

**„Koordiniertes Programm Antarktisforschung“  
Berichtskolloquium im Rahmen des Koordinierten  
Programms „Antarktisforschung mit vergleichenden  
Untersuchungen in arktischen Eisgebieten“**

**Herausgegeben von  
Hubert Miller**

---



INHALTSVERZEICHNIS

M. Altmaier et al.: Analyse „in-situ“ produzierter kosmogener Radionuklide zur Bestimmung von Eis-Freilegungsaltern antarktischer Gebiete.....	3
W. Bauer et al.: Das geologische Kartenwerk 1:25.000 der Heimfrontfjella (Antarktika).....	4
W. Bauer et al.: Quarz-Mikrogefüge von Myloniten aus dem zentralen Dronning Maud Land (Antarktika).....	6
H. Bingemer et al.: Die marine Biosphäre als Quelle atmosphärischer Aerosolpartikel.....	8
H.-P. Blume et al.: Bodengesellschaften in der maritimen Antarktis (King-George-Island).....	10
H.-P. Blume et al.: Pedogene Zonierung und Akkumulation organischen Materials in antarktischen Böden.....	11
M. Bölter: Mikrobielle Gemeinschaften in antarktischen Böden.....	12
M. Bölter et al.: Eine Algendatenbank für antarktische Böden.....	13
G. Bohrmann et al.: Der Antarktische Zirkumpolarstrom: Abbildungen und Schwankungen der Produktivität im Bereich des Opalgürtels.....	14
H. Bornemann et al.: Southern elephant seal migration and Antarctic sea ice.....	15
A. Brandt: Polarforschung in der Tiefsee - Stand der Forschung und Perspektiven dargestellt am Beispiel der Peracarida (Crustacea, Malacostraca).....	17
M. Braun et al.: Ablation auf der subantarktischen Eiskappe von King George Island. Eine Abschätzung aus Energiebilanzmessungen.....	19
T. Brey et al.: Neue Ansätze in der Altersbestimmung polarer Wirbelloser - Stabile Isotope und Fluoreszierende Alterspigmente -.....	20
A. Brommer et al.: Strukturelle Entwicklung und Petrogenese des Kristallins der nördlichen Shackleton Range: Proterozoische und Panafrikanische Krustendynamik am Rand des Ostantarktischen Kratons.....	22
B. Diekmann et al.: Herkunft und Zusammensetzung rezenter und spätquartärer Terrigensedimente im Weddellmeer (Antarktis): Anzeiger glazialmariner Sedimentationsprozesse und Umweltänderungen.....	24
D. Dietrich et al.: Untersuchungen zum benthischen und pelagischen mikrobiellen Nahrungsgewebe der Potter Cove, King George Island, Antarktische Halbinsel, unter besonderer Berücksichtigung der heterotrophen Flagellaten und Ciliaten.....	25
G. Döhler: Einfluß der UV-Strahlung auf das Pigmentmuster und den N-Metabolismus von Mikroalgen der Antarktis.....	27
W. Ehrmann: Ein Beitrag zur quartären und tertiären Vereisungsgeschichte der Antarktis: Erste Ergebnisse des Cape-Roberts-Projektes.....	28
K. Elwers: Seasonal population structure of <i>Oithona similis</i> (Copepoda, Cyclopoida) in the Potter Cove (King George Island, Antarctica).....	30
H. Fischer: Spurenstoff-glaziologische und glazio-meteorologische Untersuchungen in Zentralgrönland.....	32
M. Frederich et al.: The capability to regulate magnesium may limit the geographical distribution of decapod Crustacea in polar areas.....	34
G. Fuhr et al.: Untersuchungen an Schneealgen Nordwest-Spitzbergens.....	36
K. H. George et al.: Distribution patterns of harpacticoid genera (Crustacea, Copepoda) from the Magellan Region.....	37
W. Graf et al.: Ergebnisse isotopenglazilogischer Arbeiten auf dem Ronne Ice Shelf.....	39
W. Graf et al.: Eiskern B25 von Berkner Island: Isotopenchemische Untersuchungen.....	41
W. Graf et al.: Isotopenglazilogische Ergebnisse von Vorerkundungen im EPICA-Zielgebiet Amundsenisen, Dronning Maud Land... ..	42
K. Grosfeld: Marines Eis unter dem Filchner Schelfeis, Antarktis: Ergebnisse einer multidisziplinären Studie.....	44
W. Hagen et al.: Energetische Anpassungen an eine extreme Umwelt: Zur Rolle der Lipide im polaren Zooplankton.....	46
D. Hanelt et al.: Wie die Sonnenstrahlung und deren UV-Anteil die Zonierung der Makrophyten an den polaren Küsten beeinflusst.....	47
G. Harbusch et al.: Grobstruktursimulation der atmosphärischen Grenzschicht über partiell mit Meereis bedeckten Wasserflächen.....	50
R. Hauer et al.: Initial Geochemical and Isotopic Results from a Recently Discovered Hydrothermal Field, Hook Ridge, Bransfield Strait (Antarctica).....	52
G. Heinemann et al.: On the katabatic wind systems over the Antarctic and over Greenland.....	53
K. Heumann et al.: Die biogene Bildung methylierter Schwermetallverbindungen im polaren Ozean.....	55
K. Hinz et al.: ÖGRILAS: Frühe Öffnungsgeschichte der Lazarev-See und der Rijser-Larsen-See - Kompilation und Interpretation neuer geophysikalischer Datensätze.....	56
P. Hirsch et al.: Studies on antarctic bacterial isolates from soils and from hypersaline and heliothermal Ekho Lake (Vestfold Hills, East Antarctica).....	58
M. Hofmann et al.: Untersuchungen zur Bestimmung und Parametrisierung turbulenter Flüsse bei stabiler Schichtung über Meereis.....	60
J. Jacobs: Die Rolle der Ostantarktis für die Rekonstruktion der Superkontinente Rodinia und Gondwana.....	61
S. Jähmlich: Beeinflussung der bodennahen Partikeldynamik durch sessile Ascidien in der Pottercove (King George Island, Antarktis).....	63

INHALTSVERZEICHNIS

K.-P. Johnson et al.: Bestimmung von polaren Meereisparametern aus passiven Mikrowellenmessungen .....	64
Ch. Kleefeld et al.: Untersuchungen der Saisonalität von atmosphärischen Dimethylsulfid an der Neumayer-Station, Antarktis.....	66
J. Kowalke et al.: Faunistische Analyse des Megabenthos der Potter Cove, Antarktis .....	67
A. Lambrecht et al.: Untersuchungen zur Massenbilanz im südöstlichen Teil des Ronne Ice Shelf, Antarktis .....	68
M. Lange et al.: Eisschildtopographie aus satellitengestützten Altimetriedaten .....	70
G. Leckebusch et al.: Feuchtetransporte und Feuchteakkumulation in antarktischen und arktischen Eisgebieten.....	71
H. Lehmal et al.: Anpassung an tiefe Temperaturen: Lipidzusammensetzung in den Eisdiatomeen <i>Entomoneis kufferathii</i> MANGUI, <i>Nitzschia leconintei</i> VAN HEURCK und <i>Chaetoceros sp.</i> .....	73
F. Lisker et al.: Exhumierung der nördlichen Prince Charles Mountains (Ostantarktis) als Ergebnis phanerozoischer Riftprozesse ..	74
W. Loske et al.: Tracing the Famatinian isotopic fingerprint along the western margin of Gondwana: Pampean Ranges - Patagonia - Antarctic Peninsula.....	76
U. Lueder et al.: Anpassung des Photosyntheseapparates der endemisch antarktischen Rotalge <i>Palmaria decipiens</i> an jahreszeitlich unterschiedliche Lichtbedingungen.....	77
P. Martinez Arbizu et al.: The meiobenthos in the Arctic Laptev Sea.....	79
S. Meier et al.: Mesozoische Exhumierungs- und Denudationsphasen im zentralen Dronning Maud Land (Ostantarktis) abgeleitet aus Apatit-Spaltspuranalysen.....	81
M. Melles et al.: Seesedimente als Datenarchiv der Klima- und Umweltgeschichte in Polarregionen - Beispiele von der Bunger-Oase (Antarktis) und Taimyr-halbinsel ( Arktis).....	83
H. Miller et al.: Zur Krustengeschichte der Antarktischen Halbinsel .....	85
S. Ott et al.: Überlebensstrategien von Flechten an terrestrischen Standorten der Antarktis.....	86
H.-J. Peter et al.: Nahrungs-, Brut- und Populationsökologie „fliegender“ Vögel auf King George Island, Antarktis - Basisdaten für die geplante Modellierung des „Potter-Cove-Nahrungsnetzes“ .....	88
A. Peters: Endophytische Mikroalgen in antarktischen Tangen.....	89
K. Polozek et al.: Die Schwermineralverteilung in den Bohrungen CRP-1 und CIROS-2; McMurdo-Sund, Antarktis.....	90
N. Reimann et al.: Untersuchungen zur Wirtswechselbiologie von parasitischen Helminthen der Süd-Shetland-Inseln .....	91
B. Ritter et al.: Erfassung von Geometrieänderungen an der Gronding Line des Ekströmischen.....	92
A. Savvin et al.: Dreidimensionale Modellierung des antarktischen Eisschildes zur Unterstützung des EPICA-Eisbohrungsprojekts. 94	
T. Schäfer et al.: Aushellverhalten von Spaltspuren in Zirkon .....	96
T. Schäfer et al.: Mesozoische thermische Entwicklung der Shackleton Range basierend auf Apatit und Zirkon Spaltspur-Analysen. 97	
M. Schlegel et al.: Die Bedeutung hoher Strahlungsintensitäten für die Photosynthese antarktischer Moose und Flechten.....	98
S. Schnack-Schiel et al.: Are small copepod species of significance in the Southern Ocean ? .....	99
R. Schriek et al.: Enzymatischer Oxidationsschutz in den antarktischen Eisdiatomeen <i>Entomoneis kufferathii</i> MANGUIN und <i>Chaetoceros sp.</i> .....	100
B. Schroeter: Die Auswirkungen globaler Klimaveränderungen auf die Primärproduktion der terrestrischen Vegetation in der Antarktis.....	101
F. Schulz et al.: Vergleichende Untersuchungen zur Struktur der Vegetation der Ökologie ausgewählter Flechten- und Moosarten in der maritimen Antarktis.....	102
J. Sievers: Fernerkundung glaziologischer Oberflächeneigenschaften von antarktischen Eiskörpern .....	103
M. Simon et al.: Stoffumsetzungen des Bakterioplanktons im Südlichen Ozean .....	104
A. Starmans et al.: Lebensvielfalt und Störungen durch Eisbergstrandungen des polaren Benthos.....	105
S. Steimer et al.: Untersuchungen zur Verbreitung und Biologie der Cephalopoden im östlichen Weddellmeer.....	108
G. Veit-Köhler: New Antarctic shallow water Copepoda Harpacticoida - their reproductive strategies and ecological role.....	110
K. Wallmann et al.: Die neu entdeckten hydrothermalen Quellen am Boden der Bransfield Strait.....	111
H.-J. Walter et al.: Mögliche Transportwege von Eisen in den Südlichen Ozean - Radium- und Neodym-Isotope als Tracer für Einträge aus kontinentalen Schelfgebieten und der Atmosphäre .....	113
D. Wagenbach et al.: Stand und Perspektiven spurenstoff-glaziologischer Untersuchungen antarktischer und grönländischer Eisbohrkerne .....	115
B. Weber et al.: Fazies und Ichnofauna der Mount Provender Formation (untere Blaiklock Glacier Group), Shackleton Range, Antarctica .....	117
M. Weis et al.: Asymptotische Theorie und Numerik von Schelfeisen unter variablem Klimainput .....	120
J.B. Winkler et al.: Schnee und Eis als ökologischer Faktor für die Kryptogamen in der maritimen Antarktis .....	122
Ch. Zimmermann et al.: Nichtinvasive Untersuchungen zur Wahrnehmungsfähigkeit von Polarmeerfischen .....	123

## Analyse „in-situ“ produzierter kosmogener Radionuklide zur Bestimmung von Eis-Freilegungsaltern antarktischer Gebirge

M. Altmaier<sup>1</sup>, U. Herpers<sup>1</sup>, G. Delisle<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Abteilung Nuklearchemie, Universität zu Köln, Otto-Fischer-Str. 12-14, 50674 Köln

<sup>2</sup> Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Stilleweg 2, 30631 Hannover

Durch moderne, ultrasensitive Analysemethoden der Nuklearchemie ist es möglich, die in antarktischem Oberflächengestein über verschiedene Kernreaktionen „in-situ“ produzierten kosmogenen Radionuklide <sup>10</sup>Be und <sup>26</sup>Al quantitativ zu bestimmen. Dies erlaubt die Ermittlung von Expositionsaltern und weiterhin Aussagen über Erosionsraten und mögliche Gebirgshebungsprozesse. Die Landschaftsentwicklung kann somit insbesondere in Hinblick auf die Vergletscherung untersucht werden.

Die zur Messung von <sup>10</sup>Be und <sup>26</sup>Al anzuwendende Beschleunigermassenspektrometrie AMS erfordert eine aufwendige Probenpräparation. Durch eine chemische Mineralseparation findet zuerst eine Isolierung und Reinigung der Quarzkomponente statt. Die gelösten Quarze müssen darauf in einem radiochemischen Trennungsgang über verschiedene Ionenaustauscherschritte und Fällungsreaktionen zu geeigneten Messpräparaten aufgearbeitet werden.

Unsere Arbeit konzentriert sich auf das Queen-Maud-Land. Hier sind in eng benachbarten Gebieten verschiedene Locations beprobt worden - von etwa 20 Proben stellen wir erste, teilweise noch vorläufige, Ergebnisse vor. Im Gebiet der Petermann-Kette (bis 3000 m Höhe) sind unsere Untersuchungen weitgehend abgeschlossen. Für einige der Proben sind die <sup>10</sup>Be- und <sup>26</sup>Al-Nuklidkonzentrationen in Sättigung - dies bedeutet Expositionsalter von mindestens 6 Ma, für andere Proben werden vergleichsweise niedrige Werte und korrespondierende Expositionsalter von 0,4-2 Ma gefunden. Es besteht keine einfache Korrelation zwischen den Freilegungsaltern und der Höhe der untersuchten Location. Eine Erklärung könnte darin liegen, daß die anstehenden kristallinen Gesteine teils plattig abgesprengt wurden (Frost-Einfluss) und somit „zu kurze“ Expositionsalter vorgetäuscht werden.

Die beprobten Locations im Gebiet der „Schüssel“ (Eckhörner und Seitental 2) liegen größtenteils tiefer (1640-2100 m); wir finden tendentiell kleinere Expositionsalter im Bereich von 0,1-2,5 Ma. Es scheint hier eine Korrelation von Probenhöhe und Freilegungsalter zu bestehen.

Für den noch tiefer liegenden Westgrad des „Untersees“ (1430 m) konnten wir Expositionsalter von lediglich 0,4-1 Ma bestimmen.

