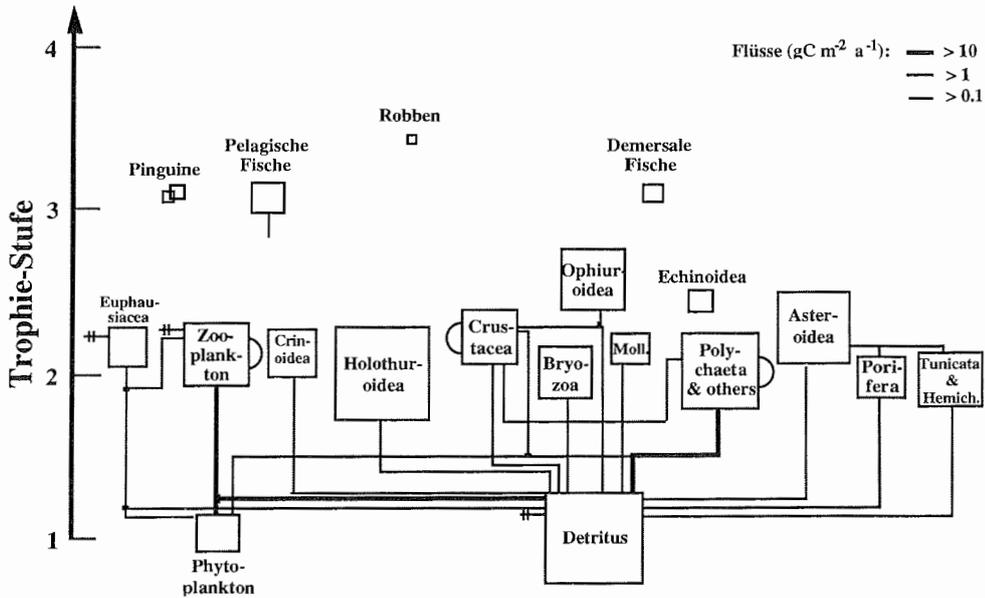
Untersuchungen zu Wachstum, Produktivität und Reproduktion wurden und werden an verschiedenen wichtigen Arten des Makrozoobenthos durchgeführt: *Chorismus antarcticus* (Decapoda, Gorny et al. 1992, 1993), *Eusirus perdentatus* (Amphipoda, Klages 1993), *Laevilacunaria antarctica* (Gastropoda, Iken in Vorb.), *Lissarca notorcadensis* (Bivalvia, Brey & Hain 1992, Brey et al. 1993), *Magellania fragilis* (Brachiopoda, Brey et al. in Vorb.), verschiedene Ophiuroiden-Arten (Dahm in Vorb.), *Sterechinus antarcticus* (Echinoidea, Brey 1991) und *Sterechinus neumayeri* (Echinoidea, Brey et al. in Vorb.). Eine Zusammenfassung aller verfügbaren Daten aus öffentlichen und bisher nicht veröffentlichten Quellen wurde von Brey & Clarke (1993) erarbeitet. Generell zeigen antarktische Evertebraten langsames Wachstum und niedrigere Produktivität als vergleichbare boreale Arten. Dies ist jedoch nicht allein eine Folge der niedrigeren Temperatur,

sondern auch eine Anpassung an die extreme Saisonalität der Nahrungsverfügbarkeit im antarktischen Benthos.

Im Rahmen des argentinisch-deutschen Projekts zur Erforschung des Flachwasser-Systems Potter Cove, King George Island, werden neben der Dynamik der Makroalgen-Besiedelung (Klöser et al. 1993, 1994) die trophischen Interaktionen zwischen benthischen Makroalgen und herbivoren Tieren untersucht (Iken in Vorb.). Schwerpunkte sind dabei mögliche Fraßschutz-Mechanismen bei den Pflanzen sowie der Energietransfer von den Algen zu den Herbivoren. Erste Ergebnisse zeigen, daß viele antarktische Makroalgen zwar über physikalische Schutzmechanismen gegen Wegfraß verfügen, chemische Abwehrstoffe wurden jedoch bisher nicht gefunden.

Auf der Basis des von Schalk et al. (1993) erarbeiteten Box-Modells des Ökosystems Weddellmeer wurde mit den in den letzten Jahren hinzugewonnenen Daten ein Gleichgewichts-Modell des östlichen Weddellmeer-Schelfes konstruiert (Jarre-Teichmann et al. in Vorb.), das vor allem im Bereich des Benthos eine wesentlich bessere Auflösung hat. Mit diesem Modell können die Haupt-Energieflüsse im System identifiziert werden (Abb.1). Zudem zeigt das Modell die Bereiche, aus denen noch zu wenig Informationen verfügbar sind, und die daher in Zukunft intensiver bearbeitet werden müssen.

Abb.1 Trophisches Gleichgewichtsmodell des östlichen Weddellmeerschelfes (Kapp Norvegia bis Halley Bay). Gezeigt werden trophische Stellung und Biomasse (entspricht der Fläche der Kästchen) der verschiedenen Komponenten im System und die wichtigsten Energieflüsse durch die benthische Gemeinschaft.



Literatur

- Brey, T. (1991). Population dynamics of *Sterechinus antarcticus* (Echinodermata: Echinoidea) on the Weddell Sea Shelf and slope, Antarctica. *Antarctic Science* 3: 251-256.
- Brey, T., Clarke, A. (1993). Population dynamics of marine benthic invertebrates in Antarctic and subantarctic environments: are there unique adaptations? *Ant. Sci.* 5: 253-266.
- Brey, T., Gutt, J., Hain, S., Peck, L., Arntz, W.E. (in Vorb.) *Magellania fragilis* (Brachiopoda) dominating a soft-bottom macrobenthic community on the Lazarev Sea shelf, Antarctica.
- Brey, T., Hain, S. (1992). Growth, reproduction and production of *Lissarca notorcadensis* (Bivalvia: Philobryidae) on the Weddell Sea shelf, Antarctica. *Marine Ecology Progress Series* 82: 219-226.
- Brey, T., Pearse, J., Basch, L., McClintock, J., Slattery, M. (in Vorb.). Growth and production of *Sterechinus neumayeri* (Echinoidea, Echinodermata) in McMurdo Sound, Antarctica.
- Brey, T., Starmans, A., Magiera, U., Hain, S. (1993). *Lissarca notorcadensis* (Bivalvia: Philobryidae) living on *Notocidaris* sp. (Echinoidea: Cidaridae): Population dynamics in limited space. *Polar Biol.* 13: 89-95.
- Bruns, T. (in Vorb.). Experimentelle Untersuchungen zur Larvalentwicklung antarktischer Decapoden. Dissertation, Univ. Bremen.
- Dahm, C. (in Vorb.). Populationsdynamik antarktischer Ophiuroiden. Dissertation, Univ. Bremen.
- Gorny, M. (1992). Untersuchungen zur Ökologie antarktischer Garnelen (Decapoda, Natantia). Dissertation, Univ. Bremen.
- Gorny, M., Arntz, W. E., Clarke, A., Gore, D. J. (1992). Reproductive biology of caridean decapods from the Weddell Sea. *Polar. Biol.* 12: 111-120.

- Gorny, M., Brey, T., Arntz, W., Bruns, T. (1993). Development, growth and productivity of *Chorismus antarcticus* (Crustacea: Decapoda: Natantia) in the eastern Weddell Sea, Antarctica. J. Exp. Mar. Bio. Ecol. 174: 261-275.
- Iken, K. (in Vorb.). Beziehungen zwischen Makroalgen und Herbivoren in Potter Cove, King George Island. Dissertation, Univ. Bremen.
- Jarre-Teichmann et al. (in Vorb.). Trophic flows in the benthic shelf community of the eastern Weddell Sea. SCAR Symposium, Venedig, 1994.
- Klages, M. (1991). Biologische und populationsdynamische Untersuchungen an ausgewählten Gammariden (Crustacea; Amphipoda) des südöstlichen Weddellmeeres, Antarktis. Dissertation, Univ. Bremen.
- Klages, M. (1993). Distribution, reproduction and population dynamics of the Antarctic gammaridean amphipod *Eusirus perdentatus* Chevreux, 1912 (Crustacea). Ant. Sci. 5: 349-359.
- Klöser, H., Ferreyra, G., Schloss, I., Mercuri, G., Laturus, F., Curtosi, A. (1993). Seasonal variation of algal growth conditions in sheltered Antarctic bays: the example of Potter Cove (King George Island, South Shetlands). J. Mar. Syst. 4: 289-301.
- Klöser, H., Mercuri, G., Laturus, F., Quartino, M. L., Wiencke, C. (1994). On the competitive balance of macroalgae at Potter Cove (King George Island, South Shetlands). Polar. Biol. 14: 11-16.
- Schalk, P.H., Brey, T., Bathmann, U., Arntz, W., Gerdes, D., Diekmann, G., Ekau, W., Gradinger, R., Plötz, J., Nöthig, E., Schnack-Schiel, S.B., Siegel, V., Smetacek, V., Van Franeker, J.A., 1993. Towards a conceptual model for the Weddell Sea ecosystem, Antarctica. In: Christiansen, V. & Pauly, D. (eds.): Trophic models of aquatic ecosystems. ICLARM Conference Proceedings 26, ICLARM, Manila.
- Stiller, M. (in Vorb.). Untersuchungen zur Biologie und Ökologie antarktischer Polynoiden. Dissertation, Univ. Bremen.

Die Photoinhibition bei den polaren benthischen Makroalgen

Dieter Hanelt, FB Biologie-Botanik, Philipps-Universität, Lahnberge,
35032 Marburg, FRG

Die polaren benthischen Algen werden sehr hohen Bestrahlungsstärken ausgesetzt, wenn an einem sonnigen Tag Niedrigwasser um die Mittagszeit auftritt. Da die Algen den hohen Bestrahlungsstärken nicht ausweichen können, absorbieren sie ein Übermaß an Energie, was zur Schädigung der Photosysteme führen kann. Die überschüssig absorbierte Energie, die für die photochemischen Prozesse nicht genutzt wird, kann Sauerstoff aktivieren, indem sie ihn aus dem natürlich vorkommenden Triplett-Zustand in den angeregten, sogenannten 1. Singulett-Zustand überführt. Diese und andere auftretenden aggressiven Sauerstoffspezies führen unweigerlich zu Schäden am Photosyntheseapparat durch Oxidation von Membranlipiden und Proteinen. Dies kann verhindert werden, wenn die Anregungsenergie der aktivierten O₂-Spezies durch verschiedene Carotenoide gequencht oder die aggressiven Moleküle durch Enzyme wie Superoxiddismutasen, Peroxidasen oder Katalasen abgebaut werden. Bei zu hohen Bestrahlungsstärken ist das vor den Radikalen schützende System überlastet, so daß die Energie in nicht schädigender Form abgestrahlt werden muß, bevor es zur Aktivierung des Sauerstoffs kommt. Die Photosynthese reguliert dies aktiv durch Erhöhung ihrer Wärmedissipation. Als Folge der ansteigenden Wärmeabstrahlung sinkt die Fluoreszenz der Chlorophylle wie auch die Photosyntheseeffektivität ab. Letzteres kann durch eine verringerte Sauerstoffproduktion nachgewiesen werden.

Anhand der Chlorophyll-Fluoreszenz und der Sauerstoffproduktion wurde gezeigt, daß sich die Photosynthese-Aktivität bei den eulitoralen Makroalgen im Tagesverlauf verändert. Am Morgen war sie hoch und mit exzessiver, zunehmender Bestrahlungsstärke nahm sie kontinuierlich ab, bis um die Mittagszeit ein Minimum erreicht wurde. Mit geringer werdender Bestrahlungsstärke am Nachmittag stieg die Photosyntheseaktivität kontinuierlich wieder an. Am Abend hatte sich die Photosynthese in der Regel wieder vollständig erholt. Daher wurde im Tagesgang ein inverser Verlauf der Photosynthese-Aktivität im Vergleich zur Bestrahlungsstärke des Sonnenlichtes beobachtet (Abb.2).

Der Grad der Photoinhibition, der das Ausmaß der Verringerung der Photosyntheseaktivität verursacht, ist abhängig von der die Algen bedeckenden Wassersäule. Die Lichtabsorption und Streuung einer Wassersäule von > 1 m schützen den Photosyntheseapparat, so daß nur geringe Inhibitionsgrade bei hohen Lichtintensitäten um die Mittagszeit auftreten.

Die Kinetik der Regulation der Photosynthese bei der antarktischen Braunalge *Adenocystis utricularis* war die schnellste unter den bisher gemessenen Algen aus den tropischen, gemäßigten, arktischen und antarktischen Breiten, obwohl die Photosynthese bei dieser antarktischen Alge physiologisch unter sehr tiefen Temperaturen abläuft. Das läßt den Schluß zu, daß die für den molekularen Mechanismus der Regulation benötigte Enzymausstattung den tiefen Temperaturen angepaßt ist oder ein Abbau des D₁-Proteins im Reaktionszentrum des Photosystem II in diesem Prozeß keine große Rolle spielen kann.

Eine zusätzliche Belastung der Photosynthese durch Trockenstress oder im Gegensatz eine schützende Wirkung vor den Auswirkungen des Starklichtes, wie es bei der Braunalge *Fucus serratus* beobachtet wurde, konnte bei den antarktischen Algen nicht festgestellt werden.

Die Freilandexperimente deuten darauf hin, daß die Fähigkeit, die Photoinhibition der Photosynthese als Schutz vor den Auswirkungen exzessiver Strahlung einzusetzen, von der Zonierung der Algen abhängt. Eulitorale Spezies zeigen eine schnellere und stärkere Abnahme der Photosyntheseaktivität, sowie eine schnellere Erholung der Photosynthese bei Veränderung der exzessiven Bestrahlungsstärke, als die untersuchten sublitoralen Algen. So reagiert die antarktische Braunalge *A. utricularis* schneller und stärker auf hohe Lichtintensitäten als die tiefer zonierte Rotalge *Palmaria decipiens* (Abb.3).

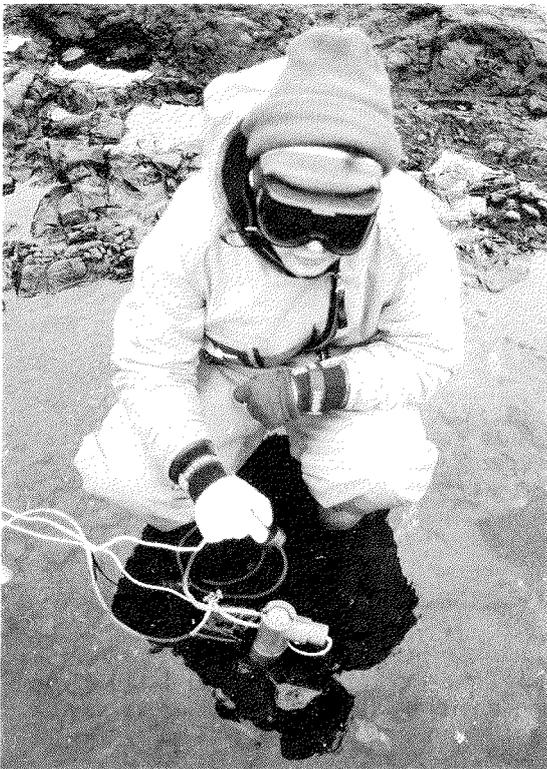


Abb.1 Ein Mitarbeiter beim Ausrichten der Sauerstoffmeßküvette im Eulitoral der See-Elefantenbucht auf King George Island (Antarktis).

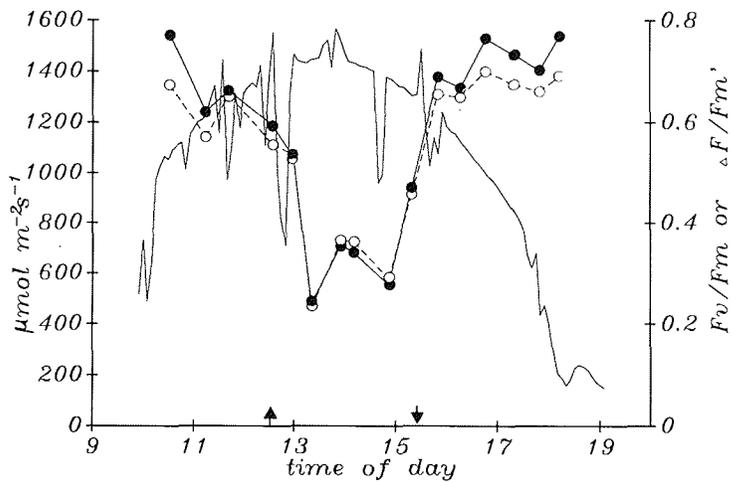


Abb. 2 Tagesgang der Photosynthese-Aktivität von *Adenocystis utricularis* gemessen *in vivo* mit Hilfe der Fluoreszenzmethode in der See-Elefantenbucht. Die durchgezogene Linie zeigt die Bestrahlungsstärke ($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) des Sonnenlichtes im Tagesverlauf, die Kurve mit den dunklen Punkten zeigt den Photoinhibitionsgrad (F_v/F_m) und die hellen Punkte die Quantenausbeute ($\Delta F/F_m$) der Photosynthese. Mit zunehmender Inhibition nimmt das Fluoreszenzverhältnis F_v/F_m ab. Freifallen (\uparrow) und Untertauchen (\downarrow) der Algen durch die Gezeiten.

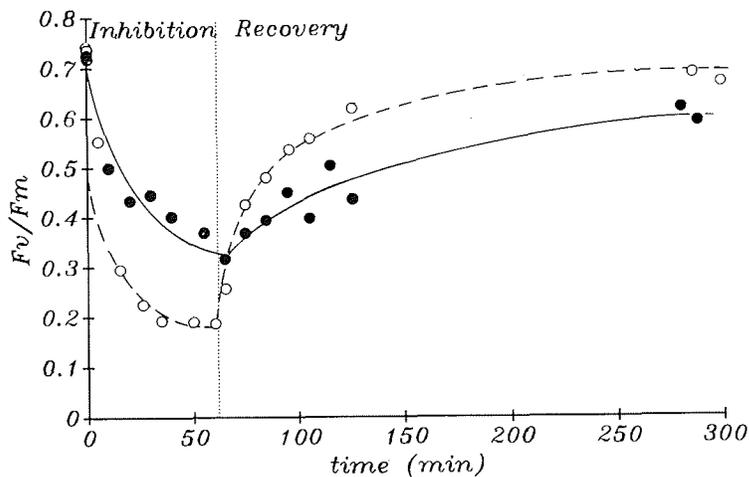


Abb. 3 Zeitverlauf der Photoinhibition (F_v/F_m) und der Erholung der Photosynthese. Die Rotalge *Palmaria decipiens* (\bullet) und die Braunalge *Adenocystis utricularis* (\circ) wurden 60 min lang mit einer hohen Weißlichtintensität von $1000 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ inhibiert und anschließend in schwachem Weißlicht ($2 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) zur Erholung ausgesetzt. Die eulitorale Braunalge reagiert wesentlich schneller und stärker auf die Veränderung der Lichtintensität als die tiefer zonierte Rotalge, die am besten im oberen Sublitoral gediehet.

Nahrungsbeziehungen zwischen antarktischen Makroalgen und Herbivoren

Katrin Iken , Alfred-Wegener-Institut , 27568 Bremerhaven

Makroalgen sind im antarktischen Flachwasser-Ökosystem neben den Mikroalgen (Phytoplankton und benthische Diatomeen) die zweite wichtige Gruppe der Primärproduzenten. Durch Primärproduktion entstandene höherenergetische Verbindungen können von anderen Organismen im Nahrungsnetz gefressen und genutzt werden. Das Wissen über die Nahrungsbeziehungen zwischen Makroalgen und Herbivoren ist also eine Grundlage für das Verständnis der Stoffflüsse und des Energietransfers in einem antarktischen Flachwasser.

Bisher sind diese Interaktionen in der Antarktis noch weitestgehend unbekannt. Drei große Fragenkomplexe liegen den Untersuchungen zugrunde:

I) Welche Tiere leben assoziiert mit Makroalgen und nutzen sie als Nahrungsquelle?

II) Fressen diese Tiere an allen abundanten Algenarten gleich intensiv, oder sind sie auf eine oder wenige Arten spezialisiert?

III) Werden einige Algenarten so wenig oder gar nicht gefressen, daß bei ihnen ein Schutzmechanismus gegen Fraß zu vermuten ist?

Handelt es sich hierbei um physikalische oder chemische Schutzmechanismen der Algen?

Die Arbeiten wurden in der Potter Cove, nahe der Station Jubany (King George Island) durchgeführt. Die Probenahmen erfolgten in verschiedenen strukturierten Littoral- und Sublittoralbereichen (0-30m), so daß fast alle häufigen Algenarten der Gegend beprobt werden konnten.

Durch verschiedene Probenahmeverfahren (Freilandbeobachtungen und Sammlungen, Algenproben und Fraßbeobachtungen in Aquarien) konnte festgestellt werden, welche Tiere an welchen Algen fressen. An den Herbivoren, die aufgrund ihrer hohen Biomassen besonders wichtig sind, wurden auch Magenanalysen durchgeführt.

In Abb.1 wird ein Überblick über die wichtigsten Nahrungsbeziehungen zwischen Makroalgen und Herbivoren gegeben. Jede Verbindungslinie entspricht einer Nahrungsbeziehung. Die Tiere lassen sich aufgrund ihres Nahrungsspektrums in Generalisten (z.B. *Notothenia neglecta*, *Laevilacunaria antarctica*, *Gondogeneia antarctica*) und in Spezialisten (z.B. *Nacella concinna*) einteilen.

Der Anteil der Makroalgen an der Gesamtnahrung ist bei den einzelnen Herbivoren unterschiedlich groß: er reicht von 38,5% bei dem Fisch *Notothenia neglecta* bis zu fast 66% bei der Napfschnecke *Nacella concinna*.

Manche Algen werden nur von wenigen Tieren oder gar nicht gefressen (Abb.1), was auf einen Schutzmechanismus der Algen gegen Herbivorenfraß hinweist. Dabei kann es sich um einen sog. chemischen Schutz durch Einlagerung von Sekundärmetaboliten in das Gewebe der Alge handeln. Diese Sekundärmetabolite können die Tiere durch ihren schlechten Geschmack, ihre schlechte Verträglichkeit oder ihre giftige Wirkung vom Fressen abhalten. Eine

Alge kann aber auch durch äußere Eigenschaften wie z.B. eine harte Oberfläche mechanisch geschützt sein.

Eine chemische Analyse von Extrakten aus Makroalgen zeigte, daß nur in einigen Braunalgen (*Adenocystis utricularis*, *Phaeurus antarcticus*, *Himantothallus grandifolius*) Sekundärmetabolite, und zwar Polyphenole, auftreten. In einem speziellen Fraßtest, bei dem die äußere, physikalische Struktur der Alge durch Homogenisieren zerstört wurde, wurde die Wirksamkeit dieser Substanzen überprüft. Es konnte aber in keinem Fall eine fraßhemmende Wirkung der Polyphenole auf die Herbivoren festgestellt werden.

In weiteren Untersuchungen sollen noch andere Eigenschaften der Algen, wie z.B. ihre "Futterqualität" (C/N-Analyse) und physikalische Eigenschaften (Oberflächenhärte) bestimmt werden. Außerdem ist geplant, die Fraßraten einzelner Herbivore zu messen.

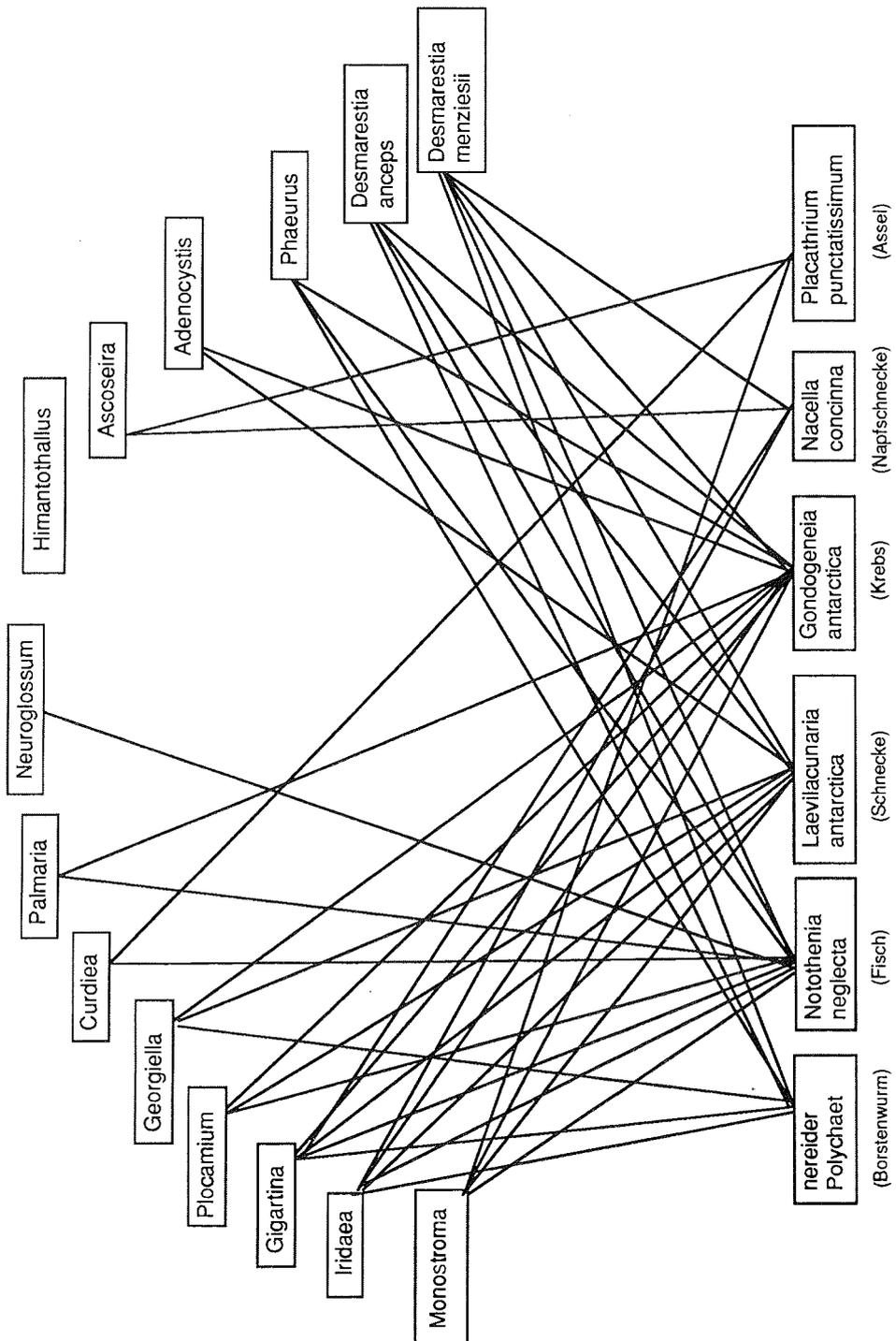


Abb.1: Nahrungsbeziehungen zwischen antarktischen Makroalgen und ausgewählten Herbivoren. Jede Verbindungslinie entspricht einer Nahrungsbeziehung.

Zur Biologie der Supralitoralalge *Prasiola crispa* ssp. *antarctica*

Andreas Jacob und Gunter O. Kirst
Abt. Meeresbotanik, Universität Bremen, FB2

Die grüne Makroalge *Prasiola crispa* ssp. *antarctica* ist an den Küsten der Antarktis weit verbreitet. Sie lebt dort im Supralitoral (oberhalb der Gezeitenzone) und ist dadurch stark veränderlichen Umweltbedingungen ausgesetzt. So verändern beispielsweise See-Spritzwasser, Regen und auch Austrocknung die Salinität und den Wassergehalt des Standortes. Die Organismen dieser Standorte müssen daher entweder extrem tolerant oder sehr widerstandsfähig gegenüber den wechselnden Bedingungen sein.

P. crispa ist sowohl an Süßwasser- wie auch an Meerwasser-Salinitäten gut angepasst. In hyperosmotischen Medien (bis zu 5-fach konzentriertem Seewasser) tritt zwar eine starke Hemmung der physiologischen Funktionen (Wachstum, Photosynthese) ein, aber nach Rückführung in normales Meerwasser erholt sich die Alge innerhalb weniger Tage (Abb. 1). Eine ähnliche gute Toleranz besteht gegenüber längeren Austrocknungsperioden bei Luft-Exposition (Abb. 2).

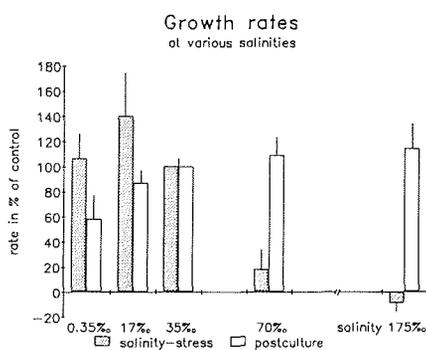


Abb. 1
Wuchsraten von *P. crispa* unter verschiedenen Salinitäten, während 14-tägigem Salzstreß und in der anschließenden Nachkultur in 35‰. Alle Daten in % des Kontrollwertes bei 35‰ (\pm SD, $n \geq 5$)

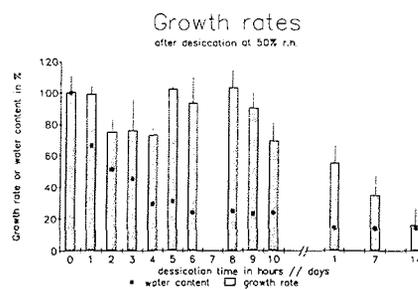


Abb. 2
Wasserverlust während der Austrocknung von *P. crispa* und Wuchsraten in der anschließenden Nachkultur in 35‰ Seewasser. Alle Daten in % des Kontrollwertes bei 35‰ (\pm SD, $n \geq 5$)

Die Zellwand von *P. crista* ist ein wichtiger Faktor für diese ökologische Toleranz. Mit einem Volumenanteil von ungefähr 50% des gesamten Algenthallus ist die Zellwand ungewöhnlich dick. Insbesondere die äußeren Zellwände wirken in mehrfacher Hinsicht wie ein Schutzschild für die darin eingeschlossenen lebenden Protoplasten.

Bei Austrocknung schützt die Zellwand den Protoplasten nicht nur durch das gespeicherte Wasser, sondern Lipide in und auf der Zellwand reduzieren zusätzlich den Wasserverlust. Diese Lipide konnten elektronenmikroskopisch abgebildet und auch chemisch charakterisiert werden (Abb. 3). Die Austrocknungsrate von *P. crista* ist durch diese "falsche Kutikula" erheblich langsamer als die vergleichbarer Makroalgen.

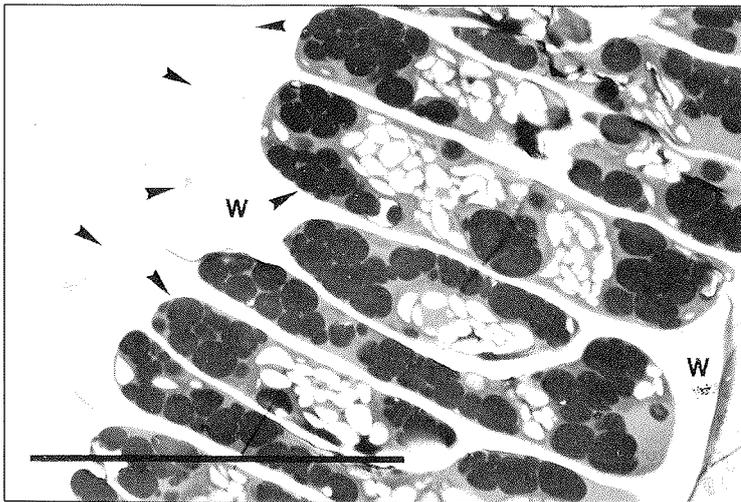


Abb. 3 Thallusquerschnitt von *P. crista* (TEM-Aufnahme). Die Pfeilspitzen bezeichnen die stark kontrastierten Lipide in und auf der Zellwand (W) und in den Protoplasten. Der Maßstab entspricht 10 μm .

Bei Änderungen der Salinität kann die Zellwand wie ein Ionenaustauscher wirken. EDX-Analysen mit dem Raster-Elektronenmikroskop zeigten, daß Kalium und Phosphat bevorzugt in der Zellwand adsorbiert werden und der Alge damit unter Streßeinwirkung nicht verloren gehen. NMR-spektroskopische Untersuchungen geben erste Hinweise darauf, daß die Speicherung von Phosphat in der Zellwand auch bei Austrocknung der Alge eine besondere Rolle spielt. Darüber hinaus ist die Zellwand so elastisch, daß sie auch den Schrumpfungs- und Quellungsbewegungen des Protoplasten folgen kann und damit mechanische Schäden am Protoplasten verhindert.

AKTIVITÄT UND BESIEDLUNGSPOTENTIAL VON KRYPTOGRAMEN IN DER ANTARKTIS

L. Kappen, Institut für Polarökologie und Botanisches Institut der Universität Kiel, 24098 Kiel

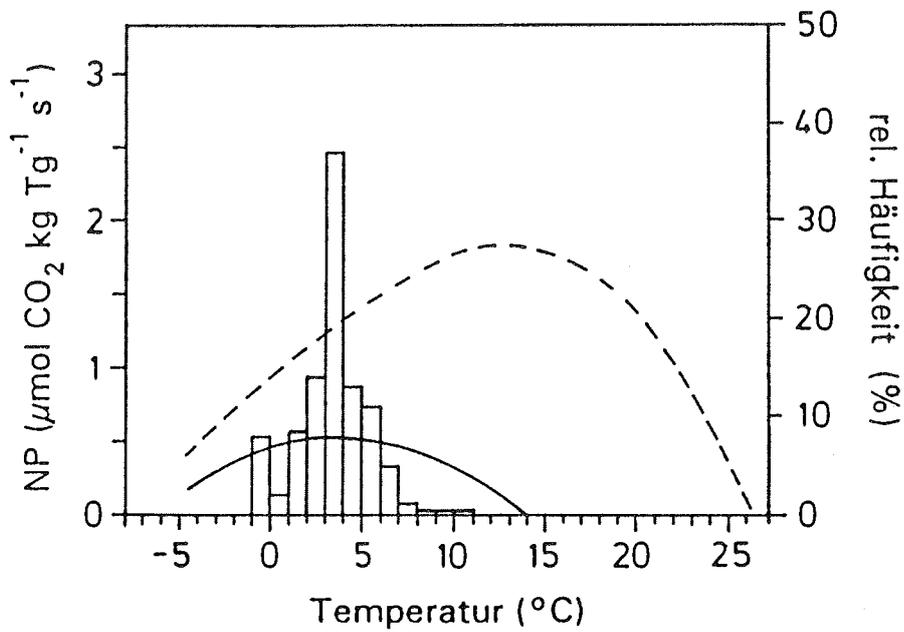
In der Küstenregion der maritimen Antarktis ergeben sich gleitende Übergänge für die Pflanzendecke vom Benthal über das Litoral zu marinen Terrassen. Die Vegetation in diesem Küstengebiet besteht vorwiegend aus Algen, Flechten und Moosen. Die ökologischen und physiologischen Probleme bei Landkryptogamen ähneln denen der marinen Makrophyten. Es sind daher prinzipielle Vergleiche zwischen den Ökosystemen dieser Küstenregion und den physiologischen Reaktionsweisen jeweils typischer Organismen angestrebt. Entlang einem Transekt von der Flachwasserzone bis zum Gletschervorfeld sollen von vier Arbeitsgruppen die Untersuchungen vorgenommen werden. Wesentlich ist dabei auch die Beobachtung der Standortbedingungen in ihrem räumlichen und zeitlichen Wechsel. Prinzipielle Fragestellungen sind für unsere Arbeitsgruppe:

- 1) Welche sind die Eigenschaften, die terrestrische Algen, Flechten und Moose befähigen, die Antarktis zu besiedeln?
- 2) Da in der maritimen Antarktis Migrationsbarrieren nicht anzunehmen sind, fragt es sich, welche ökologischen Bedingungen erlauben und welche begrenzen die Ansiedlung dieser Organismen?
- 3) Inwieweit weicht das ökologische vom physiologischen Optimum ab?
- 4) Welche Leistungen und Interaktionen sind zu beobachten?
- 5) Welche Ökosystemstrukturen können erreicht werden?

In nahezu 50 Publikationen haben wir über physiologische und ökologische Befunde von Untersuchungen von Sommerkampagnen berichtet. Kontinuierliche Messungen über die übrigen Jahreszeiten fehlen uns. Sie sind aber wesentlich zur Beurteilung der ökologischen und physiologischen Amplitude und der Gesamtproduktion der Pflanzen. Handelt es sich doch um perennierende Primärproduzenten, die über die Bedingungen vieler Jahresgänge integrieren.

Die in diesem Referat dargelegten Eigenschaften der Flechten lassen erkennen, daß metabolische Aktivität, Stoffproduktion und Wachstum während der Übergangsjahreszeiten und in diesen Breiten (62° S) auch während der Wintermonate möglich sind. Es werden die Anpassung des CO₂-Gaswechsels an Temperaturen bis -17° C, die Fähigkeit, im gefrorenen Zustand Schnee als Wasserquelle zu nutzen und die Ausnutzung von Licht unter einer dünnen Schneedecke gezeigt. Es wird auf Faktoren eingegangen, die die Aktivität von Kryptogamen begrenzen, wie z. B. Übersättigung des Thallus, Austrocknung oder starkes Licht unter Frostbedingungen (Photoinhibition). Austrocknungsperioden sind in der Sommerperiode wohl häufiger als während der übrigen Jahreszeiten.

Wir haben in den letzten Jahren ein System entwickelt, das kontinuierlich Licht (PAR), Thallus-, Substratum- und Lufttemperaturen, Luftfeuchtigkeit und Chlorophyllfluoreszenz messen kann. Mit letzterer können wir die Aktivitätsphasen von Flechten definieren (vgl. Abb.) und damit den Produktionserfolg hochrechnen. Zudem wollen wir durch die Beobachtung von Schneedicke und -bedeckungszeit sowie der Salinität in Meeresnähe Einflüsse auf die Ansiedlungsmöglichkeiten und die Artenzusammensetzung ermitteln. Insofern können wir zur Kausalanalyse der Vegetationsstruktur im Untersuchungsgebiet beitragen.



Temperaturanpassung der Nettophotosynthese nach Laborbefunden bei 50 - 100 $\mu\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ (—) und Lichtsättigung (----) im Vergleich zur Häufigkeit von Temperaturklassen (Säulen), die photosynthetisch nutzbar sind, während der antarktischen Sommerperiode (nach Schroeter 1991).

Physiologische Bedeutung von Dimethylsulfoniumpropionat (DMSP) in polaren Makroalgen

KARSTEN, U.¹, KÜCK, K.², STEINKE, M.², WIENCKE, C.³ und KIRST, G.O.²

¹Max-Planck-Institut für Marine Mikrobiologie, Fahrenheitstr.1, 28359 Bremen

²Universität Bremen, FB 2, Meeresbotanik, 28334 Bremen

³Alfred-Wegener-Institut für, Postfach 120161, 27515 Bremerhaven

Neben den durch anthropogene Aktivitäten freigesetzten Gasen gelangen eine Vielzahl von natürlichen, durch biologische Prozesse gebildete Substanzen in die Atmosphäre. Viele marine Algenarten synthetisieren und akkumulieren hohe Gehalte an Dimethylsulfoniumpropionat (DMSP). Diese Verbindung stellt die quantitativ bedeutendste biogene Schwefelverbindung dar. DMSP ist die direkte Vorstufe des flüchtigen Dimethylsulfid (DMS), der wichtigsten schwefelhaltigen Komponente im Schwefelkreislauf Ozean - Atmosphäre. DMS und seine Oxidationsprodukte gelten vor allem über den großen Ozeangebieten der südlichen Hemisphäre und der Antarktis als entscheidene Quelle für Kondensationskerne in der Wolkenbildung und somit für Wetter und Klima.

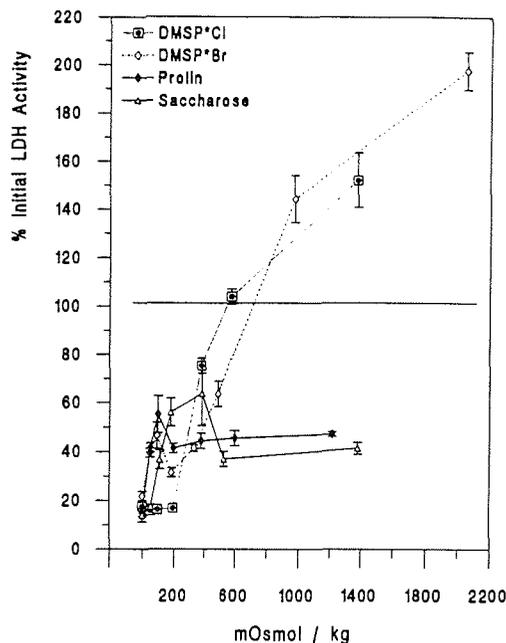
Die Biologie der benthischen Makroalgenflora der Antarktis wurde erst in den letzten 5-10 Jahren gezielt im Freiland und unter kontrollierten Laborbedingungen untersucht. Insbesondere die umfassenden Studien zum Einfluß abiotischer Faktoren auf die intrazellulären DMSP-Konzentrationen und zur physiologischen Bedeutung des DMSP konnten große Kenntnislücken über die Funktion und den Metabolismus dieser Verbindung in den polaren Meerespflanzen schließen.

Während der physiologischen Experimente zum DMSP-Stoffwechsel traten immer wieder große Standardabweichungen bei den Analysen auf. Eine systematische Untersuchung dieses Problems führte zu einer verbesserten Extraktionsmethode zur vollständigen Erfassung der intrazellulären DMSP-Gehalte.