Die gemessenen Nuklidkonzentrationen weisen auf sehr geringe Erosionsraten im Bereich von 10<sup>-6</sup> cm/a hin, wie sie für antarktisches Gestein zu erwarten sind.

Die bisher vorliegenden Ergebnisse zeichnen ein eher komplexes Bild des Freilegungsszenariums, welches durch die noch anstehenden Untersuchungen ausdifferenziert werden muß.

Wir danken der Deutschen Forschungsgemeinschaft DFG und dem Schweizer Nationalfond für die Unterstützung dieser Arbeit.

## Das geologische Kartenwerk 1:25.000 der Heimefrontfjella (Antarktika)

W. BAUER<sup>1</sup>, J. JACOBS<sup>2</sup>, M. RAAB<sup>3</sup>, S. SIEGESMUND<sup>3</sup>, G. SPAETH<sup>1</sup>, R.J. THOMAS<sup>4</sup>, K. WEBER<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Lehr- und Forschungsgebiet Geologie - Endogene Dynamik, RWTH Aachen, 52056 Aachen

<sup>2</sup> FB Geowissenschaften, Universität Bremen, Postfach 330 440, 28334 Bremen

<sup>3</sup> Institut für Geologie und Dynamik der Lithosphäre, Goldschmidtstr. 3, 37077 Göttingen.

<sup>4</sup> Council for Geoscience, P.O. Box 572, Bellville 7535, South Africa.

Die Heimefrontfjella im westlichen Dronning Maud Land/Antarktika ist ein stark zergliedertes Escarpment mit einer SW-NE Erstreckung von 140 km und einer maximalen Breite von ca. 30 km. Nach einer geologischen Erstbearbeitung durch britische Geowissenschaftler in den 1960er Jahren (WORSFOLD 1967, JUCKES 1972) war das Gebirge seit 1985 Zielgebiet für fünf geowissenschaftliche Expeditionen unter deutscher Leitung oder mit deutscher Beteiligung (ARNDT et al. 1987, JACOBS 1988, JACOBS & KREUTZER 1990, JACOBS. 1991, BAUER et al. 1996).

Zusammenfassend läßt sich das Gebirge als Teil eines grenvillischen (~1100 Ma) Mobilgürtels charakterisieren, bestehend aus metamorphen Produkten eines magmatischen Inselbogens im Norden, einem ehemaligen Back-arc-basin, gefüllt mit metamorphen Sedimenten und bimodalen Metavulkaniten im zentralen Abschnitt sowie einem granulitfaziellen Terrane im Südwesten (JACOBS et al. 1996). Dieser metamorphe Basement-Komplex wurde post-grenvillisch von bisher nicht genauer datierten mafischen Gängen durchschlagen (FIELITZ & SPAETH 1991). Während der späteren panafrikanischen Orogenese (~ 500 Ma) erfuhr dieses Gebiet eine schwache tektonometamorphe Überprägung, die sich in Form NW-gerichteter Überschiebungen und einer retrograden grünschieferfaziellen Metamorphose äußert. Dieser polymetamorphe Basement-Komplex wird von Relikten eines permokarbenen, an der Basis glazigenen Deckgebirges diskordant überlagert (POSCHER 1994) Einige jurassische Basaltgänge und Überreste von basaltischen Ergußdecken im NE der Heimefrontfjella markieren den beginnenden Gondwanazerfall (SPAETH & SCHÜLL 1987).

In der seit 1991 kontrovers diskutierten Hypothese um die Bildung und den Zerfall eines neoproterozoischen Superkontinents "Rodinia" (DALZIEL 1997) ist die Heimefrontfjella eine wichtige Schlüsselregion. Sie bildete einen Teil des grenvillischen Systems von Mobilgürteln, an denen Lithosphärenplatten zu Rodinia verschweißt wurden, außerdem lag sie an der Nahtstelle zwischen Ost- und Westgondwana. Aus diesem Grunde wird als Grundlage für weitere wissenschaftliche Diskussionen und Arbeiten ein sehr detailliertes, etwa 90% der Felsflächen abdeckendes Kartenwerk für dieses Gebirge im Maßstab 1:25.000 vorgestellt.

Die geologische Kartierung erfolgte im Maßstab 1:10.000 auf der topographischen Grundlage vergrößerter Höhenlinienpläne (1:25.000) des Bundesamtes für Kartographie und Geodäsie/Frankfurt a. M., die aus Luftbildern erstellt wurden. Felsaufschlüsse und Moränenzüge wurden anhand von Orthophotos in die Höhenlinienpläne übertragen. Die topographischen Karten wurden gescannt, mit CAD-DIA-

ESP die Höhenlinien einzeln nachgefahren und in Polylinien umgewandelt. Anschließend wurden die topographischen Karten der Teilgebiete mit AutoCad R13 zusammengefaßt und die Polylinien geglättet. Die geographischen Netze wurden mit einem Digitalisieretablett (Fehler  $\pm 0,05$  mm) übertragen. Die durch Photokopie vergrößerten Geländekarten für die geologische Aufnahme wurden mit Hilfe möglichst vieler Referenzpunkte entzerrt und die lithologischen Grenzen auf die topographische Grundlage übertragen. Der Lagefehler lithologischer Grenzen konnte so auf weniger als 1 mm reduziert werden. Strukturdaten sind für einzelne Teilbereiche separat in Polfiguren auf den Kartenblättern dargestellt.

Das geologische Kartenwerk wird vom Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung in Kürze herausgegeben werden. Es umfaßt 14 Blätter und einen Erläuterungsband für alle Blätter, der sich zur Zeit in Vorbereitung findet.

#### Literaturverzeichnis:

- ARNDT, N., DRÜCKER, C., FIELTIZ, W., HUNGELING, E., LIPPMANN, H., MILLER, H., PATZELT, G., SÄLZLE, A., SPAETH, G., TAPFER, M., WALTER, C. & WEBER, K. (1987): Die 2. Neuschwabenland-Expedition in die Kottas-Berge.- Ber. Polarf., **33**, 134-158.
- BAUER, W., JACOBS, J., PATZELT, G., SIEGSMUND, G., SPAETH, G., THOMAS, R.J. WEBER, K. & WOHLTMANN, H. (1996): Geologische Expedition in die Heimefrontfjella.- Ber. Polarf. **188**, 78-88.
- DALZIEL, I.W.D. (1997): Neoproterozoic-Paleozoic geography and tectonics: Review, hypothesis, environmental speculation.- GSA Bull., **109**, 16-42.
- FIELTIZ, W. & SPAETH, G. (1991): A structural survey of Precambrian rocks, Heimefrontfjella, western Neuschwabenland, with special reference to the basic dykes.- In: Thomson, M.R.A., Crane, J.A. & Thomson, J.W. [Hrsg.]: Geological Evolution of Antarctica, 67-72, Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- JACOBS, J. (1988): Strukturgeologische Untersuchungen an mylonitischen Gesteinen in den Kottasbergen und Sivorgfjella.- Ber. Polarf., **58**, 171-173.
- JACOBS, J. & KREUTZER, S. (1990): Geological mapping and structural investigations on basement rocks of Sivorgfjella.- In: Karkvist, A. [Hrsg.] Swedish Antarctic Research Programme - A cruise Report.- 32-33 Stockholm.
- JACOBS, J., KREUTZER, S., SCHNELLBACH, U., SCHULZE, P., SPAETH, G. & ZARSKE, G. (1991): Geologische Kartierung in der Heimefrontfjella.- Ber. Polarf., **89**, 93-102.
- JACOBS, J., BAUER, W., SPAETH, G., THOMAS, R.J. & WEBER, K. (1996): Lithology and structure of the Grenville-aged ( $\approx 1.1$  Ga) basement of Heimefrontfjella (East Antarctica).- Geol. Rundsch., **85**, 800-821.
- JUCKES, L.M. (1972): The geology of northeastern Heimefrontfjella, Dronning Maud Land.- Brit. Ant. Survey Sci. Report, **65**, 1-44.
- POSCHER, G. (1994): Permokarbone glaziale und periglaziale Sedimentation in den Kottas-Bergen der Heimefrontfjella, Dronning Maud Land (Antarktis).- Zbl. Geol. Paläont. Teil I, **1992**, 1373-1386.
- SPAETH, G. & SCHUELL P. (1987): A survey of Mesozoic dolerite dikes from Western Neuschwabenland and their geotectonic significance.- Polarforschung, **57**, 93-113.
- WORSFOLD, R.I. (1967): The geology of southern Heimefrontfjella, Dronning Maud Land.- unpubl. Ph.D. thesis, 176 S., Univ. Birmingham.

## Quarz-Mikrogefüge von Myloniten aus dem zentralen Dronning Maud Land (Antarktika)

W. BAUER<sup>1</sup> & H. SIEMES<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Geologisches Institut, RWTH Aachen, Wüllnerstr. 2, 52056 Aachen

<sup>2</sup> Institut für Mineralogie und Lagerstättenlehre, Bunsenstr. 8, 52056 Aachen

Das zentrale Dronning Maud Land zwischen 8° und 14° E sowie 71° und 72°30' S wurde 1995/96 im Rahmen der von der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe organisierten GeoMaud-Expedition geologisch untersucht. Es besteht aus einem mehrphasig tektonometamorph geprägten Basement, das Metamorphite suprakrustalen Ursprungs, Orthogneise und Anorthosite umfaßt. Dieses Basement wurde von voluminösen Syenit- und Charnockit-Batholithen intrudiert (Abb. 1). Schwerpunkt der hier vorgestellten Arbeit sind mikrogefügekundliche und geothermometrische Untersuchungen an Myloniten aus dem metamorphen Basement. Dabei wurden sowohl polarisationsoptische Methoden mit dem U-Tisch als auch Röntgentextur-Analytik zur Bestimmung der Quarz-Vorzugsregelung angewandt.

Das zentrale Dronning Maud Land durchlief eine komplexe tektonothermale Entwicklung, die nach jüngsten Altersdatierungen an Einzelzirkonen (JACOBS et al., in press) während der grenvillischen Orogenese vor ca. 1100 Ma begann. Die wesentliche Prägung der heute zu beobachtenden Strukturen erfolgte jedoch erst während der pan-afrikanischen Orogenese zwischen ca. 570 und 515 Ma. Die erste pan-afrikanische Deformationsphase fand unter granulitfaziellen Bedingungen oberhalb 670°C statt. In quarzreichen Metasedimenten sind die für diesen Metamorphosegrad typischen Bänderquarze (Typ B3 nach der Klassifikation von BOULLIER & BOUCHEZ, 1978) entwickelt. Das Regelungsmuster der Quarzkristalle deutet auf hochtemperiertes Prismen-<c>-Gleiten hin, das zu einem drastischen Anstieg der Verformungsraten in Gesteinen führen kann (MAINPRICE et al., 1986). Dies begünstigte die Anlage von nichtzylindrischen Falten bis hin zu ausgeprägten *sheath folds* und extrem gestreckten Feldspat-Porphyrroklasten in diesen Myloniten (BAUER et al., subm.).

Nachfolgend wurden während einer schrägen, sinistralen Scherphase (D<sub>3</sub>) mehrere Scherzonen mit bis zu 500 m Mächtigkeit am Südrand der Gebirgsketten angelegt. Die Mineralparagenese Biotit-Granat und die daran mineralchemisch bestimmte Metamorphosetemperatur belegen eine retrograde, amphibolitfazielle Überprägung bei 580-500°C. Die Mylonite enthalten feinkörnige, equigranulare Quarz-Feldspat-Pflastergefüge. Die vorherrschenden Quarz-Regelungsmuster sind asymmetrisch besetzte Kreuzgürtel.

Die jüngsten pan-afrikanischen, maximal nur 2 m mächtigen Scherzonen wurden während einer extensionalen Deformationsphase (D<sub>4</sub>) angelegt und zeigen einen dextralen, schräg nach SW abschiebenden Charakter. Die Regelungsmuster der Quarz-c-Achsen sind als schiefe Einfachgürtel anzusprechen, deren Submaxima ein Vorherrschen der Prismen-<a> und Rhomboeder-<a>-Gleitung anzeigen.

Vorliegende Untersuchungen lassen eine mindestens dreiphasige pan-afrikanische Deformationsgeschichte erkennen. Dabei wurden aufgrund unterschiedlicher Deformationsregimes und Metamorphosebedingungen deutlich verschiedene Quarz-Mikrogefüge ausgebildet. Vor allem in feinkörnigen Ultramytoniten ohne makroskopische Schersinnindikatoren bewährte sich die Quarzregelungs-Analyse zur Ableitung der jeweiligen kinematischen Verhältnisse.

**Literaturverzeichnis:**

BAUER, W., JACOBS, J. & PAECH, H.-J. (subm.): Structural evolution of the crystalline basement of central Dronning Maud Land, East Antarctic.- Geol. Jb.  
 BOULLIER, A.M. & BOUCHEZ, J.L. (1978): Le quartz en rubans dans les mylonites.- Bull. Soc. géol. France, **20**: 253-262.  
 JACOBS, J., FANNING, C.M., HENJES-KUNST, F., OLESCH, M. & PAECH, H.-J. (in press): Continuation of the Mozambique Belt into East Antarctica: Grenville-age metamorphism and polyphase Pan-African high-grade events in central Dronning Maud Land.- J. Geol.  
 MAINPRICE, D., BOUCHEZ, J.L., BLUMENFELD, P. & TUBIA, J.M. (1986): Dominant c slip in naturally deformed quartz: Implications for dramatic softening at high temperature.- Geology, **14**: 819-822.

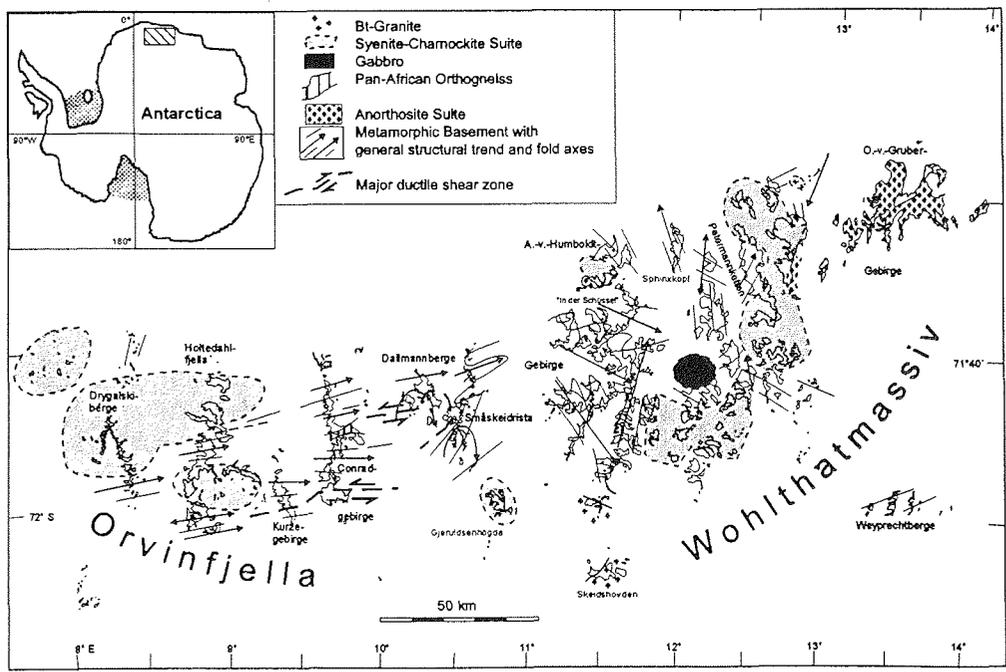


Abb. 1: Geologische Übersichtskarte vom zentralen Dronning Maud Land mit strukturellen Trends und Eintauchrichtungen der Faltenachsen.

## Die marine Biosphäre als Quelle atmosphärischer Aerosolpartikel

H. Bingemer, H.-W. Georgii, P. Otto und M. Rex<sup>1</sup>

Institut für Meteorologie u. Geophysik, J.W. Goethe-Universität Frankfurt am Main

<sup>1</sup>Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung

Ein substantieller Anteil des Sulfat-Aerosols der marinen Atmosphäre, das Überschuss-Sulfat (NSS), kann nicht auf Seaspray als Produktionsprozess zurückgeführt werden (Lodge et al., 1966; Gravenhorst 1974), sondern wird durch die atmosphärische Oxidation von Dimethylsulfid (DMS) planktonischen Ursprungs erklärt (Andreae 1990). DMS wird in der Atmosphäre vorwiegend durch die Reaktionen mit OH- und NO<sub>3</sub>-Radikalen zu partikelgebundenem NSS und Methansulfonsäure (MSA<sub>p</sub>) als stabilen Endprodukten oxidiert, und kann damit wesentlich zur Konzentration von Kondensationskernen (CN) in der marinen Atmosphäre beitragen. Eine Fraktion der CN kann als Wolkenkondensationskerne (CCN) wirken und die Bildung, Mikrostruktur und optischen Eigenschaften mariner Wolken beeinflussen. Diese Prozesskette als Kern eines 1987 (Charlson et al.) postulierten homöostatischen Rückkopplungsmechanismus des Systems Marine Biosphäre/Atmosphäre ist gegenwärtig Gegenstand intensiver internationaler Untersuchungen.

Die Rolle von DMS als Quelle atmosphärischer Aerosolpartikel wurde von uns zwischen 1987 und 1994 auf mehreren Fahrten Polarsterns (ANT V, ANT VII-IX, ANT XI, ARK VII) im Atlantik und seinen Polargebieten durch Feldmessungen von DMS und seinen Produkten untersucht.

Ziele der Messungen waren: 1. Die raumzeitliche Charakterisierung und Quantifizierung der marinen biologischen DMS-Quelle, 2. Die Identifikation der partikulären atmosphärischen DMS-Zerfallsprodukte NSS, MSA, CN und CCN, 3. Der Nachweis raumzeitlicher Korrelationen zwischen DMS und den Produkten sowie der Existenz von Tagesgängen als Hinweis auf die photochemisch induzierte Partikelproduktion aus DMS in der Atmosphäre.

Die gefundene, zur biogeographischen Verteilung der Produktivität im Ozean weitgehend parallele Verteilung des marinen DMS, und dessen Beziehung zu biologischen Parametern (DMSP, ATP, Chlorophyll) dokumentieren den biologischen Ursprung des DMS (Bürgermeister et al. 1990), wenngleich belastbare Korrelationen zwischen marinen DMS- und Chlorophyll-Konzentrationen aufgrund der um Größenordnungen variierenden spezifischen DMS-Produktivität der verschiedenen Phytoplankton-Spezies häufig fehlen (Andreae and Crutzen 1997). Die DMS-Emission des Ozeans in die Atmosphäre ist aus den Korrelationen zwischen marinen und atmosphärischen DMS-Konzentrationen (z.B. ANT V:  $r = 0.41$ ,  $n = 69$ ; ANT XI:  $r = 0.38$ ,  $n = 209$ ) und zwischen den mit Gasaustausch-Modellen aus den DMS-Messdaten berechneten DMS-Flüssen mit den atmosphärischen DMS-Konzentrationen (z.B. ANT XI:  $r = 0.30$ ,  $n = 200$ ; ANT XI nördlich 35°N:  $r = 0.67$ ,  $n = 55$ ) evident.

Die Beziehung zwischen marinem DMS und dessen atmosphärischen Endprodukten wird meist verwischt durch die Komplexität und raumzeitliche Variabilität der beteiligten

Prozesse, wie z.B. der Freisetzung von DMS in das Wasser, des Gasaustausch mit der Atmosphäre und der atmosphärischen Reaktions- und Transport-Prozesse. Sie kann nur für einzelne Fahrtabschnitte oder deren Teile gefunden werden, z.B. zwischen DMS-Fluss und  $MSA_p$  auf ANT IX/2:

$r = 0.61$ ,  $n = 16$ , und zwischen DMS-Fluss und NSS:  $r = 0.46$ ,  $n = 16$  im Antarkt. Ozean und  $r = 0.4$ ,  $n = 20$  im Atlantik (Staubes-Diederich 1992).

Ein Nachweis der Produktion von Aerosolpartikeln aus DMS über die Existenz von Korrelationen zwischen (CN- bzw. CCN-) Partikel-Anzahlkonzentration und DMS wird durch die häufige Gegenwart anthropogener Aerosolpartikel über vielen Meeresgebieten, v.a. der Nordhemisphäre, Tropen und Subtropen, erschwert. Im Süd-Atlantik (ANT XI/1-3) zwischen  $35^\circ S$  und Antarktis dagegen waren die CN-Partikelkonzentrationen (3 Stunden-Mittelwerte) und die DMS-Flüsse signifikant korreliert ( $r = 0.43$ ,  $n = 84$ ), allerdings nicht die CCN-Konzentrationen und der DMS-Fluss. In diesem Seegebiet wurden auch, sowohl in den Mittelwerten über 2 Monate (18.1.-16.3.94) wie während individueller Tage (4.-7.1.94), signifikante Tagesgänge mit mittäglichen Maxima der CN und CCN und Minima des atmosphärischen DMS gemessen, die auf eine photochemische Partikelproduktion aus DMS hinweisen.

Andreae, M.O., Ocean-atmosphere interactions in the global biogeochemical sulfur cycle, *Mar. Chem.*, 30, 1-29, 1990.

Andreae, M.O. and P.J. Crutzen, Atmospheric aerosols: biogeochemical sources and role in atmospheric chemistry, *Science*, 276, 1052-1058, 1997.

Bürgermeister, S., R. L. Zimmermann, H.-W. Georgii, H. G. Bingemer, G. O. Kirst, M. Lantsen, and W. Ernst, On the biogenic origin of dimethylsulfide: relation between chlorophyll, ATP, organismic DMSP, phytoplankton species, and DMS distribution in Atlantic surface water and atmosphere, *J. Geophys. Res.*, 95, 20607-20615, 1990.

Charlson, R. J., J. E. Lovelock, M. O. Andreae, and S. G. Warren, Oceanic phytoplankton, atmospheric sulfur, cloud albedo, and climate, *Nature*, 326, 655-661, 1987.

Gravenhorst, G., The sulphate component in aerosol samples over the North Atlantic, "Meteor"-Forsch.-Ergebnisse, B, 10, 22-31, 1975.

Lodge, J. R., A. J. McDonald and E. Vikman, A study of the composition of the marine atmosphere, *Tellus*, 12, 184-187, 1966.

Staubes-Diederich, R., Verteilung von Dimethylsulfid, Carbonylsulfid und Schwefelkohlenstoff in Ozean und mariner Atmosphäre, PhD Thesis, University of Frankfurt/M., 1992.

## Bodengesellschaften in der maritimen Antarktis (King-George-Insel)

H.-P. Blume, M. Bölter\*, D. Kuhn

Institut für Pflanzenernährung und Bodenkunde der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Olshausenstr. 40, 24098 Kiel

\* Institut für Polarökologie der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Wischhofstr. 1-3, 24148 Kiel

Im Bereich der polnischen Station "H. Arctowski" (King George Island) wurden 1994/95 umfangreiche bodenkundliche Studien durchgeführt. Es wurden 17 Leitprofile untersucht und 196 Bodenstockprofile beschrieben. Dabei wurden physikalische, chemische und biologische Parameter erhoben um die Pedogenese zu verstehen und die Eigenschaften als Pflanzenstandorte zu bewerten.

Unterschiedliche Bodenentwicklungen konnten lokalen Bedingungen zugeordnet werden. Von großer Bedeutung sind unterschiedlich alte Moränen aus basenreichem Gestein, das lokale Kleinklima, das Relief und die Vegetationsdecke. Kryogene Prozesse treten vornehmlich an exponierten Standorten mit ton- und schluffhaltigen Hängen, auf. Aus basalten und Andesiten sind Tonminerale entstanden, vor allem Smectite. Das maritime Klima hat chemische Verwitterungsprozesse begünstigt. Ausgeprägte Vegetationsdecken führen langfristig zu einer Bodenversauerung. An Standorten ehemaliger Pinguinkolonien wurden pH-Werte unter 4 gemessen. Hohe Eisengehalte führen zu Verbraunungserscheinungen. Teilweise wurden sogar metallorganische Komplexe verlagert, es hat mithin eine Podsolisierung stattgefunden.

Aufgrund der lokalen Bedingungen haben sich sehr unterschiedliche Böden entwickelt. Aus Moränenmaterial entstanden Regosole und Cambisole (Braunerden). Anstehende Basalte führten zu Leptosolen (Syrosemi und Ranker), Cambisolen und Podsolen. Auf Hangschultern und fluvio-glazialen Sanden entstanden Cryosole, Fluvisole, Histosole und Stagnosole. Besondere Formen sind die sogenannten Ornithosole, die aus Pinguinkolonien hervorgegangen sind. In verschiedenen Sukzessionsstufen sind diese Böden bewachsen, singuläres Gefüge und hohe Porenvolumina fördern offensichtlich die Durchwurzelung. Dem entgegen wirken jedoch aktive Kryoturbationsvorgänge, die eine Stabilisierung des Gefüges erschweren.

## Pedogene Zonierung und Akkumulation organischen Materials in antarktischen Böden

H.-P. Blume, M. Bölter\*, L. Beyer, D. Kuhn, H. Erlenkeuser\*\*

Institut für Pflanzenernährung und Bodenkunde der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Olshausenstr. 40, 24098 Kiel

\* Institut für Polarökologie der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Wischhofstr. 1-3, 24148 Kiel

\*\* Leibniz-Labor der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Olshausenstr. 40, 24098 Kiel

Aufgrund von über 200 Bodenprofilen eines Transekts von der subarktischen Waldzone Südamerikas, über Tundren der subarktischen Inseln, der Maritimen Antarktis bis auf den ostantarktischen Kontinent und deren bodenchemische und mineralogische Analytik wurde eine Zonierung der Böden dieser Region vorgenommen.

Viele Böden der subarktischen Tundren wie auch der antarktischen Polarwüsten mit jährlichen Mitteltemperaturen bis zu  $-9.3\text{ }^{\circ}\text{C}$  zeigen eine relativ starke Humusakkumulation. Die meisten Böden sind versauert und zeigen nicht nur Merkmale einer physikalischen Verwitterung durch Frosteinwirkung, sondern auch solche einer chemischen Verwitterung.

Die "Rubifizierung" der Böden der subarktischen Tundren und aus Teilen der Polarwüsten rührt wahrscheinlich von rotbraunen organischen Eisenverbindungen her. Teile der Böden sind podsolisiert; dies gilt für Böden der Tundren wie auch für solche der Polarwüsten. In den Tundren sind nicht nur sandige, sondern auch lehmige Böden podsolisiert. Podsole der Polarwüsten scheinen aus früheren Pinguinkolonien hervorgegangen zu sein.

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen führten zu einer Revision unserer Vorstellungen über pedogenetische Prozesse in der zirkumpolaren Region der Antarktis.

## Mikrobielle Gemeinschaften in antarktischen Böden

Manfred Bölter,  
Institut für Polarökologie der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel,  
Wischhofstr. 1-3, 24148 Kiel

Die mikrobiellen Gemeinschaften antarktischer Böden wurden an verschiedenen Standorten untersucht. Es wurden Organismenzahlen und deren Biomasseanteile der lebenden Bodensubstanz bestimmt. Die Untersuchungen wurden an unterschiedlichen Böden bzw. deren Horizonte durchgeführt.

Als methodischer Ansatz zur Bestimmung der Organismenmenge sowie deren Biomasse dienen mikroskopische Methoden. Die Epifluoreszenzmikroskopie hat sich hierfür als sehr geeignet erwiesen, sie wird in Verbindung mit Methoden der Bildauswertung eingesetzt. Dieses Verfahren eignet sich insbesondere für die Erkennung und Vermessung von Bakterien, Pilzen und Algen, Tiere der Mikrofauna werden über Beobachtungen mit dem Bionokular erfaßt. Die Beprobungen wurden unter Einbeziehung bodenkundlicher Parameter vorgenommen, so daß Biomasseparameter und solche zur Charakterisierung der organischen und anorganischen Substanz im Zusammenhang betrachtet werden konnten.

Ergebnisse zur Analyse der mikrobiellen Gemeinschaften liegen aus dem Bereich der Ostantarktis (Casey) sowie von King-George-Insel (Arctowski) vor. Die Vielfalt der Bodentypen spiegelt das Bild der mikrobiellen Biomasseverteilungen aber nur bedingt wieder. Eine Zuordnung zu Bodenhorizonten ist nur möglich, wenn sich damit deutliche Veränderungen im Gehalt der organischen Substanz kennzeichnen lassen. Von entscheidender Bedeutung sind die Bodenbedeckung und deren Eigenschaften bzw. Einflüsse auf die Bodenumweltparameter, da sie das Mikroklima und damit Bodentemperatur und Feuchte mitgestalten. Dies macht sich insbesondere an Standorten mit Moosen und höheren Pflanzen bemerkbar. Gemeinschaften von Algen, Cyanobakterien und Bakterien haben besondere Charakteristika; sie sind von der Mikrofauna nur wenig beeinflusst, soweit sie sich auf anorganischen Substraten ansiedeln. Höchste Abundanzen von Tieren der Mikrofauna finden sich in Moosgesellschaften, dort vornehmlich Nematoden, während in Gesellschaften mit höheren Pflanzen, aber auch solche mit Flechten, von Collembolen und Milben dominiert sind.

## Eine Algendatenbank für antarktische Böden

M. Bölter, G. Sommer\*, R. Kloos\*

Institut für Polarökologie der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Wischhofstr. 1-3, 24148 Kiel

\*Technische Fakultät der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Lehrstuhl für Kognitive Systeme, Preußnerstr. 1-9, 24105 Kiel

Mikroskopische Analysen von Bodenproben führen zu einer Flut von Einzeldaten verschiedenster Organismen. Während der Beobachtung können verschiedene Organismen anhand ihrer morphologischen Parameter unterschieden werden. Solche Charakteristika sind insbesondere für die Beschreibung von Algen von Bedeutung, gerade weil deren Morphologien - wenn Algen im mikroskopischen Bild erscheinen - die einzigen konkret verfügbaren Meßparameter sind. Messungen von Länge, Breite oder Umfang können an allen Algen vorgenommen werden, die Ergebnisse führen aber nicht immer zu eindeutigen Hinweisen auf taxonomische Einheiten. Morphologische Operatoren können hier weiterführen. Zu solchen Operatoren gehören z.B. Fourier-Deskriptoren. Die Zuordnung von aktuell (im mikroskopischen Bild) gefundenen Deskriptoren kann dann mit solchen einer Datenbank verglichen werden.