Antarktische Grünalgen weisen extrem hohe DMSP-Gehalte im Vergleich zu gemäßigten Arten auf, was auf einen stimulierenden Effekt niedriger Temperaturen deutet. Laborversuche bestätigten, daß über mehrere Wochen bei 0°C kultivierte Pflanzen bis zu 5-fach höhere DMSP-Gehalte zeigten als Kontrollorganismen, die bei 10°C wuchsen. Die sich daraus ergebende mögliche biologische Funktion des DMSP als Frostschutzsubstanz wurde erstmalig an einem Modellsystem mit dem kältelabilen Enzym Lactat-Dehydrogenase (LDH) untersucht. LDH zeigte nach einem Gefrieren und anschließenden Wiederauftauen einen starken Aktivitätsverlust. Das Vorhandensein von DMSP beim Gefrierprozess bewirkte jedoch eine stabilisierende Schutzfunktion auf die LDH (Abb.1).

Abb. 1

Lactat-Dehydrogenase (LDH) Aktivität nach Einfrieren und Wiederauftauen in Gegenwart verschiedener organischer Verbindungen.

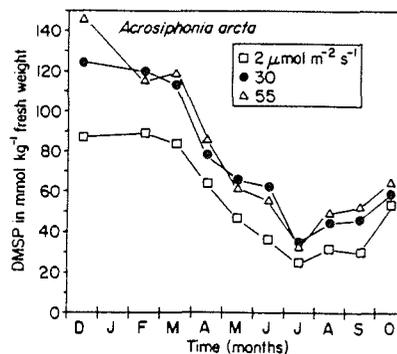


Sehr ähnliche Ergebnisse wurden in jüngster Zeit auch an den Enzymen Malat-Dehydrogenase und Glucose-6-P-Dehydrogenase aus einem antarktischen Isolat von *Acrosiphonia arcta* erzielt, und zwar in einem DMSP-Konzentrationsbereich, der unter natürlichen Bedingungen in den Algen gemessen wurde. Darüber hinaus führten hohe DMSP-Zugaben sogar zu einer deutlichen Steigerung der Enzymaktivität.

Der Einfluß des Lichtregimes auf die intrazellulären DMSP-Konzentrationen der antarktischen Grünalgen wurde erstmalig in einem einjährigen Versuch getestet, in welchem der natürliche Jahresgang der Tageslängen in der Antarktis in Kombination mit verschiedenen Photonendichten simuliert wurde (Abb. 2).

Abb. 2

Jahreszeitlich fluktuierende DMSP-Konzentrationen in *Acrosiphonia arcta*, welche unter antarktischen Tageslängen und verschiedenen Photonendichten angezogen wurde. Tageslänge Dezember 20 h, Juli 5 h Licht.



In allen Arten fiel der DMSP-Gehalt simultan mit abnehmender Tageslänge und stieg entsprechend umgekehrt mit zunehmender Tageslänge. Zusätzlich wurden die DMSP-Konzentrationen durch die Photonenfluenzrate beeinflusst, d.h. mit ansteigenden Bestrahlungsstärken stiegen auch die intrazelluläre DMSP-Werte. Dieser stimulierende Lichteffekt konnte auch an geographisch weit entfernten Algen der Arktis nachgewiesen werden. Somit scheint die Lichtabhängigkeit der DMSP-Akkumulation ein allgemein gültiges biologisches Phänomen darzustellen.

Die polaren Grünalgen wachsen bevorzugt in der Gezeitenzone der Antarktis bzw. Arktis. In diesem Habitat sind sie großen Schwankungen der abiotischen Umweltparameter, wie z.B. der Salinität ausgesetzt. Somit wurde an diesen Makroalgen die Fähigkeit zur osmotischen Akklimatisation nach hypo- und hypersaliner Belastung untersucht. Von besonderem Interesse war die mögliche Funktion des DMSP als intrazelluläres Osmotikum. Die Salzversuche haben eindeutig gezeigt, daß polare Grünalgen mit zunehmenden Salzstress hohe DMSP-Gehalte akkumulieren. Zusätzlich zur Rolle des DMSP als organischer Osmolyt wurde auch die mögliche Funktion dieser Verbindung als ein sogenanntes "compatible solute" an Schlüsselenzymen des Grundstoffwechsels überprüft. Dabei zeigte sich, daß DMSP selbst in hohen Konzentrationen stoffwechselverträglich ist und einen stabilisierenden, zum Teil sogar stimulierenden Effekt auf viele Enzymreaktionen ausübt.

Der Nachweis und die Charakterisierung eines DMSP-spaltenden Enzyms (DMSP-Lyase) wurde erstmals an einer polaren Grünalge (*Enteromorpha clathrata*) mit Erfolg durchgeführt (Abb.3). Die Ergebnisse deuten auf ein membrangebundenes Protein, welches eine maximale Aktivität bei 25°C und pH 6.2-6.4 aufweist. Damit konnte geklärt werden, wie DMS aus den Zellen in das Meerwasser gelangt, ein bis dahin ungelöstes Problem.

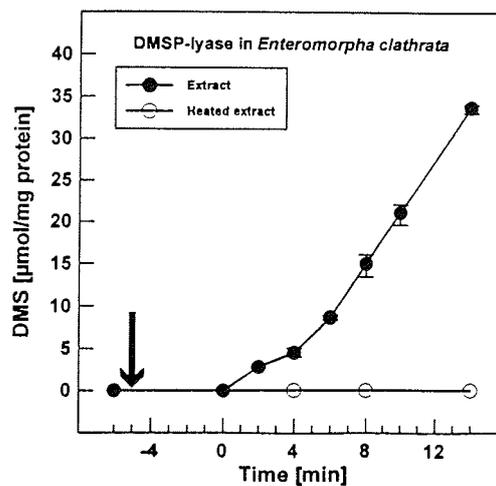


Abb. 3.
DMS Produktion in zellfreiem (●) und erhitztem (○) Extrakt. Pfeil zeigt Zugabe von Rohextrakt zu Puffer, bei t=0 Start der Reaktion durch DMSP Lösung (2 mM Endkonzentration).

RASCALS: Ein neues Programm zur Untersuchung von
Struktur und Dynamik der Ökosysteme antarktischer Küsten

Heinz Klöser

Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung
Postfach 120161, 27515 Bremerhaven

Die meeresbiologische deutsche Antarktischforschung der vergangenen Jahrzehnte konzentrierte sich auf Untersuchungen mit dem Forschungseisbrecher "Polarstern" in der vorher nur schwer erreichbaren Packeiszone des Weddellmeeres. Diese Hochsee- und Tiefwasserforschung wird jetzt durch einen neuen Schwerpunkt ergänzt: Auf der argentinischen Antarktisstation "Jubany", wo das AWI die Annex-Station "E.Dallmann" eingerichtet hat, wird seit 1991 in Kooperation zwischen dem AWI und dem Instituto Antártico Argentino ein synökologisches Programm (RASCALS: Research on Antarctic Shallow Coastal and Littoral Systems) zur Zusammensetzung und jahreszeitlichen Dynamik der Lebensgemeinschaften im Eulitoral und Sublitoral durchgeführt. Dabei wird eine begrenzte, überschaubare Untersuchungsfläche kleinräumig und in hoher zeitlicher Auflösung analysiert. Im einzelnen werden folgende Aspekte berücksichtigt: Die Bedeutung von Faktoren wie Licht, Salzgehalt, Temperatur, Topographie und Bodenbeschaffenheit, Exposition gegenüber Wellenschlag und Eisgang; die Struktur und Verteilung der benthischen Lebensgemeinschaften in Abhängigkeit von den oben aufgeführten Faktoren; die Jahressgänge der Entwicklung von Phytoplankton, benthischen Mikro- und Makroalgen; der Eintrag von limnischem Material; die Bedeutung der Algen als Nahrungsquelle für Tiere; die Populationsbiologie und Reproduktion wichtiger benthischer Tiere; sowie schließlich die durch episodische Ereignisse wie schwere Stürme und auflaufende Eisberge verursachten Schäden in den benthischen Gemeinschaften und deren anschließende Regeneration. Die Daten werden eine verlässliche Basis für ein Ökosystemmodell bilden, das Simulationen möglicher Reaktionen auf Umweltveränderungen erlaubt.

Durch die Errichtung des vom AWI finanzierten Laboratoriums "E.Dallmann", zu dem Boote, Taucheinrichtungen und Aquarienräume gehören, wird das Projekt langfristig auf eine solide Grundlage gestellt. Die leichte Erreichbarkeit der Station macht das Laboratorium "E.Dallmann" auch für weitere Arbeiten attraktiv: So lassen sich zum Beispiel physiologische Experimente durchführen, weil natürliches Seewasser mit natürlicher Nahrung zur Verfügung steht, lebende Algen und Tiere kurzfristig beschafft werden können, und die gerade herrschenden Umweltbedingungen gemessen und simuliert werden können. Auch Experimente in situ zur Sukzession lassen sich installieren und über längere Zeiträume kontrollieren. Besonders wertvoll dürfte auch die Möglichkeit sein, zahlreiche Organismen, die an Bord eines Forschungsschiffes nur losgelöst von ihrem Umweltbeziehungen untersucht werden können, unmittelbar in ihrem Lebensraum beobachten zu können.

Die küstennahen Flachwasserlebensräume der Antarktis sind zwar auch früher bereits untersucht worden, doch fehlten umfassende, ökosystemare Forschungsansätze. Statt dessen wurden in der Regel Einzelbeobachten in weit voneinander entfernten Gebieten zu allgemein gültigen Schlußfolgerungen verwendet. Dies mußte zwangsläufig zu Fehlinterpretationen führen. So wurde zum Beispiel die in der Literatur häufig und übereinstimmend beschriebene Zonierung des antarktischen Sublitorals von uns nur an geschützteren Standorten gefunden, während die häufiger vorkommenden exponierten Standorte anders strukturiert sind. Dies beruht auf einem systematischen Fehler, der sich in die bisherigen Untersuchungen eingeschlichen hat: Gearbeitet wurde stets dort, wo dies möglich war, das heißt, an den in geschützten Buchten angesiedelten Stationen. Von den auf King George Island gelegenen Stationen ist "Jubany" die einzige, die in unmittelbarer Nähe offener Küsten liegt, während sich die übrigen im Innern der beiden tiefen Fjorde Maxwell Bay und Admiralty Bay befinden. So bietet das Labor "E.Dallmann" die Möglichkeit, die repräsentativeren, aber bislang kaum bearbeiteten exponierten Küsten zu erforschen und gleichzeitig die gute logistische Anbindung der Insel zu nutzen.

"Benthische Untersuchungen im Liefdefjorden (Nordwest-Spitzbergen) unter besonderer Berücksichtigung der Polychaeta und Amphipoda"

Plate, Christian & Wagner, Rudolf, Zoologisches Institut und Museum,
Martin Luther King Platz 3, 20146 Hamburg

Innerhalb von drei Jahren wurden im Rahmen der "Geowissenschaftlichen Spitzbergen-Expedition 1990-1992 (SPE 90-92)" faunistische und hydrologische Untersuchungen im Liefdefjorden (Nordwest-Spitzbergen) durchgeführt.

Ziel dieser Arbeiten war es, nicht nur das Arteninventar des Fjords zu erforschen, sondern auch verstärkt Aufschluß über den Lebensraum und die Ökologie ausgewählter Tiergruppen, insbesondere der Polychaeten und Amphipoden zu erhalten. Die dafür entscheidenden Parameter wie Temperatur, Salinität und Substratbeschaffenheit sollen im folgenden kurz umrissen werden.

Die Substrate, die 1992 mittels einer Sedimentanalyse untersucht wurden, sind im Liefdefjorden recht unterschiedlich. Bedingt durch den Eintrag mehrerer großer Gletscher sind Schluffe und feinsandig-siltige Substrate, die zum Teil stark verdichtet sind, vorherrschend. Im Strandbereich fanden sich grobe Sande und Kiese. Hartsubstrate gibt es zwischen den Lerner-Inseln und sie waren im Bereich der Mokeöyane-Insel (im Osten des Fjordes) größtenteils mit Kalkalgen überwachsen. Der organische Anteil der Weichböden ist zum Teil sehr hoch und stellt sich als mariner Detritus mit Sand/Silt vermischt dar. Die Sauerstoffkonzentrationen waren überall sehr hoch (> 100 %). Durch abtauendes Gletschereis und im Bereich der Gletscherabflüsse kommt es stellenweise zu erheblichen Aussüßungen im Uferbereich und auf der Wasseroberfläche. Ausläufer des NW-Spitzbergenstroms führen im Bereich der Mokeöyane zu erstaunlich warmen Wasser-Verhältnissen (7 °C bis zu 4 m Tiefe und noch 4 °C im Bereich des Meeresgrundes in 20-40 m Tiefe). Dagegen finden sich in ungestörten Becken im Gebiet der Inseln im Fjordinneren Bereiche mit Wassertemperaturen von konstant -1 bis -1.5 °C.

- POLYCHAETA (marine Borstenwürmer) - bearbeitet von Christian Plate

Innerhalb der Jahre 1990-92 wurden im Liefdefjorden 164 Van-Veen-Greifer-Proben, die Polychaeten enthielten, genommen. Es waren insgesamt 5914 Individuen, die sich aus 65 Arten zusammensetzten, hiervon konnten sechs nur bis zur Gattung bestimmt werden. Zwei der 65 Arten sind für die Wissenschaft neu (*Oriopsis ingeloreae* sp. n. und *Oriopsis liefdefjordensis* sp. n.). Diese 65 Polychaetenarten sind insgesamt 31 Familien zuzuordnen.

Nur wenige Arten, die im Liefdefjorden gefunden wurden, sind als rein arktische Arten zu bezeichnen. Der Hauptverbreitungstyp ist eindeutig der des arktisch-borealen Typus. Neun der 65 Arten sind in Spitzbergen zum ersten Mal nachgewiesen worden.

Bei den meisten im Liefdefjorden nachgewiesenen Polychaeten handelt es sich um Substrat-, Detritus- und Sedimentfresser. Karnivore Tiere sind deutlich in der Minderheit.

Eine Abhängigkeit der Artenzahl von der Korngröße des Sediments konnte nachgewiesen werden. Je feiner das Sediment desto höher war die Artenzahl der Polychaeta. Desweiteren wurden charakteristische Arten der entsprechenden Zonen und Lebensräumen (verschiedene Substrate, verschiedene Algen u. s. w.) sowie Polychaetenassoziationen herausgearbeitet.

- AMPHIPODA (Flohkrebse) - bearbeitet von Rudolf Wagner

Die Bedeutung der Amphipoda liegt in den Gewässern des Liefdefjords weniger in deren Diversität - hier werden sie von den Polychaeten bei weitem übertroffen - als in ihrer Biomasse und der dadurch in der Nahrungskette hervorragenden Position.

Als Nahrungsgrundlage dient den Amphipoda im Liefdefjorden sowohl pflanzliche als auch tierische Nahrung. Ihr quantitativ bedeutendes Auftreten im Bereich der Kiesstrände (überwiegend *Gammarus spec.*) und der sandigen Strände (überwiegend *Onisimus litoralis*) dürfte auf Nahrungseintrag von Land (offenbar über das Grundwasser) und der Gletscherabflüsse, vor allem aber vom Meer (Tideneinfluß) zurückzuführen sein. Bei auflaufendem Wasser verlassen die Amphipoden das schützende Interstitium der Kiesstrände und schwimmen frei im Wasser umher. Dies macht sie zu einer relativ leichten Beute der stoßtauchenden Küstenseeschwalben. Im Gegensatz zu südlicheren Breiten bilden im Liefdefjord Amphipoden die Hauptnahrungsgrundlage dieser Art.

Neben der quantitativ hervorragenden Beteiligung an der eulitoralen Fauna der Strände treten Amphipoden aber auch relativ individuen- und artenreich im Phytal auf (*Weyprechtia pinguis*, *Gammarellus homari*, *Gammaracanthus loricatus* und *Ischyrocerus anguipes*). In den weichen Böden des Sublitorals treten sie dagegen deutlich zurück.

Bislang wurden 23 Arten aus 12 Familien verzeichnet. Bei den meisten Arten handelt es sich um Formen mit rezent arktischer oder arktisch-borealer Verbreitung. Eine Art ist bekannt als Eiszeitrelikt aus der westlichen Ostsee, und eine weitere Art besitzt Reliktorkommen im Kaspischen Meer.

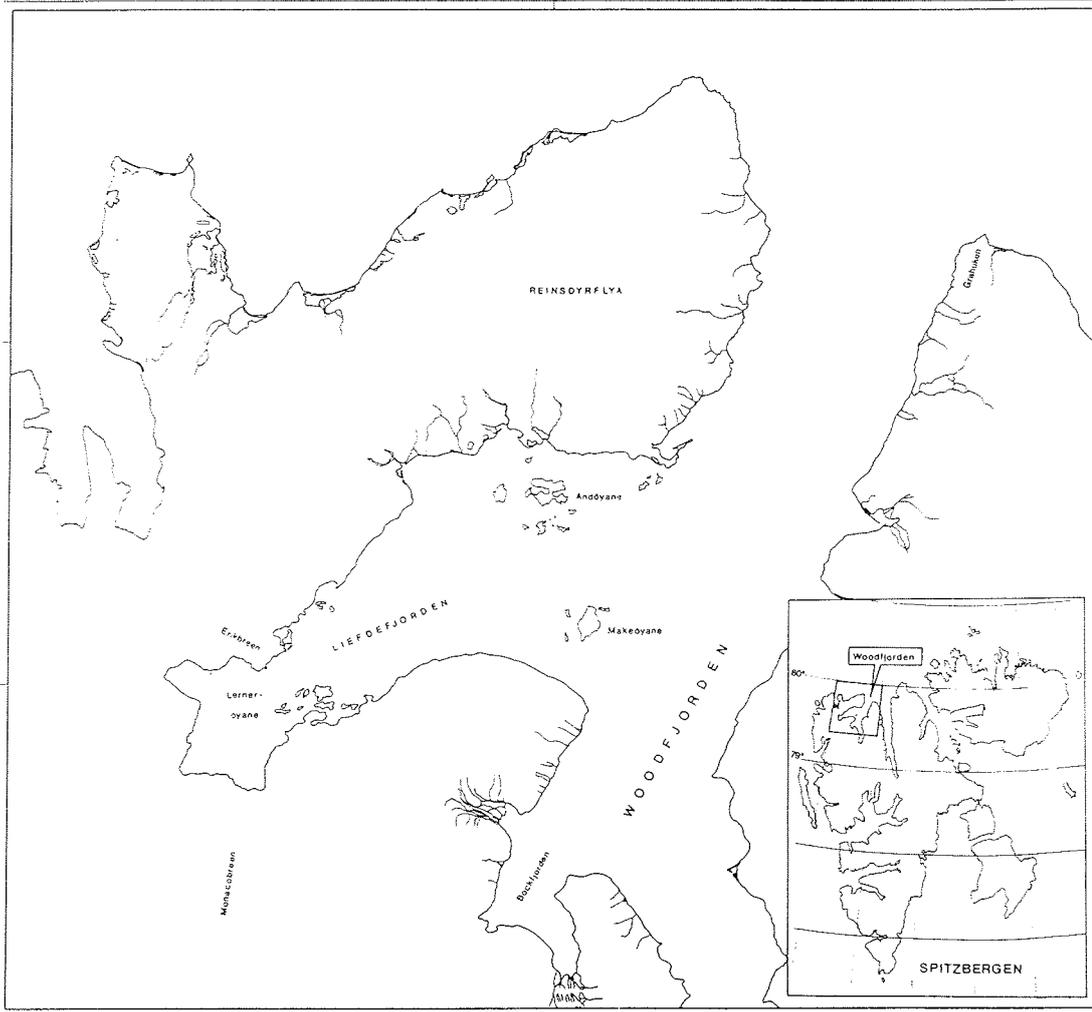
Mit dem Aufenthalt in der Jubany-Station im Jan/Febr. 1994 ergab sich die Möglichkeit zu vergleichenden Untersuchungen an beiden Tiergruppen im Bereich einer ähnlich strukturierten Flachwasserzone in der Antarktis. Die Auswertung der dort gesammelten Proben kann aber erst im Sommer 1994 beginnen.

Literatur:

GLASER, D., HARTMANN, G., MALLWITZ, J., PLATE, CH., WAGNER, R. (1992): Untersuchungen an der Fauna des Liefdefjordes. Stuttgarter Geographische Studien, Bd. 117: 369-378.

PLATE, CH. & WAGNER, R. (1993): Hydrologische und Faunistische Untersuchungen des Liefdefjordes. Materialien zur Physiogeographie, Basel. Heft. 15. 91-97.

Untersuchungsgebiet der Geowissenschaftlichen Spitzbergen-Expedition 1990-92



UNTERSUCHUNGEN ZUR JAHRESPRIMÄRPRODUKTION VON FLECHTEN IN DER MARITIMEN ANTARKTIS

B. Schroeter & F. Schulz

Botanisches Institut und Institut für Polarökologie, Universität Kiel, 24098
Kiel

Die terrestrische Vegetation der maritimen Antarktis ist geprägt von Kryptogamen, während Höhere Pflanzen nur eine untergeordnete Rolle spielen. So sind in der maritimen Antarktis in feuchten Bereichen nicht selten dicke Moosteppiche zu finden, die Torfschichten von mehreren Dezimetern akkumulieren können. In trockeneren Bereichen dominieren demgegenüber vor allem Flechten, die sowohl als Krusten Geröllhalden und Felswände überziehen, als auch in strauchförmiger Wuchsform ausgedehnte "Flechtenheiden" bilden können. In solchen *Usnea-Himantormia*-Gesellschaften können Biomassen von bis zu 2 kg Trockengewicht pro m² akkumuliert werden (Kappen 1993). Für das Verständnis der terrestrischen Ökosysteme der Antarktis ist der Kohlenstoffumsatz der Vegetation, bzw. seine Rate und Geschwindigkeit, eine zentrale Fragestellung.

Der Frage nach Wachstumskapazität und Kohlenstoffumsatz in den terrestrischen Ökosystemen der maritimen Antarktis gehen wir in der Kieler Arbeitsgruppe seit mehreren Jahren nach, erste Ergebnisse sollen im folgenden am Beispiel der Charakterart *Usnea aurantiaco-atra* dargestellt werden. *U. aurantiaco-atra* ist eine Strauchflechte, deren Thallus mehr als 10 cm groß werden kann und deren Verbreitungsschwerpunkt in der maritimen Antarktis liegt. Altersabschätzungen an *U. aurantiaco-atra* geben Hinweise darauf, daß große Thalli dieser Art weit über 200 Jahre alt sein können (Hooker 1980). Demgegenüber lassen neuere Bestimmungen der Biomassezunahme (Smith 1990) sowie Radiocarbonmessungen (Willkomm et al. 1990) auf einen deutlich schnelleren Kohlenstoffumsatz schließen.

In einem ersten Schritt erlaubt es die direkte, *in situ*-Erfassung des CO₂-Gaswechsels in Form von Tagesgängen, die Abhängigkeit von Nettophotosynthese und Dunkelatmung von Licht (als photosynthetisch aktiver Strahlung), Temperatur und Wassergehalt zu beschreiben (Schroeter et al. 1991) und daraus die Tagesprimärproduktion für einzelne Meßtage zu errechnen. Neben Tagesgängen unter natürlichen Bedingungen kann im Freiland auch die Licht- und Temperatur-Abhängigkeit bei optimalem Wasserzustand erfasst werden. Diese Daten können dann als Grundlage für die Parametrisierung eines empirischen Photosynthesemodells verwendet werden, das mit Hilfe von mathematischen Modellen die Abhängigkeit der Photosynthese von den drei genannten Kardinalfaktoren beschreibt (z.B. Schroeter 1991).

In einem zweiten Schritt muß nun über die Erfassung der Tagesprimärproduktion einzelner Tage hinaus eine Erweiterung der zeitlichen Dimension erreicht werden. Dazu haben wir nach umfangreichen Vorstudien bei der spanischen Antarktisstation Juan Carlos I. (62°39'S, 60°23'W) in der Antarktissaison 1991/92 eine Mikroklimameßstation eingerichtet. In 5-minütigem Abstand werden hier automatisch die wichtigsten Parameter für Primärproduktion, also Lichtbedingungen, Thallustemperaturen sowie die Zeiträume metabolischer Aktivität, gemessen mit Hilfe eines speziell für diesen Einsatz entwickelten Chlorophyllfluorometers, erfasst. Aufgrund der poikilohydrischen Natur der Flechten ist die Wasserverfügbarkeit ein entscheidender, limitierender Parameter für metabolische Aktivität, dies wird im folgenden bei der Betrachtung der Primärproduktion im Jahreslauf deutlich.

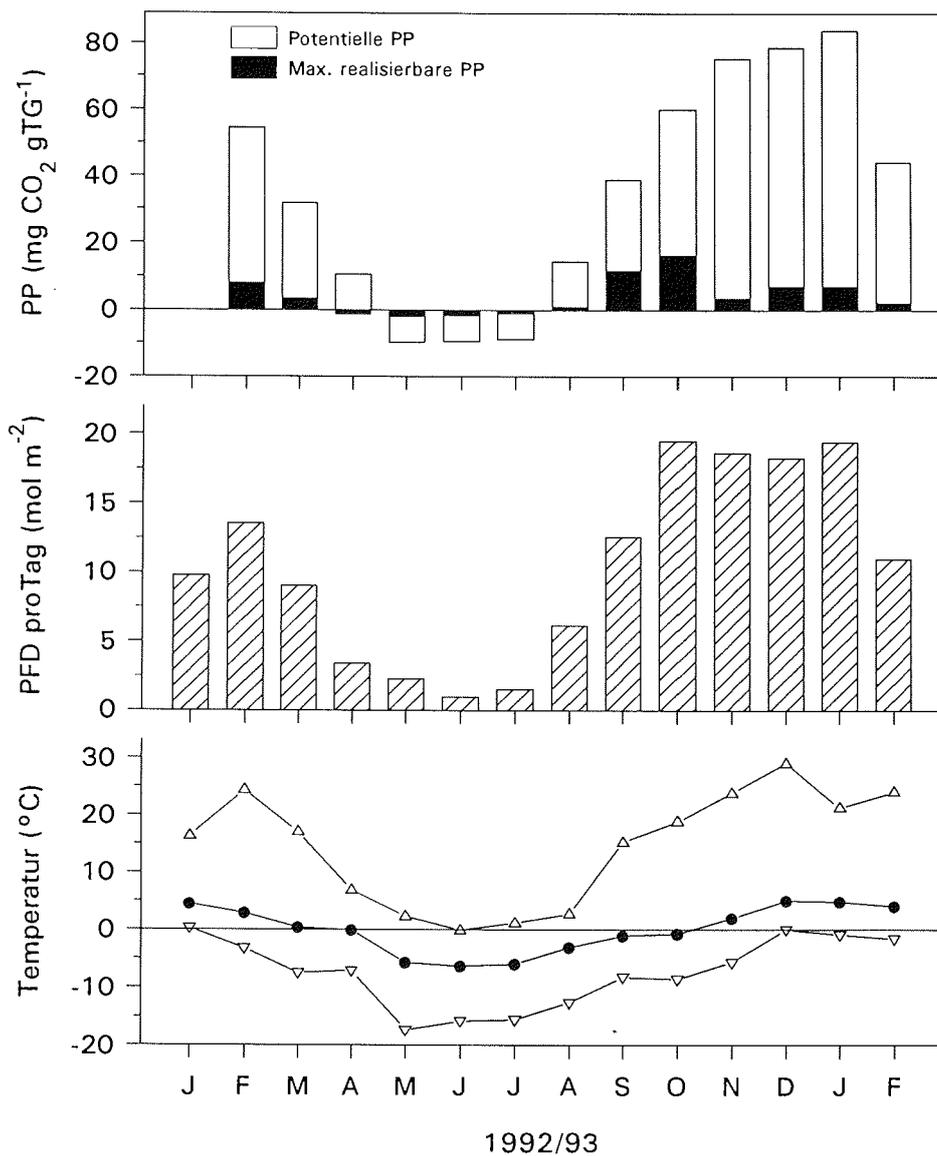


Abb. 1: Jahresgang von maximal realisierbarer und potentieller Primärproduktion von *Usnea aurantiaco-atra* auf Livingston Island, Süd-Shetland-Inseln, Antarktis. Potentielle und maximal realisierbare Primärproduktion (PP) wurden mit dem selben Photosynthesemodell berechnet, jedoch wurden bei der maximal realisierbaren PP nur die Zeiträume mit nachgewiesener metabolischer Aktivität in die Berechnung einbezogen. Die monatlichen Minima und Maxima der Thallustemperaturen sind durch offene Dreiecke dargestellt, die mittleren monatlichen Thallustemperaturen mit einem ausgefüllten Kreis. Die Photonenflußdichten (PFD) sind für jeden Monat aufsummiert und als mittlere Tagessumme berechnet.

Der in Abb. 1 für *Usnea aurantiaco-atra* dargestellte Jahresgang zeigt die äußeren, mikroklimatischen Parameter, wie die jeweiligen Lichtsummen pro Tag, die maximalen und minimalen Thallustemperaturen und die monatlichen Mittelwerte, darüberhinaus ist die mit Hilfe eines Photosynthesemodells berechnete monatliche Primärproduktion dargestellt. Dabei wird zwischen der potentiellen Primärproduktion und der maximal realisierbaren Primärproduktion unterschieden. Der Kalkulation der potentiellen Primärproduktion liegt die (unrealistische) Annahme zugrunde, daß während des gesamten Jahres optimale Feuchtigkeitsbedingungen für die Flechte herrschen. Bezieht man jedoch in die Berechnung der Primärproduktion nur diejenigen Zeiträume ein, in denen genügend Feuchtigkeit für metabolische Aktivität zur Verfügung steht (ohne zwischen verschiedenen Thallustemperaturen zu unterscheiden), ergeben sich stark verringerte Werte für die maximal realisierbare Primärproduktion. Die mangelnde Wasserverfügbarkeit reduziert vor allem während der Sommermonate die Primärproduktion auf weniger als ein Zehntel der potentiellen Primärproduktion. Häufig können die günstigeren Licht- und Temperaturbedingungen von der Flechte nicht für Photosynthese genutzt werden, da eine schnelle Austrocknung des Thallus bei niedrigen Luftfeuchtigkeiten die Flechte inaktiviert. In den Wintermonaten von April bis Juli sind aufgrund der ungünstigen Lichtverhältnisse negative Kohlenstoffbilanzen zu verzeichnen, während vor allem in den Übergangsmonaten August und September im vorliegenden Untersuchungszeitraum entscheidende Kohlenstoffgewinne gemacht werden konnten. Diese erste Hochrechnung der Primärproduktion für *Usnea aurantiaco-atra* in der maritimen Antarktis ergibt eine potentielle Jahresprimärproduktion von 421 mg CO₂ pro g Trockengewicht, demgegenüber kann aufgrund der limitierenden Wasserverfügbarkeit von der Flechte maximal nur eine Jahresprimärproduktion von 53 mg CO₂ pro g Trockengewicht realisiert werden. Die vorliegenden Daten können nun durch bereits vorliegende weitere Jahresgänge von *Usnea aurantiaco-atra* und anderen charakteristischen Flechtenarten erweitert werden, darüberhinaus sollen durch eine Erweiterung in der räumlichen Dimension in Zukunft auch die Kohlenstoffflüsse von großräumigeren Vegetationseinheiten charakterisiert werden. Für diese Untersuchungen kommt der deutschen Annexstation bei Jubany besondere Bedeutung zu, da hier im Zusammenwirken mit anderen Arbeitsgruppen eine interdisziplinäre, längerfristige Untersuchung der terrestrischen Ökosysteme durchgeführt werden kann.

Zitierte Literatur:

- Hooker, T.N. 1980: Growth and production of *Usnea antarctica* and *U. fasciata* on Signy Island, South Orkney Islands. Bulletin British Antarctic Survey 50: 35-49
- Kappen, L. 1993: Lichens in the Antarctic region. In: Friedmann, E.I. (ed.) Antarctic Microbiology. Wiley-Liss: 433-490
- Schroeter, B. 1991: Untersuchungen zu Primärproduktion und Wasserhaushalt von Flechten der maritimen Antarktis unter besonderer Berücksichtigung von *Usnea antarctica* DuRoi. Dissert. Univ. Kiel
- Schroeter, B.; Kappen, L.; Moldaenke, C. 1991: Continuous in situ recording of the photosynthetic activity of Antarctic lichens - established methods and a new approach. Lichenologist 23: 253-265
- Smith, R.I.L. 1990: Signy Island as a paradigm of biological and environmental change in Antarctic terrestrial ecosystems. In: Kerry, K.R. & Hempel, G., (eds.) Antarctic ecosystems. Springer Berlin: 32-50
- Willkomm, H.; Bölter, M.; Kappen, L. 1991 (1992): Age estimation of Antarctic macrolichens by radiocarbon measurements. Polarforschung 61: 103-112

Photosynthesecharakteristika antarktischer Makroalgen

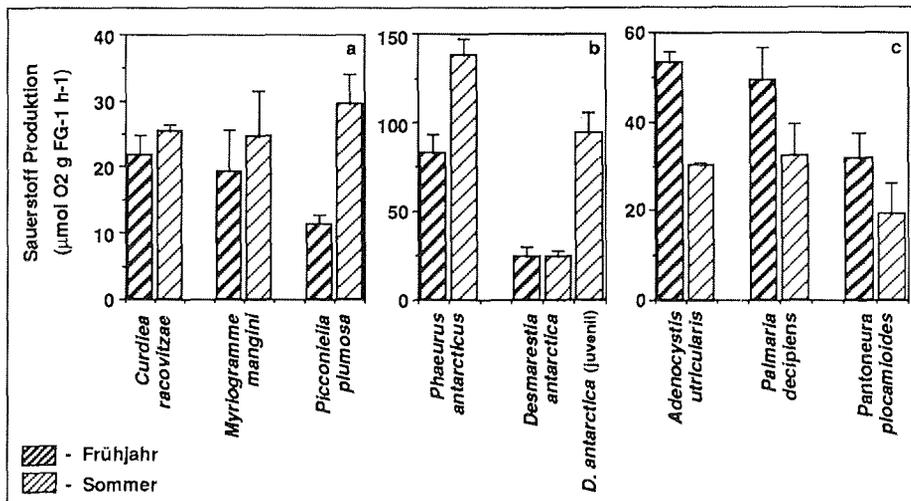
Gabriele Weykam und Christian Wiencke
Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, Postfach 120161
D-27515 Bremerhaven

Abgesehen von punktuellen Felduntersuchungen waren die Photosynthesecharakteristika antarktischer Makroalgen bisher nur in Experimenten mit kultivierten Algen erforscht. Zur Bestätigung der Labordaten sowie als Referenz für zukünftige Untersuchungen im Labor war es daher dringend nötig, die Photosyntheseaktivität an Feldmaterial zu untersuchen. Die hier dargestellten Ergebnisse beruhen auf zwischen September und Dezember 1993 durchgeführten Messungen an Makroalgen aus der Umgebung des neu eingerichteten Dallmann-Laboratoriums auf King George Island.

Es wurden insgesamt 35 bei den Südshetland-Inseln häufige und ökologisch wichtige Arten der Rhodophyceae, Phaeophyceae, Chlorophyceae und Chrysophyceae untersucht. An einigen ausgewählten Arten wurden neben der generellen Photosynthesecharakteristik zusätzliche Aspekte einbezogen. So wurde auch der Einfluß des in den einzelnen Wassertiefen unterschiedlichen Lichtklimas auf die Photosyntheseaktivität sowie ihre jahreszeitliche Variation untersucht.

Mit den Messungen zur Photosyntheseaktivität konnte die aus Kulturexperimenten bereits bekannte Anpassung antarktischer Makroalgen an ihren Lebensraum bestätigt werden. Trotz der niedrigen Temperaturen um 0 °C zeigen antarktische Makroalgen unter lichtsättigenden Bedingungen ähnlich hohe Photosyntheseraten (P_{max}) wie vergleichbare Arten aus gemäßigten Breiten bei höheren Temperaturen. Antarktische Algen sind außerdem deutlich an Schwachlicht adaptiert. Dies zeigt sich an den generell niedrigen Lichtsättigungspunkten der Photosynthese (I_k -Werte) bei Photonенflussraten von 14-30 ($65 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), hohen α -Werten und niedrigen Lichtkompensationspunkten. Darüber hinaus wurden zwischen den untersuchten Arten Unterschiede in der Photosyntheseaktivität, die sich zum Beispiel auf die Thallusstruktur oder die Reproduktionsstrategie der Algen zurückführen lassen, gefunden, die in ähnlicher Weise auch für Makroalgen aus anderen Breiten beschrieben sind.

Der Einfluß des in verschiedenen Wassertiefen unterschiedlichen Lichtklimas auf die Photosyntheseaktivität wurde an den Braunalgen *Desmarestia anceps* und *Himantothallus grandifolius* und der Rotalge *Plocamium cartilagineum* untersucht. Die Untersuchung ergab, daß hohe Photonенflussraten bei Algenmaterial aus 30 m Tiefe ebenso effizient genutzt werden können wie bei Material aus geringeren Tiefen. Damit ist ein höherer Gehalt an Chlorophyll *a* korreliert, der bei Algen aus großen Tiefen auch zu einer erhöhten Absorption unter Schwachlichtbedingungen beiträgt.



Abbildungen a, b, c:

Licht-gesättigte Photosyntheserate (brutto-P_{max}) antarktischer Makroalgen im Frühjahr und Sommer (μmol O₂ g⁻¹ h⁻¹; Mittelwert ± S.E.M., n=3-4)

Die Photosyntheseaktivität zeigt starke saisonale, für die einzelnen Arten charakteristische Schwankungen (Abb. 1 a, b, c). Diese zeigen sich nicht nur in der maximalen Photosyntheserate, sondern auch im linearen Bereich der P-I-Kurve (α -Wert). Während z. B. die Photosyntheserate bei *Phaeurus antarcticus* im September einen hohen α -Wert und eine niedrige Photosyntheserate (P_{max}) aufweist, ist dies Anfang Dezember umgekehrt. Durch die hohe Effektivität im Schwachlichtbereich wird die Lichtsättigung der Photosynthese im September schon bei sehr niedrigen Photonenzraten erreicht. Eine jahreszeitliche Veränderung der Photosyntheseaktivität kann aber auch auf das Entwicklungsstadium der Alge zurückzuführen sein, wie es bei *Desmarestia antarctica* der Fall ist (Abb. 1b). Die adulten Pflanzen zeigen zwischen September und Dezember keine Veränderung, während die juvenilen Pflanzen im Dezember im Vergleich zu den adulten eine wesentlich höhere Photosyntheserate aufweisen. Bei anderen Arten hingegen sinkt die Photosyntheseaktivität zum Sommer (Abb. 1c). Die Braunalge *Adenocystis utricularis* und die Rotalgen *Palmaria decipiens* und *Pantoneura plocamioides* zeigen ein deutliches Absinken der Photosyntheserate zwischen September und Dezember. Dieses saisonale Muster wurde bereits in Langzeitkulturexperimenten unter fluktuierenden antarktischen Tageslängen an *Palmaria decipiens* nachgewiesen.

Insgesamt zeigen die Daten, daß die Photosynthese der einzelnen Arten in Einklang mit ihrer jeweiligen Phänologie charakteristische jahreszeitliche Schwankungen aufweist. Die Saisonalität der Photosynthese und anderer Stoffwechselprozesse sowie ihre Steuerung durch Umweltfaktoren stellt einen wichtigen Forschungsschwerpunkt für die Arbeiten in den nächsten Jahren dar.

Evolution von Kaltwassermakroalgen

C. Wiencke¹, B. Bischoff¹, I. Bartsch², A. Peters³, A. Breeman⁴, M. van Oppen⁴,
J. Olsen⁴, W. Stam⁴

¹ Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, 27515 Bremerhaven

² Biologische Anstalt Helgoland, Notkestr. 31, 22607 Hamburg

³ Institut für Meereskunde, Universität Kiel, Düsternbrooker Weg 20, 24105 Kiel

⁴ Department of Marine Biology, University of Groningen, Postbus 14,
NL-9750 AA Haren

Im Rahmen eines von den o. a. Instituten entwickelten gemeinsamen Projektes wurden die Temperaturansprüche von Makroalgen verschiedener geographischer Regionen ermittelt und in Beziehung zur Klimageschichte der betreffenden Regionen gesetzt. Danach wachsen tropische Arten nur bei Temperaturen zwischen 20 und 30 °C und sterben unterhalb 14 und oberhalb 35 °C ab. Arten aus den polaren und kaltgemäßigten Regionen haben ihre Toleranz gegenüber tiefen Temperaturen erweitert und zeigen oft sogar bei Temperaturen um 0 °C optimale Wachstums- und Reproduktionsraten. Bei Arten aus der Arktis ging die Fähigkeit, bei Temperaturen über 15-20 °C zu wachsen und sich fortzupflanzen, verloren. Auch die obere Überlebenstemperatur senkte sich auf ca. 20 °C. Eine noch stärkere Anpassung an tiefe Temperaturen zeigt sich bei antarktischen Arten. Braunalgen aus der Antarktis beispielsweise wachsen und pflanzen sich nur bei Temperaturen ≤ 5 °C fort und sterben bereits oberhalb 11-13 °C ab. Diese Unterschiede in den Temperaturansprüchen arktischer und antarktischer Algen werden auf die unterschiedlich lange Kaltwassergeschichte von Arktis (≤ 3 Mio. Jahre) und Antarktis (≥ 14 Mio. Jahre) zurückgeführt. Insgesamt läßt sich aus

diesen Untersuchungen durch Vergleich von Arten aus verschiedenen Regionen mit unterschiedlicher Klimageschichte ein äußerst differenziertes Bild über den Grad der Adaptation an tiefe Temperaturen und über den Zeitbedarf für die Evolution von Kaltwasseralgen gewinnen.