Unterschiedliche *Workspaces* wurden zur Ermittlung der morphologischen Operatoren mittels *Khoros 2.0* erstellt. Diese *Workspaces* enthalten verschiedene Prozeduren der Bildverarbeitung, z.B. Binarisation, Öffnungen, Markierungen, Kontourextraktion, Kantenerkennung, Gradientenerkennung, Schwellenwertanwendungen.

Aus Abbildungen in der Literatur wurde daher eine Datenbank erstellt, die zur Zeit über 2000 Bilder von Algen aus Böden und/oder limnischen Bereichen der Antarktis und Arktis enthält. Diese Datenbank enthält (im MySQL-Format) Informationen zur Morphologie (Bilder, Maße) sowie taxonomische Beschreibungen der Algen und deren Fundorte.

Die Kombination der Operatoren aus den Bildvorlagen der Literatur und jenen der originalen mikroskopischen Bilder sollte mittels eines neuronalen Netzes erfolgen, das uns erlaubt hätte, das Programm hinsichtlich der morphologischen Vielfalt lernfähig zu machen. Damit wäre ein wichtiger Schritt zur Mustererkennung und automatischen Sortierung erfolgt. Zwas wären die Ergebnisse in taxonomischem Sinne nicht immer hinreichend zur Artbeschreibung ausreichend gewesen, jedoch hätte eine deutlich bessere Methode zur Quantifizierung der Biovolumina von Bodenorganismen zur Verfügung gestanden sowie zur Klassenbildung verschiedener Organismengruppen.

## **Der Antarktische Zirkumpolarstrom: Abbildung und Schwankungen der Produktivität im Bereich des Opalgürtels**

Gerhard Bohrmann<sup>1</sup>, Claudia Didié<sup>1</sup>, Gerhard Fischer<sup>2</sup>

<sup>1</sup>GEOMAR, Forschungszentrum, 24148 Kiel

<sup>2</sup>Fachbereich Geowissenschaften, 28334 Bremen

Im Bereich des atlantischen Sektors des Antarktischen Zirkumpolarstromes (ACC) werden die rezenten Sedimentationsmuster von Produktivitätsproxies, wie der Anteil von biogenem Opal, biogenem Barium und  $\delta^{13}\text{C}$  der organischen Substanz usw. aufgezeigt und diskutiert. Die Akkumulationsraten verschiedener Komponenten werden entlang von 2 Profilen vorgestellt. Sie basieren auf  $^{14}\text{C}$ -AMS-Datierungen an Foraminiferen und daran abgeleiteten Sedimentationsraten. Die beiden Profile überdecken den Kern des Antarktischen Zirkumpolarstromes, welcher im Norden von der Subantarktischen Front und im Süden von der Polarfront begrenzt wird. Die Zusammenhänge zwischen der Sedimentation pelagischer Komponenten und der Akkumulation von biogenem Opal sowie die Ausbildung des zirkumantarktischen Opalgürtels wird dargestellt.

Anhand von Sedimentkernen, welche im Rahmen von verschiedener Polarsternexpeditionen gewonnen wurden, werden die unterschiedlichen Proxies der Produktivität für die letzten 200.000 Jahre vorgestellt. Neben den Akkumulationsraten von biogenem Opal werden die Produktivitätsschwankungen auch anhand der Akkumulationsraten von biogenem Barium nachgezeichnet. Um eine diagenetische Überprägung des Bariumsignals auszuschließen muß eine verstärkte Sulfatreduktion in den Sedimentkernen ausgeschlossen werden. Anhand der zeitlichen Variation der Produktivitätsproxies der Isotopenstadien 1 bis 6 werden paläozanographische Veränderungen einzelnen Zonen des Antarktischen Zirkumpolarstromes abgeleitet und diskutiert.

## Southern elephant seal migration and Antarctic sea ice

Horst Bornemann, Joachim Plötz, Sven Ramdohr, Lutz Sellmann

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

Satellite telemetry was used to investigate the migratory behaviour of southern elephant seals (*Mirounga leonina*). The seal studies were part of the German-Argentinean cooperation project and carried out at Stranger Point on King George Island between September 1996 and February 1997. Stranger Point (62°14'S; 58°40'W) is the southernmost breeding site of elephant seals. By the end of September adult males and females hauled out on the breeding beach. During October the colony increased to about 650 cows which congregated in harems of up to 80 animals. Each harem was presided over by one dominant bull. By the end of October the first pups were weaned and their mothers left the harems to forage at sea. In January and February large numbers of adult seals returned to Stranger Point for their annual moult.

Although the time spent for breeding and moulting together comprises only 10 to 15 % of a seal's annual cycle, major changes in body condition and weight occur during these short periods on land. All seals (except suckled pups) fast for the time they are ashore, and their weight loss is significant as almost all energy requirements are derived from fat reserves stored in the blubber. The weight loss is replaced during the period at sea which represents the other 85 to 90 % of the annual cycle, and only 10 % of this is spent at the sea surface. Southern elephant seals are able to dive to depths in excess of 1500 m and feed on squid and fish. The objective of this study was to identify the wintering areas and feeding grounds of elephant seals of this true Antarctic breeding colony. The results can potentially be compared between years or sites, in order to monitor differences in migratory and foraging behaviour that can be attributed to environmental changes in physical parameters (e.g. sea ice distribution) or to human impact on prey resources of these top predators.

### Field methods

Two types of ARGOS (CLS/Service Argos, Toulouse, France) transmitters were used in this study: 1) Satellite transmitters (ST-10 Telonics, Mesa, AZ, USA) are designed to provide the seals' at-sea locations. 2) In addition to transmissions of locations, satellite-linked dive recorders (SDR T-6 Wildlife Computers, Redmond, WA, USA) also process data on dive depths in the form of histograms. The histograms are encoded into messages and transmitted to a polar-orbiting satellite. The accessed data provide the horizontal extent of the seals' migrations and the vertical distribution of their dive depths.

The transmitters were glued to the hair on the backs of 7 two month-old juveniles and on the heads of 13 moulted cows. To attach these instruments, seals were sedated with a combination of ketamine, xylazin, and diazepam. The initial doses of the drugs were either administered by hand (juveniles) or by a dart gun (adults) with automatic evacuating syringes

(Telinject, Römerberg, Germany). To maintain an immobilisation of 1.5 to 3 h, small additional doses of ketamine and/or diazepam were administered by hand while the transmitters were being attached and the epoxy resin allowed to set.

### Results and Discussion

This is the first report of the annual migration of elephant seals of the Stranger Point colony to their wintering and foraging areas in the Antarctic ocean. The animals left King George Island 2 to 14 days after the deployment of transmitters and generally moved south-westward. Weaners migrated directly to the ice free area over the De Gerlache sea mountains. The maximal extent of their range was 67°S and 108°W, i. e. some 3000 km far off King George Island. With increasing ice cover in mid April '97 the juveniles again migrated northward reaching the area of the South Shetlands at the beginning of June. One juvenile reached the Patagonian shelf area in early September and was then tracked until November. Adult cows migrated close to the shelf region as far as 90°W, remaining for ca. five months in the Bellingshausen Sea near Alexander Island. After July the cows migrated northward and the first cows returned to the area of King George Island in September '97. Four cows were tracked until they reached the breeding colony in October '97 and three cows the transmitters of which failed during the period at sea have been resighted at King George Island. Last locations were received in March 1998.

To obtain a comprehensive picture of the seals' foraging activity in a three-dimensional marine environment the data need to be interpreted in the context of both biological and physical parameters. Therefore, a computer animation „Southern elephant seal migration and Antarctic sea ice“ was developed to relate the animals behaviour to sea ice cover (Kreyscher et al. in prep.). A QuickTime (Apple Computer, Inc.) animation shows the tracks of the satellite tagged elephant seals in conjunction with seasonal changes in sea ice cover in the Antarctic Peninsula region from December 1996 – March 1998. The data of ice concentration are derived from the Special Sensor Microwave/Imager (SSM/I). The animation will be implemented in the homepage of the Alfred Wegener Institute (<http://www.awi-bremerhaven.de>). Location and diving behaviour data will be entered into the information system SEPAN (sediment and paleoclimate data network) of the Alfred Wegener Institute. This system guarantees longtime storage of the data in consistent formats and provides easy access for the scientific community via the World Wide Web. The system is able to store raw data, evaluated data and all related meta-information necessary for their interpretation. The data generated by our studies on elephant seals are presently incorporated into SEPAN. The database contains selected data from WOCE and JGOFS as well as the GEBCO charts. The Atlas of the Southern Ocean will be incorporated soon to analyse our data in relation to a fine-meshed network of hydrographic data (e.g. CTD-profiles). The visualization tools of SEPAN are able to relate the tracking and diving data of seals directly with hydrographic and bathymetric features "en route".

## **Polarforschung in der Tiefsee - Stand der Forschung und Perspektiven dargestellt am Beispiel der Peracarida (Crustacea, Malacostraca)**

ANGELIKA BRANDT

*Zoologisches Institut und Zoologisches Museum, Universität Hamburg, Martin-Luther-King-Platz 3, D-20146 Hamburg*

Mit der Intensivierung der Tiefseeforschung in den 60-er Jahren durch Sanders, Hessler und andere wurde zunächst die allgemeine Hypothese der Zunahme des Artenreichtums mit der Tiefe bei gleichzeitiger Abnahme der Häufigkeit der Arten postuliert. Da das Leben am Meeresboden von dem Eintrag organischen Materials aus der euphotischen Zone abhängt und die Produktivität von Menge und Qualität der Sonnenenergie bestimmt wird, mußte zunächst einmal eine geringere Produktivität an den Polen als in den Tropen angenommen werden. In den Tropen sind jedoch weite Bereiche der Hochsee oligotroph, während die Polarregionen aufgrund der kalten Strömungen und einer Vielzahl von Auftriebsgebieten (im Zusammenhang mit der Tiefenwasserbildung) eher eutrophisch sind. Unabhängig von der Kenntnis potentieller, ursächlicher Gründe für Veränderungen von Besiedlungsmustern und Artendiversität geographischer Regionen, wurden für einige Taxa bereits latitudinale Gradienten in der Tiefsee von den Tropen bis zu den Polen nachgewiesen. Diese Hypothese wurde zunächst von Poore & Wilson (1993) - anhand von Makrobenthosproben aus 500 - 4000 m Tiefe - publiziert und von Rex et al. (1993) bestätigt. Brey et al. (1994) analysierten daraufhin Material aus 500-2000 m Tiefe, und testeten ob sich diese Hypothese auch auf die antarktische Tiefsee übertragen läßt. Sie stellten fest, daß die Artenzahlen mit der aus den Tropen bei ca. 20°S übereinstimmt. Die Datenbasen, die beiden Analysen zugrunde lagen wurden jedoch mit unterschiedlichen Geräten gewonnen.

Seit 1992 wurde im Sonderforschungsbereich in Kiel ein Epibenthoschlitten eingesetzt (Brandt & Barthel, 1995), der auf einigen Transekten von flachen Schelfstationen bis in die Tiefsee eingesetzt wurde. Neben allgemeinen faunistischen Trends, die sich mit zunehmender Tiefe abzeichneten, wie z. B. Abnahme der Abundanzen der Amphipoda und Zunahme der Isopoda und der Cumacea, war besonders interessant festzustellen, daß die Abundanzen der Peracarida insgesamt bei einer Tiefe > 1000 m (bei den wenigen Transekten die vorliegen) zunahm, während die Diversitäten gleichblieben, bzw. abnahmen. Erste zoogeographisch-systematische Bestandsaufnahmen einiger Peracaridentaxa in der Antarktis (z. B. De Broyer & Jazdzewski, 1993, 1996; Brandt, 1991) sowie die ersten augenfälligen Unterschiede, die Probennahmen mit dem Epibenthoschlitten in der Antarktis erkennen lassen zeigen, daß die Diversitäten in der Antarktis viel höher liegen als im tiefen Nordpolarmeer, was sicherlich auch durch das geologische Alter beider Ökosysteme erklärt werden kann. Ob die Diversität in der antarktischen Tiefsee (verglichen mit der anderer Regionen unter standardisierter, vergleichbarer Probennahme) tatsächlich höher liegt als in der Arktis bleibt zu klären. Es ist anzunehmen, daß während des Känozoikums das Schelfeis zu keiner Zeit die antarktische Schelffauna vollständig auslöschen konnte (Brandt, 1991; Clarke & Crame, 1992). In der geologischen Geschichte haben die allmähliche Auflösung Gondwanas mit der sukzessiven Isolation der Antarktis sowie die klimatischen

Veränderungen mit ihren durch die Milankovitch Zyklen determinierten Warmzeiten die Verbreitung von Taxa und ihre zoogeographische Grenzen permanent beeinflusst. Fortwährende Veränderungen in der Eisausdehnung haben vermutlich auf dem antarktischen Kontinentalschelf zu Speziationsprozessen geführt (in einigen Taxa hat sogar eine adaptive Radiation stattgefunden), daher bezeichnen Clarke & Crame (1992) die Antarktis auch als „Diversitätspumpe“. Wir wissen heute, daß einige Taxa (z. B. Amphipoda) in der Antarktis extrem divers sind, sind jedoch immer noch weit entfernt davon sagen zu können, daß die antarktische Diversität dieses Taxons erfaßt ist, denn bei der Expedition ANT XV-3 (Januar bis März 1998) wurden bisher mehr als 30 neue, unbeschriebene Arten registriert.

Ein Problem, dem im vergangenen Jahrzehnt immer wieder nachgegangen wurde ist die Frage nach dem Ursprung der antarktischen Fauna und in diesem Zusammenhang nach potentiellen Sub- oder Emergenzphänomenen in die bzw. aus der die Antarktis umgebenden Tiefsee. Bisher konnte dieses - auf der Grundlage von singulären systematischen Nachweisen in einer weit verstreuten taxonomischen Literatur - ausschließlich hypothetisch durch phylogenetische Analysen ausgewählter Taxa zu beantworten versucht werden. Um diese Fragen jedoch besser beantworten zu können ist es notwendig vertikale Transekte mit standardisierten Geräten, die Taxa von der Meiofauna bis zur Megafauna erfassen (z.B. Multicorer, Epibenthoschlitten, Agassiz-Trawl oder Dredgen), zu beproben und auszuwerten.

Das wenige Material, das aus der antarktischen Tiefsee vorliegt wurde zum größten Teil mit dem Agassiz-Trawl gesammelt. Dieses Gerät ist jedoch für die kleinere Makrofauna, wie z. B. peracaride Krebse aufgrund seiner großen Maschenweite ungeeignet. Daher liegen wahrscheinlich auch so wenig Nachweise über Peracarida aus der polaren Tiefsee vor. Bei pelagischen Proben steht man häufig vor ähnlichen Methodenproblemen. Es wurden bisher nicht immer Multischließnetze eingesetzt. Besonders Anfang des Jahrhunderts wurden Netze verwendet, die sich in der Wassersäule nicht schließen ließen, daher ist es bei den Angaben über das Vorkommen bestimmter bathy- oder abyssopelagischer Arten teilweise nicht auszuschließen, daß diese Organismen beim Hieven in geringeren Tiefen in die Netze gelangt sind.

#### Literatur:

- Brandt, A - 1991. Zur Besiedlungsgeschichte des antarktischen Schelfes am Beispiel der Isopoda (Crustacea, Malacostraca). Ber. Polarforsch. 98: 1-240.
- Brandt, A. & Barthel, D. - 1995. An improved supra- and epibenthic sledge for catching Peracarida (Crustacea, Malacostraca). Ophelia 43: 15-23.
- Brey, T., Klages, M., Dahm, C., Gorny, M., Gutt, J., Hain, S., Stiller, M., Arntz, W., Wägele, J.-W. & A. Zimmermann (1994): Antarctic benthic diversity. Nature 368: 297.
- Clarke, A. & Crame, J. A. - 1992. The Southern Ocean benthic fauna and climate change: a historical perspective. Phil. Trans. R. Soc. Lond. B 338: 299-309.
- DeBroyer, C. & Jazdzewski, K. - 1993. A checklist of the Amphipoda (Crustacea) of the Southern Ocean. Documents de Travail de L'I. R. Sc. N. B. 73: 1-154.
- DeBroyer, C. & Jazdzewski, K. - 1996. Biodiversity of the Southern Ocean: towards a new synthesis for the Amphipoda (Crustacea). Boll. Mus. civ. St. nat. Verona 20: 547-568.
- Poore, G. C. B. & G. D. F. Wilson (1993): Marine species richness. Nature 361: 597-598.
- Rex, M. A., Stuart, C. T., Hessler, R. R., Allen, J. A., Sanders, H. L., & G. D. F. Wilson (1993): Global-scale latitudinal patterns of species diversity in the deep-sea benthos. Nature 365: 636-639.

## **Ablation auf der subantarktischen Eiskappe von King George Island. Eine Abschätzung aus Energiebilanzmessungen**

Matthias Braun  
Helmut Saurer

Institut für Physische Geographie, Universität Freiburg, Werderring 4, 79085  
Freiburg,  
e-mail: mabra@ipg.uni-freiburg.de

Das Gebiet der Antarktischen Halbinsel wird aufgrund seiner Lage und starker meridionaler Temperaturgradienten als sehr sensibel in Bezug auf klimatische Änderungen angesehen. Untersuchungen zu Lufttemperaturaufzeichnungen der permanenten Stationen haben gezeigt, daß ein deutlicher Erwärmungstrend in den letzten Jahrzehnten festzustellen ist (King, 1994). Die Ablation der Schneedecke und somit der Massenhaushalt von kleinen Gletscher und Eiskappen wird von Temperaturänderungen stark beeinflusst.

King George Island liegt an der nördlichen Spitze der Antarktischen Halbinsel. Sein Klima wird durch das Anströmen von warmen, feuchten Luftmassen aus westlicher Richtung geprägt. Die Jahresmitteltemperatur liegt bei  $-2.8\text{ }^{\circ}\text{C}$  (Station Bellingshausen, 1948-91). In den Sommermonaten reichen die Temperaturen deutlich über  $0^{\circ}$ . Selbst während der Wintermonate kann der Einbruch maritimer Luftmassen zu Schneeschmelze führen. Es ist daher damit zu rechnen, daß es bei einer Erhöhung der Lufttemperaturen zu verstärkter Ablation und damit einer Änderung im Massenhaushalt der Gletschern in dieser Region kommt. Schmelzwasser beeinflusst ferner die basale Reibung und damit die Fließgeschwindigkeiten der Gletscher und führt zu einem hohen Sedimenteintrag in die angrenzenden Buchten.

Im Südsommer 1997/98 konnten auf der subantarktischen Eiskappe von King George Island automatische Wetterstationen betrieben und Ablationsmessungen entlang eines Transsektivs durchgeführt werden. Aus den meteorologischen Daten wurde über den Ansatz der „bulk approach“ die Energiebilanz der Schneedecke bestimmt. Die modellierte und gemessene Ablation zeigt eine sehr gute Übereinstimmung. Der Hauptenergieeintrag erfolgt über die Strahlungsbilanz, jedoch ist auch der Beitrag des sensiblen Wärmestroms im Vergleich zu anderen Regionen hoch.

King, J. C. (1994): Recent climate variability in the vicinity of the Antarctic Peninsula. - International Journal of Climatology 14: 357-369.

**Neue Ansätze in der Altersbestimmung polarer Wirbelloser  
- Stabile Isotope und Fluoreszierende Alterspigmente -**

Brey, T., Klages, M., Bluhm, B. & Arntz, W.E.

Sektion Ökologie und Ökophysiologie des Alfred-Wegener-Instituts für Polar- und Meeresforschung, Bremerhaven

**Altersbestimmung ist wichtig für populationsdynamische Berechnungen**

Die Altersbestimmung ermöglicht Berechnungen zur Produktivität, zum Wachstum und zur Sterblichkeit von Arten. Ohne die exakte Altersbestimmung sind oft nur grobe Näherungswerte abzuschätzen. Zur Bewertung der Rolle makrobenthischer Organismen in marinen Stoffkreisläufen sind genauere Bestimmungen dieser Parameter jedoch von erheblicher Bedeutung.

**Gängige Verfahren sind für die Anwendung auf Tiere der Polarmeere ungeeignet**

Das Alter von freilebenden Organismen mit Kalkskelett und das von Krebsen zu bestimmen, ist grundsätzlich schwierig: (i) Ringstrukturen im Kalkskelett müssen nicht zwangsläufig einem Zeitabschnitt zuzuordnen sein, (ii) Krebse verlieren bei jedem Häutungszyklus ihr Exoskelett, an dem prinzipiell Wachstums- bzw. Altersringe nachgewiesen werden könnten, und (iii) kann es zu beträchtlicher Variabilität im Wachstum kommen, so daß weder die Körpergröße allein noch andere morphometrische Parameter für sich genommen ein geeignetes Maß für die Altersbestimmung sind. Verfahren wie "mark and recapture" - Experimente, die Beprobung einer Population im Verlauf mehrerer Monate/Jahre oder (bei Krebsen) die Bestimmung der Häutungsintervalle im Biotop in Verbindung mit Informationen zum Größenzuwachs sind in hochpolaren Untersuchungsgebieten aufgrund ihrer geographischen Lage und der vorherrschenden Packeisverhältnisse oft nicht möglich.

**Stabile Isotope ermöglichen, das Wachstum von Kalkskeletten mit saisonalen Veränderungen von Temperatur und Primärproduktion zu korrelieren**

Das Verhältnis der stabilen Isotope  $^{18}\text{O}$  und  $^{16}\text{O}$  ( $\delta^{18}\text{O}$ ) in Kalkskeletten mariner Organismen hängt vom Isotopenverhältnis im Seewasser und von der Wassertemperatur ab. Da das Isotopenverhältnis im Tiefenwasser auf biologischen Zeitskalen konstant ist, kann aus dem Skelett -  $\delta^{18}\text{O}$  über Paläotemperatur-gleichungen auf die Temperatur bei Skelettbildung geschlossen werden.

Das Verhältnis der stabilen Isotope  $^{13}\text{C}$  und  $^{12}\text{C}$  ( $\delta^{13}\text{C}$ ) in Kalkskeletten mariner Organismen hängt vor allem von Veränderungen im  $\delta^{13}\text{C}$  des Seewasser-Bikarbonats ab, das wiederum hauptsächlich von der Primärproduktion beeinflusst wird.

Über  $\delta^{18}\text{O}$  und  $\delta^{13}\text{C}$  kann so das Wachstum von Kalkskeletten mit saisonalen Veränderungen von Temperatur und Primärproduktion korreliert werden.

Die antarktische Bryozoe *Melicerita obliqua* zeigt im Röntgenbild ein typisches Band-Segment-Muster, es ist aber nicht sicher, ob es sich hierbei um ein jährliches Wachstumsmuster handelt. Die massenspektrometrische Analyse von  $\delta^{18}\text{O}$  und  $\delta^{13}\text{C}$  über mehrere Segmente hinweg zeigt einen recht unregelmäßigen Verlauf von  $\delta^{18}\text{O}$ , aber ein klares zyklisches Muster von  $\delta^{13}\text{C}$  mit Maxima im Bereich der Wachstumsbänder (Nodes) und Minima im Bereich der Segmente.

Dieses Muster entspricht den Bedingungen am Standort Weddellmeer-Schelf: Die jährlichen Temperaturschwankungen sind gering (ca. 0,8 °C) und werden von kurzfristigen Schwankungen überlagert, daher zeigt sich kein klares Muster im  $\delta^{18}\text{O}$  des Kalkskeletts. Die ausgeprägte Saisonalität der Primärproduktion (PP) spiegelt sich im deutlichen Zyklus des  $\delta^{13}\text{C}$  wider. Hohe Werte (d.h. niedrige PP) im Bereich der Bänder alternieren mit niedrigen Werten (d.h. hohe PP) im Bereich der Segmente. Offensichtlich wird pro Jahr ein Segment gebildet.

Mit dieser Information können wir das Alter von *Melicerita obliqua* - Kolonien bestimmen und das Wachstum dieser Bryozoe modellieren.

### **Die Quantifizierung fluoreszierender Alterspigmente (FAP) als Mittel zur Altersbestimmung von Krebsen**

Es gibt Hinweise darauf, daß ein enger linearer Zusammenhang zwischen dem Gehalt von FAP und dem Alter eines Organismus besteht. Unter dem Begriff Alterspigmente werden auch die Lipofuscine geführt, eine Gruppe von fluoreszierenden Pigmenten, die man in Zellgranulae nachweisen kann, und die aufgrund ihrer ungewöhnlichen chemischen Bindungen in Lysosomen nicht abgebaut, sondern akkumuliert werden. Charakteristisch für die FAP's sind ihre Fluoreszenzeigenschaften mit Anregungsmaxima zwischen 350 und 380 nm und Emissionsmaxima zwischen 440 und 470 nm. Mehrere Untersuchungen an gehälterten Krebsen bekannten Alters aus mittleren und niederen Breiten haben gezeigt, daß ältere Exemplare mehr Lipofuscin aufweisen als jüngere. In dem von uns vor kurzem neu begonnenen Projekt versuchen wir, über Hälterungsexperimente bei arktischen und antarktischen Garnelen und Flohkrebsen eine empirische Beziehung zwischen FAP-Gehalt (Methode: Konfokale Lasermikroskopie) und Hälterungszeit zu ermitteln, um so auch bei fixierten Tieren die FAP-Häufigkeitsverteilung einzelnen Altersklassen zuordnen zu können. Wir erwarten, damit das Alter einzelner Individuen anhand der Kombination von FAP-Gehalt, Geschlecht, Größe und Gewicht sehr genau bestimmen zu können.

## Strukturelle Entwicklung und Petrogenese des Kristallins der nördlichen Shackleton Range: Proterozoische und Panafrikanische Krustendynamik am Rand des Ostantarktischen Kratons

AXEL BROMMER<sup>1</sup>, FRIEDHELM HENJES-KUNST<sup>2</sup>, IAN L. MILLAR<sup>3</sup>, FRANCO TALARICO<sup>4</sup> & GEORG KLEINSCHMIDT<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Geol.-Paläont. Inst., J. W. Goethe Univ., Senckenberganl. 32, 60054 Frankfurt/Main, brommer@em.uni-frankfurt.de*

<sup>2</sup> *Bundesanst. f. Geowiss. u. Rohst., Stilleweg 2, 30655 Hannover*

<sup>3</sup> *Brit. Antarc. Surv./NERC Isotope Laboratory, Nicker Hill, Nottingham NG12 5GG*

<sup>4</sup> *Dip. Scienze della Terra, Univ. Siena, Via delle Cerchia 3, 53100 Siena*

Der metamorphe Kristallingürtel der nördlichen Shackleton Range (CLARKSON, 1972; MARSH, 1984) stellt eine amphibolitfazial geprägte Kontinent-Kontinent-Kollisionszone dar, deren geotektonische Bedeutung vor allem darin begründet liegt, eine Schlüsselregion für die aktuellen Rodinia- (MOORES, 1991) bzw. Gondwana-Rekonstruktionen (GRUNOW *et al.*, 1996) zu sein. Basierend auf den im Rahmen der internationalen EUROSHACK-Expedition 1994-95 (BRD, GB, IT, RUS) gesammelten Geländeergebnissen und strukturellen Daten wurden mikrotexturelle und petrologische Gefügeuntersuchungen durchgeführt, deren Ziel die Entschlüsselung der polyphasen Strukturentwicklung und Petrogenese des nördlichen Kristallins bildet. Die deformationsbegleitenden P-T-Bedingungen wurden mittels konventioneller Geothermobarometrie auf der Grundlage der Mikrosondenanalytik ermittelt.

Das Kristallin der nördlichen Shackleton Range setzt sich aus einem reaktivierten mittelproterozoischen Basement (Infrakrustal), bestehend aus migmatischen Gneisen, sowie einem Suprakrustal mit eingeschalteten ophiolithischen Gesteinen (TALARICO *et al.*, 1998) zusammen. Alle Einheiten wurden bei 500 Ma (Panafrikanische bzw. Ross-Orogenese) intensiv deformiert und metamorphisiert. Metamorphosealter der hochgradigen Orthogneise belegen eine Migmatisierung (D1) der bei 2,3 Ga intrudierten Granitoide um 1,7 Ga (BROMMER *et al.*, 1998). Die Migmatisierung vollzog sich unter P-T-Bedingungen von > 640 - 670 °C und > 4 - 6 kbar und wurde von der Anlage polyphaser F1-Faltenstrukturen begleitet. Die Gneismigmatite werden von lokal angelegten duktilen D2-Scherzonen geschnitten, die ein wahrscheinlich ebenfalls proterozoisches Alter haben. Die D2-Deformation führte zur Entwicklung blastomylonitischer Gefüge und der postkinematischen Blastese von Plagioklas und Amphibol. Die geothermobarometrisch ermittelten Temperaturen der D2-Equilibrierung lagen bei 720 - 780 °C. Die Gneismigmatite wurden durch das 500 Ma-Ereignis unterschiedlich stark reaktiviert. Die metasedimentäre/-vulkanische Folge enthält eingeschuppte ophiolithische Ultrabasite und wird von granulitischen Pyroxen-Biotitgneisen tektonisch überlagert. Die Verschuppung aller Einheiten erfolgte durch eine Top-West-Scherung (D3) und stellt den wesentlichen Anteil an der Krustenverdickung dar. Für die Panafrikanisch/Ross-orogene Entwicklung postuliert das vorgestellte plattentektonische Modell Ozeanschließung und Kontinent-Kontinent-Kollision als Folge schräger Plattenkonvergenz zwischen Ost- und Westgondwana. Der während des Frühstadiums der

Kontinent-Kontinent-Kollision angelegte initiale Deckenbau wird durch die dominante Foliation und das penetrative Streckungslinear repräsentiert (BROMMER, 1997). Reliktische Mikrot Texturen in Quarz (Prismen-[c]-Gleitung) belegen hochgradig amphibolitfazielle bis granulitfazielle Deformationsbedingungen. D3-Gefüge equilibrieren unter P-T-Bedingungen von 690 - 760 °C und 8,5 - 10,5 kbar, die an metabasischen Granat-Plagioklas-Amphibol-Gleichgewichten abgeleitet wurden. Paragenesen der Metapelite (Granat + Staurolith + Disthen + Plagioklas + Ilmenit + Rutil) haben Peak-Bedingungen von 620 - 660 °C und 6,5 - 8,0 kbar eingefroren.