Neben ausschließlich in einer der beiden Hemisphären verbreiteten Arten gibt es eine kleine Anzahl von Arten, die in beiden Polargebieten vorkommen. Bereits vor mehr als 10 Jahren wurde die Hypothese aufgestellt, daß sich diese Arten in einer der beiden Hemisphären entwickelt und die Tropen zu Zeiten herabgesetzter äquatorialer Wassertemperaturen im Pleistozän überquert haben. Diese Annahme konnte jetzt in allen Fällen auf unterschiedlichen Wegen bestätigt werden. So ergaben molekularbiologische Untersuchungen, daß bestimmte Abschnitte des Genoms in nord- und südhemisphärischen Populationen einer Art nahezu identisch sind, ein Hinweis auf eine zeitlich nicht weit zurückliegende Entstehung dieser Disjunktion. Darüber hinaus liegen die oberen Überlebenstemperaturen aller untersuchten Arten mit 23-28,5 °C so hoch, daß eine Überquerung des 23-25°C warmen Tropengürtels während des Maximums der letzten Eiszeit an den Ostküsten der Ozeane möglich war.

Diese Ergebnisse sind nicht nur für die Grundlagenforschung von Interesse, sie erlauben auch eine Vorhersage von Veränderungen in der Verbreitung bestimmter Arten aufgrund möglicher globaler Temperaturveränderungen. Darüber hinaus wird es möglich sein, Szenarien zu entwerfen, die die Veränderungen in den ökologischen Verflechtungen der Küstenökosysteme darstellen.

Benthische Foraminiferen in der Northeastwater-Polynya (NO-Grönland) im Sommer 1993

von Michael Ahrens

Sonderforschungsbereich 313, Universität Kiel, Heinrich-Hecht -Platz 10, 24118 Kiel

In dem saisonal eisfreien Gebiet der Northeastwater (NEW)-Polynya (ca. 80°N, 15°W) wurde im Rahmen von "Polarstern"-Expedition ARK IX/2+3 (15.05-04.08.93) das Besiedlungsmuster der lebenden benthischen Foraminiferen (>63µm) untersucht. Ziel der Untersuchung war einerseits die Beschreibung der Foraminiferen-Biofazies in dem Gebiet und andererseits die Beobachtung, in welcher Weise die am Boden lebende Foraminiferengemeinschaft durch das vermutete pelagische Hochproduktionsregime der Polynya beeinflusst wird. Auf 19 Stationen (Wassertiefe 170-500 m) wurden über 60 Arten bestimmt, wovon im Mittel 12 Arten über 90% der Gesamtindividuenzahl stellten. Die Foraminiferen-Artenszusammensetzung war geprägt von *Elphidium excavatum*, *Cassidulina teretis*, *Islandiella islandica*, *Nonion labradoricum*, *Labrospira jeffreysi/Trochammina nana*, *Labrospira crassimargo* und *Textularia spp.* und zeigte Ähnlichkeit mit der anderer arktischer Schelfregionen. Rund 60 % der Foraminiferen waren Kalkschaler, etwa 40% waren Sandschaler. Die kleinste Größenfraktion (63-125 µm) machte ca. 70% der Gesamtsiedlungsdichte aus, die zweitkleinste Fraktion (125-250 µm) ca. 25%. Gesamtsiedlungsdichten (>63µm) lagen bei ca. 200 Ind/10 cm⁻³ an der Sedimentoberfläche und nahmen ins Sediment hinein rasch ab. In 5 cm Sedimenttiefe betrug die Siedlungsdichte nur noch etwa 10% der Oberflächendichte. Tiefere Sedimentschichten als 5cm wurden nicht beprobt. Im Sediment wurde eine andere Artenszusammensetzung als an der Sedimentoberfläche gefunden, was je nach dominierender Art zu charakteristischen Siedlungsdichten-Tiefenprofilen führte (exponentielle Abnahme, Tiefen-Maximum oder sprunghafte Abnahme). Die Biomasse der benthischen Foraminiferen wird auf eine Größenordnung von 0.1-0.5 g Corg m⁻² geschätzt. Das Besiedlungsmuster der Foraminiferen war gekennzeichnet von hoher räumlicher Variabilität (Patchiness), welche sich nur zum Teil durch die gleichzeitig gemessenen Umweltparameter (S,T,D, Korngröße, Strömung, Sediment-Chlorophyllgehalt) erklären ließ: Zwar wurden positive Korrelationen der Siedlungsdichte mit dem Sand- und Sediment-Chlorophyllgehalt und negative Korrelationen mit der Wassertiefe gefunden, dennoch ließ sich durch die gemessenen Umweltparameter nur ein Teil der Varianz erklären. Eine biologische Kontrolle über Fraßdruck durch im Gebiet häufig auftretende epibenthische Isopoden wäre als zusätzlicher Faktor denkbar. Beobachtungen an einer Zeitserienstation, die über den zweimonatigen Arbeitszeitraum hinweg insgesamt 7x, in Abständen von 1-2 Wochen, beprobt wurde, ließen keine auffälligen Veränderungen der Umweltbedingungen im Sediment erkennen. Die

dennoch auftretenden Unterschiede im Besiedlungsmuster folgten keinem nachvollziehbaren Trend und gehen womöglich auf kleinskalige, biologische Patchiness zurück. Ein erwartetes Wachstum der Foraminiferengemeinschaft während des Sommers war nicht nachweisbar: Siedlungsdichten nahmen nicht signifikant zu, der prozentuale Anteil der Größenfraktionen blieb unverändert, und ebensowenig ließ sich ein Individual-Längenwachstum bei der einzeln vermessenen Art *Cassidulina teretis* beobachten. Auch eine Aktivitätszunahme der Foraminiferen (gemessen als Foram-ATP-Gehalt und Foram-Energy-Charge) war nicht nachzuweisen. Die Charakterisierung der NEW-Polynya als dynamisches Hochproduktionsgebiet muß aus dem Blickwinkel der benthischen Foraminiferen daher in Frage gestellt werden.

Das mineralische Skelett polarer Schwämme. Auf- und Abbauprozesse und Bedeutung deponierter Skelettelemente für die Struktur der Lebensräume.

Dagmar Barthel, Abt. Meeresbotanik, Institut für Meereskunde an der Universität Kiel

Schwammnadelfilze sehr unterschiedlicher Prägung existieren in einer Reihe verschiedener Gebiete. Die Filze unterscheiden sich in ihrer taxonomischen Herkunft, indem sie teils nur von Hexactinelliden, teils von Demospongien und gelegentlich von Vertretern beider Gruppen gemischt produziert werden. Dabei kann es sich sowohl um autochthone als auch um allochthone Depositionen handeln. Es entstehen so sehr unterschiedliche Schwammnadelakkumulationen, deren Bedeutung für die Struktur der jeweiligen Lebensräume von Standort zu Standort variiert.

1. Vorkommen und Struktur

1.1 Antarktis

In der Antarktis sind Schwammspicula als Bestandteil von Schelf- und Schelfhangsedimenten an vielen Standorten zu finden (Koltun 1968). Regelrechte Schwammnadelfilze sind fleckenhaft rund um den Kontinent dokumentiert: Koltun (1968) wies sie an verschiedenen Stationen auf dem Schelf der Ostküste des Kontinentes nach, Dayton et al. (1974) im McMurdo Sound des Rossmeeres, und Voss (1988) auf dem Schelf des östlichen Weddellmeeres. Die Akkumulationen bestehen größtenteils aus den Skeletten abgestorbener Hexactinelliden, jedoch auch aus Akkumulationen von Demospongiennadeln, und können Mächtigkeiten von bis zu 2 m erreichen. Bei den Hexactinellidenfilzen handelt es sich wesentlich um autochthone, bei den Demospongiennadeln auch um allochthone Ansammlungen. Der Aufbau von Schwammnadelfilzen führt eine grundlegende Veränderung von Besiedlungsmustern mit sich, indem auf den Filzen sehr artenreiche epibenthische Filtrierergemeinschaften siedeln (Barthel 1992, Barthel & Gutt 1992). Wichtige Voraussetzung zur Bildung solcher Filze ist die Fähigkeit der antarktischen rosselliden Hexactinelliden zur Ansiedlung in Weichsedimenten. Schon die Ansiedlung nur eines einzigen Hexactinelliden hat nach dessen Absterben den Verbleib eines festen, dreidimensionalen Skelettes zur Folge, auf und in dem sich verschiedene andere Organismen ansiedeln können.

1.2 Nordatlantik

Im Nordatlantik wurden Schwammnadelfilze an verschiedenen Standorten gefunden (vgl. Barthel & Tendal 1993). Auch hier kann zwischen Hexactinelliden- und Demospongiennadeln unterschieden werden. Unter den Hexactinelliden nimmt die Art *Pheronema carpenteri* eine Sonderstellung ein, da Massenvorkommen dieser Art und damit zusammenhängende autochthone Nadelfilze bereits mehrfach gefunden wurden (Abb.1): Vor der Küste von Marokko in 700-800 m Tiefe und vor Portugal in 1100-1500 m Tiefe (vgl. Lutze & Thiel 1989), in der Porcupine

Seabight in 1000-1300 m Tiefe (Bett & Rice 1992), südwestlich von Island in ca. 1000 m Tiefe (pers. Mittlg. O. Tendal, Kopenhagen), vor Schottland in ca. 1000 m Tiefe (Thompson 1870). Es scheint sich in der Regel um hangparallele bandförmige Vorkommen mit klar begrenzter Tiefenausdehnung zu handeln (vgl. Bett & Rice 1989). In dem *Pheronema*-Feld in der Porcupine Seabight konnte eine klare Veränderung der Zusammensetzung und Abundanz der Makrofauna gegenüber den nur wenig flacher- oder tiefergelegenen Stationen nachgewiesen werden. In der *Pheronema*-Population vor der Küste von Marokko ist dies zumindest auf Unterwasserphotographien nicht zu sehen (Barthel, Thiel & Tendal, in Vorb.). Demospongienfilze wurden an verschiedenen Stationen gefunden (Abb. 1, vgl. Barthel & Tendal 1993), wobei es ebenfalls autochthone und allochthone Akkumulationen gibt. Über die Struktur dieser Filze, ihre Besiedlung und Bedeutung für den Lebensraum ist kaum etwas bekannt. Wir können jedoch davon ausgehen, daß die Verhältnisse in Abhängigkeit von verschiedenen biotischen und abiotischen Verhältnissen sehr unterschiedlich sein können.

1.3 Arktis

Im Bereich arktischer Wassermassen sind ebenfalls Schwammnadelfilze bekannt (Abb. 1, vgl. Barthel & Tendal 1993). Einen Spezialfall stellen die Sedimente der Grönländischen Tiefsee dar, die mit großen Anzahlen der Stiele toter Exemplare des Hexactinelliden *Caulophacus arcticus* durchsetzt sind. Hier können wir zwar nicht von einem Filz *sensu strictu* sprechen, doch wird durch die Anwesenheit dieser Stiele mit Sicherheit eine erhebliche Verfestigung der Sedimentstruktur erreicht. Zudem werden die Stiele, solange sie an der Sedimentoberfläche liegen, als Hartsubstrat von verschiedenen sessilen Organismen genutzt. Mit Sicherheit von Hexactinelliden stammende Filze sind darüberhinaus nur von einem Gebiet nördlich von Spitzbergen aus Tiefen von 650-1000 m bekannt (Schulze 1900, Hentschel 1929). In beiden Fällen haben wir es mit autochthonen Gebilden zu tun.

Akkumulationen von Demospongienspicula werden häufig erwähnt, doch nur in der Arbeit von Könnecker (1989), der Untersuchungen auf dem Tromsøflaket in 280 m durchführte, wird die Besiedlung der Filze mit einer reichen Gemeinschaft von extrem kleinen Poriferen erwähnt.

Neben den bekannten Vorkommen können wir jedoch aufgrund unserer Kenntnis von hydrographisch-topographischen Bedingungen weitere Vorkommen von Schwammnadelfilzen erwarten (vgl. Abb. 1).

2. Ausblick: Überlegungen zur räumlich-zeitlichen Dynamik der Schwammnadelfilze

Die räumlich-zeitliche Dynamik des Auf- und Abbaues der Schwammnadelfilze ist kaum untersucht. Erste Ergebnisse zum Anteil des mineralischen Skelettes antarktischer Schwämme zeigen, daß dieser mit ca. 70-98 % der Trockenmasse sehr hoch ist (Dayton et al. 1974, Barthel in Vorb.), wir aber von einer langsamen Bildung ausgehen müssen. Außerdem kann es offensichtlich zu Verschiebungen in der Lage der die Filze hinterlassenden Schwammpopulationen kommen (Barthel, Thiel & Tendal in

Vorb.). Erste Daten zur chemischen Lösung verschiedener Nadeltypen zeigen, daß sowohl Form und Größe, als auch die Herkunft der Nadeln einen Einfluß auf die Löslichkeit haben, die Dynamik der Filze also auch von der taxonomischen Zusammensetzung der Schwammfauna abhängig ist. Zur Zeit anlaufende Arbeiten befassen sich mit folgenden Aspekten:

- Lage und Aufbau von Schwammnadelfilzen in verschiedenen geographischen Bereichen
- Dynamik des Skelettaufbaues mariner Schwämme
- Chemische Lösung von Schwammskleren
- Auswirkung der Schwammnadelfilze auf benthische Besiedlungsmuster

Erst durch Synthese der aus diesen verschiedenen Arbeitsbereichen gewonnenen Resultate wird ein besseres Verständnis der Bedeutung der Schwammnadelfilze möglich.

3. Literatur

BARTHEL, D. , 1992. Do hexactinellids structure Antarctic sponge associations ? *Ophelia* 36: 111-118

BARTHEL, D. & J. GUTT, 1992. Sponge associations in the eastern Weddell Sea. *Antarctic Science* 4: 137-150

BARTHEL, D. & O.S. TENDAL, 1993. Sponge spicules in abyssal and bathyal sediments of the NE Atlantic. *Deep-Sea Newsletter* 20: 15-18

BETT, B.J. & A.L. RICE, 1992. The influence of the hexactinellid sponge (*Pheronema carpensteri*) spicules on the patchy distribution of macrobenthos in the Porcupine Seabight (bathyal NE Atlantic). *Ophelia* 36: 217-226

DAYTON, P.K., G.A. ROBILLIARD & L.B. DAYTON, 1974. Biological accomodation in the benthic community at McMurdo Sound, Antarctica. *Ecological Monographs* 44(1): 105-128

KÖNNECKER, G., 1989. *Plectroninia norvegica* sp. nov. (Calcarea, Minchinelliidae), a new 'Pharetronid' sponge from the North Atlantic. *Sarsia* 74: 131-135

KOLTUN, V.M., 1968. Spicules of sponges as an element of the bottom sediments of the Antarctic. SCAR Symposium on Antarctic Oceanography, Santiago, 121-123

LUTZE, G.F. & H. THIEL, 1989. Epibenthic foraminifera from elevated microhabitats: *Cibicidoides wuellerstorfi* and *Planulina ariminensis*. *J. Foram. Res.* 19(2): 153-158

THOMPSON, W., 1870. On *Holtenia*, a genus of vitreous sponges. *Phil. Trans. Roy. Soc. London* 159: 701-720

VOSS, J., 1988. Zoogeographie und Gemeinschaftsanalyse des Makrozoobenthos des Weddellmeeres (Antarktis). *Ber. Polarforsch.* 45: 1-145

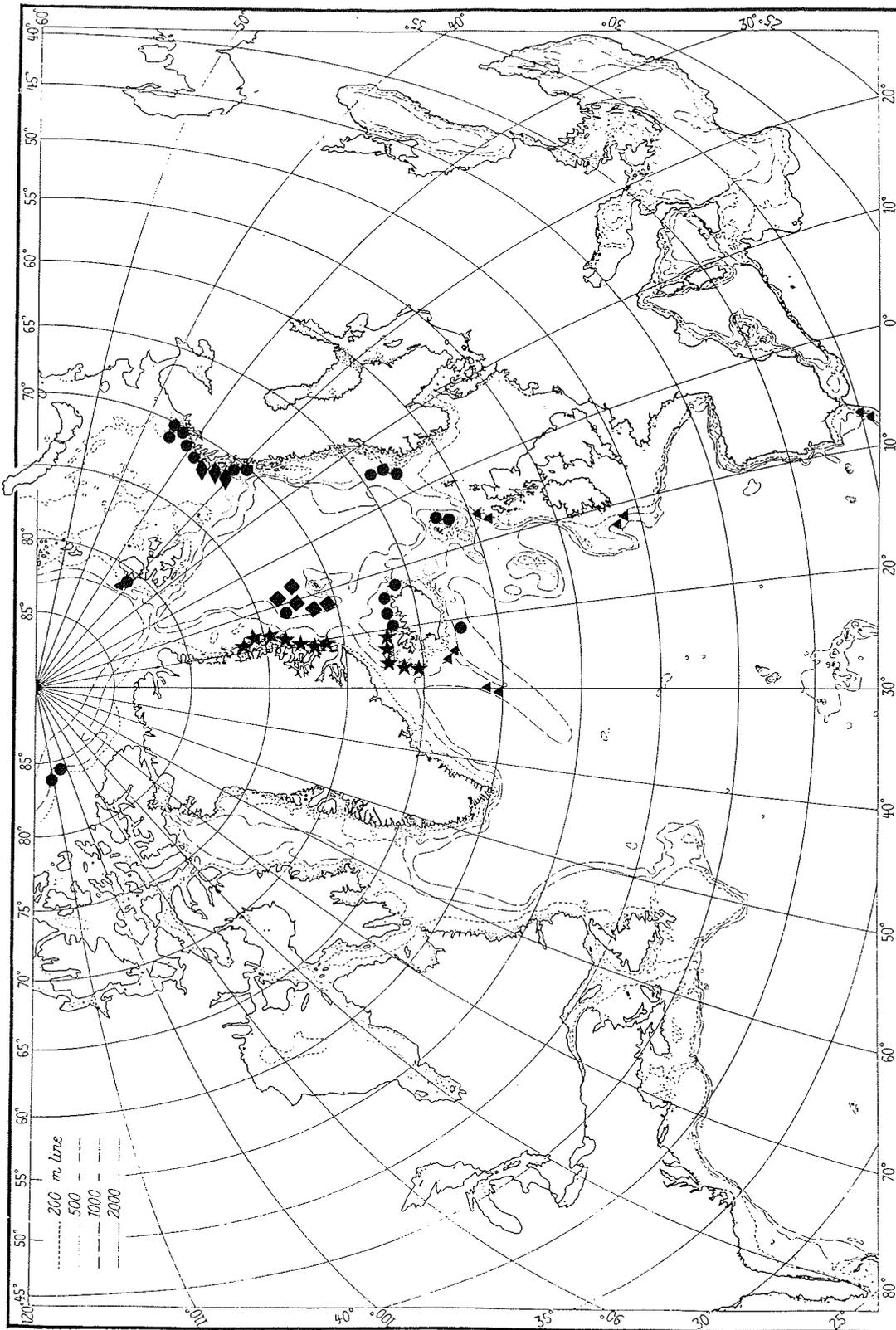


Abbildung 1:
 Verbreitung von Schwammnadeln im Nordatlantik. ★: bekannte *Pheronema*- Massenvorkommen mit Filzablagerung; ▲: Vermutete Hexactinelliden-
 Nadeln; ◆: Massensammlungen von Stielen von *Caulophacus arcticus*; ●: bekannte Akkumulativen von *Demospongiae*; ◆: Vermutete
 Akkumulativen von *Demospongiae*. Details s. Text

Populationsdynamik antarktischer Schlangensterne (Ophiuroidea, Echinodermata)

Corinna Dahm, Alfred-Wegener-Institut, Bremerhaven

Über die Schlangensterne der Antarktis wissen wir, abgesehen von der Taxonomie, sehr wenig. Ziel meiner Arbeit ist es, die Populationsökologie und -dynamik dieser Tiere zu untersuchen. Das verwendete Material stammt von den "Polarstern"-Reisen ANT I bis ANT X in das Weddellmeer. Nach der taxonomischen Aufarbeitung, die über 40 Ophiuroiden-Arten im Weddellmeer ergab, wurde die Abundanz und Biomasse der Gesamtophiuroidenfauna und die einzelner Arten des östlichen Weddellmeerschelfs geschätzt. An den 5 Arten mit der höchsten Abundanz und Biomasse (*Ophionotus victoriae*, *Astrotoma agassizii*, *Ophiurolepis gelida*, *Ophiurolepis brevissima* und *Ophioceres incipiens*) werden Untersuchungen zur Ernährung, dem Wachstum und Alter und der Produktion durchgeführt. Zu Vergleichszwecken werden auch Tiere von der antarktischen Halbinsel und aus dem Rossmeer bearbeitet.

Durch die Kombination unterschiedlicher Probennahme-Verfahren, wie Unterwasseraufnahmen, Mehrfachgreifer und Trawls, konnte die Abundanz und Biomasse der Gesamtophiuroidenfauna im Weddellmeer berechnet werden. Sie beträgt vor Kapp Norvegia ganz im Norden des östlichen Weddellmeerschelfs 149 Ind. m^{-2} bzw. 52 g FG m^{-2} . Nach Süden hin über Halley Bay/Vestkapp bis zur Vahsel Bight zeigt sich eine deutlich Abnahme der Werte bis auf 20 Ind. m^{-2} und 7 g FG m^{-2} . Die mittlere Abundanz und Biomasse für die Ophiuroiden des östlichen Weddellmeerschelfs beträgt 71 Ind. m^{-2} und 25 g FG m^{-2} , bzw. 1,5 g organischer Kohlenstoff. Nach bisherigen Literaturdaten entspricht dies etwa 10-20% der mittleren Gesamtbiomasse des Makrozoobenthos in diesem Gebiet.

Eine mögliche Ursache für die starke Abnahme der Abundanz und Biomasse mit zunehmender geographischer Breite könnte eine Verschlechterung der Nahrungsbedingungen nach Süden hin sein. An den oben genannten 5 Arten wurde untersucht, ob es Unterschiede in der Ernährung der Tiere in verschiedenen Gebieten und Tiefen des Weddellmeeres gibt, und ob Magenfüllung und Nahrungs-zusammensetzung jahreszeitliche Unterschiede aufweisen.

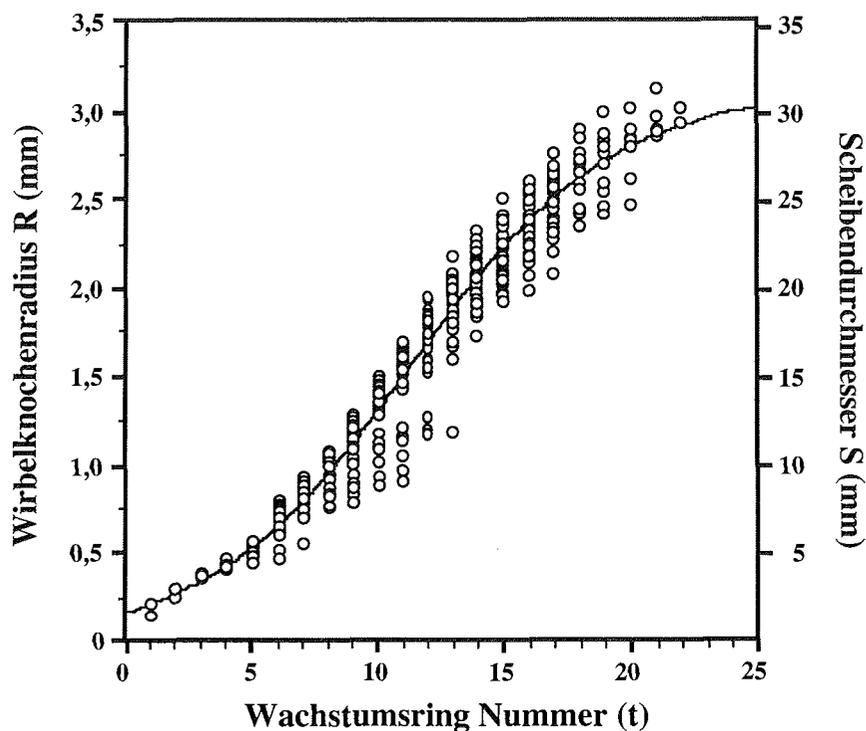
Ein Vergleich der Magenfüllwerte und der Nahrungszusammensetzung zeigte keine geographischen Unterschiede. Die Wassertiefe hat jedoch bei den meisten Arten einen Einfluß, z.B. sind die Magenfüllwerte von *Ophionotus victoriae* vor Kapp Norvegia in 0-500 m Tiefe signifikant höher als in Tiefen unter 1000 m. Besonders auffällig sind auch die saisonalen Unterschiede in der Ernährung dieser Art: Im Frühjahr haben die meisten Tiere nur sehr wenig im Magen, im Sommer sind höhere Magenfüllwerte die Regel. Auch die Nahrungszusammensetzung unterscheidet sich erheblich: Im Frühjahr findet sich hauptsächlich Sediment in den Mägen, im Sommer sind es dagegen überwiegend Crustaceen.

Generell nutzen alle untersuchten Arten ein sehr breites Nahrungsspektrum, die Ernährungstypen reichen von Aasfressern und Räubern bis zu Sedimentfressern.

Wie boreale Tiere zeigen auch antarktische Schlangensterne ein charakteristisches Wachstumsmuster auf den Armknöchelchen. Für boreale Ophiuroiden ist aus eigenen Untersuchungen bekannt, daß es sich bei diesen Wachstumsringen um Jahresringe handelt. Die Ringstruktur entsteht, indem im Sommer, bei guten Nahrungsverhältnissen, Kalk mit einer großporigen Struktur an der Außenkante der Armknöchelchen angelagert wird. Im Winter wachsen die Tier nur langsam, es wird nur wenig Kalk mit kleinporiger Struktur gebildet.

Für antarktische Ophiuroiden gab es bisher keine Wachstums- und Altersuntersuchungen. Für eine der 5 häufigsten Arten, *Ophionotus victoriae*, wurde das Wachstum im Rahmen dieser Arbeit bereits analysiert. Die Ergebnisse zeigen, daß auch bei dieser Art Ringstrukturen sichtbar sind, die durch große und kleine Kalkporen verursacht werden. Die Vermutung liegt nahe, daß die Wachstumsringe antarktischer Ophiuroiden, wie bei den borealen Tieren, Jahresringen entsprechen. Obwohl bisher ein endgültiger Beweis für diese Hypothese fehlt, sprechen alle Indizien dafür. Zum einen ist in der Antarktis, im Vergleich zu borealen Gebieten, eine noch ausgeprägtere Saisonalität in der Nahrungsverfügbarkeit die Regel. Zum anderen finden sich an der Außenkante der Wirbel, wo die neuen Ringe angelegt werden, entsprechend dem Fangmonat entweder große (Sommer-)Poren oder kleine (Winter-)Poren.

Abb.1 Wachstum von *Ophionotus victoriae* im Weddellmeer in Tiefen unterhalb 1000 m.



Für die Art *Ophionotus victoriae* wurden die Wachstumsringe von insgesamt 165 Tieren aus unterschiedlichen Gebieten und Tiefen des Weddellmeeres analysiert. Die Ergebnisse zeigen, daß *Ophionotus victoriae* keine geographischen Unterschiede im Wachstum aufweist, es aber einen klaren Tiefengradienten gibt. Diese Art wächst in Tiefen von 0-500 m signifikant schneller als in Tiefen unterhalb 1000 m. Das Wachstum der Tiere wird in beiden Tiefen am besten durch eine sigmoide Wachstumskurve beschrieben. Die größten untersuchten Tiere hatten einen Scheibendurchmesser von über 30 mm und waren 22 Jahre alt.

Weiterführende Arbeiten an antarktischen Ophiuroiden sollten sich vor allem mit einer Überprüfung der bisherigen Altersbestimmung durch Markierungsexperimente beschäftigen. Hierfür bieten sich Stoffe wie z.B. Tetracyclin oder Calcein an, die in das Kalkskelett der Tiere eingelagert werden und dann unter UV-Licht sichtbar sind. Diese Methode, die bereits bei anderen Echinodermen erfolgreich angewendet wurde, liefert Wachstumsdaten für einen definierten Zeitraum.

Die Reproduktionszyklen ebenso wie die Stoffwechselphysiologie antarktischer Schlangensterne sind bisher kaum untersucht worden. Für das Verständnis der Ökologie dieser Tiere und für die Aufstellung von Energiebilanzen sind solche Untersuchungen jedoch unerlässlich. Für alle zukünftigen Arbeiten bietet sich das Dallmann-Labor, Jubany, auf King George Island an.

Meiofaunaforschung in polaren Meeresgebieten

Dahms, H.-U.; Martinez-Arbizu, P.; Schminke, H.K. & E. Willen

Fachbereich 7 (Biologie), Carl v. Ossietzky Universität Oldenburg,
Postfach 2503, D-26111 Oldenburg

Während des EPOS-Ant VII/4-Abschnittes sind quantitative benthische Meiofaunaprobenn genommen worden. Diese enthielten 30 Meiofauna-Großtaxa. Mit Hilfe multivariater Verfahren läßt ein Vertikaltransekt vor Halley Bay im Weddell-Meer drei diskrete Meiofaunagemeinschaften in Korrelation mit der Tiefe und offensichtlich in Abhängigkeit von Sedimenteigenschaften erkennen.

Unser besonderes Augenmerk gilt der zweithäufigsten Meiofaunakomponente, den Harpacticoida unter den Copepoda. Sie sind Gegenstand von Labor- und Freilandstudien über ihre Ökologie und Lebensweise unter den besonderen Bedingungen polarer Existenz; an ihnen werden taxonomisch-phylogenetische Untersuchungen und zoogeographische Analysen durchgeführt, und mit ihnen werden kürzlich publizierte Hypothesen über Biodiversitätsmuster in den Weltmeeren überprüft. Taxonomie und phylogenetische Beziehungen werden mit Hilfe von licht- und elektronenmikroskopischen Methoden untersucht, das Entwerfen von Verwandtschaftsdiagrammen geschieht mit Unterstützung von Computerprogrammen.

Bei Lebendbeobachtungen und ökologischen Untersuchungen sind folgende Phänomene erstmals für Harpacticoida nachgewiesen worden:

- lecithotropher Nauplius
- nichtencystierende Diapause von Jugendstadien
- r-selektierte Fortpflanzungsweise eines polaren Metazoen
- spezielle physiologische und ethologische Anpassungen an polare Bedingungen
- kontinuierliche Reproduktion antarktischer Tiefseeharpacticiden.

Zur Zeit werden zwei polare Meiobenthosprojekte durch die DFG gefördert. Zum einen wird in der Antarktis die Taxonomie und Systematik von Harpacticoida (speziell Diosaccidae und Laophontidae) unter besonderer Berücksichtigung der zoogeographischen Bedeutung der Antarktischen Region und ihrer Beziehungen zur Tiefsee untersucht. Dabei wurde der bisher ursprünglichste Vertreter der Laophontidae (das neue Taxon *Archilaophonte*) entdeckt. Dieses Taxon ist bisher für die Antarktische Region endemisch und bestätigt die Vorstellung einer alten antarktischen Bodenfauna.

In der Arktis wird die qualitative und quantitative Zusammensetzung von Meiofaunagroßtaxa entlang von fünf Tiefentransekten am eurasischen Kontinentalabhang untersucht (Teilnahme und Aufarbeitung der Proben von ARK-IX/4). Dabei sind zwei Vertikaltransekte (10 Proben, von 196-2995m) in der Barents-See und drei Vertikaltransekte (19 Proben, von 38-3424m) in der Laptev-See beprobt worden. Eine vorläufige Auswertung zeigt eine höhere Diversität auf Artebene im flachen Wasser des Kontinentalschelfs als in der Tiefsee des Kontinentalabhangs an zumindestens einer Station der Barents-See. Die Gemeinschaftsstruktur soll mit Hilfe multivariater Verfahren mit biotischen und abiotischen Faktoren in Beziehung gesetzt werden, um einen Einblick in die determinierenden Faktoren zu gewinnen. Am Beispiel der Copepoda Harpacticoida sollen in diesem Projekt Veränderungen der Taxonzusammensetzung mit der Tiefe aufgezeigt werden.

Neuere Analysen der Biodiversität von Makrofauna in der Tiefsee haben ergeben, daß es parallel zu den Verhältnissen an Land vermutlich auch in der Tiefsee einen latitudinalen Artendiversitätsgradienten gibt ("latitudinal species-diversity gradient, LSDG"), während es für einen entsprechenden Gradienten in der Fauna der Küstensedimente kaum Anhaltspunkte gibt. Außerdem steigt die relative Abundanz der Meiofauna im Vergleich zur Makrofauna i.A. mit zunehmender Meerestiefe an.

Zukünftige ökologische Arbeiten sollen die Nahrungs- und Reproduktionsbiologie sowie Populationsdynamik polarer Meiofauna, speziell der antarktischen Harpacticoida zum Gegenstand haben. Hier wird insbesondere versucht, die Nullhypothese zu widerlegen, daß das Reproduktionsgeschehen maßgeblicher Meiofaunataxa unabhängig vom direkten Nahrungsangebot ist. Zum letzteren Vorhaben ist ein entsprechendes Forschungsprojekt auf King George Island (Dallmann Laboratory) bei der DFG beantragt worden.

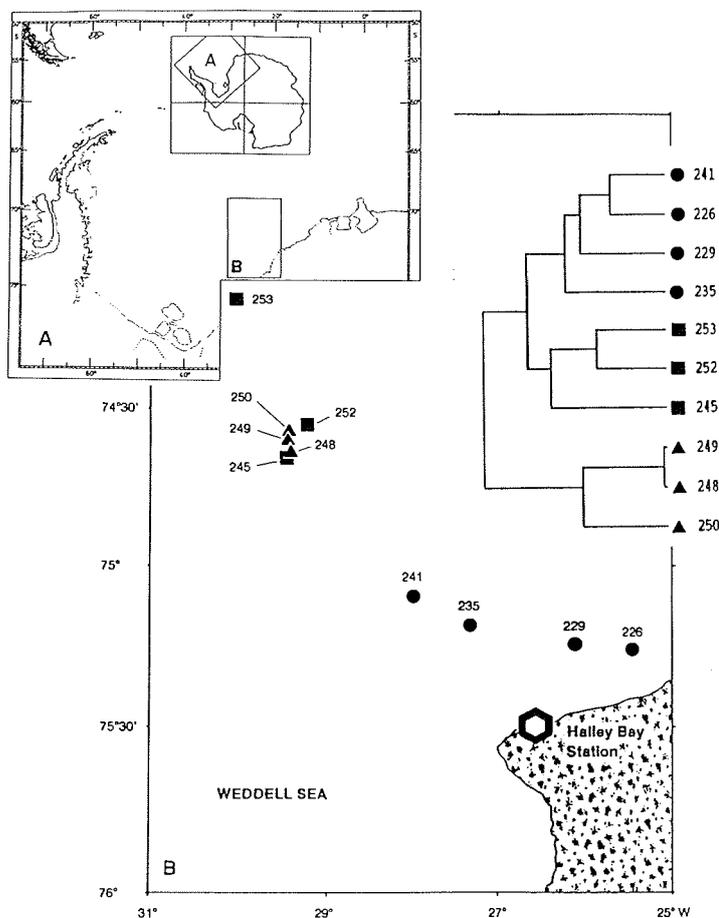


Bild: Probennahmestellen eines Vertikaltransektes von 500-2000 m Wassertiefe vor Halley Bay. Es lassen sich drei Meiofauna-Gemeinschaften unterscheiden: eine Tiefseegemeinschaft (Quadrate), eine Kontinentalabhangsgemeinschaft (Dreiecke) und eine Schelfgemeinschaft (Kreise)(nach Herman & Dahms, 1992).

P. Emschermann

Die Kamptozoen antarktischer Gewässer

Faunistik, Zoogeographie, Ökologie

Fakultät für Biologie der Albert Ludwigs Universität, Freiburg i. Br.
Biologie für Mediziner

Die Untersuchungen der Kamptozoenfauna der Antarktis wurden im Rahmen des DFG-Schwerpunktprogrammes Antarktis unternommen, und zwar als Beitrag zu einer geplanten umfassenden Faunenaufnahme des antarktischen Benthos, die in Zusammenarbeit zahlreicher deutscher Morphologen durchgeführt und in einer Monographienserie zusammengefasst werden soll. Eine Grundlage für den ersten Arbeitsabschnitt, die Bearbeitung der Fauna des atlantisch antarktischen Bereichs, bot mir die Auswertung australisch/neuseeländischer und russischer Expeditionsmaterials sowie des im Alfred Wegener Institut lagernden Probenmaterials aus älteren Expeditionen sowie, danach, meine Teilnahme an den Expeditionen ANT VIII / 5 auf PFS POLARSTERN in das Weddellmeer und Met. XI / 4 auf FFS METEOR in die Bransfieldstraße. Während beider Expeditionen konnte ich an 28 Stationen im gesamten Schelfbereich des Weddellmeeres und an 15 Stationen in der Bransfieldstraße zwischen Elephant- und Adelaide Island in Fängen mit Agassiz-Trawl, Epibenthos-Schlitten und Dredge reichlich Probenmaterial zu Lebendbeobachtungen an Bord und zu weiteren morphologischen und ultrastrukturellen Untersuchungen daheim gewinnen.

Über den faunistischen Aspekt hinaus standen drei Fragenkomplexe im Mittelpunkt meines Interesses: (1) Ein zoogeographischer Aspekt: Dringen Arten aus den gemäßigten Breiten bis in die polaren Gewässer vor und kommt es zirkumantarktisch zu einer Vermischung atlantischer und indopazifischer Arten, oder gibt es eine einheitliche antarktische Kamptozoenfauna aus angepassten Arten? (2) Ein synökologischer Aspekt: Sind die generell epizoischen und nach vorherrschender Ansicht hoch wirtsspezifischen solitären Kamptozoen (Loxosomatiden) auf das Vorkommen jeweils ihres spezifischen Wirtes angewiesen oder welche Kriterien bestimmen die Wahl vikariierender Wirte? (3) Ein anatomisch entwicklungsbiologischer Aspekt: Gibt es antarktisch (oder polar) endemische Arten, und welche spezifischen anatomischen und entwicklungsbiologischen Anpassungen an polare Extrembedingungen haben sie ausgebildet?

Die Untersuchungen erbrachten folgende, zum Teil überraschenden Ergebnisse

Faunistik und Zoogeographie: Insgesamt konnte ich 8 Kamptozoenarten sicher nachweisen, 7 solitäre Arten (Loxosomatiden) und 1 koloniebildende Form (Barentsiide). Drei der Loxosomatiden - zwei Formen aus dem Weddellmeer und eine aus der Bransfield-Straße - erwiesen sich als neue Arten. Vier Arten, in beiden Untersuchungsgebieten gleichermaßen verbreitet, zeigen überraschend ein ausgeprägt atlantisch bipolares Auftreten: Außer ihrem atlantisch antarktischen Verbreitungsgebiet haben sie einen zweiten Verbreitungsschwerpunkt im atlantisch subarktischen und arktischen Schelfbereich bis ins nördliche Eismeer und die Laptev- und die

Ostsibirische See. Im mittelatlantischen und gesamten indopazifischen Bereich fehlen sie dagegen völlig. Aus den disjunkten polaren Fundorten identischer Arten mit überaus geringer Ausbreitungskapazität wird auf eine kontinuierliche Nord-Süd-Faunenbrücke im Abyssal des Atlantischen Beckens geschlossen. Demgegenüber scheint eine zirkumantarktische Faunenausbreitung weit geringer zu sein als erwartet: Nur eine der im gesamten Untersuchungsgebiet bis in das westliche Weddellmeer überaus häufigen atlantisch bipolaren Arten ist bis heute auch geringfügig in den indopazifisch antarktischen Bereich eingewandert, wie sich aus Funden in russischem Expeditionsmaterial ergab. .

Erste Paralleluntersuchungen an indopazifischem Probenmaterial (Australisch- Neuseeländ. Antarktisexped. B.A.N.Z.A.R.E., rezentes Japan. Probenmaterial, rezente Proben v. d. US Nord-Westküste) zeigen für bis jetzt eine von mir genauer untersuchte, pazifische Art (*Barentsia aggregata* Johnston & Angel) ein ähnlich bipolares Verbreitungsmuster.

Wirtskonstanz und Wirtsspezifität epizoischer Kamptozoen: Ein Vergleich des Wirtsspektrums dreier bipolar auftretender Loxosomatiden (*Loxosomella antarctica*, *L. antedonis* und *L. compressa*) an reichem Fangmaterial ergab, daß die einzelnen Arten in ihrem antarktischen wie im arktischen Verbreitungsgebiet zwar verwandte Wirtsgruppen (Polychaeten: Polynoiden) bevorzugen, daß aber hierfür eher der typische Lebensraum der Wirtstiere mit seinem Nahrungsangebot sowie physikalische Eigenschaften des Mikrohabitats (Siedlungsräume, Strömungsexposition, mechanischer Schutz) ausschlaggebend sind als eine physiologische Wirtsbindung. Kulturversuche auf diversen Substraten an Bord von Polarstern stützen die Ergebnisse meiner Wirtsanalyse.