Die nachfolgende polyphase Faltung erzeugt die dominanten E-W verlaufenden F4-Faltenachsen, die ein NW-SE bis N-S-Krustenverkürzung während des initialen Stadiums der Exhumierung repräsentieren. Durch die retrograde F4-Faltung wurde unter niedriggradig amphibolitfaziellen Bedingungen in einem seichteren strukturellen Stockwerk der Mittelkruste erneut deformiert. Die erniedrigten Drucke führen zum Auftreten von Cordierit, Sillimanit und poikiloblastischen Plagioklas. Bedingungen der niedriggradigen Amphibolitfazies wurden auch anhand der Quarz-[c]-Texturanalysen abgeleitet. Unabhängig davon ergaben Einschlußbeziehungen in F4-achsenenebenen-parallel gesproßten Plagioklas-Poikiloblasten für die D4-Reequilibrierung P-T-Bedingungen der unteren Amphibolitfazies von 530 - 610 °C und 4,0 - 5,5 kbar. Die Faltung verläuft kogentisch zur Deckenstapelung in der südlichen Shackleton Range (BUGGISCH *et al.*, 1994). Die letzten Deformationsereignisse umfassen die retrograde D5-Scherung unter grünschieferfaziellen Bedingungen im Stabilitätsfeld von Chlorit und abschließende Sprödverformung (D6), die beide als Resultat des spät-orogenen Kollaps interpretiert werden. Die lokal angelegte D5-Scherung zeigt überwiegend eine Top-West-Kinematik. Steile Scherzonen mit dextralem und sinistralen Blattverschiebungscharakter sind, wie auch Scherzonen mit Top-Süd-Transport, seltener. Die Platznahme des Großteils der granitischen und pegmatitischen Gänge erfolgte während D6.

Ergänzende K-Ar-Altersdatierungen ergaben diskordante Modellalter von 598 - 508 Ma für metamorphe Amphibole und fast konkordante Ergebnisse von ca. 500 Ma für (magmatischen) Muskovit bzw. (magmatischen und metamorphen) Biotit (BROMMER & HENJES-KUNST, 1998). Die weit streuenden Abkühlalter der Amphibole wurden als Mischalter ohne geologische Signifikanz interpretiert. Sie resultieren wahrscheinlich aus einer unvollständigen Rückstellung des K-Ar-Systems der Amphibole, die vermutlich während eines frühen Metamorphosestadiums (> 500 Ma) gebildet wurden. Die konsistenten Modellalter der Glimmer repräsentieren die Abkühlung des Kristallins nach der finalen D5-Scherung auf Temperaturen von 350 - 300 °C.

#### Literatur

BROMMER A, 1997. unveröffentl. Diss., 225 S, Univ. Frankfurt/Main. BROMMER A & HENJES-KUNST F, 1998, in press. *Terra Antartica spec vol.* BROMMER A, MILLAR IL & ZEH A, 1998, in press. *Terra Antartica spec vol.* BUGGISCH W, KLEINSCHMIDT G, KREUZER, H & KRUMM S, 1994. *Polarforschung* 63 133-156. CLARKSON PD, 1972. *Brit Ant Surv Bull* 31 201-212. GRUNOW A, HANSON R & WILSON T, 1996. *Geology* 24 1063-1066. MARSH PD, 1984. *Brit Ant Surv Bull* 63 19-40. MOORES EM, 1991. *Geology* 19 425-428. TALARICO F, HENJES-KUNST F & KLEINSCHMIDT G, 1998, in press. *Terra Antartica spec vol.*

## **Herkunft und Zusammensetzung rezenter und spätquartärer Terrigensedimente im Weddellmeer (Antarktis): Anzeiger glazialmariner Sedimentationsprozesse und Umweltänderungen**

BERNHARD DIEKMANN & GERHARD KUHN

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

Als eines der beiden großen antarktischen Randmeere und als global bedeutsame Bodenwasserbildungsstätte eignet sich das Weddellmeer auf Grund seiner glaziologischen, physiographischen und hydrographischen Vielfalt als ideales Studiengebiet glaziomariner Sedimentationsprozesse in der Südpolarregion.

Der primäre terrigene Sedimenteintrag in das Weddellmeer erfolgt ausnahmslos durch die antarktischen Eismassen. Ein Großteil der Glazialsedimente schmilzt bereits im Aufschwimmbereich der Eismassen aus, wenig gelangt als eisbergverfrachteter Schutt in die Tiefsee. Auswaschung von Feinmaterial durch permanente Bodenströmungen und untergeordnet Trübe- und Schlammströme tragen zur Sedimentumlagerung bei. Der heterogene geologische Rahmen des Weddellmeers gestattet, Herkunft und Transportpfade der terrigenen Sedimente an Hand ihrer mineralogischen Zusammensetzung besser aufzuschlüsseln als in anderen Regionen am antarktischen Kontinentalrand.

Schwermineralverteilungen der Feinsandfraktion und Quarzgehalte in der Siltfraktion von Oberflächensedimenten spiegeln in Küstennähe die Geologie des unmittelbar angrenzenden Hinterlands wider. Distale Schwermineral-Provinzen sind gegen küstennahe Schwermineral-Provinzen ähnlicher Zusammensetzung im Uhrzeigersinn versetzt. Da Sand in erster Linie von Eisbergen verfrachtet wird, zeichnet diese Anordnung Eisberg-Driftpfade in Ausstromrichtung des Weddell-Wirbels nach. Demnach stammt eisbergverfrachteter Schutt (IRD) im zentralen Weddellmeer hauptsächlich aus der Ostantarktis. Im Gegensatz dazu deuten die dortigen hohen Quarzgehalte in der Siltfraktion auf eine bevorzugte Umlagerung feinkörnigen Materials aus dem südlichen Weddellmeer.

Die Glazialzeiten waren gegenüber den Interglazialen durch höhere Sedimentationsraten charakterisiert. Infolge der kaltzeitlichen Meeresspiegeltiefstände lagen die Schelfeismassen vielerorts den Schelfen auf, schoben Schelfsedimente über die Schelfkante und erhöhten dadurch die Sedimentzufuhr zu den Kontinentalhängen und in die Tiefsee-Ebenen. Erhöhte Quarzkonzentrationen in der Siltfraktion glazialzeitlicher Ablagerungen verweisen auf eine generell stärkere Sedimentzufuhr aus dem südlichen Weddellmeer als rezent. Sedimentkernuntersuchungen belegen geringe räumliche und zeitliche Variationen der Schwermineralspektren in der Sandfraktion. Lediglich während der glazialen Terminationen überwog, in Einklang mit erhöhten IRD-Anteilen im Sediment, der Eintrag lokaler IRD-Komponenten aus den nächstgelegenen Liefergebieten die überregionale IRD-Zufuhr.

Im nordwestlichen Weddellmeer deuten Verfeinerungen der mittleren Siltkorngröße während der Kaltzeiten auf eine Abschwächung des Bodenwasserstroms. Im Rinnensystem des südöstlichen Weddellmeeres akkumulierten dagegen während der Glazialzeiten mächtige laminierte "levee"-Abfolgen, die von permanenten Konturströmen und/oder episodischen Trübeströmen abgelagert wurden. Demnach ist ein völliges Erliegen der Bodenwasserproduktion auszuschließen.

**Untersuchungen zum benthischen und pelagischen mikrobiellen Nahrungsgewebe der Potter Cove, King George Island, Antarktische Halbinsel, unter besonderer Berücksichtigung der heterotrophen Flagellaten und Ciliaten.**

Désirée Dietrich und Hartmut Arndt  
Universität zu Köln, Zoologisches Institut, Weyertal 119, D-50923 Köln,

Vom 16.12.1997 bis zum 13.3.1998 wurden Untersuchungen zur Struktur und Funktion des pelagischen und benthischen mikrobiellen Nahrungsgewebes der Potter Cove, sowie das des Benthals eines Schmelzwasserbaches durchgeführt. Untersucht wurden die Veränderungen der Abundanzen und Biovolumina verschiedenster Komponenten des mikrobiellen Nahrungsgewebes (Bakterien, Algen, heterotrophe Flagellaten und Ciliaten) über den Untersuchungszeitraum. Ziel des Projektes war es, einen ersten Einblick in die Bedeutung der Komponenten des mikrobiellen Nahrungsgewebes der Potter Cove zu erhalten und Abschätzungen hinsichtlich der Sekundärproduktion der heterotrophen Flagellaten als einer der möglicherweise wichtigsten Komponenten vornehmen zu können.

Soweit möglich wurden wöchentlich quantitative und qualitative Proben von folgenden drei Stationen genommen: 1.) Benthal (10m Tiefe, Sedimentstecher, Mischprobe der obersten 0,5 cm) und 2.) Pelagial (Mischprobe der oberen 5m Wassersäule) einer Station in der Potter Cove sowie 3.) das Benthal eines Schmelzwasserbaches in der Nähe der Station. Zur Ermittlung der Sekundärproduktion der heterotrophen Flagellaten wurden Fraktionierungsexperimente durchgeführt. Dabei wurden die heterotrophen Flagellaten unter Verwendung von Gazen verschiedener Maschenweite von ihren potentiellen Räubern getrennt und *in situ* bzw. bei 0-1°C inkubiert.

Bei den hier vorgestellten Ergebnissen handelt es sich um vorläufige und unvollständige Daten, da einige fixierte Proben bislang noch nicht ausgewertet werden konnten.

### **1.) Freilanduntersuchungen**

#### **A: Potter Cove**

Bestimmt u.a. durch die Hydrographie der Bucht und den damit verbundenen Sedimentparametern, lagen die Abundanzen und Biovolumina der heterotrophen Flagellaten (HF) und Ciliaten an Station 1 vergleichsweise niedrig (HF: 670-10700 Ind. cm<sup>-3</sup>, 0,0003-0,0097 mm<sup>3</sup> cm<sup>-3</sup>; Ciliaten: 17-167 Ind. cm<sup>-3</sup>, 0,0001-0,0024 mm<sup>3</sup> cm<sup>-3</sup>). Von den 9 Probenahmen an dieser Station konnten allerdings nur an vier Terminen benthische Ciliaten nachgewiesen werden. Das Mikrophytobenthos, bestehend vor allem aus pennaten Diatomeen, wies eine deutlichere Saisonalität auf mit niedrigen Werten am Anfang und Ende der Kampagne (400-34000 Ind. cm<sup>-3</sup>, 0,004-0,159 mm<sup>3</sup> cm<sup>-3</sup>). Im Pelagial der Bucht traten Ciliaten erst Ende Januar 1998 in niedrigen Abundanzen auf, wobei es sich vor allem um oligotriche Ciliaten handelte. Mit einer Ausnahme (Anfang Februar) lagen die Abundanzen und Biovolumina des Phytoplanktons sehr niedrig. Der Anstieg am oben genannten Termin korrelierte mit einer Erhöhung der Ciliatenabundanz und ist vermutlich durch Eindringen eines anderen Wasserkörpers in die Bucht zu erklären.

#### **B. Schmelzwasserbach**

Im Benthal des untersuchten Schmelzwasserbaches konnten wesentlich höhere Abundanzen der Protisten als in der Potter Cove nachgewiesen werden (HF: 8700-81000 Ind. cm<sup>-3</sup>, 0,003-0,037 mm<sup>3</sup> cm<sup>-3</sup>; Ciliaten: 27-950 Ind. cm<sup>-3</sup>, 0,003-0,018 mm<sup>3</sup> cm<sup>-3</sup>). Neben den Ciliaten, die im Süßwasser von größerer Bedeutung waren, traten

einige Metazoen, vor allem Nematoda, Rotatoria und Tardigrada häufig auf. Einige Metazoen spielen sicher als Räuber der Nano- und Mikroorganismen eine wichtige Rolle. Im direkten Vergleich mit den Metazoen stellten die Protisten (heterotrophe Flagellaten und Ciliaten) über den Zeitraum der Untersuchung einen bedeutenden Anteil an der Abundanz der beiden untersuchten Gruppen. Im Durchschnitt lag ihr Anteil an der Abundanz bei  $93 \pm 8\%$  (71-100%), während ihr Anteil am Biovolumen mit  $14 \pm 16\%$  (2-60%) wesentlich niedriger als das der Metazoen lag (hier sind aber die viel höheren individuellen Umsatzraten der Protisten zu berücksichtigen). Sowohl im Benthal der Potter Cove als auch im Benthal des Schmelzwasserbaches wurden unter den Flagellaten vor allem Chrysomonaden (u.a. *Spumella* spp., *Paraphysomonas* spp.), Bodoniden (u.a. *Bodo designis*, *Bodo curvifilus*, *Bodo saltans*, *Rhynchomonas nasuta*) und Eugleniden (*Petalomonas pusilla*, *Petalomonas* spp.) bzw. unter den Ciliaten Scuticociliaten (*Cyclidium*), Oligotriche, Hypotriche und Nassophorea neben anderen Formen identifiziert. Im Pelagial waren vor allem Tintinniden (u.a. *Condonellopsis balchi*, *Cymatocylis* spec., *Lackmaniella* spec.) von Bedeutung.

## 2) Experimentelle Untersuchungen zum Reproduktionspotential heterotropher Flagellaten

Die für die benthischen heterotrophen Flagellaten des Schmelzwasserbaches ermittelten Wachstumsraten (5 Experimente) bei *in situ* Temperaturen (-1 bis 11°C) lagen zwischen  $0,21 \pm 0,26 \text{ d}^{-1}$  und  $0,79 \pm 0,30 \text{ d}^{-1}$ , bzw.  $0,42 \pm 0,18 \text{ d}^{-1}$  bei 0-1°C. Die Wachstumsrate der marinen heterotrophen Flagellaten lag bei  $0,74 \pm 0,17 \text{ d}^{-1}$  (0-1°C). Die Verdopplungszeit der Nanofauna lag auch bei den niedrigen Temperaturen unter Freilandbedingungen bei 2-5 Tagen. Damit dürfte die Nanofauna der produktivste Teil der antarktischen Fauna sein.

Die bisher ermittelten Änderungsraten der Abundanzen der antarktischen heterotrophen Flagellaten liegen deutlich über den von uns für vergleichbare Temperaturen ermittelten Werten aus den Küstengewässern der Ostsee, was auf eine Temperaturadaptation hindeuten könnte. Aus der Literatur liegen für natürliche, benthische Flagellatengemeinschaften bislang keine Daten vor. Die Wachstumsraten der Nanofauna weisen auf die hohen Stoffumsätze innerhalb des mikrobiellen Nahrungsgewebes hin. Sie legen die Vermutung nahe, daß die geringen Abundanzen in der Potter Cove nicht auf die niedrigen Temperaturen sondern auf den geringen organischen Eintrag und die damit geringe Bakterienproduktion zurückzuführen sind. Die Nanofauna ist offensichtlich im Vergleich zu den größeren Organismengruppen mit einem extrem hohen Reproduktionspotential ausgestattet. Dies ermöglicht den Organismen, sehr kurzfristig lokale Nährstoffeinträge zu nutzen bzw. über Cystenbildungen ungünstige Zeiten zu überdauern. Die bei den Untersuchungen der Nanofauna identifizierten Taxa sind, soweit sich das bis jetzt sagen läßt, vor allem Taxa mit einer globalen Verbreitung. Unsere bisherigen Daten zur Biomasse und zur Produktivität der heterotrophen Protisten im Benthal, vor allem der Flagellaten, belegen, daß diese Organismen offensichtlich einen wesentlichen – bisher vernachlässigten – Beitrag zum Stoffhaushalt antarktischer Küstengewässer leisten können.

## Einfluß der UV-Strahlung auf das Pigmentmuster und den N-Metabolismus von Mikroalgen der Antarktis

G. Döhler, Botanisches Institut der Universität, Frankfurt a.M.

Antarktisches Phytoplankton und Eisalgen wurden während der "Polarsternfahrten" ANT X/7 und ANT XII/2 der UV-Strahlung verschiedener Wellenlängenbereiche unter kontrollierten Laborbedingungen ausgesetzt. Die Bestrahlung erfolgte mit Philipslampen TL 20 W/12 in Verbindung mit Kantenfiltern (WG 295,305 und 320) oder mit speziellen UV-Lampen (TL 60 W/09 N für UV-A und TL 40 W/01 für UV-B). Das Pigmentmuster änderte sich in Abhängigkeit von der spektralen Energieverteilung und der UV Dosis. Die UV-B Strahlung führte zu einer mehr oder minder ausgeprägten Reduktion der Pigmente während UV-A eine Zunahme der Pigmentgehalte nach 5 h Bestrahlungsdauer zur Folge hatte. Die Chlorophyll a-Synthese wurde stärker geschädigt als die von Chlorophyll c. UV-B verursachte eine stärkere Reduktion der Pigmentgehalte nach Zugabe von  $^{15}\text{NH}_4\text{Cl}$  verglichen mit den Daten nach  $\text{K}^{15}\text{NO}_3$ -Gabe. Die Aufnahmeraten von  $^{15}\text{N}$ -Ammonium und  $^{15}\text{N}$ -Nitrat wurden durch UV-B stärker beeinflusst als durch UV-A Exposition. Die Pools freier Aminosäuren und der  $^{15}\text{N}$ -Einbau in die Aminosäuren des antarktischen Phytoplanktons und der Eisalgen wurden durch UV-B und  $^{15}\text{NH}_4$  stark reduziert außer von Glutamin. UV-A Strahlung hatte keinen wesentlichen negativen Effekt bzw. eine Zunahme der Poolgrößen wurde festgestellt. Das Muster der freien Aminosäuren von Eisalgen war weniger durch die UV-Bestrahlung beeinträchtigt als das von Phytoplanktonproben. Die beobachteten UV-Effekte waren auch von der Artenzusammensetzung teilweise abhängig. Die erzielten Ergebnisse werden in Zusammenhang mit dem UV-Einfluß auf die Pigmente und die Enzyme des N-Metabolismus diskutiert. Über die UV-Wirkung auf antarktische Makroalgen wird zusätzlich berichtet.

### Referenzen

Döhler, G. (1997): Impact of UV radiation of different wavebands on pigments and assimilation of  $^{15}\text{N}$ -ammonium and  $^{15}\text{N}$ -nitrate by natural phytoplankton and ice algae in Antarctica. *J. Plant Physiol.* 151, 550-555.

## **Ein Beitrag zur quartären und tertiären Vereisungsgeschichte der Antarktis: Erste Ergebnisse des Cape-Roberts-Projektes**

Werner Ehrmann

Institut für Geologische Wissenschaften und Geiseltalmuseum, Halle / Saale

Das internationale Cape-Roberts-Projekt zielt darauf ab, mit Hilfe mehrerer sich stratigraphisch überlappender Bohrungen auf dem Kontinentalschelf des McMurdo-Sunds im Rossmeer der Antarktis tertiäre bis oberkretazische Sedimente zu beproben. Bei der Auswertung der Bohrkerns wird besonderes Gewicht gelegt auf die Rekonstruktion der klimatischen Entwicklung der Antarktis seit der Kreidezeit, auf die Vereisungsgeschichte, auf die Aufstiegs- und Abstiegsgeschichte des Transantarktischen Gebirges und auf die Ablagerungsgeschichte im McMurdo-Sund. Das Projekt ergänzt damit die früheren und derzeitigen Aktivitäten des Ocean Drilling Programs in nahezu idealer Weise.

Die erste Bohrkampagne des Cape-Roberts-Projektes (CRP) fand im Oktober bis November 1997 statt. Etwa 50 Wissenschaftler von 28 Institutionen aus Neuseeland, USA, Italien, Großbritannien, Australien und Deutschland nahmen daran teil. Die Bohrlokation CRP-1 liegt in 153 m Wassertiefe im westlichen McMurdo-Sund, etwa 125 km nördlich der neuseeländischen Forschungsstation Scott Base und der amerikanischen Station McMurdo. Das Bohrcamp mit der etwa 50 Tonnen schweren Ausrüstung befand sich auf etwa 1,6 m dickem Festeis 15 km vor der Küste bei Cape Roberts.

Ein zwei Tage dauernder und für die Jahreszeit ungewöhnlich schwerer Sturm führte Ende Oktober dazu, daß das Eis südlich der Bohrstelle über mehrere km<sup>2</sup> in zahlreiche Schollen zerbrach. Risse reichten bis 800 m an die Bohrstelle heran. Auch ein alter Riß zwischen Bohrcamp und Küste hatte sich auf 1,5 m verbreitert. Die Bohrstelle befand sich damit zwar noch auf relativ stabilem Eis, aber in einer sehr exponierten Lage. Daher bestand die Befürchtung, daß bei einem weiteren Sturm auch das Eis an der Bohrstelle zerstört werden könnte. Die Bohrkampagne wurde deshalb aus Sicherheitsgründen vorzeitig beendet.

Die Bohrung CRP-1 erschließt eine etwa 148 m mächtige Sedimentabfolge. Sie kann in zwei Intervalle untergliedert werden, die durch eine große Schichtlücke voneinander getrennt sind. Die oberen 43,5 m bestehen aus weitgehend unverfestigten quartären Sedimenten. Obwohl die Bohrtechnologie nicht darauf ausgelegt war, weiche Sedimente zu erbohren, wurde hier ein Kerngewinn von 68 % erzielt. Darunter folgt eine miozäne Abfolge aus verfestigten Sedimenten, die etwa den Zeitraum von etwa 17,5 bis 22 Ma repräsentieren. Hier betrug der Kerngewinn

über 90 %. Damit dokumentieren die erbohrten Sedimente Zeitabschnitte, die bisher in diesem Teil der Antarktis nicht beprobt werden konnten. Sie werden daher bei der Rekonstruktion der Klima- und Vereisungsgeschichte der Antarktis eine Lücke schließen.

Die Sedimente der Bohrung CRP-1 bestehen vor allem aus einer Wechsellagerung aus Diamiktiten, Sandsteinen und Siltsteinen. Konglomerate und Tonsteine treten untergeordnet auf. Im quartären Teil der Bohrung wurde zusätzlich ein kurzes Intervall mit einem gemischt karbonatisch-siliziklastischen Sediment angetroffen.

Der weitaus größte Teil der Sedimentabfolge zeigt einen eindeutig glazialen Einfluß. Die Diamiktite wurden nahe an der Grundlinie eines Schelfeises oder eines Gletschers abgelagert, oder als proximales glazialmarines Sediment in einem Bereich, der von Eisbergen dominiert wurde. Sie dokumentieren damit mehrere signifikante Vorstöße des Eises, die bis nahe an die Bohrstelle heranreichten. Das antarktische Eis hatte zu diesen Zeiten also eine größere Ausdehnung als heute. Zwischen den einzelnen Vorstößen zog sich das Eis in eine landnähere Position zurück, und distalere glazialmarine Sedimente wie Sandsteine und Siltsteine kamen an der Bohrstelle zur Ablagerung. Die Kieskomponenten in diesen Sedimenten zeigen aber an, daß auch während dieser Intervalle Eisberge über die Bohrlokation drifteten.

Es ist noch nicht ganz geklärt, aus welcher Richtung das Eis kam. Eine Herkunft aus Süden, aus dem Bereich des heutigen Ross-Schelfeises, scheint im Quartär wahrscheinlich. Die quartären Sedimente führen nämlich Komponenten, die man der McMurdo Volcanic Group zuordnen kann, die nur im Süden angetroffen wird. Im Miozän dagegen zeigt die Sedimentzusammensetzung, daß das Eis wahrscheinlich durch das Transantarktische Gebirge im Westen abfloß, wie dies auch heute wieder der Fall ist.

Ein weiteres wichtiges Ergebnis der Bohrkampagne ist, daß die eingesetzte Technologie auch unter den schwierigsten Bedingungen auf dem Meereis funktioniert. Selbst nach dem schweren Sturm war der Bohrturm noch voll einsatzfähig und die Bohrung hätte theoretisch fortgesetzt werden können.

Von Anfang Oktober bis Anfang Dezember 1998 soll vor Cape Roberts eine zweite Bohrkampagne stattfinden, vorausgesetzt das Eis ist dick und stabil genug. Es soll dann eine 600-800 m tiefe Bohrung angestrebt werden, die sich um 50 m mit CRP-1 überlappt, und die miozäne bis frühtertiäre Sedimente erschließen soll. Es ist weiterhin geplant, mit einer dritten Bohrkampagne zu einem späteren Zeitpunkt den ältesten Teil der Sedimentabfolge vor Cape Roberts zu erschließen, der bis in die Kreide zurückreichen soll.

## Sesasonal population structure of *Oithona similis* (Copepoda, Cyclopoida) in the Potter Cove (King George Island, Antarctica)

Elwers, Kerstin

Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, Fachbereich Biologie, AG  
Zoomorphologie, D-26111 Oldenburg

The species composition in general and the population structure of the small-sized cyclopoid copepod *Oithona similis* have been investigated from October 1995 to June 1996 and October 1996 to October 1997 at a permanent station in the inner Potter Cove (King George Island, Antarctica). Vertical hauls were taken by an Apstein net (aperture 0,125 m<sup>2</sup>, mesh size 55 µm) from the bottom to the surface (maximal depth 40m). Seasonal population structure and vertical distribution of cyclopoid and calanoid copepods in coastal (Tanimura et al., 1986; Foster, 1987; Tucker and Burton, 1990) and open waters (Fransz, 1988; Hopkins and Torres, 1988; Fransz, 1990; Hopkins et al., 1993; Schnack-Schiel and Mizdalski, 1994) in the Antarcitics have been investigated before but most of the studies were carried out during austral summer and/or autumn. However, this is the first study to present data from a year round survey in a shallow coastal environment of the maritime Antarcitics, with samples taken at regular intervals at a permanent station. The aim of the study was to gain information about the life cycles of dominant planktonic copepod species.

The most abundant species throughout the whole sampling period was *Oithona similis*, followed by *Oncaea curvata* and *Ctenocalanus citer*. The calanoid species *Calanus propinquus*, *Calanoides acutus*, *Rhincalanus gigas*, *Microcalanus pygmaeus*, *Stephos longipes*, *Racovitzanus antarcticus* and *Metridia gerlachei* were found sporadically and in low abundances. The seasonal distribution of *Oithona similis* is characterized by two distinct abundance peaks in summer and winter. The first maximum of 130 Ind./m<sup>3</sup> in 1996 and 1997 in January/February is dominated by CV copepodids and adults (> 80%) while the second maximum with 350 Ind./m<sup>3</sup> in June '96, and 140 Ind./m<sup>3</sup> in July '97 respectively, mainly consists of CIV copepodids (> 40%) of the new generation. The copepodids CI and CII predominate with 40 - 60% in March and April. In winter they contribute up to 25% to the population.

Due to the increase of total abundance from summer to winter, the composition of the population and the dominance of females and males in January and February, it is suggested that reproduction took mainly place in these months. However, all copepodid stages and females with eggs were found at all seasons. This leads to the conclusion that reproduction is carried out during the whole year. It is supposed that the life cycle of *Oithona similis* is not directly controlled by abiotic factors like light and temperature which seem to trigger the life cycles of the bigger calanoid species like *Calanus propinquus* and *Calanoides acutus* (storage of lipids and ceasing of reproduction), but food and predation. Metz and Schnack-Schiel

(1995) showed that *Metridia gerlachei* and *Calanus propinquus* feed on *Oncaea curvata* females. It is possible that they also feed on *Oithona similis*.

In contrast to e.g. *Calanus propinquus* and *Calanoides acutus*, which start reproduction in early spring to ensure a good food situation for the offspring with the onset of the phytoplankton bloom, the strategy of *Oithona similis* seems to be what Stearns (1976) called "bet-hatching". Fransz (1988) suggested that the strategy of the antarctic small-sized copepod species is to maintain a "...stable population structure with a wide range of (st)age distribution, based on a more or less continuous reproduction". The results of this study may verify this suggestion at least for *Oithona similis*. A heterogeneous population structure may ensure the survival of at least one developmental stage collective to generate a new population in the following year.

## References

- Foster, B.A. (1987) Comparison and abundance of zooplankton under the spring sea ice of McMurdo Sound, Antarctica. *Polar Biol.* **8**: 41-48.
- Fransz, H.G. (1988) Vernal abundance, structure and development of epipelagic copepod populations of the eastern Weddell Sea (Antarctica). *Polar Biol.* **9**: 107-114.
- Fransz, H.G. (1990) Life cycle and production in Antarctic pelagic copepods. ICES C.M. 1990/L: 80.
- Hopkins, T.L., Torres, J.J. (1988) The zooplankton community in vicinity of the ice edge, western Weddell Sea, March 1986. *Polar Biol.* **9**: 79-87.
- Hopkins, T.L., Lancraft, T.M., Torres, J.J. and Donnelly, J. (1993) Community structure and trophic ecology of zooplankton in the Scotia Sea marginal ice zone in winter (1988). *Deep Sea Res.* **40**: 81-105.
- Metz, C.; Schnack-Schiel S.B. (1995) Observations on carnivorous feeding in Antarctic calanoid copepods. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* **129**: 71-75.
- Schnack-Schiel, S. B., Mizdalski, E. (1994) Seasonal variations in distribution and population structure of *Microcalanus pygmaeus* and *Ctenocalanus citer* (Copepoda: Calanoida) in the eastern Weddell Sea, Antarctica. *Mar. Biol.* **119**: 357-366.
- Tanimura, A., Fukuchi, M., Hoshiai, T. (1986) Seasonal change in the abundance of zooplankton and species composition of copepods in the ice-covered sea near Syowa Station, Antarctica. *Mem. Natu. Inst. Polar Res.*, issue **40**: 212-220.
- Tucker, M.J., Burton, H. R. (1990) Seasonal and spatial variations in the zooplankton community of an eastern Antarctic coastal location. *Polar Biol.* **10**: 571-579.