Anpassungen an Extrembedingungen: Bei zwei Arten konnte ich spezielle anatomische bzw. entwicklungsbiologische Anpassungen an extreme Lebensraumbedingungen beobachten und licht- und elektronenmikroskopisch genauer untersuchen:

Loxosomella antarctica Franzén, eine im eisexponierten Schelfbereich verbreitete Art, zeigt - analog zu den höher evoluierten koloniebildenden Kamptozoen - eine Aufwertung des Zooidstiels zu einem Regenerationsorgan: Anders als alle bisher bekannten solitären Kamptozoen vermag *L. antarctica* nach Verletzung des Zooids oder klimabedingtem, physiologischem Absterben des Kelchs in ein gegen Umwelteinflüsse resistentes Ruhestadium überzugehen und später aus dem apikalen Stielepithel einen neuen Kelch zu regenerieren. Die Art kann so mehrere Vegetationsperioden durchleben, ehe sie zur Knospung und Geschlechtsreife gelangt. Dies wird als spezielle Anpassung an einen kurzfristig zwar nahrungsreichen aber gegen mechanische Schäden ungeschützten Lebensraum mit oft extrem kurzen Vegetationsperioden bei klimabedingt langsamem Wachstum gedeutet. Anders als bei den Loxokalypodiden (Emschermann 1972) stellt diese Erweiterung der Knospungspotenz auf den Zooidstiel eine Parallelentwicklung zu den höher evoluierten koloniebildenden Kamptozoenfamilien (Pedicelliniden, Barentsiiden) dar; dieses Merkmal ist also innerhalb der Kamptozoen unter äußeren Selektionsdrücken mehrfach entstanden.

Loxosomella brochobola Emschermann 1993 - ausschließlich gefunden im nahrungsarmen aber Schutz bietenden Binnenraum der Kolonieröhren des Bryozoons *Porella malouinensis* - hat als ursprünglich reiner Nanoplankton - strudler die Fähigkeit zu fakultativ räuberischer Lebensweise und zum Fang

größerer Beuteorganismen entwickelt: Die Art bildet an den Basen der oralseitigen Tentakel hochspezialisierte vierzellige Drüsen aus (Abb.1), deren jede ähnlich den Spirocysten der Cnidarier als geformtes Sekret eine tentakellange und ca 20 μm dicke Klebangel ausstoßen kann (Abb 1). Wie an einer Leimrute bleiben daran auch größere, dem Strudelapparat der Zooide nicht zugängliche Beuteorganismen haften. Diese "Leimrutendrüsen" sind den ein- oder mehrzelligen Schleimdrüsen an den Tentakelbasen einer Reihe anderer Loxosomatiden homolog. Der extrem zugfeste Zentralfaden der Leimruten ist seiner Ultrastruktur nach eine tubuläre, spiralgewundene Einstülpung der Cuticula (Abb. 2). Die Leimrutendrüsen sind zu deuten als Anpassung eines Strudlers an die über einen großen Teil des Jahres unterhalb des Eises herrschende Planktonarmut.

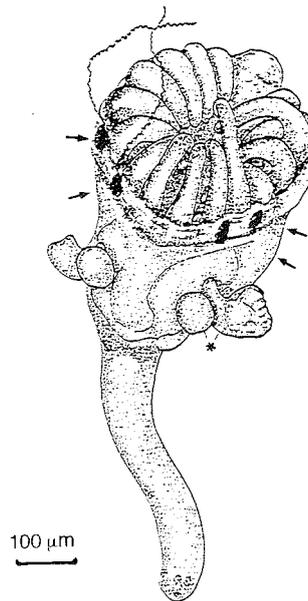


Abb 1 *Loxosomella brochabola*, Zooid mit vier Knospen von der Oralseite gesehen. Beidseits des Mundes (Pfeile) die tönchenförmigen Leimrutendrüsen; linkes Paar mit ausgeschossenen Klebfäden.

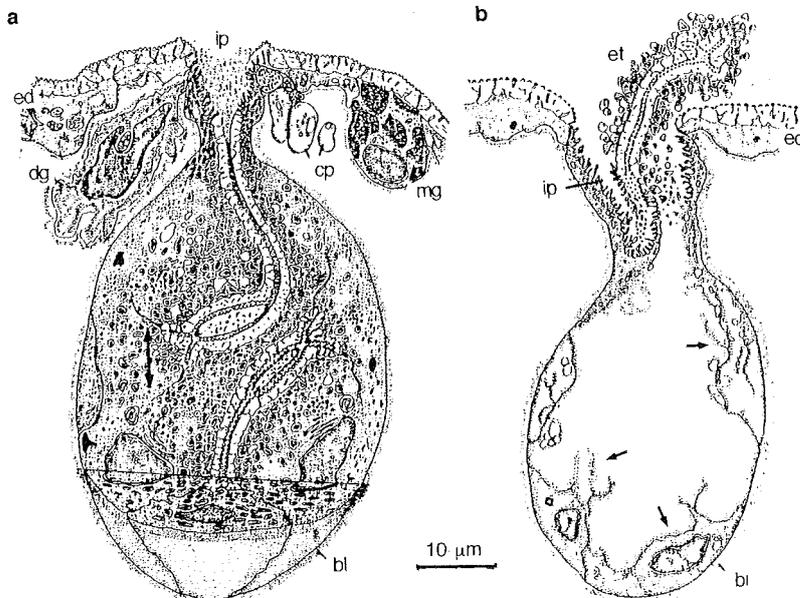


Abb 2 Schemata einer unabgeschossenen (a) und einer abgeschossenen Leimrutendrüse (b) nach elektronenmikroskopischen Aufnahmen. In a ist der eingestülpte und aufgewundene zentrale Cuticulatubulus der "Leimrute" in Quer- und Längsschnitt zu sehen; basal, im Querschnitt, sind die Kerne und Zellgrenzen von drei der vier Klebkapselzellen zu erkennen. In b wird deutlich daß die "Leimrute" nicht ausgestülpt, sondern durch eine Ruptur der Körperwand (rechts oben) ausgestoßen wird; im Innern der leeren Kapsel Plasmareste (Pfeile). bl: Basalmembran; cp parakapsuläre Nervenfortsätze; dg Reste einer degenerierenden Klebkapsel; ed Epidermiszelle und Cuticula; et angeschnittener proximaler Teil der ausgestoßenen "Leimrute" mit anhängenden Mucopolysaccharidvesikeln; ip Invaginationstrichter der Leimrute mit Mikrovillibesatz; mg epidermale Schleimzelle.

Weitere Planungen: Für die nächsten Jahre ist die Ausdehnung dieser faunistisch - zoogeographischen und ökologischen Untersuchungen auf den indopazifisch subantarktischen (Keguelén) und antarktischen (australische oder neuseeländische Antarktisstation) Bereich geplant, und schließlich - wieder in Zusammenarbeit mit AWI und Polarstern - auf das nördliche Eismeer.

So sich die Gelegenheit zur Teilnahme an einer kurzen Polarstern-Reise ins östliche Weddellmeer (Kap Norvegia - Halley Bay) ergeben sollte, würde ich gern ergänzende Lebenduntersuchungen an Bord zum Beutefangmechanismus von *Loxosomella brochobola* durchführen.

Überaus wünschenswert zur Klärung der Bipolaritätsfragen und der atlantischen Faunenverbindungen wäre auch die Verfügbarkeit von einer ausreichenden Anzahl von Tiefseeproben aus dem atlantischen Becken - ein Arbeitsprogramm, das ökonomischerweise aber nur in Zusammenarbeit mit einer größeren Zahl weiterer tiefseeinteressierter Benthos-Zoologen unternommen werden kann und wohl vorerst wegen des überaus hohen Aufwandes ein unerfüllbarer Wunsch bleiben wird.

Literatur

- EMSCHERMANN, P. *Loxokalypus socialis* gen. et spec. nov. (Kamptozoa, Loxokalypodidae fam. nov.), ein neuer Kamptozoentyp aus dem nördlichen pazifischen Ozean. - Ein Vorschlag zur Neufassung der Kamptozoensystematik. Mar. Biol. **12**, 237 - 245 (1972)
- EMSCHERMANN, P. Kamptozoa, Phoronida, Priapulida und Pogonophora in: J. Sieg. u. J. W. Wägele (Hrsg.): Fauna der Antarktis, Paul Paray Berlin & Hamburg 1990
- EMSCHERMANN, P. Kamptozoen, Priapuliden, Pogonophoren und Phoroniden in: P. Emschermann, W. Klepal, f. Krapp, s. Steiner, a. Svoboda und k.J. Wittmann: Systematische und faunistische Bestandsaufnahme des Benthos des Weddellmeeres. Berichte Polarforsch. **86**, 34 - 35 (1991)
- EMSCHERMANN P. On Antarctic Entoprocta: Nematocyst-like Organs in a Loxomatid, Adaptive Developmental Strategies, Host Specificity, and Bipolar Occurrence of Species. Biol. Bull. **184**: 153 - 185 (1993)
- EMSCHERMANN P. Lime -Twig Glands: A Unique Invention of an Antarctic Entoproct. Biol. Bull. **185**: 97 - 108 (1993)

Ökologie benthischer Garnelen (Decapoda: Natantia) im Weddellmeer und in der Lazarevsee, Antarktis

Matthias Gorny & Tatjana Bruns (Alfred-Wegener-Institut, Bremerhaven)

Im Weddellmeer und in der angrenzenden Lazarevsee kommen insgesamt 5 benthische Garnelenarten vor (ARNTZ & GORNY 1991). Mit einer durchschnittlichen Biomasse von 50 mg Feuchtgewicht pro 100m² stellen Garnelen zwar nur einen geringen Anteil an der Gesamtbiomasse des Benthos (GORNY 1992), sind aber als einzige Dekapoden im gesamten Gebiet verbreitet (GUTT et al. 1994). Die drei häufigsten Arten *Notocrangon antarcticus*, *Nematocarcinus lanceopes* und *Chorismus antarcticus* halten unterschiedliche räumliche und ökologische Nischen besetzt (GORNY 1992). Die räuberische Garnele *C. antarcticus* kommt in Schwammgemeinschaften zwischen 200 und 500 m Tiefe vor, während *N. antarcticus* auf gering besiedelten Weichböden zwischen 300 und 600 m Tiefe lebt und überwiegend Detritus frißt. *N. lanceopes* tritt in dichten Schwärmen ab 600 m Tiefe am oberen Kontinentalhang auf, ist bis in 2000 m Tiefe verbreitet und ernährt sich auch von Detritus.

Durch die Kombination von Freilanddaten mit Beobachtungen an lebenden Tieren und durch die Aufzucht der Larven im Labor (BRUNS 1992) konnte der Lebenszyklus von *Chorismus antarcticus* beschrieben und erstmals das Wachstum einer antarktischen Garnelenart berechnet werden (Abb. 1). Die daraus kalkulierte Produktions/Biomasse - Rate von 0,608 pro Jahr entspricht einer jährlichen Produktion von rund 6 mg C_{org} m² · a⁻¹ und ist vergleichbar mit arktischen Garnelenpopulationen (GORNY et al. 1993).

Die Weibchen legen wenige, durchschnittlich 1,7 mm große Eier. Im Vergleich zu Populationen um die subantarktischen Inseln sind die Eier größer, während die individuelle Fruchtbarkeit niedriger ist. Der Reproduktionszyklus ist saisonal und dabei eng an die Primärproduktion gekoppelt (GORNY 1992). Anders als *Chorismus* - Populationen um die subantarktischen Inseln und anderen Garnelenpopulationen weltweit benötigen die Weibchen im Weddellmeer den langen Zeitraum von zwei Jahren, um erneut laichreife Eier zu produzieren. Große Eilängen, geringe Fruchtbarkeit und ein verzögerter Reproduktionszyklus wurde auch bei *Notocrangon antarcticus* und *Nematocarcinus lanceopes* nachgewiesen (GORNY et al. 1992).

Die beim Schlupf im Südfrühjahr bereits weit entwickelten Larven von *C. antarcticus* und *N. antarcticus* halten sich zunächst in den obersten Schichten

der Wassersäule auf (BOYSEN-ENNEN, 1987). Sie fressen Zoo- und Phytoplankton, können sich im Gegensatz zu vielen anderen Dekapodenlarven aber auch ausschließlich von Algen ernähren und bis zu vier Wochen ohne Nahrung auskommen. Nach rund fünf Monaten erfolgt die Metamorphose zum juvenilen Krebs und der Übergang zur benthischen Lebensweise (BRUNS 1992).

Welche physiologischen Mechanismen die vergleichsweise hohe biologische Leistungsfähigkeit der antarktischen Garnelen ermöglichen, muß in künftigen Studien untersucht werden. Dadurch könnte auch geklärt werden, warum ausschließlich natante Dekapoden um den Antarktischen Kontinent auftreten, während die südliche Verbreitungsgrenze reptanter brachyurer und anomurer Krebse im Bereich der subantarktischen Inseln bzw. an der Antarktischen Halbinsel liegt.

Literatur:

- Arntz, W. E. & Gorny, M. (1991): Shrimp (Decapoda, Natantia) occurrence and distribution in the eastern Weddell Sea, Antarctica. *Polar Biol* 11: 169-177
- Boysen-Ennen, E. (1987): Zur Verbreitung des Meso- und Makrozooplanktons im Oberflächenwasser der Weddellsee (Antarktis). *Ber Polarforsch* 35: 126 pp
- Bruns, T. (1992): Experimentelle Untersuchungen zur Larvalentwicklung antarktischer Garnelen (Decapoda, Natantia). Diplomarbeit Universität Osnabrück: 129 pp
- Gorny, M. (1992): Untersuchungen zur Ökologie antarktischer Garnelen (Decapoda, Natantia). Dissertation Universität Bremen: 129 pp
- Gorny, M., Arntz, W. E., Clarke, A. & Gore, D. J. (1992): Reproductive biology of Caridean Decapods from the Weddell Sea. *Polar Biol* 12: 111-120
- Gorny, M., Brey, T., Arntz, W. E. & Bruns, T. (1993): Growth, development and productivity of *Chorismus antarcticus* (Pfeffer) (Crustacea: Decapoda: Natantia) in the eastern Weddell Sea, Antarctica. *J Exp Mar Biol Ecol* 174: 261-275
- Gutt, J., Ekau, W. & Gorny, M. (1994): New results on the fish and shrimp fauna of the Weddell Sea and Lazarev Sea (Antarctica). *Proc NIPR Symp Polar Biol* (National Institute of Polar Research, Tokyo) 7: 91-102

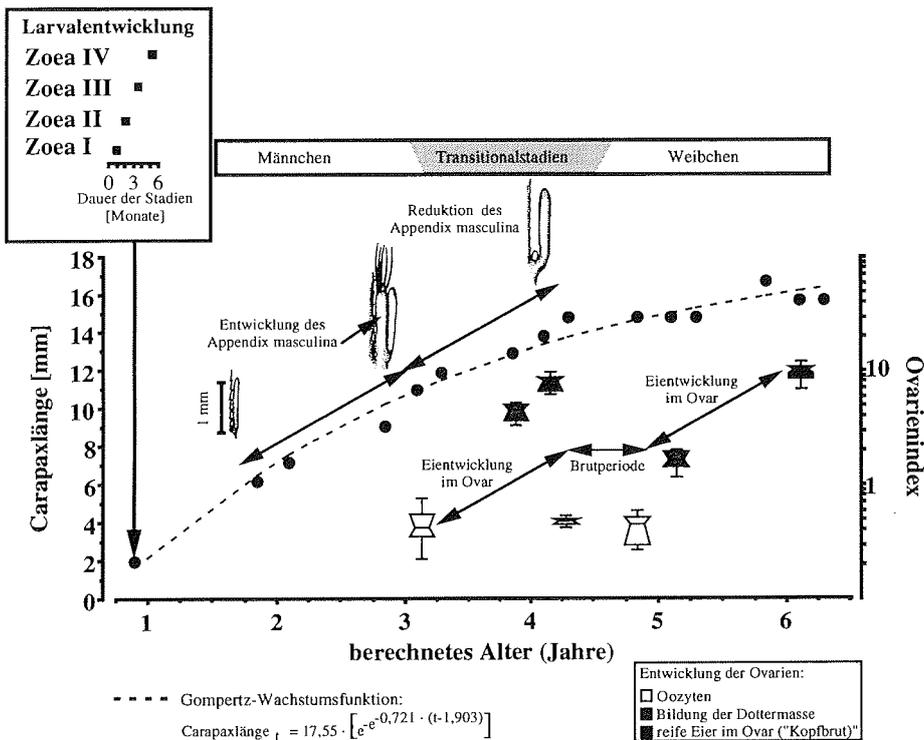


Abbildung 1:

Lebenszyklus von *Chorismus antarcticus* im südöstlichen Weddellmeer.

Für die Larvalentwicklung ist die durchschnittliche Dauer und die Anzahl der Stadien angegeben. Entsprechend dem Alter der Tiere sind die morphologischen Veränderungen des männlichen Kopulationsorgans (Appendix masculina), die durchschnittliche Größe, gemessen als Carapaxlänge und die berechnete Wachstumsfunktion aufgetragen. Als Maß für die Entwicklung der Ovarien sind die Ovarienindices als Box-and Whisker-Plot eingezeichnet. (Ovarienindex = [Feuchtgewicht der Gonaden / (Feuchtgewicht des Tieres - Feuchtgewicht des Ovars)] x 100).

Nach Abschluß der Larvalentwicklung wird der Appendix masculina ausgebildet. Die Tiere werden zuerst als Männchen geschlechtsreif. Dann erfolgt die Umwandlung zum weiblichen Geschlecht (Transitionalstadien): der Appendix masculina wird reduziert, während gleichzeitig Oozyten heranreifen. Innerhalb weniger Monate (im Frühjahr und Sommer) wird die Dottermasse der Eier angelegt und am Ende des Sommers, im fünften Lebensjahr, findet die erste Eiablage statt. Der Ovarienindex ist nach der Eiablage niedrig und steigt erst wieder an, wenn nach dem Schlupf der Larven, im Verlauf des nächsten Jahres, erneut Dottermasse produziert wird.

Benthische Strukturen und langfristige Besiedlungsprozesse in hochpolaren Schelfgebieten

Julian Gutt

Sektion Biologie I, Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung
Bremerhaven

Seit dem Beginn der modernen deutschen Polarforschung wurden benthische Strukturen im Weddellmeer sowie angrenzenden Gebieten und neuerdings auch in der Arktis intensiv untersucht. Dabei handelte es sich um Detailstudien an ausgewählten Tiergruppen (z.B. Hain 1990, Brandt 1991, Gutt 1991a, Gutt und Piepenburg 1991, Gutt et al. 1991, Ekau und Gutt 1991, Klages 1991, Gutt et al. 1994) und Arbeiten an Gemeinschaften, die ein breites taxonomisches Spektrum umfassen (Voß 1988, Piepenburg 1988, Galeron et al. 1992, Gerdes et al. 1992, Gutt und Starman eingereicht). Es stellte sich heraus, daß die antarktische Fauna trotz ihrer grundsätzlich zirkumpolaren Verbreitung und relativ stabilen Umweltbedingungen sehr fleckenhaft verteilt ist.

Da die sessile Epifauna eine dominante Rolle spielt und gerade ihre mittleren und kleinskaligen Verbreitungsmuster besondere Merkmale aufweisen, wurden in unserer Arbeitsgruppe überwiegend bildhafte Methoden angewandt. Das Gesamtmaterial umfaßt ca. 10.000 Fotos und 80 Stunden Videomaterial von über 100 Stationen in beiden Polargebieten. Für exakte Identifizierungen und weitergehende Analysen findet parallel dazu weiterhin eine gezielte Probenahme statt. In den laufenden Vorhaben rücken zwei Aspekte in den Vordergrund.

- I. Es ist die Frage zu beantworten, durch welche langfristig wirkenden, insbesondere typisch polaren Prozesse die beobachteten Strukturen zustande kommen (Abb. 1). Um die einzelnen Einflußgrößen quantifizieren zu können, stehen einige Umweltparameter, wie z.B. Korngrößenverteilung im Sediment, Häufigkeit von Steinen, Wassertiefe und Schelfbreite, zur Verfügung. Andere für das Benthos wichtige Faktoren, z.B. die bodennahe Hydrodynamik, müssen noch bei künftigen Expeditionen in den uns bekannten Artenassoziationen bestimmt werden. Neben den physikalischen Parametern spielen auch biologische Interaktionen, wie z.B. epibiontische Lebensweise und Nahrungsspezialisierung, besonders in der Antarktis, eine wichtige Rolle (Gutt 1991b). Auf der Grundlage der bisherigen Ergebnisse aus dem Weddell- und Lazarevmeer zeichnen sich folgende Beziehungen ab: Die relativ diverse Schwamm- und Bryozoengemeinschaft (Arntz et al. eingereicht) kommt überwiegend auf dem schmalen Schelf vor, während diese Formen und ihre reiche Begleitfauna auf dem breiten Kontinentalsockel selten sind. Dort dominieren z.B. koloniebildende Ascidien und vagile Organismen; auch die Infauna scheint dort häufiger zu sein. Ein abschließender Vergleich zwischen dem Weddell-, Lazarev-, Amundsen- und Bellingshausenmeer soll einen Beweis für die Beziehung zwischen Schelfbreite und Dominanz der sessilen Epifauna erbringen. Eine positive Korrelation der biologischen Verteilungsmuster mit den Umweltparametern Abstand von der Schelfkante, Wassertiefe und Abundanz von Steinen (Gutt und Starman eingereicht) deutet auf die o.g. Relevanz der bodennahen Strömung in Intensität und Richtung hin. Der zunächst zerstörerische Einfluß von strandenden Eisbergen kann überall auf dem Schelf

beobachtet werden. Diesem Phänomen kommt unter dem Aspekt der Langsamwüchsigkeit der Fauna eine besondere Bedeutung zu (siehe Abb. 1). Quantitative Analysen von organischen Partikeln, sichtbar als grüner Belag auf der Sedimentoberfläche, können Aufschluß über die Relevanz der Nahrungsverfügbarkeit ergeben. Allerdings wurde für das Weddell- und Lazarevmeer keine Beziehung zwischen dem fotografisch registrierten Auftreten dieses Fluffs und der geographischen Breite sowie Länge, Schelfbreite oder Zeitpunkt während des Südsommers (Januar bis März) festgestellt. Eine Abnahme des grünen Belags auf der Sedimentoberfläche mit der Tiefe konnte nur dann statistisch belegt werden, wenn

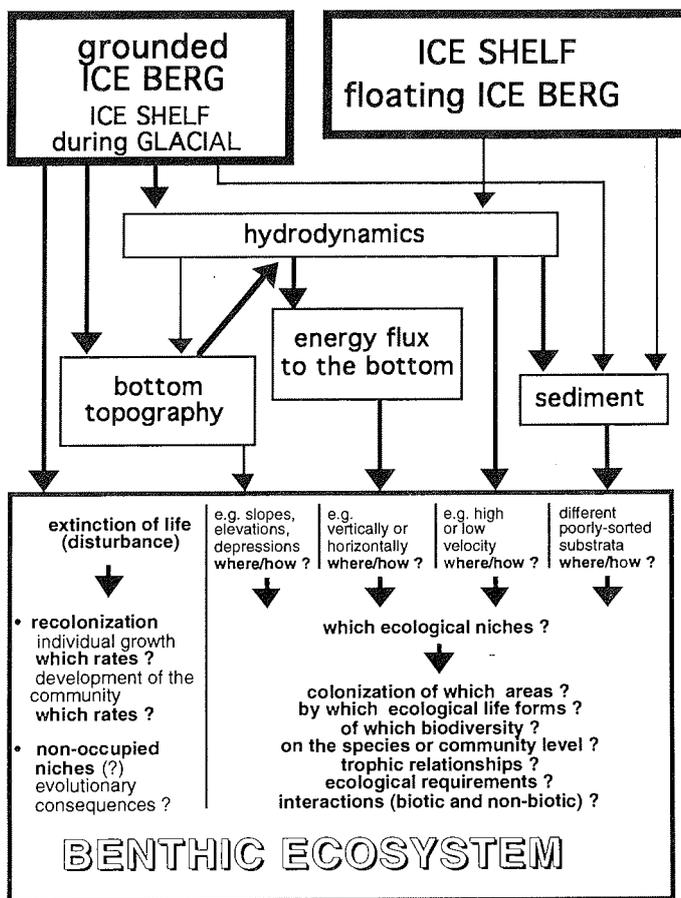


Abb. 1: Typisch polare Umweltbedingungen, die langfristig direkt oder indirekt auf benthische Lebensgemeinschaften wirken, mit daraus resultierenden benthologischen Fragestellungen.

J. Gutt

einige tiefe Stationen mit einer außergewöhnlich dicken Fluffschrift ausgeschlossen wurden. Untersuchungen an Mageninhalten und der Reproduktion von zwei Seegurkenarten bestätigen teilweise diesen Befund (Gutt 1991c, Gutt et al. 1992).

- ii. Ein Vergleich zwischen beiden Polargebieten soll Unterschiede oder Gemeinsamkeiten in den o.g. Merkmalen aufdecken. Dieser vergleichende Ansatz profitiert erheblich von der Kontinuität der übergeordneten Fragestellung, von dem Einsatz der selben Geräte in beiden Regionen und von der Auswahl der gleichen Auswertungskriterien bzw. -methoden (z.B. Taxonomie und Statistik) innerhalb einer Arbeitsgruppe. Die Arbeiten am Material von Nordostgrönland befinden sich in der Anfangsphase. Trotzdem sind bereits jetzt auf der Grundlage des Rohdatenmaterials einige Trends erkennbar. Es scheint eine hohe α -Diversität (innerhalb einer Station) in Schelfbereichen > 150 m zu geben, wobei die großskalige Verteilung relativ gleichmäßig ist. Daraus ergibt sich eine relativ geringe β -Diversität (innerhalb eines größeren Biotops). Im Flachem ist die Artenvielfalt für das gesamte Untersuchungsgebiet größer. Im küstennahen Bereich dominieren einige, sich von Station zu Station deutlich unterscheidende, massenhaft vorkommende Arten, was zu einer geringen α -Diversität führt. Inwieweit dies mit einer größeren Variabilität der physikalischen Umweltfaktoren sowie häufigeren Störungen im Flachem und stabileren Verhältnisse im Tiefen zu erklären ist, muß noch überprüft werden. In der Antarktis hingegen wird das Bild vom Benthos durch horizontale Patchiness geprägt. Allerdings ist auch hier eine besondere Variabilität der Besiedlungsstrukturen an der Schelfeiskante zu beobachten.

Diese vorliegenden Ergebnisse und noch zu analysierenden Daten dienen als wichtige Grundlage für realitätsbezogene Energieflußmodelle und für Vorhersagen im Falle langfristiger globaler Umweltveränderungen. Dies schließt die Frage der pelagobenthischen Kopplung ein, für die es bereits erste Hinweise gibt (Arntz et al. 1992, Gutt und Siegel 1994, Gutt im Druck, Piepenburg et al. eingereicht).

Ausblick

Um zu weiteren grundsätzlichen Aussagen zum Wirkungsgefüge im polaren Benthos zu kommen, sollen in Zukunft zwei neue Ansätze verfolgt werden:

1. Die Simulation kontrollierbarer Szenarien kann in ökologischen Experimenten Ergebnisse zur Elastizität (Resilience) des benthischen Systems erbringen.
2. Das Lebensalter besonders dominanter Taxa soll bestimmt werden, um Aufschluß über die langfristige Entwicklung von Artenassoziationen zu erhalten. Untersuchungen zur Nahrungspräferenz von Suspensionsfressern sollen eine Erklärung für die teilweise hohen Artenzahlen innerhalb dieser Gruppe liefern. Hierfür ist insbesondere die Analyse stabiler Isotope geplant.

Literatur

- Arntz W.E., Gutt J., Klages, M. (eingereicht) Antarctic marine biodiversity. SCAR Biology Symposium, Venedig 1994.
- Arntz W.E., Brey T., Gerdes D., Gorny M., Gutt J., Hain, S., Klages M. (1992) Patterns of life history and population dynamics of benthic invertebrates under high Antarctic conditions in the Weddell Sea. In: Marine Eutrophication and Population Dynamics. Colombo G., Ferrari I., Cecherelli V.U. und Rossi R. (Hrsg). Proc. 25th Eur. mar. Biol. Symp.: 221-230.

- Barthel D., Gutt J. (1992) Sponge associations in the eastern Weddell Sea. *Antarctic Science* 4: 137-150.
- Brandt A. (1991) Zur Besiedlungsgeschichte des antarktischen Schelfes am Beispiel der Isopoda (Crustacea, Malacostraca). *Ber. Polarforsch.* 98: 1-240.
- Ekau W., Gutt J. (1991) Notothenioid fishes from the Weddell Sea and their habitat, observed by underwater photography and television. *Proc. NIPR Symp. Polar Biol.* 4: 36-49. National Institute of Polar Research, Tokyo.
- Galéron J., Herman R.L., Arnaud, P.M., Hain S., Klages, M. (1992) Macrofaunal communities on the continental shelf and slope of the southeastern Weddell Sea, Antarctica. *Polar Biol.* 12: 283-290.
- Gerdes D., Klages M., Arntz W.E., Herman R.L., Galéron J., Hain S. (1992) Quantitative investigations on macrobenthos communities of the southeastern Weddell Sea shelf based on multibox corer samples. *Polar Biol.* 12: 291-301.
- Gutt J. (1991a) On the distribution and ecology of holothurians on the Weddell Sea shelf (Antarctica). *Polar Biol.* 11: 145-155.
- Gutt J. (1991b) Are Weddell Sea holothurians typical representatives of the Antarctic benthos? - A comparative study with new results. *Meeresforsch.* 33: 312-329.
- Gutt J. (1991c) Investigations on brood-protection in *Psolus dubiosus* (Echinodermata: Holothuroidea) from Antarctica in spring and autumn. *Mar. Biol.* 111: 281-286.
- Gutt J. (im Druck) The occurrence of sub-ice algal aggregations off northeast Greenland. *Polar Biol.*
- Gutt J., Piepenburg D. (1991) Dense aggregations of three deep-sea holothurians in the southern Weddell Sea, Antarctica. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 68: 277-285.
- Gutt J., Siegel V. (1994) Observations on benthopelagic aggregations of krill (*Euphausia superba*) on the deeper shelf of the southeastern Weddell Sea, *Deep-Sea Res.* 41 (1): 169-178.
- Gutt J., Starmans A. (eingereicht) Biodiversity of the high Antarctic macrobenthos in the Lazarev Sea: indications on the ecological role of physical factors and biological interactions. *Deep-Sea Res.*
- Gutt J., Ekau W., Gorny M. (1994) New results on the fish and shrimp fauna of the Weddell Sea and Lazarev Sea (Antarctic). *Proc. NIPR Symp. Polar Biol.* 7: 91-102. National Institute of Polar Research, Tokyo.
- Gutt J., Gerdes D., Klages M. (1992) Seasonality and spatial variability in the reproduction of two Antarctic holothurians (Echinodermata). *Polar Biol.* 11: 533-544.
- Hain S. (1990) Die beschalteten Mollusken (Gastropoda und Bivalvia) des Weddellmeeres, Antarktis. *Ber. Polarforsch.* 70: 1-180.
- Klages M. (1991) Biologische und populationsdynamische Untersuchungen an ausgewählten Gammariden (Crustacea; Amphipoda) des südöstlichen Weddellmeeres, Antarktis. Dissertation, Universität Bremen.
- Piepenburg D. (1988) Zur Zusammensetzung der Bodenfauna in der westlichen Framstraße. *Ber. Polarforsch.* 52: 1-118.
- Piepenburg D., Blackburn T.H., von Dorrien C., Gutt J., Hall P.O.J., Hulth S., Kendall M.A., Opalinski K.W., Rachor E., Schmid M.K. (eingereicht) The partitioning of benthic community respiration in the Arctic northwest Barents Sea. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*

Deutsch-Russische Untersuchungen des Benthos des Laptevmeeres

Katja Hinz und Michael Schmid

Institut für Polarökologie der Universität Kiel, Wischhofstraße 1-3, Geb.12, 24148 Kiel

Bei dem BMFT-Projekt "Deutsch-Russische Untersuchungen zur Ökologie der Randmeere der Eurasischen Arktis" handelt es sich um ein interdisziplinäres und international eingebundenes Vorhaben. Ziel ist die Untersuchung der Vernetzung der Lebensräume Sympagial (Untereis), Pelagial und Benthos in einem hocharktischen Randmeer, gekoppelt mit ernährungsökologischen, populationsdynamischen, reproduktionsbiologischen und ökophysiologischen Studien an abundanten Arten.

Durch die Wahl des bislang kaum systematisch erforschten Schelfes des Laptevmeeres als Ort der Feldstudie wird ein Untersuchungsgebiet erfaßt, das, bedingt durch geographische Isolation, nur in sehr geringem Maße in seiner arktischen Charakteristik durch atlantische oder pazifische Einflüsse überprägt wird, andererseits aber bedingt durch Süßwasserzustrom und den großen terrestrischen Eintrag über die Lena in zunehmendem Maße anthropogene Störungen verkraften muß. Das Laptevmeer ist darüber hinaus ein bedeutendes Bildungszentrum arktischen Meereises, welches mit der transpolaren Drift über den Arktischen Ozean durch die Framstraße in das Europäische Nordmeer gelangt. Es gehört deshalb zu den Schlüsselgebieten, deren Erforschung wesentlich zu einem Verständnis von Klimaschwankungen in der Nordhemisphäre beitragen.

Folgende Arbeitshypothesen liegen dem Projekt zugrunde:

- Arktisch-endemische Arten dominieren im Laptevmeer.
- Euryhaline Brack- und Süßwasserarten sind charakteristische Vertreter auf dem küstennahen Schelf.
- Die Bedeutung von Echinodermen als dominante epibenthische Tiergruppe ist im Vergleich zu anderen arktischen Regionen gering.
- Die Diversität der Gemeinschaften ist im Vergleich zu anderen polaren Regionen gering.
- Die Verteilung der Lebensgemeinschaften wird gesteuert durch das Muster der Meereisbedeckung und den Salzgehaltsgradienten.
- Die Kopplung "Meereisbiota - Pelagial - Benthos" ist stark ausgeprägt.
- Organisches Material dient als Nahrungsquelle für das Benthos.
- Die Stoffwechselraten benthischer Organismen sind höher als in anderen polaren Schelfmeeren.

Auf mehreren Schiffsexpeditionen in den Jahren 1993 bis 1995, die in enger Kooperation mit dem GEOMAR Kiel und russischen Institutionen durchgeführt werden und bei denen auch saisonale Aspekte Berücksichtigung finden, soll eine erste umfassende gemeinschaftsanalytische Bestandsaufnahme der sympagischen (eisassoziierten), pelagischen und benthischen Schelffauna unternommen werden. Über eine biogeographische Aufnahme und taxonomische Bearbeitung des Arteninventars hinaus wird die faunistische Zonierung sowie die räumliche und zeitliche Verteilung und Zusammensetzung spezifischer Artenassoziationen in Relation zu abiotischen Umweltbedingungen untersucht. Ziel der Untersuchungen der Besiedlungsmuster ist (a) eine Quantifizierung der räumlichen/zeitlichen Verteilungen als wichtige Voraussetzungen zur gebietsbezogenen Extrapolation und Bilanzierung, und (b) eine Abschätzung der Bedeutung verschiedener abiotischer und biotischer Faktoren für die gefundenen Besiedlungsstrukturen.

Ergänzend zu den Gemeinschaftsanalysen werden Untersuchungen zu verschiedenen Aspekten der Autökologie ausgewählter Schlüsselarten (kleinräumige Besiedlungsmuster, Reproduktionsbiologie, Ernährungsökologie, Ökophysiologie) durchgeführt. Bei der Auswahl werden abundante Arten unterschiedlicher Lebensweise und Ernährungstyps berücksichtigt. Die autökologischen Untersuchungen haben zwei Zielsetzungen: Zum einen können so die in den gemeinschaftsanalytischen Feldstudien

beschriebenen Verteilungsmuster besser interpretiert werden. Zum anderen dienen sie der Aufdeckung von besonderen Anpassungen der Arten an die für das Laptevmeer typischen Umweltbedingungen. Die entsprechenden Experimente werden von Mai - September 1994 auf der deutschen Arktisstation "Koldewey" in Ny Ålesund auf Spitzbergen und während des Projektzeitraumes in Hälterungsaquarien im Institut für Polarökologie, Kiel, durchgeführt.

In Erweiterung der regionalen Fallstudie im Laptevmeer wird außerdem - als ein besonderer Schwerpunkt der deutsch-russischen Zusammenarbeit - eine biogeographische Datenbank aufgebaut. Neben den im Laptevmeer erhobenen Daten sollen weitere Quellen, vor allem das umfangreiche russische Archivmaterial, eingebunden werden. Die Datenbank wird helfen, Veränderungen in den Verbreitungsmustern ausgewählter Arten aufzudecken. Diese Arten sollen als Indikatoren von Umweltschwankungen beschrieben und analysiert werden.

Von Juli bis September 1993 fand die deutsch-russische Gemeinschaftsexpedition ARKTIC '93 mit dem deutschen Forschungseisbrecher FS *Polarstern* und dem russischen Forschungsschiff RV *Ivan Kireyev* statt, wobei *Polarstern* vier Transekte z.T. im eisbedeckten Bereich vom Schelf bis in über 3000 Meter Tiefe beprobte und die *Kireyev* auf dem zu der Zeit eisfreien Schelf operierte. Mit unterschiedlichsten Geräten konnten Benthosproben auf insgesamt über 50 Stationen gewonnen werden.

Erste Auswertungen von Agassiz-Trawl-(AGT)-Fängen auf einem von *Polarstern* beprobten Transekt im östlichen Laptevmeer an vier ausgewählten Stationen (39m, 72m, 233m und 3028m Tiefe) lassen erste vorläufige Aussagen zu. Diese beziehen sich auf die Anteile gezählter Individuen verschiedener Taxa in der bisher ausgewerteten Fraktion >1cm und jeweils eine Unterprobe gleichen Volumens des AGT an den erwähnten Stationen.

Zu erkennen ist die Tendenz der Individuenzunahme mit zunehmender Tiefe, mit Ausnahme der Station mit 72m Tiefe. (Tiefe/Gesamtindividuenzahl: 39m/410; 72m/2429; 233m/744; 3028m/1073). Ausschlaggebend für die Höhe der Individuenzahlen an den Stationen mit 39m und 72m Tiefe auf dem Schelf könnten folgende Faktoren sein:

- Das Auftreten von Wassermassen geringer Salinität durch höheren Süßwassereinstrom,
- Auswirkungen enormer Sedimentfracht, z.B. als sehr starke Trübung auf Unterwasserphotographien im Bereich des flachen Schelfs feststellbar und
- eine enge Beziehung zwischen Meereis und Benthos, da z.B. auf Side Scan-Aufnahmen des flachen Schelfs, die von Expeditionsteilnehmern des Geomar genommen wurden, deutliche von Eisbergen verursachte Pflugmarken erkennbar sind.

Bei der Auswertung wurde deutlich, daß Echinodermen im Untersuchungsgebiet eine besondere Bedeutung zukommt. Die Faunenzusammensetzung unterscheidet sich an den Stationen nicht nur zahlenmäßig und in der Dominanz einzelner Taxa, sondern auch innerhalb der einzelnen Taxa verschieben sich insgesamt das Artenspektrum und die Dominanzverhältnisse. So sind z.B. auf dem flachen Schelf insbesondere die Schlangensterne unter den Echinodermen sehr stark repräsentiert, unter den Crustaceen Asseln der Gattung *Saduria*. Mit zunehmender Tiefe verlagern sich diese Dominanzverhältnisse, im folgenden an den Echinodermen kurz geschildert.

Bei diesen ist auf den flacheren Stationen neben den hohen Individuenzahlen der Schlangensterne das Vorkommen von Crinoiden und Asteroiden interessant. In der Tiefsee fehlen diese völlig, dort stellen dann Echinoiden der Gattung *Pourtalesia* und Holothurien der Gattung *Elpidia* einen großen Anteil.

Innerhalb der Ophiuroidea selbst finden wir vom flachen Schelf bis in die Tiefsee auch unterschiedliche Zusammensetzungen. So ist in den Bereichen um 40m und 70m *Ophiocten sericeum* sehr häufig bzw. dominant, um 233m Tiefe jedoch *Ophiacantha bidentata*. *Ophiopleura borealis* tritt dort hinzu. In der Tiefsee, wie schon erwähnt, fehlen die Schlangensterne völlig.

Benthische Besiedlungsmuster im Europäischen Nordmeer

Dieter Piepenburg, Angelika Brandt, Karen von Juterzenka
Institut für Polarökologie der Universität Kiel, Wischhofstr. 1-3, Geb.12, 24148 Kiel

Im Teilprojekt A3 des Kieler Sonderforschungsbereichs 313 "Veränderungen der Umwelt: Der nördliche Nordatlantik" werden die Wechselbeziehungen zwischen dem Partikelfluß in der bodennahen Trübungszone ("Benthic Nepheloid Layer" BNL) und den benthischen Besiedlungsmustern untersucht. Zu diesem Zweck wurden mehrere Feldstudien im Europäischen Nordmeer durchgeführt. Dabei wurden BNL und Meeresboden mit einem umfangreichen Satz verschiedener Geräte (Bodenwasserschöpfer, Multicorer, Großkastengreifer, Epibenthoschlitten, Agassiztrawl, Meeresbodenfotografie) beprobt, so daß die Ergebnisse auf der Grundlage einer breiten Datenbasis interpretiert werden konnten. Im Rahmen der Arbeitsteilung innerhalb des Teilprojekts untersuchten wir die benthischen Besiedlungsmuster durch vergleichende Analysen der Verbreitung und Zusammensetzung makrobenthischer Gemeinschaften. Dabei konzentrierten wir uns auf zwei Taxa, peracaride Krebse (Amphipoda, Isopoda, Tanaidacea, Cumacea, Mysidacea) und Schlangensterne (Ophiuroidea), die das Epibenthos in den Untersuchungsgebieten dominieren.

Zwei der Feldstudien, die beide im westlichen arktischen, eisbedeckten Teil des Europäischen Nordmeers durchgeführt worden sind, wurden in dem Vortrag exemplarisch vorgestellt. Die präsentierten Ergebnisse beruhen auf der Auswertung von Epibenthoschlittenfängen und Meeresbodenfotografien.

Kolbeinseyrücken

Auf einem 34 km langen latitudinalen Transekt quer über den Kolbeinseyrücken nördlich von Island wurden im Sommer 1992 auf der "Meteor"-Expedition M21/5 fünf Stationen in Wassertiefen von 830 bis 1100 m beprobt. Insgesamt wurden mehr als 90 Peracariden- und 5 Ophiuridenarten nachgewiesen. Die benthischen Besiedlungsdichten waren sowohl für Crustaceen als auch für Ophiuriden auf dem östlichen Hang deutlich höher. Auf der Grundlage der Epibenthoschlittenfänge wurden vier Krebsgemeinschaften abgegrenzt und charakterisiert ("West", "Ost", "Tief" und "Ubiquitär"). Die flacheren Osthangstationen wurden durch Isopoden, die tiefe Osthangstation durch Cumaceen und der Westhang durch Amphipoden dominiert.

Die Besiedlungsdichte der kleinen Schlangensterneart *Ophiocten gracilis* konnte auf dem östlichen Hang lokal 500 Individuen m⁻² erreichen, die Biomasse 120 mg aschefreies Trockengewicht m⁻². Auf dem westlichen Hang waren große Arten (*Ophiopleura borealis*, *Ophioscolex glacialis*) wichtiger, allerdings bei insgesamt viel kleineren Abundanzen. Entlang des Transekts war eine Verschiebung in der Größenstruktur der Populationen von *O. gracilis* zu beobachten: In Kammnähe dominierten sehr kleine frühe Siedlungsstadien (Scheibendurchmesser < 1 mm), größere, ältere Tiere (maximaler Scheibendurchmesser 8 mm) waren selten. Mit zunehmender Tiefe entlang des östlichen Hanges aber nahm deren Bedeutung zu, die Dichte der kleinen Stadien ging stark zurück.

Unsere Ergebnisse zeigen in Sedimentbeschaffenheit und Gemeinschaftsstruktur einen deutlichen Ost-West-Gradienten über den Rücken. Das Muster in der Verteilung und Zusammensetzung der Crustaceen- und Ophiuridenfauna ist

wahrscheinlich auf Unterschiede im Nahrungseintrag aus dem Pelagial in Abhängigkeit von der mesoskaligen Hydrographie zurückzuführen.

"Northeast Water"

Die zweite vorgestellte Felduntersuchung wurde zwischen Mai und August 1993 im "Northeast Water" (NEW) durchgeführt, einer Polynya auf dem nordöstlichen Schelf von Grönland, die sich alljährlich im Frühjahr bei etwa 81° N bildet und im Laufe des Sommers nach Süden ausbreitet. Während der "Polarstern"-Expedition ARK IX wurden im Rahmen einer multidisziplinären und internationalen Studie zwischen 77° N und 81°30' N insgesamt 46 Stationen in Tiefen von 40 m bis 490 m beprobt.

Das 1993 gesammelte Proben- und Datenmaterial aus der NEW-Polynya wird derzeit noch ausgewertet, die vorgestellten Ergebnisse sind deshalb nur vorläufig. Bislang konnten mehr als 160 Peracaridenarten mit sehr unterschiedlichen Abundanzen nachgewiesen werden. Amphipoden, Cumaceen und Isopoden dominierten die Peracaridengemeinschaften. Artenzahlen und Besiedlungsdichten waren im Norden des Untersuchungsgebiets deutlich höher als im Süden. Schlangensterne kamen mit zehn Arten vor. Ähnlich wie auf dem Kolbeinseyrücken erreichte nur eine Art hohe Dichten, hier *Ophiocten sericeum*. Lokal fanden wir von dieser Art mehr als 500 Individuen m⁻².

Im Untersuchungsgebiet gibt es deutliche Unterschiede in den epibenthischen Gemeinschaftsstrukturen sowohl zwischen flachen Schelfbänken (< 100 m) und tiefen Schelfgräben (200 - 500 m) als auch zwischen dem Entstehungsgebiet der Polynya im Norden und dem eisbedeckten Bereich im Süden, das gar nicht oder nur selten und kurzzeitig im Spätsommer von der sich ausdehnenden Polynya erreicht wird. Dies deutet daraufhin, daß vor allem die komplexe Topographie des nordostgrönländischen Schelfes sowie das raumzeitliche Muster der Eisbedeckung und pelagischen oder sympagischen Produktion die benthische Besiedlung steuern. Es gibt außerdem Hinweise, daß ein mesoskaliger antizyklonaler Wirbel, der dem südwärts setzenden Ostgrönlandstrom überlagert ist, ebenfalls einen Einfluß auf die Verteilung und Zusammensetzung der benthischen Gemeinschaften hat.

Ausblick

In den nächsten Jahren sollen im Rahmen des SFB 313 die Feldarbeiten zur Wechselbeziehung zwischen bodennahen Partikelfluß und benthischen Besiedlungsmustern am ostgrönländischen Kontinentalrand fortgesetzt werden. Besondere Berücksichtigung sollen dabei verschiedene Sedimentationsszenarios in Abhängigkeit von der Eisbedeckung finden.

Als Erweiterung der vorgestellten SFB-Studien sollen zusätzlich bestimmte Aspekte der noch weithin unbekanntten Ökologie arktischer Schlangensterne in verschiedenen polaren Gewässern, die sich hinsichtlich Eisbedeckung und terrestrischen Eintrag unterscheiden (Laptewmeer, Barentsmeer, Framstraße), vergleichend untersucht werden. Analysen von Altersstruktur und Wachstum, Nahrungsaufnahme und -spektrum sowie Respirationleistungen sollen neue Informationen zur Populationsdynamik, Ernährungsökologie und Ökophysiologie dieser wichtigen Faunenelemente arktischer Benthosgemeinschaften liefern.

Benthos an den eurasischen Kontinentalhängen und pelago-benthische Kopplung in der nördlichen Barentssee

Eike Rachor

AWI, 27515 Bremerhaven

Zusammenfassung

Während der "Polarstern"-Reisen ARK VIII/2 (1991) und ARK IX/4 (1993) wurden mit einem Mehrfachkastengreifer Zoobenthosproben von 0,024 m² Fläche entlang von Transekten an den Kontinentalhängen der nördlichen Barents- und der Laptewsee gesammelt. Zusätzliche Information wurde anhand von Großkastengreifer- und Agassiztrawlfängen gewonnen.

Es sollen die wesentlichen Unterschiede zwischen der stark atlantisch beeinflussten Barentssee und der kontinental geprägten Laptewsee herausgearbeitet werden, vor allen Dingen die Bedeutung dieser so unterschiedlichen Schelfmeere für die Zufuhr von organischer Substanz in die packeisbedeckten angrenzenden Tiefseebecken. Das Benthos wird dabei als geeigneter Indikator für die lokalen Sedimentationsverhältnisse bzw. für die Verfügbarkeit von Nahrung in Bodennähe angesehen.

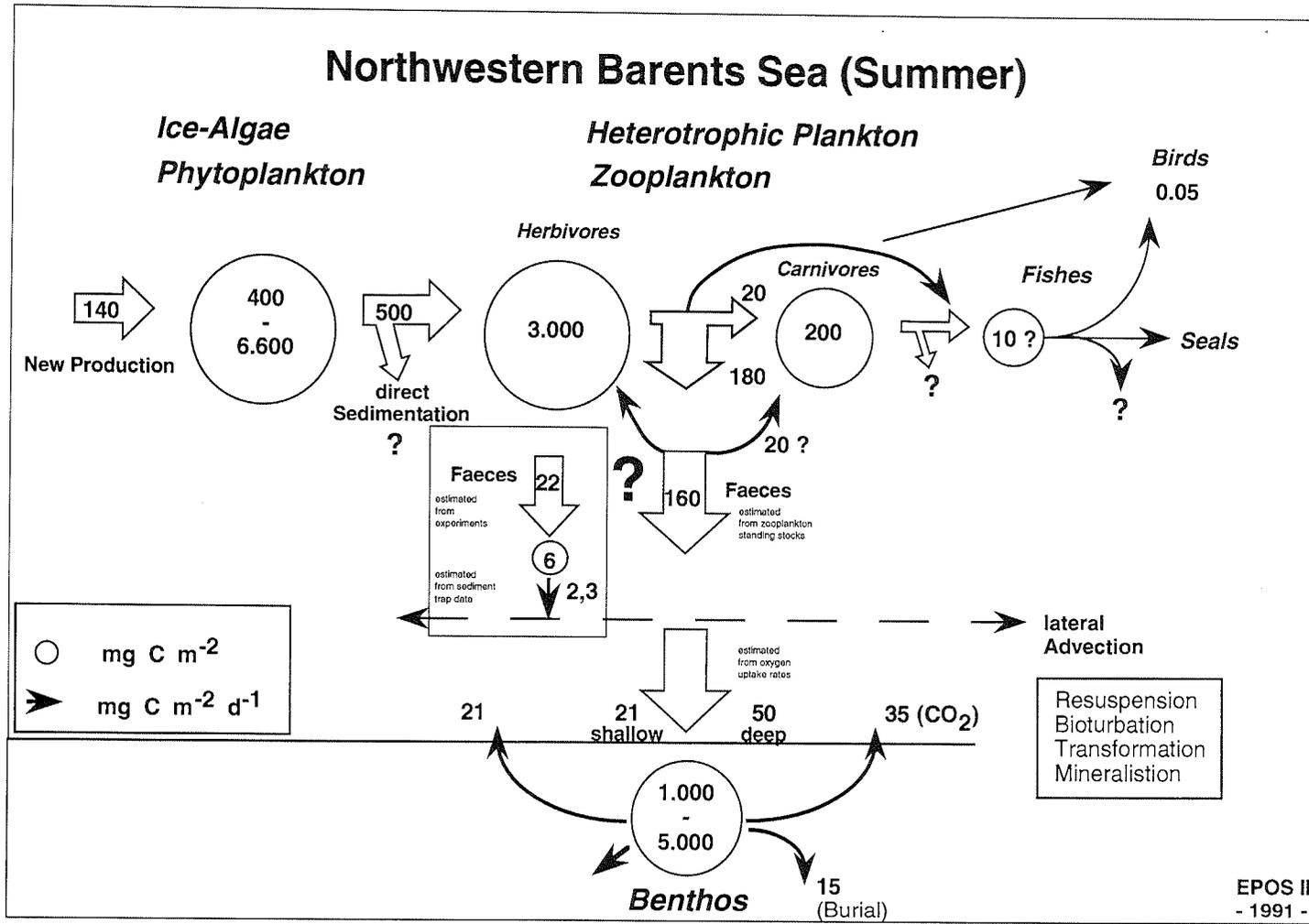
Die mit zunehmender Wassertiefe zu erwartenden Abnahmen in den Artenzahlen und Abundanzen (sowie Biomasse-Verhältnissen) der Makrofauna lassen sich an allen untersuchten Transekten aufzeigen. Anhand der Literatur, vor allem aus den flacheren Schelfgebieten Sibiriens, war zusätzlich ein starker West-Ost-Gradient erwartet worden (abnehmende Artendiversität, möglicherweise auch Abnahmen bei den Abundanzen in den sibirischen Kontinentalhangbereichen). Dieses läßt sich nach den ersten Auswertungen nicht grundsätzlich bestätigen, vielmehr kann der Laptewseeschelf eine vergleichsweise reiche Benthosfauna auch in den Hangbereichen der tiefen Nansen- und Amundsenbecken stützen. Eine wesentliche Rolle für gute Produktionsverhältnisse dürften im Bereich der nordöstlichen Laptewsee die sommerliche Warmwasserzufuhr aus der Lena und die Stabilisierung der Wasserschichtung spielen.

Zusätzlich kann gezeigt werden, daß in der westlichen und nördlichen Laptewsee das atlantische Faunenelement dominiert; es wird angenommen, daß an den Kontinentalhängen diese atlantische Fauna

weiter nach Osten verbreitet ist, als die im Schelfbereich bekannten zoogeographischen Verhältnisse andeuten.

Für die nördliche Barentssee konnte auf einem ESF-Workshop im März 1994 eine sommerliche "Momentaufnahme" der organischen Partikelflüsse anhand der Daten der "Polarstern"-Reise ARK VIII/2 aus dem Jahre 1991 ("EPOS II", "SEAS" der ESF Straßburg) erstellt werden (Abb. 1, vorläufige Zahlen). Die unabhängig für die verschiedenen Kompartimente erarbeiteten Partikelflüsse zeigen

- daß im Sommer 1991 die wichtigsten Vertikalflüsse ins Benthos durch Kotballen von Zooplanktern erfolgten;
- daß dieses Nahrungsangebot den Gesamtbedarf des Benthos voll abdecken kann (einschließlich eines gewissen Anteils für die winterliche Nahrungsversorgung und für die dauerhafte Deposition; s. hierzu Beitrag D. Piepenburg);
- daß dabei auch noch Überschüsse existieren, die durch laterale Verfrachtung Nachbarökosysteme versorgen können (z.B. kontinentalhangnahe Bereiche des tiefen Nansenbeckens);
- daß das Zooplankton zumindest zeitweise vom vorher aufgebauten Phytoplanktonbestand zehrt (und zusätzlich von der regenerierten Produktion, die in das Modell nicht mit eingegangen ist).



Fortpflanzungs-Zyklus der Seeanemone *Hormathia nodosa* (Fabricius, 1780): Larvalentwicklung im arktischen Winter?

Karin Riemann-Zürneck

Biologische Anstalt Helgoland (Taxonomische Arbeitsgruppe) und
Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung

Die in subarktischen Regionen des Nordatlantik weitverbreitete, 6 bis 10 cm hohe Seeanemone *Hormathia nodosa* ist eine häufig dokumentierte, aber dennoch in ökologischer Hinsicht unbekannte Art (Riemann-Zürneck 1994). Die Untersuchung von Exemplaren, die von FS "Polarstern" 1991 (ARK VIII/2 - EPOS II), von den Fischereiforschungsschiffen "Walther Herwig" und "Anton Dohrn" sowie aus russischen Sammlungen stammen (28 Tiere) ergab, daß nur bei drei im August und September gesammelten Exemplaren Gonaden entwickelt waren. Die ungewöhnliche Größe der reifen Oocyten (700 bis 800 µm) läßt vermuten, daß *H. nodosa* sich möglicherweise durch "Großlarven" (giant larvae, Riemann-Zürneck 1976) fortpflanzt. Solche ballonförmigen, 2 bis 10 mm großen Entwicklungsstadien sind seit den 30er Jahren im Nordatlantik bekannt (Carlgren 1933, 1934) und führen offenbar ein relativ langes pelagisches Leben.

Die Abgabe von Gameten im Herbst und die Entwicklung von Larven oder Jungtieren im arktischen Winter ist gegenwärtig kaum vorstellbar, auch wenn es beispielsweise Fische mit Eiablage im Herbst gibt (v. Dorrien, 1993). Möglicherweise bietet die Arktis im Winter mit stationären Eisfronten (Gloersen et al. 1992) Bedingungen, die den aus dünnen Epithelien aufgebauten Großlarven nicht nur das Überwintern ermöglichen, sondern auch ihre weitere Entwicklung und Verbreitung fördern. Jüngste Berichte über eine erhöhte Konzentration gelöster organischer Substanzen unter und an arktischem Eis könnten ein Hinweis auf solche Lebensbedingungen sein (Passow et al. 1994, Sime-Ngando et al. 1994, Vernet et al. 1994).

"Großlarven" scheint es nur bei ursprünglichen Aktinien ("frühe Mesomyaria", Schmidt 1972) und bei den als Schwestergruppe angesehenen Ceriantharia zu geben, woraus man die Hypothese ableiten kann, daß es sich hier um eine archaische Entwicklungsform der Anthozoen handelt, die in einigen extremen Lebensräumen wie Tiefsee oder Arktis erhalten geblieben ist.

Literatur

- Carlgren, O., 1933. Zoantharia and Actiniaria. - The Godthaab Expedition 1928. Meddr. Grønland 19: 1-55.
- Carlgren, O., 1934. Zur Revision der Actiniarien. - Arkiv för Zoologi 26A (18): 1-36.
- v. Dorrien, C. F., 1993. Ökologie und Respiration ausgewählter arktischer Bodenfischarten. - Ber. Polarforsch. 125: 1-99.
- Gloersen, P., W. J. Campbell, D. J. Cavalieri, J. C. Comiso, C. L. Parkinson, H. J. Zwally, 1992. Arctic and Antarctic Sea Ice, 1978-1987: Satellite passive-microwave observations and analysis. NASA Washington, D.C., 289 pp.
- Passow, U., P. Wassmann, M. Vernet, 1994. A new hypothesis on the fate of extracellular carbon released by phytoplankton in Arctic shelf areas. - EOS, Transactions American Geophysical Union 75 (3): 116 (Abstract).
- Riemann-Zürneck, K. 1976. A new type of larval development in the Actiniaria: Giant larvae. Morphological and ecological aspects of larval development in *Actinostola spetsbergensis*. - In G.O. Mackie (ed.): Coelenterate biology and behavior. Plenum Press, New York, pp. 355-364.
- Riemann-Zürneck, K. 1994. Taxonomy and ecological aspects of the subarctic sea anemones, *Hormathia digitata*, *Hormathia nodosa* and *Allantactis parasitica* (Coelenterata, Actiniaria). - Ophelia 39: (im Druck).
- Schmidt, H. 1972. Die Nesselkapseln der Anthozoen und ihre Bedeutung für die phylogenetische Systematik. - Helgoländer wiss. Meeresunters. 23: 422-458.
- Sime-Ngando, T., S. K. Juniper, R. E. H. Smith, 1994. Ingestion and utilization of dissolved organic carbon by Arctic sea Protozoa. - EOS, Transactions American Geophysical Union 75 (3): 116 (Abstract).
- Vernet, M., P. A. Matrai, R. Hood, J. Ruel, 1994. Photosynthetic carbon production at the ice edge in the Barents Sea: Cellular and extracellular carbon pools. - EOS, Transactions American Geophysical Union 75 (3): 127 (Abstract).

Die Bryozoen-Fauna der östlichen Weddell-See

H. Ristedt

Prof. Dr. Heinrich Ristedt, Institut für Paläontologie, Nussallee 8, D-53115 Bonn

Vom Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung wurde mir das Bryozoen-Material der Antarktis-I,II und V- Expeditionen (1983-87) des F.S. Polarstern aus der östl. Weddell-See zur taxonomischen Bearbeitung und ökologischen Auswertung übergeben. In Absprache mit der biologischen Abteilung des AWI wurden folgende Aufgaben als vordringlich angesehen:

- A. Erfassung der Arten-Diversität der cheilostomaten und cyclostomaten Bryozoa,
- B. Auswertung des Probenmaterials und photographischer Aufnahmen vom Meeresboden unter ökologischen Gesichtspunkten,
- C. Durchsicht des Bryozoen-Materials nach Merkmalen am Skelett, die, unter Berücksichtigung der allgemeinen Bryozoen-Baupläne, für die Autökologie möglichst vieler Arten relevante Aussagen zulassen.

Zu A.: Die Bryozoa sind mit etwa 400 Arten und einer relativ großen Besiedlungsdichte neben den Schwämmen die wichtigsten sessilen Tiere des antarktischen Benthos.

Bisher wurden im Bryozoen-Material der östlichen Weddell-See 216 Arten nachgewiesen. Das entspricht in etwa der Zahl der bisher aus der Ross-See beschriebenen Bryozoen-Arten.

Untersucht wurde die Artenvielfalt der Bryozoa von:

- a. der 33 bryozoenführenden Stationen der Ant.-V-Exp. des nördlichen Teiles der östl. Weddell-See (Atka-Bucht - Coats Land, 182-1447 m Wassertiefe, 12.10.- 26.11. 1986 und 12.01.- 21.02. 1987),
- b. von 5 Stationen der Ant.-II-Exp. des südlichen Teiles der östlichen Weddell-See (Kap Norwegia- Filchner Schelf-Eis) und
- c. des besonders umfangreichen Probenmaterials von 7 Stationen der Ant.-I-Exp. aus der näheren Umgebung der Atka-Bucht.

Die Bryozoen-Fauna der Weddell-See ist damit aber sicherlich noch nicht annähernd vollständig erfaßt (siehe Ausblick).

Zu B.: 1. Zusammensetzung der Bryozoenfauna in Abhängigkeit von der Art und Verfügbarkeit der Bodensedimente in der östl. Weddell-See.

Für die Besiedlung des Meeresbodens in der östl. Weddell-See stehen den Bryozoa vor allem siltige bis tonige Sedimente, in die gröberklastische Gesteinspartikel eingelagert sind, zur Verfügung. Die für die Besiedlung des Meeresbodens unerlässlichen gröberklastischen Sedimentkomponenten sind vor allem Erosionsprodukte des antarktischen Inlandeises ("dropstones") von unterschiedlicher Größe (Sandkörner bis kopfgroße, meist gerundete Gesteine). Außerdem spielen biogene Sedimentpartikel für die Anheftung der Bryozoa eine gewisse Rolle (Schwammnadeln, Foraminiferengehäuse, Bruchstücke u. a. von Bryozoen- und Scleractinien- Skeletten).

Aufgrund der geringen Größe der Bryozoenlarven ist eine Besiedlung von Sedimentpartikeln bis kleiner als 1/2 mm möglich. Eine Selektion des Substrates durch die Larve ist wahrscheinlich, aber im antarktischen Bereich nicht untersucht. Die Anheftung der durch die Metamorphose gebildeten Ancestrula ist sicherlich abhängig von der Oberflächenbeschaffenheit und dem Bakterienbesatz, in der Regel aber nicht vom Chemismus des Substrates.

Sehr wahrscheinlich werden die Sedimentpartikel zunächst von einer Vielzahl von Bryozoen-Arten besiedelt. Artsspezifische Anheftungsarten ihrer Kolonien entscheiden in der Frühphase der Besiedlung des Meeresbodens über ihre Überlebenschancen. Folgende Anheftungsarten stehen den Bryozoenkolonien u. a. zur Verfügung: 1. Anheftung durch die Ancestrula mit nachfolgendem erektem Wuchs und Sockelbildung, 2. sekundäre Lösung der Ancestrula und "Stelzenbildung" durch wurzelartige Rhizoide mit oder ohne nachfolgender Mehrfachanheftung durch spätastogenetische Rhizoide, 3. multizoidale Inkrustierung durch die frühontogenetische Kolonie mit oder ohne nachfolgendem erektem Wuchs.

Eine Klassifizierung der Bodensedimente der östl. Weddell-See in 5 Sedimenttypen gibt Aufschluß über einige der möglichen Gründe für die unterschiedliche Besiedlung des Meeresbodens durch bestimmte Wuchsformen der cheilostomaten und cyclostomaten Bryozoa:

a. Siltige bis tonige Sedimente mit vereinzelt Sandkörnern (bis 3 mm Korngröße). Letztere bieten nur kleinwüchsigen Kolonien Halt. Bevorzugt wachsen hier schwachverkalkte, durch wurzelartige Rhizoide gekennzeichnete Bryozoa.

b. Siltige bis tonige Sedimente mit vermehrt auftretenden Sandkörnern. Hier ist Mehrfach-Anheftung möglich. Großwüchsige, schwachverkalkte Bryozoenkolonien mit kräftigen Rhizoiden bilden in Abhängigkeit von der Größe des Areals mehr oder weniger große "Wiesen". Bei geringerer Besiedlungsdichte treten hier auch säulenförmige, dichotom verzweigte Bryozoen mit starrem Skelett und flexibler Mehrfach-Anheftung (Cellarinella-Typ) auf.

c. Siltige bis tonige Sedimente mit vereinzelt auftretenden kleinen Steinen (etwa 1 cm). Wenn die Steine fast vollständig im Sediment vergraben sind, werden langfristig großwüchsige Kolonien mit starrem Skelett und flexibler Anheftung durch wurzelartige Rhizoide dominieren. Diese Kolonien haben oft eine lanzettförmige Wuchsform. Weitständige Besiedlung ergibt sich aus der Sedimentverteilung (Melicerita-Typ). Sind die Steine nur teilweise von Sediment umschlossen, treten hier ebenfalls kleinwüchsige Bryozoa mit rigider Anheftung und laminarer Wuchsform auf. Außerdem haben auf diesen Steinen flächenhaft inkrustierende Kolonien mit frühastogenetischen Reproduktionsphasen eine Chance.

d. Siltige bis tonige Sedimente mit vereinzelt großen Steinen (mehrere cm). Große (bis über 15 cm), starre Kolonien mit rigider Anheftung überwuchern bei einer langen Lebensdauer alle anderen Bryozoa. Anheftung durch Rhizoide ist selten, da diese großen Steine nicht umklammert werden können.

Schließlich treten vereinzelt großwüchsige, schwachverkalkte Arten auf, die frühastogenetisch das Substrat inkrustieren, später aber zu aufrechtem Wachstum übergehen. Fehlen große, erekte Kolonien, werden diese Steine durch

eine Vielzahl von inkrustierenden Kolonien besetzt. Auch hier findet langfristig eine Auswahl statt. Es liegen dazu aber nur wenige Beobachtungen vor.

e. Siltige bis tonige Sedimente mit unsortierten gröberklastischen Komponenten. Entsprechend der vielfältigen Anheftungsmöglichkeiten bildet sich ein "Mischwald" unterschiedlicher Zusammensetzung. Dichter Bewuchs ist typisch. Vermutlich spielen hier neben den ausschlaggebenden Bedingungen der Frühphasen der Besiedlung auch Wachstumsraten, Exposition zur Nahrungsfront und unterschiedliche Arten der durch die Bryozoen initiierten Wasserströmungen im Mikromilieu eine entscheidende Rolle bei der Herausbildung des adulten Bryozoen-Bewuchses.

Zu B.: 2. Die Besiedler des Meeresbodens stellen nur einen Teil der Bryozoenfauna der Antarktis dar. Viele kleinwüchsige Bryozoa mit inkrustierender Anheftung nutzen u.a. die Rückseiten und inaktiven Bereiche von Bryozoenkolonien als Substrat. Vor allem unilaminare und retikuläre Kolonien bieten günstige Siedlungsräume und Lebensbedingungen.

Zu C.: Über 80% der rezenten antarktischen Bryozoa sind endemische Arten. Fast alle Familien lassen sich jedoch von Bewohnern warmer bis tropischer Siedlungsräume des Tertiärs ableiten. Hier wurde unter einem höheren Selektionsdruck das Rüstzeug erworben, das die Bryozoa heute befähigt, in den über einen langen Zeitraum relativ stabilen Biotopen der Antarktis überaus erfolgreich miteinander zu konkurrieren und vor allem ungewöhnlich große Kolonien zu bilden. Viele antarktische Bryozoa sind in der Lage, auf lange Zeiten verminderten Nahrungsangebotes durch zeitliche Reduktion des Stoffumsatzes zu reagieren. Periodische Abnahme der Wachstumsraten sind sowohl am distalen Ende der Kolonien als auch im Dickenwachstum der Frontalwände der Zooide und an den sekundären Kalkausscheidungen der Sockelbildung zu beobachten. Zeitlich begrenzte "Stilllegung" von mehr oder weniger großen Bereichen der Bryozoenkolonie und Reaktivierung durch Neubildung der Polypide sind möglich. Bei dichtem Bewuchs werden untere Teile der Kolonien definitiv inaktiviert und durch sekundäre Kalkausscheidungen auf ihren Außenflächen stabilisiert. Außerdem verfügen ihre Baupläne über Möglichkeiten, Beschädigungen, die während verminderten Wachstums gehäuft auftreten, zu reparieren. Vielen Bryozoa mit spätastogenetischen Rhizoiden ist eine sekundäre Anheftung von Bruchstücken möglich. Da es sich bei den Zoiden einer Kolonie um genetisch identische Individuen handelt, können diese Bruchstücke auch wieder "zusammenwachsen". Oberstes Prinzip der Überlebensstrategie der Bryozoen ist der Bestand der Kolonie.

Ausblick: 1. Vervollständigung des Probenmaterials aus der östl. Weddell-See. Bedingt durch die Art der Probenentnahme auf dem Schiff und der Vortierung bei der AWI standen bisher für die Untersuchung vor allem Bryozoa mit stark verkalktem Skelett und deren Besiedler zur Verfügung. Es fehlen eine große Zahl von aus anderen antarktischen Gebieten bekannten schwachverkalkten Arten sowie kleinwüchsige Inkrustierer. Bodenproben sowie Skelette anderer Gruppen (u.a. Scleractinien, Hydrozoa, Schwämme) wären hier hilfreich. Aus der Antarktis bekannte Anhäufungen von Schwammnadelfilzen (Barthel) und

Bryozoenschill (russische Autoren) wären ebenfalls interessant. Völlig unbekannt aus der östl. Weddell-See sind bisher Bryozoa aus Sedimenten mit größerem Porenvolumen (Sedimentporenfauna (interstitial fauna) und epibentische Sandfauna).

Außerdem wäre es wichtig, die Lücke in den Dredge-Zeiten von Mitte November bis Mitte Januar zu schließen.

2. Die taxonomische Bearbeitung der antarktischen cheilostomaten Bryozoa hat in den letzten 10 Jahren vor allem durch die zahlreichen Veröffentlichungen von P. Hayward, Swansea, einen Stand erreicht, von dem die Bryozoologie in anderen wichtigen Lebensräumen der Weltmeere noch weit entfernt ist.

Trotzdem sind noch zahlreiche Gruppen nicht revidiert worden. Eine verstärkte Zusammenarbeit der an der antarktischen Fauna interessierten Bryozoologen wäre daher wünschenswert. Für die Bearbeitung der cyclostomaten Bryozoa bietet sich eine Kooperation mit russischen Kollegen an.

3. Korrelation von Skelettmerkmalen mit Klimadaten und "Jahresringen" anderer Tiergruppen, z. B. Schlangensterne (Dahm), um Wachstumsraten und Reproduktionsphasen jahreszeitlich zuordnen zu können und das Alter der Bryozoenkolonien zu bestimmen.

4. Analyse der frühastogenetischen Entwicklung der Kolonien, um Anhaltspunkte für Verwandtschaftsverhältnisse zwischen morphologisch ähnlichen Arten endemischer Gruppen zu erarbeiten.

5. Für eine Abschätzung der Abundanz bestimmter Arten oder Wuchsformen eignen sich wohl am besten photographische oder elektronische Aufnahmen vom Meeresboden.

6. Die Biomasse der Bryozoa müßte an unterschiedlichen Standorten abgeschätzt werden.

7. Interessant wären für mich als Geologe auch bessere Informationen über die Sedimentologie, Geochemie und Diagenese des Meeresbodens. Der Einfluß des Meeresbodens auf die Zusammensetzung der Bryozoen-Populationen ist unumstritten.

8. Vorläufig unbeantwortet müssen wohl Themenbereiche wie Nahrungs- und Reproduktionsbiologie bleiben.

9. Trotzdem sollte mit Hilfe von modernen statistischen Methoden versucht werden, die verfügbaren Daten auszuwerten, um eine annähernd befriedigende Vorstellung über die Bedeutung der Bryozoa als integralen Bestandteil des Benthos-Ökosystems der östl. Weddell-See zu erlangen.

Populationsgenetische Untersuchungen an Priapuliden

Arnd Schreiber und Volker Storch
Zoologisches Institut I, Universität Heidelberg,
Im Neuenheimer Feld 230, D-69120 Heidelberg

Von den makrobenthischen, kaltstenothermen Priapulidengattungen zeigt *Priapulopsis* mit der nördlichen Art *P. bicaudatus* und der südlichen *P. australis* bipolare Verbreitungsdisjunktion. Dagegen werden die nordhemisphärischen Vorkommen von *Priapulus caudatus* und die circumantarktischen Areale von *P. tuberculatospinosus* durch Tiefseepopulationen von *P. abyssorum* verknüpft. Anders als bei *Priapulopsis* unterscheiden sich die Arten von *Priapulus* morphologisch nur wenig: *P. tuberculatospinosus* wurde trotz seines disjunkten Areals als Unterart von *P. caudatus* diskutiert. Da Priapuliden fossil seit dem Unteren Kambrium belegt sind und sich durch langsame Evolution des Phänotyps auszeichnen (siehe Storch & Schreiber, dieser Band), gewinnen Populationsvergleiche auf biochemisch-genetischer Ebene an Interesse.

Aufbauend auf einer mikroskopischen Untersuchung der Blutzellen, die deutliche Unterschiede in der Morphologie der Erythrocyten von *Priapulus* und *Halicryptus* aufzeigte, und einer elektrophoretischen Charakterisierung der Blutzell- und Serumproteine der Priapulidenarten *Halicryptus spinulosus* und *Priapulus caudatus* (Schreiber et al. 1991, Schreiber & Storch 1992) wurden die Molekülmassen der in SDS-Polyacrylamidgelen aufgetrennten denaturierten Serumpeptide der Arten beider amphipolar verbreiteter Gattungen *Priapulus* und *Priapulopsis* ermittelt (Schreiber et al. 1992). Auf der Basis von 44 Serumpeptiden (21 von *P. caudatus* und *P. tuberculatospinosus*, 19 von *P. bicaudatus*, 24 in *P. australis*) konnten die vier Spezies, darunter die phänotypisch ähnlichen *Priapulus*-Taxa, differenziert werden. Individuelle Variabilität der Peptidmuster und nicht-genetische Einflußgrößen auf die Ausprägung der Serumproteine rät zur Vorsicht bei phylogenetischen Schlußfolgerungen, doch zeigen Distanzbäume (UPGMA, Fitch-Margoliash) aufgrund der Musterähnlichkeit (Czekanowski-Distanzen) Übereinstimmung mit der taxonomischen Hierarchie, was auf überwiegende genetische Determinierung der Merkmale hinweist. Die Proteindivergenz zwischen *P. australis* und *P. bicaudatus* ist ausgeprägter als innerhalb der Gattung *Priapulus*. Obwohl Vergleichswerte von relevanten Tiergruppen (z.B. anderen Aschelminthes) fehlen, schließen wir aus den Befunden auf verborgene genetische Differenzierung auch von morphologisch wenig verschiedenen Priapulidentaxa. In zwei bisher untersuchten Allozym-Systemen, die bei *Priapulus* polymorph sind, Phosphoglucomutase und Glucose-Phosphat-Isomerase, erschienen bei *P. caudatus* und *P. tuberculatospinosus* durchweg unterschiedliche Allele. Aufgrund der geringen DNA-Gehalte von Priapuliden und des Fehlens von einfach zu diagnostizierenden repetitiven Restriktionsfragmenten in mit Restriktionsendonukleasen geschnittener Priapuliden-DNA (Schreiber et al. in Vorber.) konzentriert sich die populationsgenetische Analyse derzeit auf Allozym-Elektrophorese.

Angesichts der verfügbaren Stichproben wurden Allozyme in verschiedenen Populationen des in nordhemisphärischen Brackwassermeeren disjunkt verbreiteten *Halicryptus spinulosus* untersucht. Von 18 in Ostseevertretern aufgetrennten Enzymen (Tab. 1.) waren sechs polymorph ($P = 0.33$). Vier dieser Polymorphismen, Glucose-Phosphat-Isomerase, Phosphoglucomutase, Lactat-Dehydrogenase und Esterasen (Substrat: Methyl-Umbeliferrylacetat) wurden in etwa 350 Individuen aus unterschiedlichen Ostseestandorten, Island und dem Weißen Meer untersucht. Die andauernde Analyse zeigt aufgrund der Allelfrequenzen die populationsbiologischen Zusammenhänge dieser Bestände auf und gibt über mögliche Abweichungen bzw. Einhalten der Hardy-Weinberg-Gleichgewichte oder über die Fixierungsindices (F-Statistik) Aufschluß über die innere Populationsstruktur. Auf Einzelstandorte beschränkte Privatallele vermögen Anzeichen für kleinräumigen genetischen Austausch zu geben. Bisher zeichnet sich genetische Kohärenz der Ostseestandorte (Schleswig-Holstein, Mecklenburg, Schweden) gegenüber den Außenstationen Weißes Meer und Island ab. Ein einzelner Priapulide von der Nordküste Alaskas, der aus einer sich durch erhebliche Körpergröße (bis zum Zehnfachen der Ostseetiere) auszeichnenden Population stammt, die traditionell dennoch zu *Halicryptus spinulosus* gestellt wird, weicht in fast allen der bisher verglichenen Blutzell-Allozymen von den Ostseepopulationen ab. Die sich abzeichnende, hohe genetische Distanz legt aufbauende taxonomische Untersuchungen auf morphologischer Ebene nahe.

SCHREIBER, A., STORCH, V. 1992. Free cells and blood proteins of *Priapulus caudatus* Lamarck (Priapulida). *Sarsia* 76: 261-266.

SCHREIBER, A., STORCH, V., POWILLEIT, M., HIGGINS, R.P. 1991. The blood of *Halicryptus spinulosus*. *Can. J. Zool.* 69: 201-207.

SCHREIBER, A., STÜRENBERG, F., STORCH, V. In Vorber. Nuclear DNA contents in erythrocytes of the priapulid *Halicryptus spinulosus*.

SCHREIBER, A., SVAVARSSON, J., STORCH, V. 1992. Blood proteins in bipolar Priapulida. *Polar Biology* 12: 667-672.

Tab. 1. Bei *Halicryptus spinulosus* aus Erythrocytenlysat oder Körperwandmuskulatur in Agarosegelen elektrophoretisch dargestellte Enzyme. Die eingeklammerten Zahlen geben die bisher (Stichprobe: 350 Individuen) gefundenen Allele polymorpher Loci an.

Adenosindesaminase (polymorph)	Isocitrat-Dehydrogenase (polymorph)
Adenylatkinase	Lactat-Dehydrogenase (4)
Alkoholdehydrogenase	Malatdehydrogenase
Esterase-1 (2)	Malatenzym-1
Esterase-2 (2)	Malatenzym-2
Esterase-3	Mannosephosphat-Isomerase
Glucosephosphat-Isomerase (3)	Phosphoglucomutase (3)
Glutamat-Oxalacetat-Transaminase-1	Glycyl-Alanyl-Peptidase
Glutamat-Oxalacetat-Transaminase-2	Sorbitoldehydrogenase

Untersuchungen zur Verbreitung und Lebensweise der Aphroditiden und Polynoiden (Polychaeta) im östlichen Weddellmeer (Antarktis)

Michael Stiller (Alfred-Wegener-Institut, Bremerhaven)

Auf der Grundlage von Probenmaterial, daß auf 7 "Polarstern" Expeditionen gewonnen wurde, die im Zeitraum zwischen 1983 bis 1992 in das Weddellmeer und das Lazarev Meer führten, wurde die Verbreitung und Lebensweise hochantarktischer Aphroditiden und Polynoiden untersucht. Es wurden 134 Trawl- sowie 56 Multigreiferfänge ausgewertet. Die Proben stammten aus Tiefen zwischen 118m bis 4119m. Der Schwerpunkt der Probennahme lag auf dem Schelf.

Die taxonomische Bearbeitung der Tiere ergab zwei Aphroditiden- und 20 Polynoidenarten bzw. Unterarten. Neun dieser Arten sind das erste Mal im Weddellmeer gefunden worden, eine Art wurde neu beschrieben. Die Analyse der Multigreiferproben ergibt für die Polynoiden eine mittlere Abundanz von $31,5 \pm 44,2$ Ind/m² und eine Biomasse von $599,6 \pm 1194,4$ mg Feuchtgewicht/m². Das Hauptverbreitungsgebiet dieser Tiere ist der Schelf mit maximalen Abundanzen und Biomassen von 234 Ind/m² und 4886 mg Feuchtgewicht/m². Der Anteil der Polynoiden an der Gesamtpolychaetenfauna beträgt 3,5% bzw. 0,5% an der mittleren Gesamtbio­masse des Makrozoobenthos des östlichen Weddellmeeres. Dieser Wert liegt in der gleichen Größenordnung wie für Amphipoden, Isopoden, Bivalvier und Echinoiden.

Untersuchungen zur Nahrungsaufnahme zeigen, daß sich die Polynoiden räuberisch ernähren. Sie weisen ein breites Nahrungsspektrum auf, mit Unterschieden in der Nahrungszusammensetzung der einzelnen Arten. Die häufigsten Nährtiere sind Polychaeten, Crustaceen und Echinodermen. Ein Beispiel für einen Nahrungsspezialisten ist *Polyeunoa laevis*, die sich fast ausschließlich von Korallen der Gattung *Thouarella* und anderen Gorgonarien ernährt, mit denen sie in enger Vergesellschaftung lebt.

In ihrem Reproduktionszyklus weisen alle Polynoidenarten eine starke Saisonalität auf. Innerhalb ihres einjährigen Reproduktionszyklus beginnt die Oogenese und Spermatogenese in der Zeit zwischen Anfang Dezember und Mitte Januar. Die Eiablage erfolgt bis spätestens Ende Oktober, bei einigen Arten, wie etwa *Eulagisca gigantea* oder *Eunoe spica*, schon früher. Die Eier der Polynoiden sind im Vergleich zu denen vieler anderer taxonomischer Gruppen des antarktischen Benthos sehr klein und zahlreich. Die Bestimmung der Eizahl eines Individuums von *Eunoe hartmanae* ergab einen Wert von über 4 Millionen. Aufgrund des stark saisonal geprägten Reproduktionszyklus' und der geringen Größe der Eier scheint eine planktotrophe Larvalentwicklung bei den Polynoiden wahrscheinlich.

Aufgrund der Eisbedeckung zeigt sich im Weddellmeer eine starke räumlich-zeitliche Variabilität des Beginns der Primärproduktionsphase. Das Ausbleiben der Primärproduktion in einem oder mehreren Jahren hätte zur Folge, daß sich Larven, die gar nicht oder nur in geringem Maße mit Reservestoffen ausgestattet sind, nicht zum adulten Tier entwickeln könnten. In diesem Zusammenhang wird diskutiert, inwieweit das Risiko einer planktotrophen Larvalentwicklung durch Langlebigkeit gemildert wird, die Tiere ihren Reproduktionserfolg also über den gesamten Lebenszyklus

sichern. Ein Hinweis auf einen mehrjährigen Lebenszyklus ist in der Größe dieser Tiere zu sehen. Einige Arten wie *Austrolaenilla hastulifera*, *Eulagisca gigantea* und *Eunoe hartmanae* zeichnen sich durch besondere Großwüchsigkeit aus. Ihre maximalen Körperlängen waren 12 bzw. 22 cm.

Die Aphroditide *Laetmonice producta* hat eine andere Reproduktionsstrategie. Die Ei- und Oocytengrößenverteilung in den Gonaden und das Vorkommen reifer Eier bzw. Spermien über den gesamten Zeitraum von Oktober bis Mai lassen darauf schließen, daß die Reproduktion nicht oder nur in geringem Maße saisonal verläuft. Die Eier dieser Art sind doppelt so groß wie die der Polynoiden. Größere Dottervorräte in den Eiern könnten das Überstehen von Mangelzuständen gewährleisten.

Weitere Kenntnisse zur Larvalentwicklung und Wachstum sind erforderlich, um die Frage beantworten zu können, wie diese Tiere ihren Reproduktionserfolg unter den für die Larven extremen Bedingungen sicherstellen. Hierzu erscheint die Entwicklung von Methoden zur Altersbestimmung der Polynoiden notwendig. Erste Ansätze dazu liegen in Form der Analyse von Streifenmustern auf dem "Kieferapparat" dieser Tiere vor. Eine kontinuierliche Probennahme und experimentelle Untersuchungen ermöglichen es, diese Methode weiterzuentwickeln, um sie zuverlässig anwenden zu können. Das Dallmann-Labor auf der Station Jubany bietet dafür gute Voraussetzungen.

Die Anwendung einer Methode zur Altersbestimmung auf die Polynoiden des Weddellmeeres sowie die Bestimmung von Respiration und Konsumtion und die quantitative Erfassung der Polynoidenfauna bieten die Möglichkeit, erste Bilanzierungen des Stoffumsatzes dieser Tiere vorzunehmen.

Ultrastrukturelle Untersuchungen an Priapuliden

Volker Storch und Arnd Schreiber
Zoologisches Institut I, Universität Heidelberg,
Im Neuenheimer Feld 230, D-69120 Heidelberg

Priapuliden sind eine nur 17 rezente Arten umfassende Gruppe mariner Aschelminthes mit rein benthischem Lebenszyklus. Bis in die 1960er Jahre kannte man sie nur aus den kalten Meeren der Nord- und Südhemisphäre und von vereinzelt Tiefseefunden. Seither wurde eine Reihe meiobenthischer Formen beschrieben, vorwiegend mit tropischer Verbreitung. Weitere Arten liegen Untersuchern vor, die sie demnächst beschreiben werden. Aus dem Mittleren und Unteren Kambrium, zum Beispiel des Burgess Shale und von Chengjiang, sind mehrere fossile Priapuliden bekannt. Die fossilen Gattungen *Ottoia*, *Maotianshania* und *Priapulites* sind den rezenten *Halicryptus* und *Priapulopsis* so ähnlich, daß man geneigt sein könnte, sie in zwei Gattungen zusammenzufassen. Damit erfüllen Priapuliden das Kriterium, welches man an "lebende Fossilien" zu stellen hat; die genannten Priapulidengattungen stellen die ältesten lebenden Fossilien der Bilateria bzw. der Metazoa dar. Unsere Untersuchungen, die in den letzten Jahren von verschiedenen internationalen Einrichtungen gefördert wurden (z.B. NATO, Smithsonian Institution, CONICET (Argentinien), den Universitäten von Moskau, Alaska (Juneau) und Reikjavik), verfolgen zwei Ziele:

1. Erstellung einer Monographie der Priapuliden unter Einschluß aller Lebensstadien auf ultrastrukturell-histochemischer Basis bis zur Analyse einzelner Moleküle, die offenbar eine Schlüsselposition in der ökologischen Anpassungsfähigkeit dieser Tiergruppe einnehmen (Haemerythrin: Anoxybiose). Der Kenntnisstand im Bereich Mikroskopische Anatomie und Ultrastruktur bis Anfang der 1990er Jahre wurde im Handbuch "Microscopic Anatomy of Invertebrates" zusammengefaßt (Storch 1991).

2. Populationsgenetische Untersuchungen, die zum Verständnis der ungewöhnlichen Stasis des Phänotyps dieser weltweit disjunkt verbreiteten Gruppe des marinen Benthos geben sollen (Schreiber & Storch, dieser Band).

In zwei Publikationen zur Ultrastruktur der Larven (*Tubiluchus*: Higgins & Storch 1989; *Halicryptus*: Storch & Higgins 1991) wurde deren Aufbau auf Zellniveau beschrieben. Higgins & Storch (1991) wiesen für *Meiopriapululus* direkte Entwicklung nach, der einzige Fall bei Priapuliden. Im Anschluß an Untersuchungen zur Populationsdichte von *Priapululus*-Larven vor der Südküste Alaskas gelang Higgins et al. (1993) die erste Darstellung der gesamten Larvalentwicklung, die sehr viel komplizierter als bisher angenommen verläuft. Das jüngste von vier deutlich verschiedenen Larvenstadien hat eine Lorica-Länge von 50 µm und wird daher von konventionellen Meiofaunanetzen nicht erfaßt. Die Lorica ist zudem im Unterschied zu den späteren Stadien radiärsymmetrisch. Während Arbeiten zu den männlichen Gameten bei *Tubiluchus* innere Befruchtung nachwies (Alberti & Storch 1989), kommt bei makrobenthischen Priapuliden äußere Befruchtung vor. Die Spermien der untersuchten Arten von *Halicryptus*, *Priapululus* und *Priapulopsis* zeigen Übereinstimmungen wie die Spermien keiner anderen

Tiergruppe (Storch et al. in Vorber.). Untersuchungen der Adulten hatten bisher den Introvertbereich mit seinen Sinneszellen zum Inhalt. Zusammenfassend läßt sich sagen, daß die Priapuliden mit einer sehr großen Zahl von Receptorzellen ausgestattet sind, und daß die als "Haken" bezeichneten Skaliden nicht nur zur Fortbewegung dienen, sondern auch komplexe Receptororgane darstellen. Das steht im Gegensatz zu den entsprechend positionierten Haken der Acanthocephalen, mit denen die Priapuliden von manchen Autoren in Zusammenhang gebracht wurden. Wegen der äußeren Ähnlichkeit mehrerer rezenter Priapuliden im Introvertbereich sind systematische ultrastrukturelle Arbeiten bei allen Gattungen nötig. Folgende Beiträge wurden bisher abgeschlossen: *Meiopriapulus* (Storch et al 1989), *Halicryptus* (Storch et al. 1990), *Priapulus* (Storch et al. 1994), *Priapulopsis* (Storch et al. einger.). Besonderes Augenmerk wurde auf die Blutzellen gerichtet (Schreiber und Storch, dieses Heft), speziell die Erythrocyten. Letztere enthalten das respiratorische Protein Haemerythrin, mit dessen Sequenzierung in Heidelberg begonnen wurde (AG Zwillig). In den ersten 20 Aminosäuren besteht weitgehende Übereinstimmung mit dem Haemerythrin einer bestimmten Sipunculiden-Gattung. Histochemische Untersuchungen betrafen bisher Glycosaminoglykane und Kollagene (Welsch et al. 1992), und Chitin (Saldarriaga et al. in Vorber.).

ALBERTI, G., STORCH, V. 1989. Fine structure of the genital tract of female *Tubiluchus philippinensis* (Tubiluchidae, Priapulida). Zool. Anz. 222: 12-26.

HIGGINS, R. P., STORCH, V. 1989. Ultrastructural observations of the larva of *Tubiluchus corallicola* (Priapulida). Helgoländer Meeresunters. 43: 1-11.

HIGGINS, R. P., STORCH, V. 1991. Evidence for direct development in *Meiopriapulus fijiensis* (Priapulida). Trans. Am. Microsc. Soc. 110: 37-46.

HIGGINS, R. P., STORCH, V., SHIRLEY, T. C. 1993. Ultrastructural observations on the larvae of *Priapulus caudatus* (Priapulida). Acta Zoologica 74: 301-319.

SALDARRIAGA, J. F., STORCH, V., JEUNIAUX, C. In Vorber. Quantitative estimation of chitin and proteins in the cuticle of Priapulida.

STORCH, V. 1991. Priapulida. In: Microscopic Anatomy of Invertebrates, Volume 4. F. H. Harrison, ed. Wiley-Liss, New York: 333-350.

STORCH, V., ANDERSON, P., SVAVARSSON, J., HIGGINS, R. P. Eingereicht. Scanning and transmission electron microscopic analysis of the introvert of *Priapulopsis australis* and *P. bicaudatus* (Priapulida). Trans. Amer. Micr. Soc.

STORCH, V., HIGGINS, R. P. 1989. Ultrastructure of developing and mature Spermatozoa of *Tubiluchus corallicola* (Priapulida). Trans. Am. Microsc. Soc. 108: 45-50.

STORCH, V., HIGGINS, R. P. 1991. Scanning and transmission electron microscopic observations on the larva of *Halicryptus spinulosus* (Priapulida). J. Morph. 210: 175-194.

STORCH, V., HIGGINS, RUMOHR, H. 1990. Ultrastructure of Introvert and Pharynx of *Halicryptus spinulosus* (Priapulida). J. Morph. 206: 163-171.

STORCH, V., HIGGINS, R. P., MALAKHOV, V. V., ADRIANOV, A. V. Eingereicht. Microscopic anatomy and ultrastructure of the introvert of *Priapulus caudatus* and *P. tuberculatospinosus* (Priapulida). J. Morph.

STORCH, V., KEMPENDORF, C., HIGGINS, R. P., SHIRLEY, T. In Vorber. Ultrastructural observations on spermatogenesis in the Priapulid genera *Halicryptus*, *Priapulopsis*, and *Priapulus*.

WELSCH, U., ERLINGER, R., STORCH, V. 1992. Glycosaminoglycans and fibrillar collagen in Priapulida: a histo- and cytochemical study. Histochemistry 98: 389-397.

Zwei polare Hydractiniden-Arten (Hydrozoa, Cnidaria) als Symbionten nahe verwandter Schlangensterne (Ophiopodidae, Echinodermata) - ein ökologisches Beispiel für Bipolarität.

Svoboda, A*, Stepanjants, S°. & Smirnov, I.°. *Ruhr-Universität Bochum, Lehrstuhl für Spezielle Zoologie und Parasitologie, D-44780 Bochum, Germany; °Zoological Institute, Russian Academy of Sciences, 199034 St. Petersburg, Rußland.

Konzepte zur bipolaren Verbreitung beziehen sich entweder auf ein striktes Vorkommen einer nicht-kosmopolitischen Art in beiden Polarregionen (Darwin, Berg) oder auf die bipolare Verbreitung nahe verwandter Arten, Artgruppen oder sogar von Biocoenosen. Die Einbeziehung eines solchen "bionomischen" (aut- und synökologischen) Konzeptes wurde von Andriashev (St. Petersburg, pers. Kommun.) vorgeschlagen.

Hydractiniden sind wegen ihrer symbiotischen Bindung an spezifische Wirte, die unter anderen Hydroiden, Crustacea (z.B. Einsiedlerkrebse), Mollusken, Echinodermen und sogar Fische umfassen, interessant. Zwei polare Hydractiniden-Arten, die in Symbiose mit nahe verwandten Schlangensternen leben, wurden erneut untersucht. *Hydractinia vallini* Jaederholm, 1926 lebt auf der Epidermis von *Theodoria relegata* (Koehler, 1922, syn. *T. wallini* Mortensen, 1925) in der Ross-See in 550m Tiefe und in der Weddell-See zwischen 256 und 470m (FS "Polarstern" VIII/ 5, 1990). Nach russischen Funden (1953-1982) scheint die Art bei Wassertemperaturen von -1.1 bis -1.9°C circumantarktisch zwischen 39-2.020m verbreitet zu sein. Fänge von *T. relegata* aus 3.900m Tiefe (-0.16°C) waren frei von *H. vallini*. Die ähnliche *Stylactaria (Hydractinia) ingolfi* (Kramp, 1932) wurde auf *Homophiura* Paterson (1985) *tesselata* (Verrill, 1894) südlich von Grönland und Island in Tiefen von 2.137-3.229m entdeckt. Die antarktische *H. vallini* lebt bei Wassertemperaturen unter 0°, die arktische *S. ingolfi* zwischen 1.4-3.0°C. Exemplare von *H. tesselata*, die aus wärmeren Schichten stammten (4.4-4.8°C), waren ohne Symbionten.

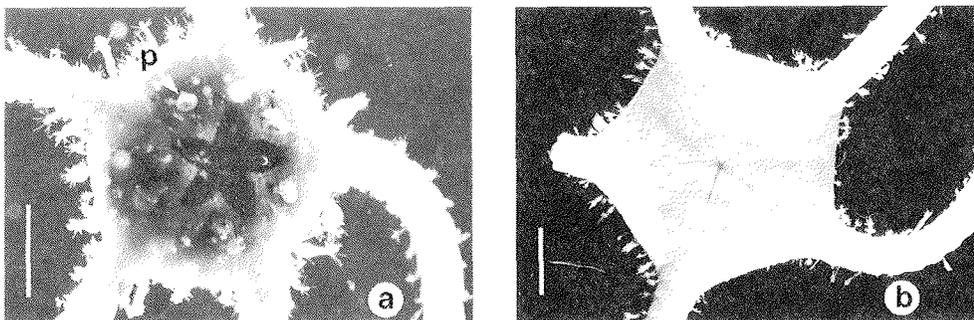


Abb.1. *Hydractinia vallini* auf *Theodoria relegata*, Lebendaufnahme eines Exemplares aus der Weddell- See. p Polyp mit umgestülpter Proboscis (a); *Stylactaria ingolfi* auf *Homophiura tesselata*. Typusexemplar. Zool. Mus. Kopenhagen (b). Maßstab: (a, b) 5mm.

Die Polypen und Gonophoren beider Hydractiniden-Arten verteilen sich über die Oral- und Aboralseite ihrer Ophiuriden. Die höchste Besiedlungsdichte findet sich jedoch am Rand der Ophiuriden-Scheibe, mit einer starken Abnahme gegen die Mundöffnung. Die Lateral- und Aboralseite der Arme ist bis gegen die Spitze bewachsen, jedoch sind die Polypen erheblich kleiner als im zentralen Bereich. Bei beiden Arten haben die Hydranthen, die auf den Armen oder der aboralen Scheibenseite leben, eine abgerundet-konische Proboscis (Mundrohr), dagegen zeigen die Hydranthen, die am Scheibenrand oder an deren Unterseite sitzen, eine trompetenartig erweiterte oder gar scheibenförmige Proboscis. Häufig ist der Rand der Proboscis soweit umgestülpt, daß die kurzen Tentakel dahinter verschwinden.

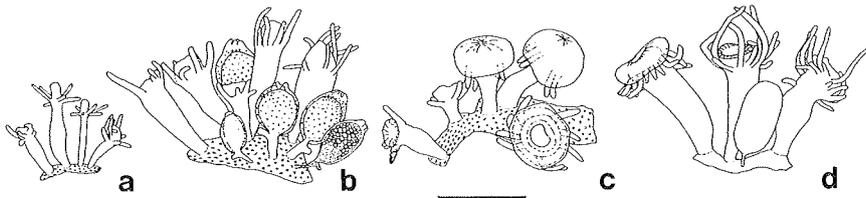


Abb. 2. Zooide von *Hydractinia vallini* von der Armspitze (a), der Scheibenober (b)- und -Unterseite (c) von *Theodorina relegata* und Polypen von *Stylectaria ingolfi* (d) vom Scheibenrand von *Homophiura tessellata*. Man beachte die umgestülpten Probosces in c und d. Maßstab: 1mm.

Experimente mit auf den Rücken gedreht lebenden *T. relegata* haben gezeigt, daß die Erweiterung der Proboscis durch Bodenkontakt hervorgerufen wird. Offensichtlich wird die Proboscisumstülpung zur extraintestinalen Verdauung von Beute genutzt. Damit kann der Polyp seine granulären hypostomalen Drüsenzellen in Kontakt mit Bryozoen- und Spongiengewebe, aber auch mit bakterienüberzogenen Sedimenten bringen, die anders nicht ingestiert werden können. Da bei den niedrigen Temperaturen zwischen 0-1° die Proboscis-Umformung sehr langsam verläuft, bleibt sie bei sofortiger Konservierung unverändert erhalten. Die unterschiedlichen Proboscisformen beider Hydractiniden auf der Unter- und Oberseite ihrer Wirte lassen darauf schließen, daß die Schlangensterne sich nicht ins Substrat eingraben, andernfalls müßten sich sonst Polypen mit erweiterter Proboscis auch auf der Oberseite finden.

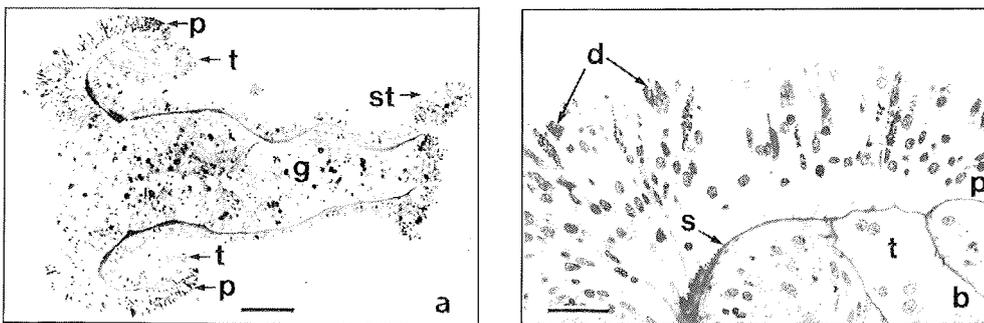


Abb. 3. Längsschnitt durch einen Freßpolypen von *Hydractinia vallini* (a) und histologischer Aufbau der ausgestülpten Proboscis (b) Semidünnschnitte, gefärbt mit polychromatischem Methylenblau; g Gastralraum; d Drüsenzellen; p Proboscis; s Stützlamelle; st Stolon; t Tentakelentoderm. Maßstab: (a) 100µm; (b) 30µm.

Beide Hydroidenarten haben zahlreiche kleine, gerundete Desmoneme (ca. 7.5x4µm) und in geringerer Zahl längliche, mikrobasische Eurytele (10x3µm).

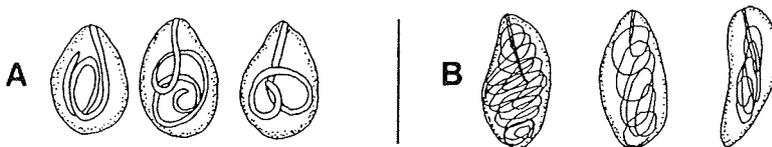


Abb. 4. Cnidientypen beider Hydractiniden. Desmoneme (A); mikrobasische Eurytele (B). Maßstab: 10µm

Die großen eiförmigen Gonophoren entwickeln sich an einem rudimentären tentakellosen Gonozoid, dessen Achse sich an der Anheftungsstelle umbiegt. Die Gonophoren von *S. ingolfi* sind tentakellose Cryptomedusoide, die von *H. vallini* dagegen haben jedoch 4 Tentakel und ein Velum. Letztere Art legt zu Beginn des Wachstums vier Gonaden um das Manubrium an,

die aber dann in einem späteren Stadium verschmelzen und die Glockenhöhle füllen. Auf Grund des histologischen Aufbaues (Fehlen der Schirmgallerte, der Ringmuskulatur und des Gastrovaskularsystems) läßt sich schließen, daß die Medusoide sich nicht vom Gonozoid ablösen, sondern die Geschlechtsprodukte frei ins Wasser abgeben.

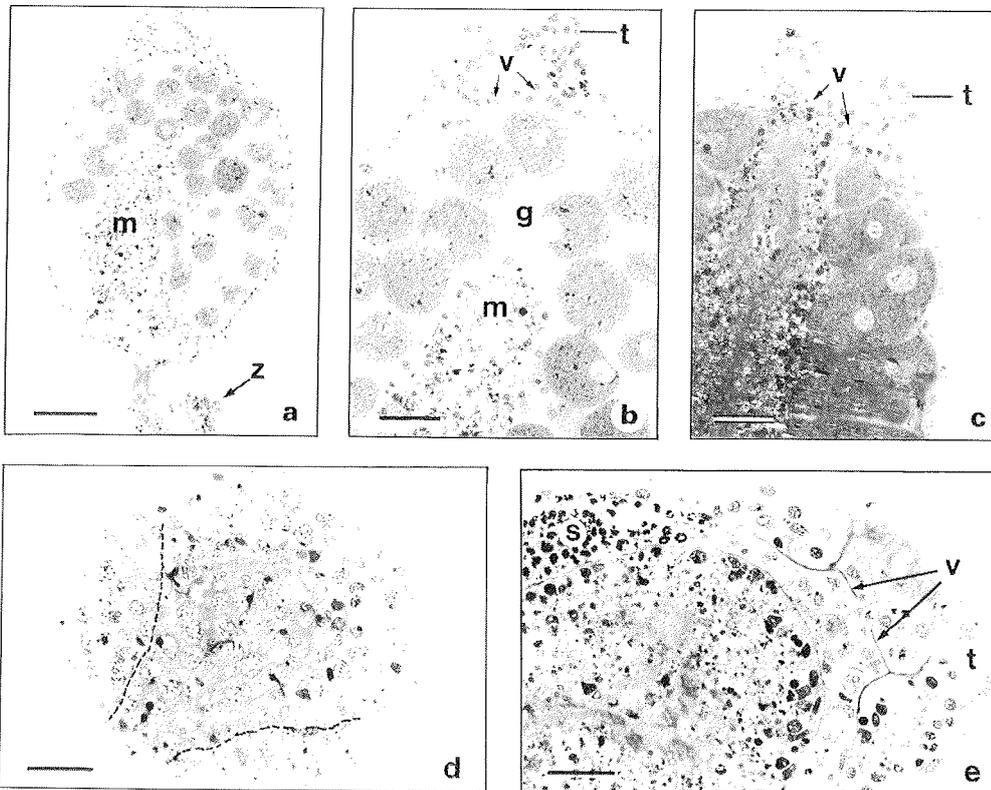


Abb.5. Aufbau der weiblichen und männlichen Gonophoren von *Hydractinia vallini*

Längsschnitt durch reife weibliche Gonophore mit Gonozoidanschnitt -z (a); Gonophorende mit Tentakeln-t, Velum-v, reifen Eizellen-e und reduziertem Manubrium-m (b); unreife weibliche Gonophore, das Manubrium reicht bis zu Velum; Glockenhöhle-g (c); Querschnitt durch unreife männliche Gonophore, zwei der Gonadenpakete sind durch Umrandung angedeutet (d); Längsschnitt durch Gonophorende mit reifen Spermien-s und Stützlamelle des Velums-v (e).
Maßstab: (a) 50µm; (b, c) 25µm; (d, e) 30µm.

Die bandförmigen Stolonen von *S. ingolfi* sind nach Kramp (1932) von einem dünnen stachellosen Periderm bedeckt, was Namikawa (1991) die Einordnung in die Gattung *Stylactaria* Stechow (1921) erlaubte. Das Ektoderm des vorliegenden Typenmaterials ist jedoch, wahrscheinlich durch den Trawlvorgang, so stark abgetragen, daß nur spärliche Reste davon in Semidünnschnitten erkennbar sind, bei denen das Periderm fehlt. Die sehr dicke und offensichtlich abriebfestere Stützlamelle der Stolonen könnte aber Kramp das Vorhandensein eines oberseitigen Periderms vorgetäuscht haben, was letztlich zur Einordnung in die Gattung *Stylactaria* führte. Das muß aber noch an besser erhaltenen Exemplaren nachgeprüft werden. Die Stolonen von *H. vallini* dagegen sind jedoch auf der Oberseite unbedeckt, was den Verbleib dieser Art in der Gattung *Hydractinia* van Beneden (1841) rechtfertigt. Haemalaungefärbte Totalpräparate der Stolonen zeigen eine charakteristisch fleckige Häufung von Cniden, welche jedoch, wie die Schnitte zeigen, nicht gegen die Oberseite, sondern gegen die sohlenar-

tige Peridermlamelle, die die Polypen zur Festheftung an der Epidermis des Schlangenstern ab-scheiden, orientiert sind und daher nicht der Feindabwehr dienen können.

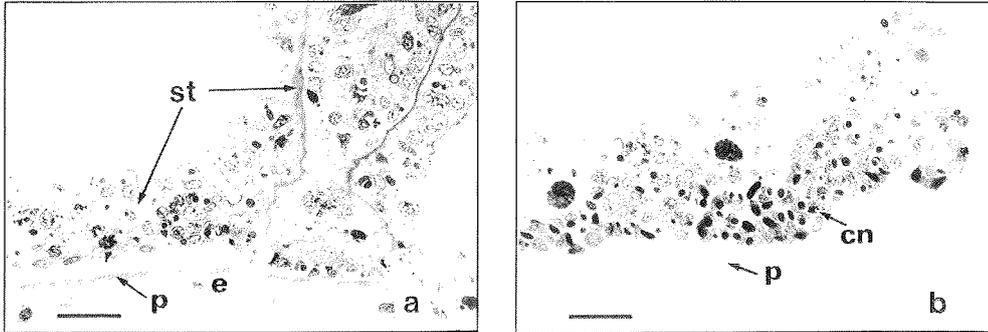


Abb.6. Stolonbereich und Peridermverhältnisse bei *Hydractinia vallini*.
Fußende eines Polypen mit Stolonplatte auf Armquerschnitt von *Theodorina relegata*. e Epidermis des Ophiuriden; p Peridermlamelle; g Gastralraum (a); Schnittstelle des Stolons mit Häufung von gegen das Periderm gerichteten Cniden-cn; das Periderm hat sich von der Epidermis abgehoben (b). Maßstab: (a, b) 30µm.

Zweifellos handelt es sich hier um zwei nah verwandte Hydroiden, die der selben Familie (Hydractiniidae) oder vielleicht sogar der selben Gattung (*Hydractinia*) angehören, die mit zwei nah verwandten Ophiuriden aus derselben Familie (Ophiolepidae) in Symbiose leben. Der Vorteil für die Ophiuridenwirte mag im Nesselschutz durch den dichten Polypenaufwuchs liegen, dessen Wirksamkeit gegen Freßfeinde bei Cnidaria-Crustacea sowie -Mollusken Symbiosen nachgewiesen ist, für die Hydractiniden aber im Transport zu neuen Nahrungsquellen sowie im Schutz gegen Verschüttung durch Sedimente. Beide kommensalen Symbiosen haben sich, wahrscheinlich unabhängig voneinander, in den Polarmeeren der Arktis und Antarktis entwickelt und können als Beispiel für taxonomische und bionomische Bipolarität benannt werden.

Literatur

- Jäderholm, E., 1926. Über einige antarktische und subantarktische Hydroiden. Ark. Zool. Stockholm, 13A (14), 7pp, 3 figs.
 Kramp, P. L.; 1932. Hydroids. In: The Godthaab Expedition 1928, Meddr. Grönland, 79 (1): 1-86, figs.1-34.
 Namikawa, H., 1991. A new species of the genus *Stylactaria* (Cnidaria, Hydrozoa) from Hokkaido. Japan. Zool. Sci. 8 (4): 805-812, 3 figs.
 Paterson, G.L.J., 1985. The deep-sea Ophiuroidea of the North Atlantic Ocean. Bull. Brit. Mus. (Nat. Hist.) Zool. Ser. 49 (1): 1-162.
 Stechow, E., 1921. Neue Genera und Species von Hydrozoen und anderen Evertebraten. Arch. Naturgesch. 87 (3): 249-265.

Reproduktion und Biodepositionsleistung des Tiefseeschwammes *Thenia abyssorum*

Ursula Witte, Geomar Forschungszentrum, Abt. Marine Umweltgeologie, Wischhofstr. 1-3, Geb. 15, D - 24148 Kiel

Schwämme sind unbeweglich und stachelig. Sie lassen sich nicht mit Ködern anlocken und kommen aus Trawls meist als unscheinbare Klumpen an Deck. Tiefseeschwämme sind darüberhinaus meist sehr klein und daher auf Fotos und Videos vom Meeresboden nicht erkennbar. Trotzdem sind sie auch in der Tiefsee wichtige Mitglieder benthischer Suspensionsfressergemeinschaften. Im nördlichen Nordatlantik läßt sich in Tiefen ab 2000 m eine aus acht Arten bestehende Kernassoziation der Schwammgemeinschaften beschreiben, die in der gesamten Norwegischen und Grönländischen Tiefsee und bis ins Arktische Becken hinein verbreitet ist (Barthel & Tendal 1993). Im Rahmen des benthosbiologischen Teilprojektes des SFB 313 sollte nun versucht werden, die Biologie der drei häufigsten Arten dieser Kernassoziation, *Thenia abyssorum*, *Trichostemma sol* und *Tentorium semisuberites*, etwas näher zu beleuchten, um ihre Rolle für bodennahe Stoffflüsse abschätzen zu können. Zu diesem Zweck wurden Untersuchungen zur Reproduktion und zur Partikelaufnahme durchgeführt, deren Ergebnisse für die häufigste Art *Thenia abyssorum* hier dargestellt werden sollen.

Reproduktion

Thenia abyssorum pflanzt sich sowohl asexuell durch Bildung von Knospen als auch sexuell fort. Dabei befinden sich in einer Population etwa ebenso viele Knospen wie adulte Tiere. Allerdings befinden sich die Knospen unterhalb der Sedimentoberfläche, und beim Sieben von Oberflächensedimenten wurden niemals einzelne Knospen angetroffen. Es ist daher schwierig, die Bedeutung dieser Reproduktionsform abzuschätzen.

Die Art ist gonochor und ovipar, die Gametogenese verläuft sowohl innerhalb der Individuen als auch in der Population sehr synchron. Der Reproduktionszyklus ist saisonal und zeitlich scharf begrenzt und wird in jedem Jahr vollendet (Abb.1). Dabei trifft der Zeitpunkt der energieaufwendigen Oogenese mit den jährlichen Maxima des vertikalen Partikelflusses zusammen. Der saisonale Reproduktionszyklus des Tiefseeschwammes *Thenia abyssorum* ist also Ausdruck benthopelagischer Kopplung.

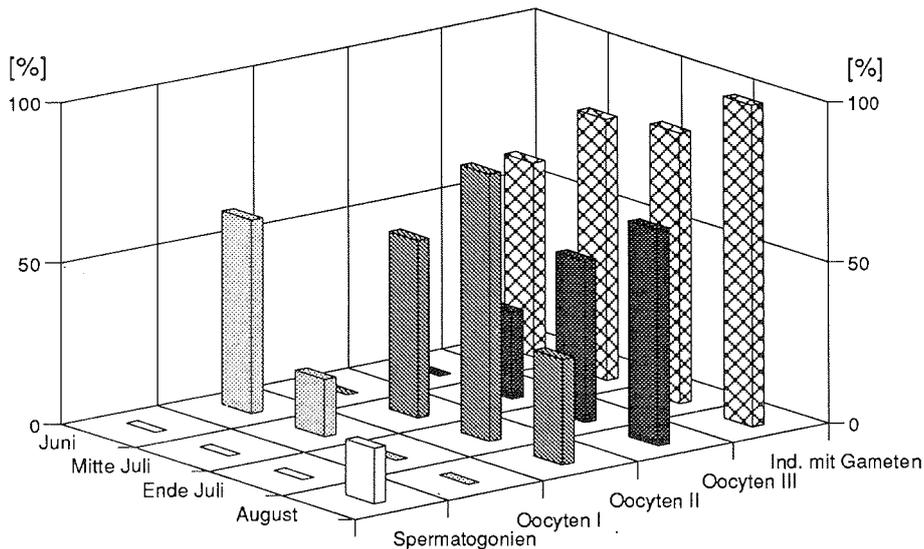


Abb. 1 *Thenea abyssorum*: Relative Häufigkeit der Gametogenese-Stadien in der Population

Biodeposition

Versuche im Strömungskanal mit Latex-microspheres zeigten, daß kleine Partikel (bis 6 µm) bevorzugt aufgenommen werden. Es werden also Partikel der Wassersäule entzogen und deponiert, die von alleine nicht sedimentieren würden. Aus diesen und ergänzenden Versuchen mit *Thenea muricata* aus ca 600m Tiefe ließ sich die Biodepositionsleistung der Schwammgemeinschaft in der Norwegischen Tiefsee berechnen. Es ergeben sich für den Fuß des Barentssee-Kontinentalhanges in ca. 2500m Tiefe Depositionsraten von ca. 0,5 - 2 mg C m⁻² d⁻¹. Ein Vergleich mit den Sedimentationsraten in der Norwegischen Tiefsee (5-6mg C m² d⁻¹ im Jahresmittel, bei Sedimentationspulsen kurzfristig 20-30 mg C m² d⁻¹, Angaben aus von Bodungen et al. 1994) zeigt, daß die Poriferengemeinschaft den vertikalen Partikelfluß durch die Deposition feinen, lateral transportierten Materials um einen nennenswerten Beitrag ergänzt.

Literatur

- Barthel, D., & Tendal, O. S. (1993). The sponge association of the abyssal Norwegian Greenland Sea: species composition, substrate relationships and distribution. *Sarsia*, 78, 83-96.
- von Bodungen, B., Antia, A., Bauerfeind, E., Haupt, O., Koeve, W., Peecken, I., Peinert, R., Reitmeier, S., Thomsen, C., Voss, M., Wunsch, M., Zeller, U., & Zeitschel, B. (1994). Pelagic processes and vertical flux of particles: an overview over a longterm comparative study in the Norwegian Sea and Greenland Sea. *Geol. Rundsch.*, in press.

Wie man ein engmaschiges Netz über felsigen Grund zieht: Erfahrungen mit dem Epibenthoschlitten am Grunde des Weddellmeeres.

Karl J. Wittmann

Institut für Allgemeine Biologie der Universität Wien,
Schwarzspanierstraße 17, A-1090 Wien, Österreich.

Bei der Beprobung vagiler epibenthischer und hyperbenthischer Tiergruppen der Antarktis für taxonomische, synökologische und ökophysiologische Zwecke stellen sich eine Reihe kontroverser Probleme: Für die große Masse an kleinen und mittleren Formen ist ein Netz mit möglichst geringer Maschenweite erwünscht, das bei einem Minimum an Sedimentaufnahme nicht verstopft oder zerrissen werden soll. Zum Einfang der zahlreichen gut schwimmfähigen Formen soll das Netz möglichst knapp und schnell über Grund geführt werden, dabei nicht abheben, aber auch nicht am Grund festhaken oder Felsbrocken aufnehmen.

Für die Kampagne ANT VIII/5 wurde ein Epibenthoschlitten neu konstruiert, der diesen Forderungen mit einem optimierten Kompromiß Rechnung tragen soll. Wesentliche Neuerungen sind: (1) zwei vorne liegende starre Prellstangen, die quer in Höhe des unteren Randes der Netzöffnung liegen. Sie sollen das Eindringen großer Steine verhindern und den Schlitten über Hindernisse hebeln; (2) ein vor der Mitte des Gerätes gelegener Schwerpunkt, der zusammen mit den Prellstangen ermöglicht, daß das Gerät beim Festhaken an Hindernissen über diese hinweggedreht wird.

Ausführung: Maschenweite 1 mm; freie Netzöffnung 108 x 83 cm, Unterrand 15 cm über Grund; Netzrahmen 11 cm über Grund.

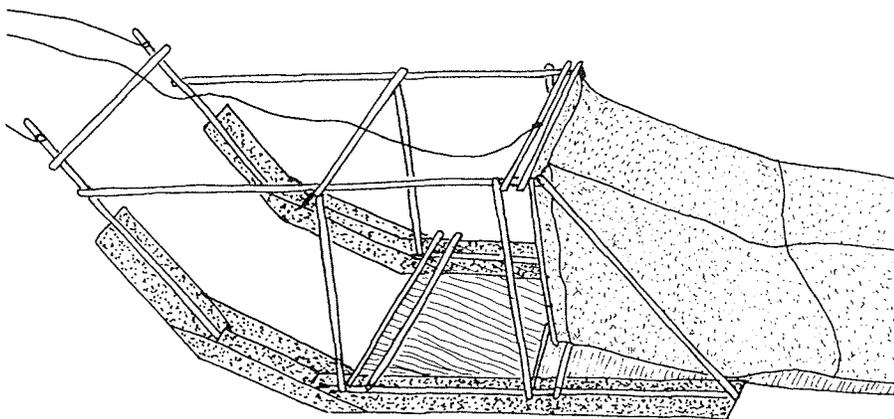


Abb.1. Handskizze des Epibenthoschlittens der "Polarstern"-Kampagne ANT VIII/5.

Bisheriger Einsatz: 20 Hols vom Grunde des Weddellmeeres über eine Strecke von jeweils 900-2400 m (Gesamtstrecke 25 km) mit ca. 1 kn am Grund; gelotete Tiefe 80-1050 m. Die ausgesteckte Leinenlänge entsprach der zweifachen Wassertiefe. Am Seilzug bis 2.8 t war zu erkennen, daß das Gerät mindestens sechs mal kurz gehakt und sich dann wieder befreit hat. Einmal kam es dabei auf dem Rücken zu liegen. Die Prellstangen haben sich von Einsatz zu Einsatz immer mehr nach innen gebogen und wurden dann einfach verkehrt herum festgeschraubt. Ansonsten waren die Beschädigungen minimal; das Netz bekam nur zwei kleine Löcher ab.

Positiva: Das Gerät sammelte bei viel geringerem Gesamtvolumen ein Vielfaches an Vagilformen, vor allem Crustaceen, und in besserer Qualität verglichen mit dem jeweils an gleichen Tagen in annähernd gleichen Tiefen eingesetzten Agassiz-Trawl. Es brachte keine Geröllbrocken hoch, das Agassiz jedoch bei sechs von 25 Hols.

Negativa: Nach den Abriebspuren an den Kufen zu schließen, tendiert das Gerät zur Vorderlastigkeit, was vermutlich zu einem unruhigen Lauf am Grund führt, im Falle des Verhakens an Hindernissen allerdings von großem Vorteil ist. Die Tiere im Netzbeutel waren oft mit Schwammnadeln gespickt und tot oder moribund. Das könnte durch Führung des Netzes in mehreren Stockwerken und mit einem schützenden Netzbecher verbessert werden.

Schlußfolgerungen

Für die Aufsammlung epibenthischer und hyperbenthischer Vagilfauna, insbesondere Crustaceen, kann durch die Führung eines engmaschigen Netzes über schwierigen Grund ein wichtiger Fortschritt erzielt werden. Mit gekielten Kufen und einer variablen Leinenaufhängung können die Gleiteigenschaften besonders für Tiefen von 1000-3000 m verbessert werden. Für ökologische Untersuchungen zweckmäßig erscheint auch die Anbringung eines Schließmechanismus, der sich nur bei Bodenkontakt öffnet. Durch weitere Verbesserungen, wie der Führung des Netzes in mehreren Stockwerken und eines thermisch isolierten schützenden Netzbechers, sollte es auch möglich werden, Lebendmaterial in gutem Zustand für physiologische Untersuchungen an Bord zu gewinnen.

Sexuelle Hypertrophien bei Mysidaceen (Crustacea) als polare Anpassungen der Reproduktionsbiologie und ihre Bedeutung für die Biodiversität in antarktischen Gewässern.

Karl J. Wittmann
Institut für Allgemeine Biologie der Universität Wien,
Schwarzspanierstraße 17, A-1090 Wien, Österreich.

In der stenokryophilen Mysidaceen-Fauna der Hochantarktis findet man spezielle morphologische Ausbildungen (Abb. 1), wie sie in wärmeren Klimaten nicht oder selten auftreten. Häufig haben beide Geschlechter modifizierte Innenäste der zweiten Antennen. Das findet man bei zwei *Amblyops*- und weniger stark ausgeprägt bei fünf *Mysidetes*-Arten. Außerdem sind im männlichen Geschlecht die ersten Antennen modifiziert, wie in der Familie Mysidae üblich. Die Männchen zahlreicher *Mysidetes*-Arten zeigen große bis riesige den Körper überragende Penes. Ähnliches kennt man bisher nur von einer *Heteromysis*-Art aus dem NO-Atlantik (Nouvel 1940). In der Antarktis gibt es überdies zahlreiche neu entdeckte Arten mit einer Vielfalt morphologischer Bildungen, wie eichelähnlichen Strukturen oder schwellbaren Penes, wie sie von der gesamten Tiergruppe bisher nicht bekannt waren. Bei den Weibchen dieser Arten findet man keine auffälligen Sonderbildungen, was vermuten läßt, daß die Paarung und Befruchtung ähnlich wie bei Arten gemäßigerer Zonen verlaufen. Soweit bekannt werden dort die Eier im Brutbeutel befruchtet (Wittmann 1982).

Bei den untersuchten *Antarctomysis*- und *Mysidetes*-Arten fällt gleichermaßen auf, daß von Dezember bis Februar frisch geschlüpfte postmarsupiale Tiere völlig fehlen und Männchen sehr selten sind. Subadulte Weibchen und adulte Weibchen mit leerem Brutbeutel sind hingegen sehr häufig. Die meisten Weibchen mit Brut tragen embryonierte Eier, viel seltener Nauplioidlarven und noch seltener Postnauplioide. Diese Beobachtungen sind ein starkes Indikandum dafür, daß die Reproduktion ähnlich abläuft wie von Lasenby und Langford (1972) an arktischen Populationen von *Mysis relicta* beobachtet. Die Tiere akkumulieren Reservestoffe über den Sommer und werden zu Herbstbeginn geschlechtsreif. Vermutlich im März und April deponieren sie die Eier im Brutbeutel und paaren sich. Bald danach sterben die Männchen ab. Die Larven entwickeln sich über den Herbst und Winter und werden nach annähernd acht Monaten Aufenthalt im Brutbeutel zu Sommerbeginn freigesetzt und können so die Chance des beginnenden Planktonbooms für ein rasches Wachstum nützen. Wie erwartet, zählen die antarktischen Formen daher wahrscheinlich zum Typus der Winterbrüter ('cold-season breeder') nach Wittmann (1984).

Die sexuellen Sonderbildungen der Männchen in der Antarktis werden dahingehend interpretiert, daß die Tiere nur während einer einzigen Saison in ihrem Leben und da nur während eines sehr kurzen Zeitraumes die Chance auf Fortpflanzung zu nützen haben. Da die Paarung polarer Arten noch nie beobachtet wurde, kann man vorläufig nur die Beobachtungen an Arten wärmerer Klimaten extrapolieren: Falls die Paarung ähnlich schnell verläuft wie von Nouvel (1940) und Wittmann (1982) bei *Heteromysis* und *Leptomysis* beobachtet, dann kommt es für die Männchen darauf an, mit den modifizierten Antennen ein paarungsbereites Weibchen möglichst schnell ausfindig zu machen

und die Penes möglichst flink in den Brutbeutel zu bringen. Da könnte ein Riesenpenis Vorsprung und/oder höhere Präzision bei der Übertragung der Gameten bedeuten. Wenn man alles auf eine Karte setzen muß, um die Gene an die nächste Generation zu bringen, dann kann die Überlebens-Fitness hinter der reproduktiven Fitness in ihrer Bedeutung zurückstehen und es von Vorteil sein, zwei bei der Paarung effiziente aber sonst hinderliche Riesenpenes herumzuschleppen.

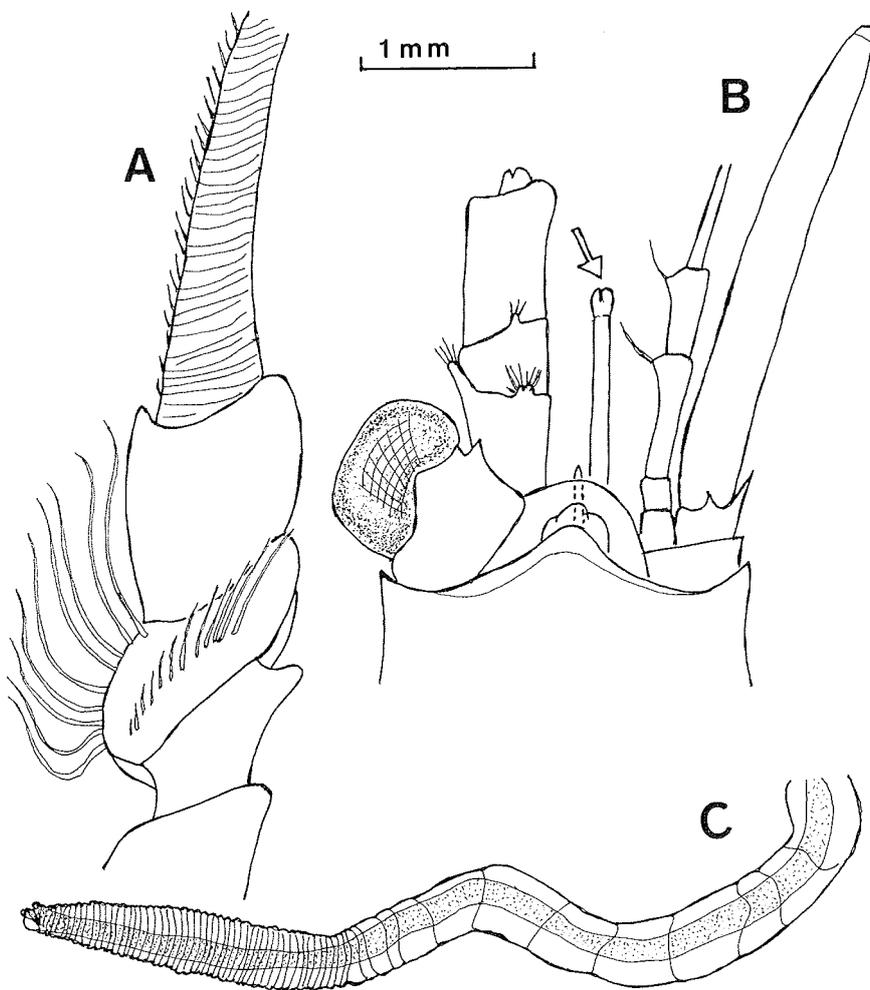


Abb.1. Morphologische Sonderbildungen bei Männchen von Mysidaceen des Weddellmeeres. **A.** Modifizierter Innenast der zweiten Antenne bei *Amblyops tattersalli*. **B.** Übersicht über den Cephalbereich von *Mysidetes* sp. Beachte den von der Körpermitte über das Vorderende hinausragenden Penis, distal mit eichelähnlicher Struktur (Pfeil). **C.** Schwellbarer Penis einer *Mysidetes* nahestehenden Form.

Von zwei *Heteromysis*-Arten des Weddellmeeres wurden bisher nur Weibchen gefunden. Es wäre natürlich interessant zu erfahren, ob auch bei deren Männchen sexuelle Sonderbildungen vorliegen, analog der von Nouvel (1940) untersuchten nordostatlantischen Art. Für eine weitere Abklärung der Reproduktionsverhältnisse der antarktischen Mysidaceen wären vergleichende Untersuchungen und Aufsammlungen in der Subantarktis angebracht, da auch hier *Mysidetes* recht häufig und artenreich ist und die Aussicht aus klimatischen Gründen größer ist, direkt an die Paarungszeit der Tiere heranzukommen. Die Untersuchung der tieferen benthischen Fauna (600-2000 m) könnte weitere Aufschlüsse über die hier recht zahlreichen Antennenmodifikationen geben.

Durch den Einsatz spezifischer Sammelmethode, vor allem eines Epibenthoschlittens, konnten im Weddellmeere in nur einer Kampagne (ANT VIII/5) mehr Mysidaceen-Spezies (29) nachgewiesen werden als bisher aus der gesamten Hochantarktis bekannt waren (26, nur zur Hälfte gleiche Arten). Die tatsächliche Artenzahl in der Hochantarktis kann bei vorsichtiger Schätzung nach derzeitigem Wissensstand mit 70 oder höher extrapoliert werden. Aus der viel besser untersuchten Arktis kennt man heute schon 62 Spezies, allerdings nur wenige Endemismen. In der Hochantarktis hingegen ist die Mehrzahl der Arten endemisch. Die meisten bisher nachgewiesenen Arten sind auch für die Subantarktis zu erwarten, deren Fauna jedoch kaum bekannt ist. Von hier und aus der Tiefsee kennt man vor allem pelagische Arten, denn die benthische (benthopelagische) Fauna, wiewohl sicherlich viel artenreicher, wurde bisher nicht mit zureichenden Methoden beprobt.

Oberhalb des 50. Breitengrades kennt man in der Nordhalbkugel bereits 200 Mysidaceen-Arten, im entsprechenden Gebiete der Antarktis jedoch nur 80 Spezies. Aufgrund des höheren Grades an Endemismus, zurückgehend auf die Millionen Jahre währende Klimageschichte und Geologie des Gebietes, sollte die tatsächliche Artenzahl hier jedoch eher noch höher als in der Arktis liegen. Die geringe Kenntnis der antarktischen Fauna liegt sowohl an der geringeren Untersuchungsintensität wie auch an der für die Erfassung der Artenvielfalt bisher unzureichenden Methodik.

Es erscheint kaum glaubwürdig, daß die Mysidacea einen Einzelfall darstellen. Die Kenntnis der benthischen Fauna südlich des 50. Breitengrades dürfte generell gering sein, wenn auch mit großen Unterschieden nach Organismengruppen. Die Kenntnis des Arteninventars ist eine unabdingbare Voraussetzung für die Beurteilung der Schutzwürdigkeit von Arten, von Flächen, und von Biotopen bzw. Biozönosen und für die Planung und Implementierung von Schutzprogrammen. Nicht minder wichtig ist die Artenvielfalt als genereller Indikator für den Zustand unserer Umwelt auch im globalen Maßstab. Aus Verantwortung gegenüber unserer Mitwelt und den nachkommenden Generationen sollten wir uns daher für die Artenvielfalt auch in der Antarktis einsetzen. Eine wichtiger Beitrag zu einem derartigen Biodiversitätsprogramm könnte zum Beispiel mit einem intensiv bearbeiteten Untersuchungstransect vom Weddellmeere nach Norden über die Tiefsee bis in die Subantarktis geleistet werden. Für das Verständnis der Faunengeschichte und Biogeographie des Gebietes wesentliche Daten könnten so aus dem Vergleich von Subantarktis, Tiefsee und Hochantarktis in einem interdisziplinären Diskurs von Faunistik,

Klimatologie, Ozeanographie, Paläontologie und Geologie gewonnen werden.

Zitierte Literatur

Lasenby, D. C.; Langford, R.R. 1972 Growth, life history and respiration of *Mysis relicta* in an Arctic and temperate lake. J. Fish. Res. Board Canada 29: 1701-1708.

Nouvel, H. 1940 Observation sur la sexualité d'un mysidacé, *Heteromysis armoricana* n. sp. Bull. Inst. Océanogr. Monaco 789: 1184-1186.

Wittmann, K. J. 1982 Untersuchungen zur Sexualbiologie einer mediterranen Mysidacee (Crustacea), *Leptomysis lingvura* G. O. Sars. Zool. Anz. 209: 362-375.

Wittmann, K. J. 1984 Ecophysiology of marsupial development and reproduction in Mysidacea (Crustacea). Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev. 22: 393-428.

Physiologische und biochemische Anpassungen bodenlebender Fische der Polarmeere

Andreas P. A. Wöhrmann & Christopher Zimmermann
 Institut für Polarökologie, Wischhofstr. 1-3, Geb. 12, D-24148 Kiel

Die polaren marinen Ökosysteme sind gekennzeichnet durch Temperaturen nahe dem Gefrierpunkt, eine starke Saisonalität der Lichtverhältnisse, der Eisbedeckung und des Nahrungsangebotes. Diese Umweltparameter haben die Entwicklung und Evolution bodenlebender Fischarten stark beeinflusst. So zeigen vor allem Vertreter der in der Antarktis endemischen Unterordnung *Notothenioidae* besondere physiologische und biochemische Anpassungen. Am Institut für Polarökologie in Kiel werden die Phänomene der Kälteanpassung aus unterschiedlichen Blickrichtungen untersucht: Biochemische Untersuchungen behandeln die Lipide (Auftrieb, Ernährung), die Membranzusammensetzung (Fluidität) und die Gefrierschutzproteine. Die physiologischen Arbeiten konzentrierten sich bisher auf die Blutphysiologie, die Aktivität von Verdauungsenzymen, die Respiration und die Neurophysiologie (Reizleitung und Sinnesorgane). Verhaltensphysiologische Untersuchungen sollen Fragen zur Sinnesleistung und zum Lernverhalten von Fischen der Polarmeere beantworten helfen. Zur Zeit wird eine vierte Arbeitsrichtung etabliert, die die Kälteanpassung auf molekulargenetischer Ebene untersuchen soll. Auf Ergebnisse der Gefrierschutzuntersuchungen und der Neurobiologie wird im folgenden eingegangen.

Gefrierschutz

Die Synthese von Gefrierschutzproteinen ist eine der besonderen Anpassungen polarer Fische an die Temperaturen nahe dem Gefrierpunkt. Bei allen untersuchten antarktischen Teleostern und bei den arktischen Gadiden konnten Gefrierschutzsubstanzen nachgewiesen werden. Erstmals

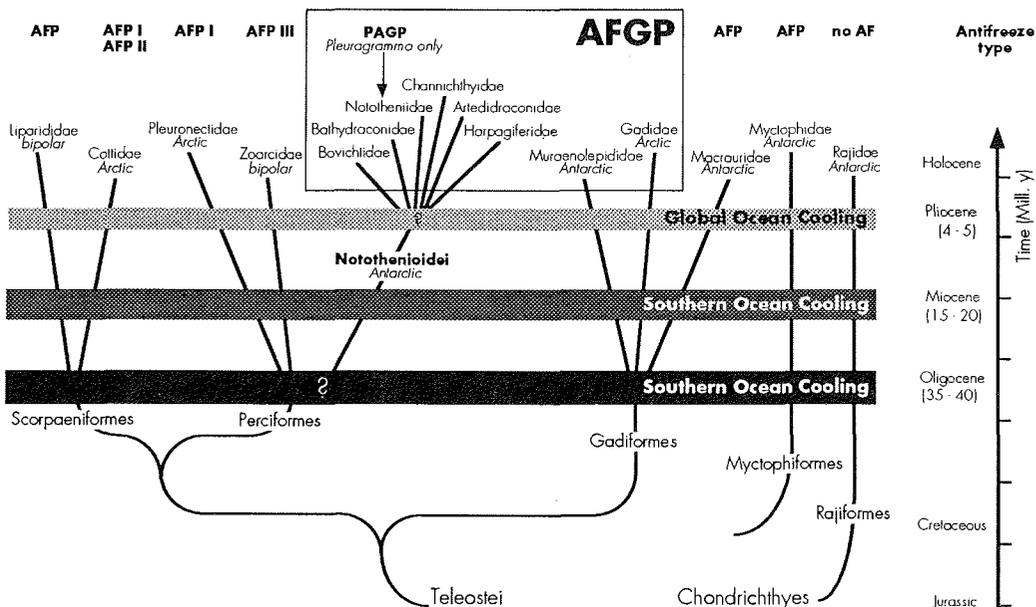


Abb. 1: Verbreitung und hypothetische Entwicklung von Gefrierschutzproteinen in Fischen der Polarmeere. Unter den Fischfamilien ist jeweils die Herkunft der Proben für die Untersuchung angegeben. Weitere Erläuterungen siehe Text.

wurden Gefrierschutz(glyco)proteine aus antarktischen Gadiformes (*Muraenolepis marmoratus* und *Macrourus holotrachys*) sowie aus dem ebenfalls antarktischen Scorpaeniden *Paraliparis devriesi* isoliert. Alle Notothenioidei synthetisieren das „Antifreeze glycoprotein“ (AFGP). Nach Untersuchungen an *Pleuragramma antarcticum* ist zu vermuten, daß die Synthese von AFGP exogen gesteuert wird. Ferner konnte aus *P. antarcticum* ein neuartiges Glycoprotein, das sogenannte *Pleuragramma*-Antifreeze Glycoprotein (PAGP), und aus einigen Bathydraconiden neben dem AFGP weitere Gefrierschutzproteine (AFP) isoliert werden. Die genannten Arten besitzen trotz geringer AFGP/AFP-Konzentration einen effektiven Gefrierschutz auch bei unterkühltem Meerwasser.

Der arktische Gadide *Arctogadus glacialis* synthetisiert im Gegensatz zu den anderen arktischen Gadiden auch im Sommer AFGP und kann somit als einzige hochpolare Art bezeichnet werden. Abb. 1 zeigt eine Übersicht der gefundenen Gefrierschutzsubstanzen in Relation zur Phylogenie der untersuchten Arten. Da Gefrierschutzproteine (AFP) weit verbreitet und sehr heterogen in ihrer Struktur sind, könnten sie polyphyletisch aus anderen Substanzen entstanden sein. Anders jedoch das AFGP, das sowohl von Gadiformen der Antarktis und Arktis als auch von Perciformen der Antarktis synthetisiert wird: Eine mehrfache konvergente Entstehung ist wegen der gleichen, komplexen Struktur unwahrscheinlich. Es ist anzunehmen, daß sich das AFGP lange vor der ersten globalen Abkühlung aus einem gemeinsamen Ur-Protein entwickelt hat. Bei einigen in großen Wassertiefen lebenden Arten muß der Gefrierschutz als Relikt vergangener Eiszeiten gewertet werden.

Neurobiologie

Niedrige Temperaturen, Dunkelheit und saisonales Nahrungsangebot führten zu Adaptationen in verschiedenen Bereichen des Nervensystems. Im Bereich der Synapsen sind zahlreiche Anpassungen zu finden, die einer hohen Reizleitungsgeschwindigkeit auch bei niedrigen Temperaturen oder schlechter Energieversorgung dienen. So sind die Ganglioside an der Präsynapse besonders hoch sialisiert; die Anzahl und Größe der Synapsen und die Dichte der synaptischen Vesikel ist gegenüber dem Nervensystem von Fischen gemäßiger Breiten erhöht. Gleiches gilt für Kontaktzonenlänge und -häufigkeit an der Synapse. Speziell bei Arten der Familie Bathydraconidae wurden Glycogenspeicher in den Synapsen gefunden; bei diesen Arten ist außerdem der Anteil des glatten Endoplasmatischen Reticulums erhöht, was auf einen verstärkten Lipidstoffwechsel schließen lässt. Elektronenmikroskopische Befunde am Auge von notothenioiden Fischen zeigen den höchsten Entwicklungsgrad des *Tectum opticum*s bei den Weißblutfischen und bei *Pleuragramma antarcticum*; er entspricht dem von stark optisch orientierten Perciformen. Die einfachste Struktur wurde bei Bathydraconiden und Artedidraconiden gefunden; sie sind der von „einfachen“ Cypriniden ähnlich. Im Cytoplasma von Channichthyiden-Nervenzellen (Dendriten, Axonen, Synapsen und Gliazellen) wurden erstmals doppelmembranige Strukturen gefunden, die möglicherweise ebenfalls einer schnelleren Reizübertragung dienen.

Ausblick

In zukünftigen Untersuchungen soll der genetische Ursprung der Gefrierschutzsubstanzen bestimmt werden. Mit Hilfe von Gensequenzen und der Verbreitung dieser Substanzen können Fragen zur Evolution der (antarktischen) Fische und zur Besiedlung der Antarktis beantwortet werden. Ein zweiter Schwerpunkt der Fischuntersuchungen am IPÖ wird auf Untersuchungen zur Anpassung der Wahrnehmungsfähigkeit und des Verhaltensrepertoirs liegen - vergleichend an Fischen des Nord- und Südpolarmeeres. Reaktionen auf optische, mechanische und chemische Reize sollen mit verschiedenen nichtinvasiven Methoden registriert werden (qualitativ: Bildauswertung, quantitativ: Respirationssmessung). Morphologische Untersuchungen an verschiedenen Sinnesorganen werden sich anschließen.

PROGRAMM

DFG-Kolloquium zum Schwerpunkt "Antarktisforschung
mit vergleichenden Untersuchungen in arktischen Eisgebieten":

" **Benthos in polaren Gewässern** (inkl. Taxonomie, Großalgen und terrestrische Vegetation)"

Bremerhaven, 13. und 14. April 1994

13. 4. 1994, 10.00 h

Begrüßung und Einführung

M. Tilzer, Direktor des Alfred-Wegener-Instituts Bremerhaven

Sitzung 1, Leitung G. O. Kirst. (Bremen)

10.15 h Kappen, L. (Kiel)

**Aktivität und Besiedlungspotential von Kryptogamen in der
Antarktis**

10.35 h Schroeter, B., (Kiel)

**Erste Ergebnisse von Langzeitmessungen an Kryptogamen-
Standorten in der maritimen Antarktis**

10.55 h Jacob, A. & G. O. Kirst (Bremen)

**Zur Biologie der Supralitoralalge *Prasiola crispa* ssp.
*antarctica***

11.15 h Kaffee- und Teepause

Sitzung 2, Leitung L. Kappen (Kiel)

11.30 h Weykam, G. & C. Wiencke (Bremerhaven)

Photosynthesecharakteristika antarktischer Makroalgen

11.50 h Hanelt, D. & W. Nultsch (Marburg)

Photoinhibition bei polaren Makroalgen

12.10 h Klöser, H.

**Die neue Landstation des AWI -
das Dallmann-Laboratorium auf King George Island**

12.30 h Mittagspause

Sitzung 3, Leitung V. Storch (Heidelberg)

13.30 h Wöhrmann, A. & C. Zimmermann (Kiel)

**Physiologische und biochemische Anpassungen benthischer
Fische in der Antarktis**

13.50 h Wittmann, K.

**Sexuelle Hypertrophien bei Mysidaceen (Crustacea) als polare
Anpassungen der Reproduktionsbiologie**

14.05 h Witte, U. (Kiel)

**Reproduktion, Stoffwechselaktivität und Partikelaufnahme des
im nördlichen Nordatlantik dominanten Tiefseeschwammes
*Thenea abyssorum***

14.25 h Svoboda, A. (Bochum)

**Zwei polare Hydractiniden-Arten (Hydroida, Cnidaria) als
Symbionten nahe verwandter Schlangensterne (Ophio-
lepididae, Echinodermata) - ein ökologisches Beispiel für
Bipolarität**

14.45 h Kaffee- und Teepause

Sitzung 4, Leitung H. K. Schmincke (Oldenburg)

15.00 h Barthel, D. (Kiel)

**Das mineralische Skelett polarer Schwämme. Auf- und Abbau-
prozesse und Bedeutung deponierter Skelettelemente für die
Struktur der Lebensräume**

15.30 h Riemann-Zürneck, K. (Bremerhaven)

**Seeanemonen (Actiniaria) in der Arktis: Neuere ökologische
Aspekte (Resultate von EPOS II)**

15.50 h Ahrens, M. (Kiel)

**Benthische Foraminiferen in der NEW-Polynya im Sommer
1993**

16.10 h Ristedt, H. (Bonn)

Stand der Untersuchungen an den Bryozoa der Weddell-See

16.30 h Kaffee- und Teepause

Sitzung 5, Leitung W. Westheide (Osnabrück)

16.45 Dahm, C. (Bremerhaven)

Populationsbiologie antarktischer Ophiuriden

17.05 h Storch, V. (Heidelberg)

Larvalzyklus von *Priapulid*

17.25 h Schreiber, A. (Heidelberg)

Populationsgenetische Untersuchungen bei Priapuliden

17.45 Stiller, M. (Bremerhaven)

**Untersuchungen zur Verbreitung und Biologie antarktischer
Polynoiden**

18.05 h Wittmann, K. (Wien)

**Wie man ein engmaschiges Netz über felsigen Grund zieht:
Erfahrungen mit dem Epibenthoschlitten am Grunde des
Weddellmeeres**

18.30 h kaltes Buffet

14. 4. 1994

Sitzung 6, Leitung M. Spindler (Kiel)

09.00 h Piepenburg, D., A. Brandt, K. v. Juterzenka (Kiel)

Benthische Besiedlungsmuster im Europäischen Nordmeer

- 09.20 h Dahms, H.-U., P. Martinez-Abizu, H. K. Schminke & E. Willen (Oldenburg)
Benthische Meiofaunaforschung in polaren Meeresgewässern
- 09.40 h Wagner, U & C. Plate (Hamburg)
Benthische Untersuchungen im Liefdefjorden (Nordwest-Spitzbergen) unter besonderer Berücksichtigung der Polychaeta und Amphipoda
- 10.00 Rachor, E. (Bremerhaven)
Benthos entlang der eurasiatischen Kontinentalhänge
- 10.20 Schmid, M. & K. Hinz (Kiel)
Russisch-Deutsche Untersuchungen des Benthos des Laptevmeeres
- 10.40 h Kaffee- und Teepause
- 11.00 **Diskussion: Perspektiven ökologischer Benthosforschung in Arktis und Antarktis - Autökologie, Synökologie, Ökosysteme**
Einführung und Diskussionsleitung: C. Wiencke & T. Brey (Bremerhaven)
- Ende des Kolloquiums gegen 13.00 h

**TEILNEHMER AM DFG-KOLLOQUIUM
"BENTHOS IN POLAREN GEWÄSSERN"**

Ahrens, Michael	Sonderforschungsbereich 313, Universität Kiel
Arntz, Wolf	AWI, Bremerhaven
Barthel, Dagmar	Institut für Meereskunde, Universität Kiel
Bischoff, Bettina	AWI, Bremerhaven
Brandt, Angelika	Institut für Polarökologie, Universität Kiel
Brey, Thomas	AWI, Bremerhaven
Dahm, Corinna	AWI, Bremerhaven
Dahms, Hans-Uwe	Fachbereich 7, Universität Oldenburg
Emschermann, Peter	Biologisches Institut, Universität Freiburg
Gorny, Matthias	AWI, Bremerhaven
Gutt, Julian	AWI, Bremerhaven
Hanelt, Dieter	Fachbereich Biologie, Universität Marburg
Hinz, Katja	Institut für Polarökologie, Universität Kiel
Iken, Katrin	AWI, Bremerhaven
Jacob, Andreas	Fachbereich 2, Universität Bremen
Jarre-Teichmann, Astrid	AWI, Bremerhaven
Kappen, Ludger	Institut für Polarökologie und Botanisches Institut, Universität Kiel
Karsten, Ulf	Max-Planck-Institut für Marine Mikrobiologie, Bremen
Kirst, Gunter O.	Fachbereich 2, Universität Bremen
Klages, Michael	AWI, Bremerhaven

Kleinschmidt, Georg	Geologisches Paläontologisches Institut, Universität Frankfurt
Klöser, Heinz	AWI, Bremerhaven
Kowalke, Jens	AWI, Bremerhaven
Krapp, Franz	Museum Alexander König, Bonn
Kühne, Stephan	AWI, Bremerhaven
Piepenburg, Dieter	Institut für Polarökologie, Universität Kiel
Plate, Christian	Zoologisches Museum und Institut, Universität Hamburg
Pörtner, Hans-Otto	AWI, Bremerhaven
Rachor, Eike	AWI, Bremerhaven
Juterzenka von, Karen	Institut für Polarökologie, Universität Kiel
Riemann-Zürneck, Katrin	AWI, Bremerhaven
Ristedt, Heinrich	Institut für Paläontologie, Universität Bonn
Sartoris, Franz-Josef	AWI, Bremerhaven
Schminke, Hans-Ulrich	Fachbereich 7, Universität Oldenburg
Schreiber, Arnd	Zoologisches Institut I, Universität Heidelberg
Schroeter, Burkhard	Institut für Polarökologie und Botanisches Institut, Universität Kiel
Smirnov, Igor	Zoologisches Institut, Universität St. Petersburg
Spindler, Michael	Institut für Polarökologie, Universität Kiel
Stiller, Michael	AWI, Bremerhaven
Storch, Volker	Zoologisches Institut I, Universität Heidelberg
Svoboda, Armin	Lehrstuhl für spezielle Zoologie und Parasitologie, Universität Bochum
Urban, H.-Jörg	AWI, Bremerhaven
Wagner, Rudolf	Zoologisches Museum und Institut, Universität Hamburg

Westheide, Wilfried	Fachbereich Biologie/Chemie, Universität Osnabrück
Weykam, Gabriele	AWI, Bremerhaven
Wiencke, Christian	AWI, Bremerhaven
Witte, Ursula	Sonderforschungsbereich 313, Universität Kiel
Wittrmann, Karl	Institut für allgemeine Biologie, Universität Wien
Wöhrmann, Andreas	Institut für Polarökologie, Universität Kiel
Zimmermann, Christopher	Institut für Polarökologie, Universität Kiel

LITERATURZUSAMMENSTELLUNG

BENTHOS-ARBEITEN IN ARKTIS UND ANTARKTIS 1990 - 1994

(Benthos-bezogene Arbeiten im Rahmen des Schwerpunktprogramms)

Altenbach, A.V. & T. Heeger, 1993.

Miliolinella subrotunda Montagu, a miliolid foraminifer building large detritic tubes for a temporary epibenthic lifestyle. *Mar. Micropaleontol.* 20: 293-301.

Arntz, W.E. & V.A. Gallardo, 1994.

Antarctic benthos: present position and future prospects. In: *Antarctic Science* (G. Hempel, ed.). Springer, Berlin: 243-277.

Arntz, W.E. & M. Gorny, 1991.

Shrimp (Decapoda, Natantia), occurrence and distribution in the eastern Weddell Sea, Antarctica. *Polar Biol.* 11: 169-177.

Arntz, W.E., Brey, T. & V.A. Gallardo, 1994.

Antarctic Zoobenthos. *Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev.* 32: 241-303.

Arntz, W. E., W. Ernst & G. Hempel (Hrsg.), 1990.

Die Expedition Antarktis VII/4 (EPOS leg 3) and VII/5 of RV "Polarstern" in 1989. *Ber. Polarforsch.* 68: 1-214

Arntz, W.E., T. Brey, D. Gerdes, M. Gorny, M. Gutt, S. Hain, & M. Klages, 1992.

Patterns of life history and population dynamics of benthic invertebrates under high Antarctic conditions of the Weddell Sea. In: *Marine eutrophication and population dynamics: Proc. 25th Europ. Mar. Biol. Symp.* (G. Colombo, I. Ferrari, V.U. Ceccherelli, R. Rossi, eds.). Olsen & Olsen, Denmark: 221-230.

Barthel, D. 1992.

Do hexactinellids structure Antarctic sponge associations? *Ophelia* 36: 111-118.

Barthel, D. 1992.

Antarctic hexactinellids: A taxonomy difficult, but ecologically important benthic component. *Verh. Dtsch. Zool. Ges.* 85: 271-276.

Barthel, D. & C.C.E. Hopkins, 1992.

Svamper på havbunnen rundt Tromsø. *Ottar* 193: 17,22.

Barthel, D. & J. Gutt, 1992.

Sponge associations in the eastern Weddell Sea. *Antarct. Sci.* 4: 137-150.

Barthel, D. & O. S. Tendal, 1991.

Glasvampene i Antarktis. *Dyr* 2: 23-26.

- Barthel, D. & O. S. Tendal, 1993.
The sponge association of the abyssal Norwegian-Greenland Sea: species composition, substrate relationships and distribution. *Sarsia* 78: 83-96.
- Barthel, D. & O. S. Tendal, 1994.
Antarctic Hexactinellida. In: Synopses of Antarctic Benthos, Vol. 6 (J.-W. Wägele, J. Sieg, eds.). Koeltz Scientific Books, Königstein, 154 pp.
- Barthel, D., J. Gutt & O. Tendal, 1991.
New information on the biology of Antarctic deep-water sponges derived from underwater photography. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 69: 303-307.
- Barthel, D., J. Sundet & K.-G. Barthel, 1994.
The boring sponge *Cliona vastifica* Hancock in a subarctic population of *Chlamys islandica* (Müller) - an example of balanced commensalism? In: Sponges in space and time (Th. M. G. van Kempen, J. C. Braeckmann, eds). Proc. 4th Int. Sponge Conf., Amsterdam: 289-296.
- Bathmann, U., M. Schulz-Baldes, E. Fahrbach, V. Smetacek & H.-W. Hubberten (Hrsg.), 1992.
"Die Expedition ANTARKTIS IX / 1-4 des Forschungsschiffes "Polarstern" 1990 / 91. *Ber. Polarforsch.* 100: 1-403.
- Bergmans, M., H.U. Dahms, & H.K. Schminke, 1991.
A polar r-strategist. *Belg. J. Zool.* 120 (Suppl.): 7-8.
- Bischoff, B. & C. Wiencke, 1993.
Temperature requirements for growth and survival of macroalgae from Disko-Island (Greenland). *Helgoländer Meeresunters.* 47: 167-191.
- Bischoff, B. & C. Wiencke, 1994.
Temperature ecotypes and biogeography of Arctic-Antarctic disjunct and of Arctic/cold-temperate Acrosiphonales (Chlorophyta). *Eur. J. Phycol.* (in press).
- Brandt, A., 1990.
Antarctic Valviferans (Crustacea, Isopoda, Valvifera): new genera, new species, and redescrptions. Brill, Leiden: 1-178.
- Brandt, A., 1990.
The deep sea genus *Echinozone* Sars, 1897 and its occurrence on the continental shelf of Antarctica (Ilyarachnidae, Munnopsidae, Isopoda, Crustacea). *Antarct. Sci.* 2: 215-219.
- Brandt, A., 1991.
Redescrptions of the most frequent Antarctic fish parasites *Aega glacialis* Tattersall, 1921 and *Aega antarctica* Hodgson, 1910 (Crustacea, Isopoda, Aegidae). *Senckenbergiana maritima* 21: 215-232.

- Brandt, A., 1991.
Zur Besiedlungsgeschichte des antarktischen Schelfes am Beispiel der Isopoda (Crustacea, Malacostraca). Ber. Polarforsch. 98: 1-240.
- Brandt, A., 1991.
Revision of the Acanthaspidae Menzies, 1962 (Asellota, Isopoda, Crustacea). J. Linn. Soc. London 102: 203-252.
- Brandt, A., 1992.
Biogeography and redescription of the deep sea isopod *Mesosignum antarcticum* Schultz, 1979 (Isopoda, Asellota, Mesosignidae). Zool. Anz. 227: 229-239.
- Brandt, A., 1992.
A new deep sea isopod from the Weddell Sea, Antarctica., *Coperonus pinguis* n.sp. (Crustacea, Isopoda, Munnopsidae). Bijdr. Dierkunde 62: 55-61.
- Brandt, A., 1992.
New Asellota from the Antarctic deep sea (Crustacea, Isopoda, Asellota), with description of two new genera. Zool. Scripta 21: 57-78.
- Brandt, A., 1992.
The occurrence of the asellote isopod genera *Haplomesus* (Ischnomesidae) and *Haplomiscus* (Haplomiscidae) in Antarctica, with two redescriptions and description of *Ischnomesus curtispinis* n.sp.. Mitt. zool. Mus. Berlin 68: 183-207.
- Brandt, A., 1992.
Origin of Antarctic Isopoda (Crustacea, Malacostraca). Mar. Biol. 113: 415-423.
- Brandt, A., 1992.
Nannoniscus bidens Vanhöffen, 1914 from West Antarctica (Crustacea, Isopoda, Nannoniscidae). Zool. Anz. 228: 140-148.
- Brandt, A., 1992.
Comparative morphology of *Frontoserolis* Brandt 1991, *Heteroserolis* Brandt 1991, and *Thysanoserolis* Brandt, 1991 (Crustacea, Isopoda, Serolidae). Zool. Anz. 229: 227-235.
- Brandt, A., 1992.
Revision of the genus *Coperonus* (Isopoda: Munnopsidae: Lipomerinae). J. Linn. Soc. London 106: 63-95.
- Brandt, A., 1993.
Redescription of *Janiralata pulchra* (Hansen, 1916) (Janiridae) from the

- Kolbeinsey Ridge, North Atlantic and synonymy with *Janthopsis pulchra* (Acanthaspidiidae) (Crustacea, Isopoda). *Ophelia* 37: 127-141.
- Brandt, A., 1993.
Composition, abundance, and diversity of peracarid crustaceans on a transect of the Kolbeinsey Ridge, north of Iceland. *Polar Biol.* 13: 565-576.
- Brandt, A., 1993.
Notophryxus clypeatus Sars, 1885, a parasitic isopod of mysidaceans (Crustacea, Peracarida) from the Kolbeinsey Ridge, north of Iceland. *Sarsia* 78: 123-127.
- Brandt, A. & H.H. Janssen, 1994.
Redescription of *Zonophryxus quinquedens* Barnard, 1913 (Crustacea: Isopoda, Bopyridae) from the Weddell Sea, Antarctica (with remarks on the zoogeography). *Polar Biol.* 14: 343-350.
- Brandt, A. & D. Piepenburg, 1994.
Peracarid crustacean assemblages of the Kolbeinsey Ridge, north of Iceland. *Polar Biol.* 14: 97-105.
- Brandt, A. & J.W. Wägele, 1990.
Redescription of *Pseudidothea scutata* (Stephensen, 1947) (Crustacea, Isopoda, Valvifera) and adaptations to a microphagous nutrition. *Crustaceana* 58: 97-105.
- Brandt, A. & J.W. Wägele, 1991.
Parasitic isopoda of the family Gnathiidae from the Atlantic sector of the Southern Ocean, redescription and remarks on the synonymy (Crustacea, Isopoda). *Senckenbergiana maritima* 21: 233-261.
- Brandt, A., & H. Winkler, 1992.
Ein ungewöhnlicher Sexualdimorphismus bei *Notasellus sarsii* Pfeffer, 1887 (Crustacea, Isopoda). *Verh. dt. Zool. Ges.* 85: 185.
- Brandt, A., J. Svasvasson & T. Brattegard, 1994.
Eurycope brevirostris (Isopoda, Asellota) from the deep Arctic Ocean: Redescription, postmarsupial development and reproductive patterns. *Sarsia*: in press.
- Brey, T., 1991.
Population dynamics of *Sterechinus antarticus* (Echinodermata: Echinoidea) on the Weddel Sea shelf and slope, Antarctica. *Antarct. Sci.* 3: 251-256.
- Brey, T. & Clarke, A., 1993.
Population dynamics of marine benthic invertebrates in Antarctic and sub-antarctic environments: are there unique adaption? *Antarct. Sci.* 5: 253-266.

- Brey, T. & J. Gutt, 1991.
The genus *Sterechinus* (Echinodermata: Echinoidea) on the Weddell Sea shelf and slope (Antarctica): Distribution, abundance and biomass. *Polar Biol.* 11: 227-232.
- Brey, T. & S. Hain, 1992.
Growth, reproduction and production of *Lissarca notorcadensis* (Bivalvia: Philobryidae) in the Weddell Sea, Antarctica. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 82: 219-226.
- Brey, T., A. Starmans, U. Magiera & S. Hain, 1993.
Lissarca notorcadensis (Bivalvia: Philobryidae) living on *Notocidaris* sp. (Echinoidea: Cidaridae): Population dynamics in limited space. *Polar Biol.* 13: 89-95.
- 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.
- Broyer, C. de & M. Klages, 1991.
A new *Epimeria* (Crustacea, Amphipoda, Paramphitoidae) from the Weddell Sea. *Antarct. Sci.* 3: 159-166.
- Caruso C., B. Rutigliano, A. Riccio, A. Kunzmann & G. di Prisco, 1992.
The amino acid sequence of the single hemoglobin of the high-Antarctic fish *Bathyraco marri* Norman. *Comp. Biochem. Physiol.* 102B: 941-946.
- Clayton, M.N. & C. Wiencke, 1990.
The anatomy, life history and development of the Antarctic brown alga *Phaeurus antarcticus* (Desmarestiales, Phaeophyceae). *Phycologia* 29: 303-315.
- Coleman, C.O., 1990.
Bathypanoploea schellenbergi Holman & Watling, 1983, an Antarctic amphipod (Crustacea) feeding on Holothuroidea. *Ophelia* 31: 197-205.
- Coleman, C.O., 1990.
Anatomy of the alimentary canal of *Parandania boeckii* (Stebbing, 1888) (Crustacea, Amphipoda, Stegocephalidae) from the Antarctic Ocean. *J. Nat. Hist.* 24: 1573-1585.
- Coleman, C. O., 1990.
Two new Antarctic species of the genus *Epimeria* (Crustacea: Amphipoda: Paramphitoidae), with descriptions of juveniles. *J. R. Soc. N. Z.* 2: 151-178.

- Coleman, C. O., 1991.
Comparative fore-gut morphology of Antarctic Amphipoda (Crustacea) adapted to different food sources. *Hydrobiologia* 223: 1-9.
- Coleman, C. O., 1991.
Redescription of *Anchiphimedia dorsalis* (Crustacea, Amphipoda, Iphimediidae) from the Antarctic, and functional morphology of mouthparts. *Zool. Scr.* 20: 367-374.
- Coleman, C. O., 1991.
Redescription of *Maxilliphimedia longipes* (Walker, 1906) (Crustacea: Amphipoda: Iphimediidae) from the Antarctic Peninsula. *Mem. Mus. Victoria* 52: 291-298.
- Coleman, C. O., 1991.
Redescription of two species of *Pseudiphimidiella* from the Southern Ocean (Amphipoda: Iphimediidae). *Proc. Biol. Soc. Wash.* 104: 76-90.
- Coleman, C.O., & J.L. Barnard, 1991.
A review of the genus *Pariphimedia* (Crustacea: Amphipoda: Iphimediidae) with redescription of two species from the southern Ocean. *Invertebr. Taxon.* 5: 527-539.
- Czaker, R., 1994.
Kantharella antarctica, a new and unusual Dicyemid Mesozoan from the Antarctic. *Zool. Anz.* 232: 151-158.
- Dahms, H.-U., 1990.
Naupliar development of Harpacticoida (Crustacea, Copepoda) and its significance for phylogenetic systematics. *Mikrofauna Marina* 6: 169-272.
- Dahms, H.-U., 1991.
Erster Nachweis eines Harpacticoiden (Copepoda) mit zystenloser Diapause. *Verh. dt. Zool. Ges.* 84: 442-443.
- Dahms, H.-U., 1991.
Usefulness of postembryonic characters for phylogenetic reconstruction in Harpacticoida (Crustacea, Copepoda). *J. Plankton Res. (Japan), Spec. Vol.*: 87-104.
- Dahms, H.-U., 1992.
Metamorphosis between naupliar and copepodid phase in the Harpacticoida (Copepoda). *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B* 335: 221-236.
- Dahms, H.-U., 1992.
Importance of zoosystematic research as demonstrated by the Antarctic meiofauna. *Verh. Dtsch. Zool. Ges. Kiel* 85: 277-284.

- Dahms, H.-U., 1993.
A pictorial key for the identification of Crustacean nauplii from the marine meiobenthos. *J. Crust. Biol.* 13: 609-616.
- Dahms, H.-U., 1993.
Comparative copepodid development in *Tisbidimorpha* sensu Lang, 1948 (Copepoda, Harpacticoida) and its bearing on phylogenetic considerations. *Hydrobiologia* 250: 15-37.
- Dahms, H.-U., 1993.
Copepodid development in Harpacticoida (Crustacea, Copepoda) and its significance for phylogenetic systematics. *Microfauna Marina* 8: 195-245.
- Dahms, H.-U., 1993.
Meiofaunauntersuchungen in der Hochantarktis. *Natur und Museum* 123: 1-13.
- Dahms, H.-U., 1993.
Naupliar development of *Scutellidium hippolytes* (Copepoda, Harpacticoida) and a comparison of naupliae within Tisbidae. *Hydrobiologia* 250: 1-14.
- Dahms, H.U., & M. Porrek, 1992.
Metahuntemannia Smirnov, 1946 and *Talpina* gen. nov. (Copepoda, Harpacticoida) from the deep-sea of the high Antarctic Weddell Sea with a description of eight new species. *Microfauna Marina* 7: 7-78.
- DeBroyer, C. & M. Klages, 1990.
The role of the gammaridean amphipods in the eastern Weddell Sea benthic communities. *Belgian J. Zool.* 120, suppl. 1: 20-21.
- Dittrich, B., 1990.
Temperature dependence of the activities of trypsin-like proteases in decapod crustaceans from different habitats. *Naturwissenschaft* 7: 491-496.
- Dittrich, B., 1992.
Life under extreme conditions: aspects of evolutionary adaptation to temperature in crustacean proteases. *Polar Biol.* 12: 269-274.
- Dittrich, B., 1992.
Thermal acclimation and kinetics of a trypsin-like protease in eucarid crustaceans. *J. Comp. Physiol. B* 162: 38-46.
- Döpfner, M., C. Wiencke & G.O. Kirst, 1990.
Calcium compartmentation in Antarctic brown algae. *Ultramicroscopy* 32: 7-11.

- Dörrien, C. v., 1993.
Ökologie und Respiration ausgewählter arktischer Bodenfischarten. Ber. Polarforsch. 125: 1- 99.
- Dörrien, C.v., D. Piepenburg & M. Schmidt, 1991.
On the abundance of Arctic cod *Arctogadus glacialis* in Northeast Water. Polar Rec. 27: 362-364.
- Ekau, W., 1990.
Demersal fish fauna of the Weddell Sea, Antarctica. Antarct. Sci. 2: 129-137.
- Ekau, W., 1991.
Reproduction in high Antarctic fishes (Notothenioidei). Meeresforsch. 33: 159-167.
- Ekau, W. & J. Gutt, 1991.
Nototheniid fishes from the Weddell Sea and their habitat, observed by underwater photography and television. Proc. NIPR Symp. Polar Biol. 4, Tokyo, 1989: 36-49.
- Emschermann, P., 1991.
On Antarctic Entoprocta: Nematocyst-like organs in a loxomatid, adaptive developmental strategies, host specificity, and bipolar occurrence of species. Biol. Bull. 184: 153-185.
- Emschermann, P., 1993.
Lime-Twig Glands: A Unique Invention of Antarctic Entoprocta. Biol. Bull. 185: 97-108.
- Ernst, W. & M. Klages, 1991.
Bioconcentration and biotransformation of ¹⁴C-g-hexachlorocyclohexane and ¹⁴C-hexachlorobenzene in the Antarctic amphipod *Orchomene plebs* (Hurley, 1965). Polar Biol. 11: 249-252.
- Fischer, G. & C. Wiencke, 1992.
Stable carbon isotope composition, depth distribution and fate of macroalgae from the Antarctic Peninsula region. Polar Biol. 12: 341-348.
- Friedrich, C. & W. Hagen, 1994.
Total lipid contents of pelagic and benthic fish species from high-Antarctic waters and their ecological implications. Polar. Biol. 14: 359-369.
- Fütterer, D.K. (Hrsg.), 1992.
"ARCTIC '91: Die Expedition ARK - VIII / 3 mit "FS Polarstern" 1991". Ber. Polarforsch. 107: 1-267.

- Fütterer, K.F. & O. Schrems (Hrsg.), 1991.
 "Die Expedition ANTARKTIS - VIII mit FS Polarstern" 1980/90. Bericht vom
 Fahrtabschnitt ANT - VIII / 6. Ber. Polarforsch. 74: 1-173.
- Galéron, J., R. L. Herman, P.M. Arnaud, W.E. Arntz, S. Hain & M. Klages, 1992.
 Macrofaunal communities on the continental shelf and slope of the
 southeastern Weddell Sea, Antarctica. Polar Biol. 12: 283-290.
- Gerdes, D., 1990.
 Antarctic trials of the multi-box corer, a new device for benthos sampling. Polar
 Rec. 26: 35-38.
- 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.
- Gersonde, R. & G. Hempel (Hrsg.), 1990.
 Expeditionen Antarktis VIII/3 und VIII/4 mit FS "Polarstern". Ber. Polarforsch.
74: 1-173.
- Gorny, M., T. Brey, W.E. Arntz & T. Bruns, 1993.
 Growth, development and productivity of *Chorismus antarcticus* Pfeffer
 (Crustacea: Decapoda: Natantia) in the eastern Weddell Sea, Antarctica. J.
 Exp. Mar. Biol. Ecol. 147: 261-275.
- Gorny, M., W.E. Arntz, A. Clarke & D.J. Gore, 1992.
 Reproductive biology of caridean decapods from the Weddell Sea. Polar Biol.
12: 111-120.
- Graf, G., 1992.
 Benthic-Pelagic Coupling: A Benthic View. Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev.
30: 149-190.
- Graf, G., S.-A. Gerlach, 1994.
 Benthic-pelagic coupling in the Greenland-Norwegian Sea and its effect on
 the geological record. Geol. Rundschau: in press.
- Gröhsler, T., 1992.
 Nahrungsökologische Untersuchungen an antarktischen Fischen um Ele-
 phant Island unter besonderer Berücksichtigung des Südwinters. Mitt. Inst.
 Seefisch. Hamburg 47: 1-296.
- Gröhsler, T., 1994.
 Feeding habits as indicators of ecological niches: Investigations of Antarctic
 fish conducted near Elephant island in late autumn/winter 1986. Arch. Fish.
 Mar. Res. 42: 17-34.

- Gutt, J., 1990.
New Antarctic holothurians (Echinodermata). - I. Five new species with four new genera of the order Dendrochirotida. *Zool. Scr.* 19 : 101-117.
- Gutt, J., 1990.
New Antarctic holothurians (Echinodermata) - II. Four species of the orders Aspidochirotida, Elasipodida and Apodida. *Zool. Scr.* 19: 119-127.
- Gutt, J., 1991.
Are Weddell Sea holothurians typical representatives of the Antarctic benthos? - A comparative study with new results. *Meeresforsch.* 33: 312-329
- Gutt, J., 1991.
Investigations on brood-protection in *Psolus dubiosus* (Echinodermata: Holothuroidea) from Antarctica in spring and autumn. *Mar. Biol.* 111: 281-286.
- Gutt, J., 1991.
On the distribution and ecology of holothurians in the Weddell Sea (Antarctica). *Polar Biol.* 11: 145-155.
- Gutt, J., 1994.
The occurrence of sub-ice algal aggregations off northeast Greenland. *Polar Biol.*: in press
- Gutt, J. & M. Klages, 1991.
In situ observations on the genus *Bathyploetes* (Holothuroidea, Echinodermata) in Antarctica and relevance to taxonomy. *Zool Scr.* 20: 301-306.
- Gutt, J. & V. Siegel, 1994.
Observations on benthopelagic aggregations of krill (*Euphausia superba*) on the deeper shelf of the southeastern Weddell Sea. *Deep-Sea Res.* 41: 169-178.
- Gutt, J., W. Eka & M. Gorny, 1994.
New results on the fish and shrimp fauna of the Weddell Sea and Lazarev Sea (Antarctic). *Polar Biol.* 7: 91-102.
- Gutt, J., D. Gerdes & M. Klages, 1992.
Seasonality and spatial variability in the reproduction of two Antarctic holothurians (Echinodermata). *Polar Biol.* 11: 533-544.
- Gutt, J., M. Gorny & W.E. Arntz, 1991.
Spatial distribution of Antarctic shrimps (Crustacea: Decapoda) by underwater photography. *Antarct. Sci.* 3: 363-369.

- Hain, S., 1992.
Maintenance and culture of living benthic molluscs from high Antarctic shelf areas. *Aquacult. Fish. Managem.* 23: 1-11.
- Hain, S. & M. Melles, 1994.
Evidence for a marine molluscan fauna beneath ice shelves in the Lazarev and Weddell seas, Antarctica, from shells of *Adamussium colbecki* and *Nacella (Patinigera) cf. concinna*. *Antarct. Sci.* 6: 29-36.
- Hanelt, D., I.M. Jaramillo, W. Nultsch, S. Senger & R. Westermeier, 1994.
Photoinhibition as regulative mechanism of photosynthesis in marine algae of Antarctica. *Ser. Cient. INACH*: in press.
- Hartmann, G., 1990.
Antarktische benthische Ostracoden VI. Auswertung der Reise der "Polarstern" ANT V1-2 (1. Teil, Meiofauna und Zehnerreihen) sowie ein Versuch einer vorläufigen Auswertung aller bisher vorliegenden Daten. *Mitt. hamb. zool. Mus. Inst.* 87: 191-245.
- Hartmann, G., 1991.
Antarktische benthische Ostracoden VII. Ostracoden aus dem oberen Litoral von King George Island. *Mitt. hamb. zool. Mus. Inst.* 88: 211-220.
- Hartmann, G., 1992.
Antarktische benthische Ostracoden VIII. Auswertung der Reise "Meteor" (M 11/4) in die Gewässer um Elephant Island und der Antarktischen Halbinsel. *Helgoländer Meeresunters.* 46: 405-424.
- Hartmann, G., 1992
Zur Kenntnis der rezenten und subfossilen Ostracoden des Liefdefjords (Nordspitzbergen, Svalbard). 1. Teil: Mit einer Tabelle subfossil nachgewiesener Foraminiferen. *Mitt. hamb. zool. Mus. Inst.* 90: 181-225.
- Hartmann, G., 1993.
Antarktische benthische Ostracoden IX. Ostracoden von der Antarktischen Halbinsel und von der Isla de los Estados (Feuerland/Argentinien). Auswertung der "Polarstern"-Reise PS ANT X/1b. *Mitt. hamb. zool. Mus. Inst.* 90: 227-237.
- Hartmann, G., 1993.
Zur Kenntnis der rezenten und subfossilen Ostracoden des Liefdefjords (Nordspitzbergen, Svalbard). 2. Teil Ergebnisse der Geowissenschaftlichen Spitzbergen-Expedition 1991. *Mitt. hamb. zool. Mus. Inst.* 90: 239-250.
- Hempel, I. & G. Hempel (Hrsg.), 1994.
Biologie der Polarmeere. Gustav Fischer Verlag, Jena: im Druck.

- Herman, R.L. & H.U. Dahms, 1992.
Meiofauna communities along a depth transect of Halley Bay (Weddell Sea - Antarctica). *Polar Biol.* 12: 313-320.
- Higgins, R. P., V. Storch & T. C. Shirley 1993.
Ultrastructural observations on the larvae of *Priapulius caudatus* (Priapulida) *Acta Zoologica* 74: 301-319.
- Hubold, G., 1990.
Seasonal patterns of larval fish distribution in the Weddell Sea. In: Antarctic ecosystems: Ecological change and conservation (K.R. Kerry, G. Hempel, eds.). Springer, Berlin: 149-158.
- Hubold, G., 1991.
Ecology of notothenioid fish in the Weddell Sea. In: Biology of Antarctic fish (G. di Prisco, B. Maresca, B. Tota, eds.). Springer, Berlin: 3-22.
- Hubold, G., 1992.
Zur Ökologie der Fische im Weddellmeer. *Ber. Polarforsch.* 103: 1-157.
- Hubold, G. & W. Ekau, 1990.
Feeding patterns of post-larval and juvenile Notothenioids in the southern Weddell Sea (Antarctica). *Polar Biol.* 10: 225-260.
- Iken, K., 1994.
Relaciones tróficas entre macroalgas y animales herbívoros en un sistema de aguas someras (Caleta Potter, Isla 25 de Mayo/King George Island). In: Estructura y dinámica de un ecosistema costero Antártico. *Contr. Inst. Antárt. Argent.*: in press.
- Jacob, A., 1992.
Physiologie und Ultrastruktur der antarktischen Grünalge *Prasiola crispa* ssp. *antarctica* unter osmotischem Streß und Austrocknung. *Ber. Polarforsch.* 102: 1-143
- Jacob, A, G.O. Kirst, C. Wiencke & H. Lehmann, 1991.
Ecophysiology of *Prasiola crispa* ssp. *antarctica*, *J. Phycol.* Suppl 27: 33.
- Jacob, A., G.O. Kirst, C. Wiencke & H. Lehmann, 1991.
Physiological responses of the Antarctic green alga *Prasiola crispa* ssp. *antarctica* to salinity stress. *J. Plant Physiol.* 139: 57-62.
- Jacob, A., H. Lehmann, G.O. Kirst & C. Wiencke, 1992.
Changes in the ultrastructure of *Prasiola crispa* ssp. *antarctica* under salinity stress. *Bot. Acta* 105: 41-46.

- Jacob, A., C. Wiencke, H. Lehmann & G.O. Kirst, 1992.
Physiology and ultrastructure of desiccation in the green alga *Prasiola crispa* from Antarctica. *Bot. Mar.* 35: 297-303.
- Janssen, H.H., 1991.
Die rätselhaften Augen der antarktischen Muschel *Lissarca notorcadensis*. *Mikrokosmos* 80: 109-112.
- Janssen, H.H. & B. Hoese, 1993.
Marsupium morphology and breeding biology of the Antarctic giant isopod, *Glyptonotus antarcticus* Eights 1853 (Crustacea, Isopoda, Chaetiliidae). *Polar Biol.* 13: 145-149.
- Jensen, P., 1990.
Nine new and less known nematode species from the deep-sea benthos of the Norwegian Sea. *Hydrobiologia* 222: 57-76.
- Jensen, P., 1992.
"An Enteropneust's Nest": Results of the Burrowing Traits by the Deep-Sea Acorn Worm *Stereobalanus canadensis* (Spengel). *Sarsia* 77: 125-129.
- Jensen, P., 1992.
Cerianthus vogti Danielssen, 1890 (Anthozoa: Ceriantharia). A species inhabiting an extended tube system deeply buried in deep-sea sediments off Norway. *Sarsia* 77: 75-80.
- Jensen, P., J. Rumohr, 1992.
Sedimentological and biological differences across a deep-sea ridge exposed to advection and accumulation of fine-grained particles. *Oceanologica Acta* 15: 287-296.
- Kappel T., K. Slenzka, A.P.A. Wöhrmann, R. Hilbig & H. Rahmann, 1992.
Brain gangliosides of fishes adapted to different environmental temperature. In: *Rhythmogenesis in neurons and networks* (N. Elsner, D.W. Richter, eds.) Thieme, Stuttgart, New York: 510
- Kappen, L., 1990.
Usnea sphacelata, its role in the vegetation and its possible growth capacity on Bailey Peninsula, Wilkes Land. *Bibl. Lichenol.* 38: 277-289.
- Kappen, L., 1992.
Measurements of micro-climate and activity of plants and microorganisms. In: *Antarctic systems. Manual of methods* (D. Wynn-Williams, ed.). Scientific Committee on Antarctic Research, Cambridge: 1-8

- Kappen, L., 1993.
Lichens in the Antarctic region. In : Antarctic Microbiology (E.I. Friedmann, ed.). Wiley-Liss Inc, New York: 443-490.
- Kappen, L., 1993.
Terrestrische Mikroalgen und Flechten in der Antarktis. In: Extremophile Mikroorganismen in ausgefallenen Lebensräumen (W. Hausmann, B. P. Kremer, Hrsg.). Verlag Chemie, Weinheim: 3-26
- Kappen, L., 1993.
Plant activity under snow and ice, with particular reference to lichens. *Arctic* **46**: 297-302.
- Kappen, L. & M. Breuer, 1991.
Ecological and physiological investigations in continental Antarctic cryptogams. II. Moisture relations and photosynthesis of lichens near Casey Station, Wilkes Land. *Antarct. Sci.* **3**: 273-278.
- Kappen, L., M. Breuer & M. Bölter, 1991.
Ecological and physiological investigations in continental Antarctic cryptogams. III. Photosynthetic production of *Usnea sphacelata*: Diurnal courses, models and the effect of photoinhibition. *Polar Biol.* **11**: 393-401.
- Kappen, L., M. Meyer & M. Bölter, 1990.
Ecological and physiological investigations in continental Antarctic cryptogams. I. Vegetation pattern and its relation to snow cover on a hill near Casey station, Wilkes Land. *Flora* **184**: 209-220.
- Kappen, L., B. Schroeter & L.G. Sancho, 1990.
Carbon dioxide exchange of Antarctic crustose lichens *in situ* measured with a CO₂/H₂O porometer. *Oecologia* **82**: 311-316.
- Karsten, U., 1991.
Ökophysiologische Untersuchungen zur Salinitäts- und Temperaturtoleranz antarktischer Grünalgen unter besonderer Berücksichtigung des β -Dimethylsulfoniumpropionat (DMSP)-Stoffwechsels. *Ber. Polarforsch.* **79**: 1-108.
- Karsten, U., C. Wiencke & G.O. Kirst, 1990.
The β -dimethylsulphoniopropionate (DMSP) content of macroalgae from Antarctica and Southern Chile. *Bot. Mar.* **33**: 143 - 146.
- Karsten, U., C. Wiencke & G.O. Kirst, 1990.
The effect of light intensity and daylength on the β -dimethylsulphoniopropionate (DMSP) content of marine green macroalgae from Antarctica. *Plant, Cell Environ.* **13**: 989-993.

- Karsten, U., C. Wiencke & G.O. Kirst, 1991.
The effect of salinity changes upon physiology of eulittoral green macroalgae from Antarctica and Southern Chile. I. Cell viability, growth, photosynthesis and dark respiration. *J. Plant Physiol.* 138: 667-673.
- Karsten, U., C. Wiencke & G.O. Kirst, 1991.
The effect of salinity changes upon physiology of eulittoral green macroalgae from Antarctica and Southern Chile. II. Inorganic ions and organic compounds. *J. Exper. Bot.* 42: 1533-1539.
- Karsten, U., C. Wiencke & G.O. Kirst, 1991.
Growth pattern and β -dimethylsulphoniopropionate (DMSP) content of green macroalgae at different irradiances. *Mar. Biol.* 108: 151-155.
- Karsten, U., C. Wiencke & G.O. Kirst, 1991.
The light effect on the β -dimethylsulphoniopropionate content of Antarctic macroalgae. *J. Phycol., Suppl.* 27, 37.
- Karsten, U., C. Wiencke & G.O. Kirst, 1992.
Dimethylsulphoniopropionate (DMSP) accumulation in green macroalgae from polar to temperate regions: interactive effects of light *versus* salinity and light *versus* temperature. *Polar Biol.* 12: 603-607.
- Karsten, U., K. Kück, C. Daniel, C. Wiencke & G.O. Kirst, 1994.
A method for complete determination of dimethylsulphoniopropionate (DMSP) in marine macroalgae from different geographical regions. *Phycologia* 33: 171-176.
- Karsten, U., D.N. Thomas, G. Weykam, C. Daniel & G.O. Kirst, 1991.
A simple and rapid method for extraction and separation of low molecular weight carbohydrates from marine macroalgae using high performance liquid chromatography. *Plant Physiol. Biochem.* 29: 373-378
- Kassens, H., H.-W. Hubberten, S. M. Pryamikov, & R. Stein (Hrsg.), 1994.
Russian-German Cooperation in the Siberian Shelf Seas: Geo-System Laptev Sea. *Ber. Polarforsch.* 144: 1-133.
- Kellermann, A., 1990.
Food and feeding dynamics of the larval Antarctic fish *Nototherniops larseni*. *Mar. Biol.* 106: 159-167.
- Klages, M., 1993.
Distribution, reproduction and population dynamics of the Antarctic gammaridean amphipod *Eusirus perdentatus* Chevreux, 1912 (Crustacea). *Antarct. Sci.* 5: 349-359.

- Klages M. & J. Gutt, 1990.
Observations on the feeding behaviour of the Antarctic gammarid *Eusirus perdentatus* Chevreux, 1912 (Crustacea: Amphipoda) in aquaria. *Polar Biol.* 10: 359-364.
- Klages, M. & J. Gutt, 1990.
Comparative studies on the feeding behaviour of high Antarctic amphipods (Crustacea) in laboratory. *Polar Biol.* 11: 73-79
- Klages, M., J. Gutt, A. Starmans & T. Bruns, 1994.
Stone crabs close to the Antarctic continent: *Lithodes murrayi* Henderson, 1888 (Crustacea; Decapoda; Anomura) off Peter Island (68°51'S, 90°51'W). *Polar Biol.*: im Druck.
- Klöser, H., 1994.
Descripción básica de Caleta Potter y costas abiertas adyacentes. In: Estructura y dinámica de un ecosistema costero Antártico. *Contr. Inst. Antárt. Argent.* in press.
- Klöser, H. & J. Plötz, 1992.
Morphological distinction between adult *Contracecum radiatum* and *Contracecum osculatum* (Nematoda, Anisakidae) from the Weddell seal (*Leptonychotes weddelli*). *Zool. Scr.* 21: 129-132.
- Klöser, H., G. Ferreyra, I. Schloss, G. Mercuri & F. Laternus, A. Curtosi, 1993.
Seasonal variation of algal growth conditions in sheltered Antarctic Bays: the example of Potter Cove (King George Island, South Shetlands). *J. Mar. Syst.* 4: 289-301.
- Klöser, H., L. Ferreyra, I. Schloss, G. Mercuri, F. Laternus & A. Curtosi, 1994.
Hydrography of Potter Cove, a small fjord-like inlet on King George Island (South Shetlands). *Est. Coast Shelf. Sci.* 38: 523-537.
- Klöser, H., G. Mercuri, F. Laternus, M.L. Quartino & C. Wiencke, 1994.
On the competitive balance of macroalgae at Potter Cove (King George Island, South Shetlands). *Polar Biol.* 14: 11-16.
- Klöser, H., J. Plötz, H. Palm, A. Bartsch & G. Hubold, 1992.
Adjustment of anisakid nematode life cycles to the high Antarctic food web as shown by *Contracecum radiatum* and *C. osculatum* in the Weddell Sea. *Antarct. Sci.* 4: 171-178.
- Köster, M., 1992.
Mikrobieller Abbau von organischem Material an Grenzzonen. *Ber. Sonderforschungsbereich 313 Universität Kiel* 35:

- Köster, M., O. Charfreitag, & L. A. Meyer-Reil, 1991.
Availability of nutrients to a deep-sea benthic microbial community: results from a ship-board experiment. *Kieler Meeresforsch. Sonderh.* 8: 127-133.
- Köster, M., P. Jensen & L. A. Meyer-Reil, 1991.
Hydrolytic Activities of Organisms and Biogenic Structures in Deep-Sea Sediments. In: *Microbial Enzymes in Aquatic Environments* (R. J. Chrost, ed.). Springer-Verlag, New York: 298-310.
- Kunzmann, A., 1990.
Gill morphometrics of two Antarctic fish species, *Pleuragramma antarcticum* and *Notothenia gibberifrons*. *Polar Biol.* 11: 9-18.
- Kunzmann, A., 1991.
Blood physiology and ecological consequences in Weddell Sea fishes. *Ber. Polarforschung* 91: 1-91.
- Kunzmann, A., 1991.
Blutphysiologie hochantarktischer Fische. *Polarforsch.* 6: 32-36.
- Kunzmann A. & C. Zimmermann, 1992.
Aethotaxis mitopteryx, a high-Antarctic fish with benthopelagic mode of life. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 88: 33-40.
- Kunzmann A., A. Fago, R. D'Avino & G. di Prisco, 1992.
Haematological studies on *Aethotaxis mitopteryx* DeWitt, a high-Antarctic fish with a single haemoglobin. *Polar Biol.* 12: 141-145.
- Laternus, F., 1993.
Bildung und Abgabe kurzkettiger halogenierter Kohlenwasserstoffe durch Makroalgen der Polarregionen. *Ber. Polarforsch.* 132: 1-188.
- Linke, P., 1992.
Metabolic adaptations of deep-sea benthic foraminifera to seasonally varying food input. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 81: 51-63.
- Linke, P. & G. F. Lutze, 1993.
Microhabitat preferences of benthic foraminifera - a static concept or a dynamic adaptation to optimize food acquisition? *Mar. Micropaleontol.* 20: 215-234.
- Mehrtens, G., 1994.
Haloperoxidase activities in Arctic macroalgae. *Polar Biol.* 14: 351-354.
- Meyer-Reil, L.-A. & M. Köster, 1992.
Microbial life in pelagic sediments: the impact of environmental parameters on enzymatic degradation of organic material. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 81: 65-72.

- Meyer-Reil, L.-A., 1990.
Microorganisms in marine sediments: considerations concerning activity measurements. Arch. Hydrobiol. Beih. 34: 1-6.
- Meyer-Reil, L.-A., 1991.
Ecological aspects of enzymatic activity in marine sediments. In: Microbial enzymes in aquatic environments (R. J. Chrost, ed.). Springer, New-York: 84-95.
- Meyer-Reil, L.-A. & O. Charfreitag, 1991.
Observations on the microbial incorporation of thymidine and leucine in marine sediments. Kieler Meeresforsch. Sonderh. 8: 117-120.
- Meyer-Reil, L.-A. & M. Köster, 1991.
Fine-scale distribution of hydrolytic activity associated with foraminiferans and bacteria in deep-sea of the Norwegian-Greenland Sea. Kieler Meeresforsch. Sonderh. 8: 121-126.
- Meyer-Reil, L. A. & M. Köster (Hrsg.), 1993.
Mikrobiologie des Meeresbodens. Gustav Fischer, Jena.
- Miller H. & H. Oerter (Hrsg.), 1991.
"Die Expedition ANTARKTIS-VIII/5 " 1980/90. Bericht vom Fahrtabschnitt ANT-VIII/5. Ber. Polarforsch. 86: 1-155.
- Mühlenhardt-Siegel, U., 1989.
Quantitative investigations of Antarctic zoobenthos communities in winter (May/June) 1986 with special reference to the sediment structure. Arch. FischWiss. 39 (Beih. 1): 123-141.
- Mühlenhardt-Siegel, U., 1989.
Antarktische Bivalvia der Reisen des FS "Polarstern" und des FFS "Walter Herwig" aus den Jahren 1984-1986. Mitt. hamb. zool. Mus. Inst. 86: 153-178.
- Mühlenhardt-Siegel, U., 1994.
Leucon parasiphonatus, a new species (Crustacea: Cumacea: Leuconidea) from Antarctic waters. Helgoländer Meeresunters. 48: 79-88.
- Mühlenhardt-Siegel, U., 1994.
Die Bivalven des Liefdefjords (Nordspitzbergen, Svalbard). Ergebnisse der Geowissenschaftlichen Spitzbergen-Expeditionen 1990-1992. Mitt. hamb. zool. Mus. Inst: im Druck.
- Oppen, M.J.H.van, O.E. Diekmann, C. Wiencke, W.T. Stam & J.L. Olsen, 1994.
Tracking dispersal routes: phylogeography of the Arctic-Antarctic disjunct seaweed *Acrosiphonia arcta* (Chlorophyta). J. Phycol. 30: 67-80.

- Oppen, M.J.H. van, J.L. Olsen, W.T. Stam, C. van den Hoek & C. Wiencke, 1993.
Arctic-Antarctic disjunctions in the benthic seaweeds *Acrosiphonia arcta* (Chlorophyta) and *Demarestia viridis/willii* (Phaeophyta) are of recent origin. *Mar. Biol.* 115: 381-386.
- Orecchia, P., S. Mattiucci, S.D. Amelio, L. Paggi, J. Plötz, R. Cianchi, G. Nascetti, P. Arduino & L. Bullini, 1994.
Two new members in the *Contracecum osculatum* complex (Nematoda, Ascaridida, Ascaridoidea) from the Antarctic Ocean. *Internat. J. Parasitol.* 24:367-377.
- Piepenburg, D. & K.v. Juterzenka, 1994.
Abundance, biomass and spatial distribution pattern of brittle stars (Echinodermata: Ophiuroidea) on the Kolbeinsey Ridge north of Iceland. *Polar Biol.* 14: 185-194.
- Piepenburg, D. & U. Piatkowski, 1992.
A program for computer-aided analyses of ecological field data. *CABIOS* 8: 587-590.
- Rachor, E. (Hrsg.), 1992.
Scientific Cruise Report of the 1991 Arctic Expedition ARK VIII / 2 of RV "Polarstern" (EPOS II). *Ber. Polarforsch.* 115: 1-150.
- Rauschert, M., 1990.
Ergebnisse der faunistischen Arbeiten im Benthos von King George Island (Südshetlandinseln, Antarktis). *Ber. Polarforsch.* 76: 1-75.
- Rauschert, M. & H.G. Andres, 1993.
Scaphodactylus, eine neue Stenothoiden-Gattung aus dem Sublitoral der Süd-Shetland-Inseln. (Crustacea: Amphipoda: Gammaridea). *Mitt. Zool. Mus. Berlin* 69: 347-358.
- Reijnders, J. Plötz, Zegers & Gräfe 1990.
Breeding biology of Weddell seals (*Leptonychotes weddellii*) at Drescher Inlet, Riiser Larsen Ice Shelf. *Pol. Biol.* 10: 301-306.
- Riehl, R. & W. Ekau, 1990.
Identification of Antarctic fish eggs by surface structure as shown by the eggs of *Trematomus eulepidotus* (Teleostei: Nototheniidae). *Polar Biol.* 11: 27-31.
- Riemann-Zürneck, K., 1991
The deep-water siphonophore *Rhodalia miranda* and other benthic coelenterates in the southwest Atlantic. Ecological and oceanographical implications. *Hydrobiologia* 216/217: 481-487.

- Riemann-Zürneck, K., 1994
Taxonomy and ecological aspects of the subarctic sea anemones, *Hormathia digitata*, *Hormathia nodosa* and *Allantactis parasiticia*. *Ophelia* 39, 197-224.
- Ristedt, H., 1991.
Ancestrula and early astogeny of some Anascan Bryozoa: Their taxonomic importance and possible phylogenetic implications. In: *Bryozoa Living and Fossil* (Bigey, ed.). Bull. Soc. Sci. Nat. Quest Fr., Mem. HS 1, Nantes: 371-382.
- Romero-Wetzel, M. B. & S. A. Gerlach, 1991.
Abundance, biomass, size-distribution and bioturbation potential of deep-sea macrozoobenthos on the Vøring Plateau (1200-1500 m, Norwegian Sea). *Meeresforsch.* 33: 247-265.
- Salomon, A. & D. Barthel, 1990.
External choanosome morphology of the hexactinellid sponge *Aulorossella vanhoeffeni* Schulze & Kirckpatrick 1910. *Senckenbergiana marit.* 21: 87-99
- Sancho, L.G., L. Kappen & B. Schroeter, 1992.
The lichen genus *Umbilicaria* on Livingston Island, South Shetland Islands, Antarctica. *Antarct. Sci.* 4: 189-196.
- Schalk, P.H., T. Brey, U. Bathmann, W.E. Arntz, D. Gerdes, G. Dieckmann, W. Ekau, R. Gradinger, E. Nöthig, S. Schnack-Schiel, V. Siegel, V., Smetacek, & J.A. Van Franeker, 1990.
Towards a conceptual model for the Antarctic marine ecosystem. ICES, Biol. Oceanogr. Com., C.M. 1990/L: 30.
- Schalk, P.H., T. Brey, U. Bathmann, W.E. Arntz, D. Gerdes, G. Dieckmann, W. Ekau, R. Gradinger, E. Nöthig, S. Schnack-Schiel, V. Siegel, V., Smetacek, & J.A. Van Franeker, 1993.
Towards a conceptual model for the Weddell Sea ecosystem, Antarctica. In: *Trophic models of aquatic ecosystems* (V. Christiansen, D. Pauly, eds.). ICLARM Conf. Proc. 26, ICLARM, Manila: 323-337.
- Schlachter T.A., K.J. Wittmann & A.P. Ariani, 1992.
Comparative morphology and taphonomy of mysid statoliths (Crustacea, Mysidacea). *Zoomorphology* 112: 67-79.
- Schmid, M.K. & D. Piepenburg, 1993.
The benthos zonation of the Disko Fjord, West Greenland. *Meddr. Grønland (Biosci.)* 37: 1-21.
- Schminke, H.K., 1991.
Leben in der Antarktis (Basisartikel). *Unterricht Biologie* 169: 4-13.

- Schreiber, A. & V. Storch, 1992.
Free cells and blood proteins of *Priapulius caudatus*. *Sarsia* 76: 261-266.
- Schreiber A. & V. Storch, 1994.
DNA values in Priapulida. *Naturwissenschaften*: Im Druck.
- Schreiber, A., J. Svavarsson & V. Storch, 1992
Blood proteins in bipolar Priapulida. *Polar Biology* 12: 667-672.
- Schreiber, A., V. Storch, M. Powilleit & R. P. Higgins, 1991
The blood of *Halicryptos spinulosus* (Priapulida). *Can. J. Zool.* 69: 201-207.
- Schroeter, B., 1994
In situ photosynthetic differentiation of the green algal and the cyanobacterial phycobiont in the crustose lichen *Placopsis contortuplicata*. *Oecologia* 98: 212-220.
- Schroeter, B., P. Jacobsen & L. Kappen, 1991.
Thallus moisture and microclimatic control of CO₂-exchange of *Peltigera aphthosa* (L.) Willd. on Disko Island (East Greenland). *Symbiosis* 11: 131-146.
- Schroeter, B. L. Kappen & C. Moldaenke, 1991.
Continuous *in situ* recording of the photosynthetic activity of Antarctic lichens established methods and a new approach. *Lichenologist* 23: 253-265.
- Schroeter, B., T.G.A. Green, R.D. Seppelt & L. Kappen 1992.
Monitoring photosynthetic activity of crustose lichens using a PAM-2000 fluorescence system. *Oecologia* 92: 457-462.
- Schroeter, B., T.G.A. Green, L. Kappen & R.D. Seppelt, 1994.
Carbon dioxide exchange at subzero temperatures. Field measurements on *Umbilicaria aprina* in Antarctica. *Crypt. Bot.* 4: 233-241.
- Sieg, J. & J. W. Wägele (Hrsg.), 1990.
Fauna der Antarktis. Verlag Paul Parey, Berlin, Hamburg, 197 S.
- Stolpe, U., C. Wiencke, H. Lehmann & M.N. Clayton, 1991.,
Life-history, morphology and development of ligulate *Desmarestia* species from southernmost Chile. *Br. Phycol. J.* 26: 235-245.
- Storch, V., 1991.
Priapulida. In: *Microscopic anatomy of invertebrates*, Volume 4. (F. H. Harrison, ed.). Wiley-Liss, New York.: 333-350.
- Storch, V. & R. P. Higgins, 1991
Scanning and transmission electron microscopic observations on the larva of *Halicryptus spinulosus* (Priapulida). *J. Morph.* 210: 175-194

- Storch, V., R.P. Higgins & H. Rumohr, 1990.
Ultrastructure of Introvert and Pharynx of *Halicryptus spinulosus* (Priapulida).
J. Morph. 206: 163-171.
- Storch, V., R. P. Higgins, P. Anderson & J. Svavarsson, 1994
Scanning and transmission electron microscopic analyses of the introvert of
Priapulopsis australis and *P. caudatus* (Priapulida). Invertebrate Biology: im
Druck.
- Storch V., R. P. Higgins. V. V. Malakhov & A. V. Adrianov, 1994.
Microscopic anatomy and ultrastructure of the introvert of *Priapulus caudatus*
and *P. tuberculatospinosus* (Priapulida). J. Morph. 220: 281-293.
- Thomas, D.N. & G.O. Kirst, 1991.
Differences in osmoacclimation between sporophytes and gametophytes of
the brown alga *Ectocarpus siliculosus*. Physiol. Plantarum 83: 281-289.
- Thomas, D.N. & G.O. Kirst, 1991.
Salt tolerance of *Ectocarpus siliculosus* (Dillw.) Lyngb: comparison of
gametophytes, sporophytes and isolates of different geographic origin. Bot.
Acta 104: 26-36.
- Thomas, D.N. & C. Wiencke, 1991.
Photosynthesis, dark respiration and light independent carbon fixation of
endemic Antarctic macroalgae. Polar Biol. 11: 329-337
- Thomsen, L., 1993.
Untersuchungen zur Bodennepheloidschicht am westlichen Barents See
Kontinentalhang. Ber. Sonderforschungsbereich 313, Universität Kiel: 42
- Thomsen, L. & A. V. Altenbach, 1993.
Vertical and areal distribution of foraminiferal abundance and biomass in
microhabitats around inhabited tubes of marine echiurids. Mar. Micropal. 20:
303-309.
- Thomsen, L., G. Graf, 1994.
An instrument for sampling water from the bottom nepheloid layer. Cont. Shelf
Res. 14: 871-882.
- Wägele, H., 1990.
Revision of the genus *Austrodoris* Odhner, 1926 (Gastropoda, Opisthobran-
chia). J. Moll. Stud. 56: 163-180.
- Wägele, J.W., 1990.
Growth in captivity and aspects of reproductive biology of the Antarctic fish
parasite *Aega antarctica* (Crustacea, Isopoda). Polar Biol. 10: 521-527.

- Wägele, J.W., 1991.
Antarctic Isopoda Valvifera. In: Synopsis of the Antarctic Benthos, Vol. 2 (J. W. Wägele, J. Sieg, eds.). Koeltz Sci. Publ.: 1-213.
- Wägele, J.W., & T. Brito, 1990.
Die sublitorale Fauna der maritimen Antarktis - erste Unterwasserbeobachtungen in der Admiralitätsbucht. Natur und Museum 120: 269-282.
- Wägele, H. & Hain, S., 1991.
Description of a new Notaspidean genus and species (Ophistobranchia: Notaspidea) from the Antarctic ocean. J. Moll. Stud. 57: 229-242.
- Welsch, U., R. Erlinger & V. Storch, 1992.
Glycosaminoglycans and fibrillar collagen in Priapulida: a histo- und cytochemical study. Histochemistry 98: 389-397.
- Weykam, G. & Wiencke, C., 1992.
Seasonal photosynthetic performance of the endemic Antarctic alga *Palmaria decipiens* (Reinsch) Ricker. Plant Physiol. (Life Sci. Adv.) 11: 225-232.
- Wiencke, C., 1990.
Seasonality of brown macroalgae from Antarctica - a long-term culture study under fluctuating Antarctic daylengths. Polar Biol. 10: 589-600.
- Wiencke, C., 1990.
Seasonality of red and green macroalgae from Antarctica - a long-term culture study under fluctuating Antarctic daylengths. Polar Biol. 10: 601-607.
- Wiencke, C., 1990.
Biologie antarktischer Makroalgen. Habilitationsschrift, Universität Bremen.
- Wiencke, C., 1990.
Light requirements of Antarctic algae. J. Phycol., Suppl. 27: 76
- Wiencke, C. & M.N. Clayton, 1990.
Sexual reproduction, life history, and early development in culture of the Antarctic brown alga *Himantothallus grandifolius* (Desmarestiales, Phaeophyceae). Phycologia 29: 9-18.
- Wiencke, C. & I.t. Dieck, 1990.
Temperature requirements for growth and survival of macroalgae from Antarctica and southern Chile. Mar. Ecol. Prog. Ser. 59: 157-170.
- Wiencke, C. & Fischer, G., 1990.
Growth and stable carbon isotope composition of cold-water macroalgae in relation to light and temperature. Mar. Ecol. Prog. Ser. 65: 283-292.

- Wiencke, C., U. Stolpe & H. Lehmann, 1991
Morphogenesis of the brown alga *Desmarestia antarctica* cultivated under seasonally fluctuating Antarctic daylengths. Ser. Cient. INACH 41: 65-78.
- Wiencke, C., J. Gorham, D. Tomos & J. Davenport, 1992.
Incomplete turgor adjustment in *Cladophora rupestris* under fluctuating salinity regimes. Estuar. Coast. Shelf Sci. 34: 413-427.
- Wiencke, C., I. Bartsch, B. Bischoff, A.F. Peters & A.M. Breeman, 1994.
Temperature requirements and biogeography of Antarctic, Arctic and amphiequatorial seaweeds. Bot. Mar. 37: 247-259.
- Wiencke, C., J. Rahmel, U. Karsten, G. Weykam & G.O. Kirst, 1993.
Photosynthesis of marine macroalgae from Antarctica: Light and temperature requirements. Bot. Acta 106: 78 - 87.
- Willkomm, H., M. Bölter & L. Kappen, 1992.
Age estimation of Antarctic macrolichens by radiocarbon measurements. Polarforschung 61: 103-112.
- Wilson R P, J. Cooper & J. Plötz, 1992.
Can we determine when marine endotherms feed? A case study with seabirds. J. exp. Biol. 167: 267-275.
- Winkler, H. & A. Brandt, 1993.
Janiridae (Crustacea, Asellota) from the Southern Hemisphere: *Janiropsis varians* sp. n., and redescriptions of five little known species. Zool. Scripta 22: 387-424.
- Wittmann, K.J., T.A. Schlachter & A.P. Ariani, 1993.
Structure of recent and fossil mysid statoliths (Crustacea, Mysidacea). J. Morphology 215: 31-49.
- Wöhrmann, A.P.A., 1993.
Gefrierschutz bei Fischen der Polarmeere. Ber. Polarforsch. 119: 1-99.
- Zimmermann, A. & A. Brandt, 1992.
New results of the EPOS leg 3-cruise to Antarctica: Horizontal and vertical distribution of isopods (Crustacea) in the eastern Weddell Sea. Polar Biol. 12: 121-128.