# Spurenstoff-glaziologische und glazio-meteorologische Untersuchungen in Zentralgrönland

H.Fischer, A. Stanzick, R. Hausbrand, M. Werner, K. Geis und D. Wagenbach  
Institut für Umweltphysik, Universität Heidelberg

S. Sommer und M. Anklin  
Physikalisches Institut, Universität Bern

M. Laternser  
VAW-ETH Zürich

M. Schwager und J. Kipfstuhl  
AWI, Bremerhaven

## Methodik

Ziel dieses DFG-Vorhabens war die Rekonstruktion geographischer und zeitlicher Trends glazio-meteorologischer, isotopischer und chemischer Firnparameter in Zentral- und Nordgrönland. Dazu wurden entlang einer Linie longitudinalen (EGIG) und meridionalen (NGT) Verlaufs Schneeschächte, flache Firn- und tiefere Eiskerne genommen. Spurenstoff-isotopische Untersuchungen des Materials erfolgten kontinuierlich in saisonaler bis dekadischer Zeitauflösung und betrafen hauptsächlich stabile Wasserisotopomere ( $\delta^{18}\text{O}$ ,  $\delta\text{D}$ ), partikuläre Radioisotope ( $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{10}\text{Be}$ ) sowie ionische Aerosolkomponenten ( $\text{MSA}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{H}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ). Aus der Kombination dieser Parameter mit Profilen der elektrischen Eisleitfähigkeit (ECM) gelang eine eindeutige stratigraphische Datierung aller Kerne mit einer Genauigkeit kleiner  $\pm 3$  Jahre. Dies ermöglichte erstmals die Anwendung moderner zeitreihenanalytischer Methoden auf räumlich verteilte Kernprofile.

## Ergebnisse

### Klimatische Effekte

Die geographische Verteilung der klimatologisch relevanten Parameter zeigte einen einheitlichen  $\delta^{18}\text{O}$ /Temperatur-Gradienten von  $0.67\text{‰}/^\circ\text{C}$  im gesamten Untersuchungsgebiet. Die Akkumulations/Temperatur-Beziehung weist auf einen Hauptantransport des niedergeschlagenen Wasserdampfs aus südwestlicher Richtung hin, der mit der zyklonischen Aktivität über dem Nordatlantik verbunden ist. Positionen im nordöstlichen Teil des Eisschildes scheinen dagegen von diesem Einfluß quasi abgekoppelt zu sein.

Anhand der nordgrönländischen Isotopenzeitreihen konnte erstmals eine eindeutige Abkühlung von ca.  $1\text{ }^\circ\text{C}$  während der *Kleinen Eiszeit* nachgewiesen werden. Dieses Jahrhundert ist hingegen durch im Mittel um  $0.7\text{ }^\circ\text{C}$  höhere Isotopen-Temperaturen als die 500-jährigen Kernmittel gekennzeichnet. Die Kaltphasen der *Kleinen Eiszeit*

sind eindeutig mit erhöhten Seesalzeinträgen verknüpft, was u.a. auf eine Intensivierung der meridionalen Zirkulation in diesen Zeitintervallen hinweist.

### Spurenstoff-Trends

Zur Interpretation der geographischen Verteilung chemischer Firnkomponenten in dem klimatisch stark variablen Untersuchungsgebiet wurde ein einfaches Depositionsmodell entwickelt, das erstmals sowohl die Deposition partikulärer Aerosolspezies als auch die Re-Emission von  $\text{HNO}_3$  aus dem Firn beschreibt. Das Modell ergibt, daß für Sulfat, Nitrat,  $^{10}\text{Be}$  und  $^{210}\text{Pb}$  die Firnkonzentration im wesentlichen durch die Schneeakkumulationsrate bestimmt wird. In Abhängigkeit von der Niederschlagsrate wird für Nitrat zusätzlich ein Verlust des ursprünglich deponierten Gehalts von bis zu 50 % vorhergesagt.

Die Zeitreihen der anthropogenen beeinflussten Spezies Sulfat und Nitrat sind durch einen Anstieg um bis zu 500 % bzw. 100 % seit Beginn der Industrialisierung gekennzeichnet. Erstmals konnte in den hier bearbeiteten Records auch ein signifikanter Wiederabfall der aktuellen Sulfatkonzentration festgestellt werden. Vergleiche der Eiskernrecords mit historischen  $\text{SO}_2$ - und  $\text{NO}_x$ -Emissionsdaten aus den USA und Eurasien zeigen, daß in der ersten Hälfte dieses Jahrhunderts vor allem nordamerikanische Quellen für die anthropogenen Änderungen der grönländischen Schneechemie verantwortlich waren, während der Hauptanstieg der Sulfat- und Nitratkonzentrationen in der zweiten Hälfte dieses Jahrhunderts hauptsächlich durch eurasische Emissionen verursacht wurde.

Anwendungen des Aerosol-Depositionsmodells auf diese Zeitreihen legen nahe, daß anthropogene Aerosol-Spezies nordamerikanischen Ursprungs (die vornehmlich mit nordatlantischen Sturmsystemen nach Grönland transportiert werden) vorwiegend über die nasse Deposition eingetragen werden. Industrielle Immissionen aus eurasischen Quellgebieten, die vor allem im Winter über das polare Becken advektiert werden, sind nur mit geringem Niederschlag verbunden und werden im wesentlichen trocken deponiert.

Tiefenprofile der  $^{210}\text{Pb}$ -Firnaktivität über ca. 100 Jahre zeigten einheitlich an drei untersuchten Kernen einen systematischen Anstieg der  $^{210}\text{Pb}$ -Deposition mit zunehmendem Alter. Dieser überraschende Befund war ebenfalls für kosmogenes  $^{10}\text{Be}$  signifikant nachweisbar. Man kann deshalb davon ausgehen, daß in arktischen Breiten nicht nur die  $^{210}\text{Pb}$ -Datierungsmethode, sondern auch die bisher angenommene Kopplung zwischen Sonnenaktivität und  $^{10}\text{Be}$ -Deposition kritisch überdacht werden müssen. Eine detaillierte Bearbeitung dieser grundsätzlichen Phänomene war jedoch innerhalb des Vorhabens a priori aussichtslos.

Frederich M., F.J. Sartoris, W.E. Arntz & H.O. Pörtner

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

**The capability to regulate magnesium may limit the geographical distribution of decapod Crustacea in polar areas**

Decapod crustaceans occur in nearly every aquatic habitat of the world. The group Reptantia, however, is largely absent in the Southern Ocean (Yaldwyn 1965, Arntz & Gorny 1990) while natant shrimps are often very abundant in this area (Arntz et al 1994).

A hypothesis has been developed that these phenomena may be explained on the basis of differences in haemolymph magnesium concentrations ( $[Mg^{2+}]_{HL}$ ). Crustacean haemolymph is isoosmotic and more or less isoionic to seawater except for magnesium. While active natant shrimps regulate  $[Mg^{2+}]_{HL}$  at 8-12mM, far below the  $[Mg^{2+}]_W$  of seawater (53mM), most Reptantia show higher  $[Mg^{2+}]_{HL}$  between 30 and 50mM. Based on the correlation between activity and  $[Mg^{2+}]_{HL}$  (Morritt & Spicer 1993) and given that the anaesthetising effect of  $[Mg^{2+}]_{HL}$  is enhanced at low temperature (pers. observation) it may be expected that Reptantia are generally immobilised at low temperatures around 0°C. Therefore, we investigated the effect of  $Mg^{2+}$  at low temperature on physiological characteristics of two reptant species, *Eurypodius latreillei* caught in the Magellan Strait, Chile, and *Hyas araneus* from the North Sea, Germany.

Lowering the  $[Mg^{2+}]_{HL}$  from normal values around 45mM to shrimp-like values of 8mM by incubating the animals at reduced  $[Mg^{2+}]_W$  they show an increase of spontaneous activity measured as the walking distance at different temperatures. Also, the capability to react to experimental stimulation remains much faster at low temperatures in the  $[Mg^{2+}]_{HL}$ -reduced animals. Additionally, at low  $[Mg^{2+}]_{HL}$  the standard metabolic rate of *E. latreillei* was more than doubled compared to control animals at temperatures between 8 and 0°C. A decrease in water temperature from 7 to -1°C resulted in a drop of heart rate by nearly 75% in control animals of *H. araneus*. The temperature effect was attenuated at low  $[Mg^{2+}]_{HL}$ , when heart rate decreased by only 37% (Fig. 1).

We suggest that the immobilising effect of high  $[Mg^{2+}]_{HL}$  on the Reptantia prevented them from colonizing polar regions with permanently low temperatures. For different invertebrate species critical low temperatures are reported (Pörtner et al 1998). These critical temperatures are defined by the onset of anaerobic metabolism indicated by the accumulation of anaerobic endproducts like lactate, succinate, acetate or propionate (deWachter et al 1997, Zielinski & Pörtner 1996, Sommer et al 1997). Reptant decapod crustaceans survive subzero temperatures for several weeks under laboratory conditions but they do not show the usual level of activity. *E. latreillei* and *H. araneus* do not accumulate lactate, their anaerobic endproduct, at these low temperatures. It remains open whether a critical low temperature can be defined for these species and whether this critical temperature can be shifted to lower values by the reduction of  $[Mg^{2+}]_{HL}$ . Nevertheless, in competition for ecological niches in the Antarctic the much more active natant decapods, isopods and amphipods, all with low  $[Mg^{2+}]_{HL}$ , succeed at the expense of high costs of  $Mg^{2+}$ -regulation.

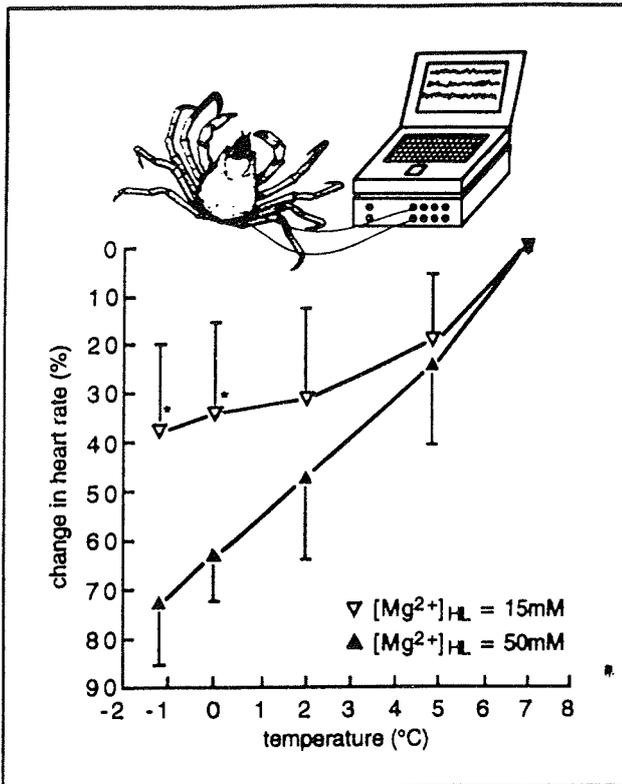


Figure 1:

Control animals of *Hyas araneus* ( $[Mg^{2+}]_{HL} = 50mM$ ) show a linear decrease in heart rate by nearly 75% between 7 and  $-1^{\circ}C$ . In  $[Mg^{2+}]_{HL}$ -reduced animals (15mM) this decrease is only by less than 40%. The difference in the change of heart rate between control animals and  $[Mg^{2+}]_{HL}$ -reduced animals becomes statistically significant (\*) at 0 and  $-1^{\circ}C$  ( $p < 0.05$ , ANOVA).

Therefore, the reduction of  $[Mg^{2+}]_{HL}$  minimizes the temperature effect on the animals and enables them to stay more active especially at subzero temperatures.

The distribution of reptant and natant decapods in the Arctic is not as distinctly different as in the Antarctic. Reptant decapods (e.g. *Hyas araneus*, *Chionocetes opilio*) are found in the far North. However, comparable to the Antarctic, the natant shrimps are clearly the more abundant decapods in the permanently cold regions of the Arctic. It can be inferred that the deep sea trench and the Circum-Antarctic Current around Antarctica emphasize the separation of these groups more than in the Arctic.

#### Literature:

- Arntz W.E., Brey T., Gallardo V.A. 1994. Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev., **32**: 241-304.
- Arntz W.E. & Gorny M. 1990. Polar Biol., **11**: 169-177.
- Morritt D. & Spicer J.I. 1993. Comp. Biochem. Physiol., **106A**: 19-23.
- Pörtner H.O., Hardewig I., Sartoris F.J., Dijk P.L.M. van 1998. in: Pörtner H.O. & Playle R.C., eds. Cold Ocean Physiology. Cambridge: 88-120.
- Sommer A., Klein B., Pörtner H.O. 1997. J. Comp. Physiol., **167B**: 25-35.
- Wachter B. de, Sartoris F.J., Pörtner H.O. 1997. J.Exp.Biol. **200**: 1015-1024.
- Yaldwyn J.C. 1965. in: Mieghem J. van & Oye P. van, eds. Biogeography and Ecology in Antarctica. The Hague: Junk: 323-332.
- Zielinski S. & Pörtner H.O. 1996. J. Comp. Physiol., **166B**: 492-500.

**Berichtskolloquium**  
**Antarktisforschung mit vergleichenden Untersuchungen in arktischen**  
**Eisgebieten**  
**München, 9.-10. Juni 1998**

**Poster: G. Fuhr und T. Müller**

**Untersuchungen an Schneeealgen Nordwest-Spitzbergens**

In 3 Feldperioden (Sommer 1995, 1996, 1997) wurden insgesamt 60 permanente Schneeealgenvorkommen in der Küstenregion Nordwest-Spitzbergens kartiert. Mehr als 20 Felder wurden einer eingehenden Artenbestimmung, Schneeanalyse und Probeentnahme unterworfen. Die zum größten Teil rötliche Färbung wurde hauptsächlich durch die Schneeealgen *Chlamydomona* spp. und *Chloromonas* spp. hervorgerufen. Eine bevorzugte geographische Ausrichtung konnte nicht festgestellt werden. Interessanterweise befanden sich bei mehr als 90 % der algenbesiedelten Schneefelder Vogelkolonien in unmittelbarer Nähe, deren Nährstoffeintrag in die benachbarten Schneefelder nachweisbar ist.

Die Farbstoffakkumulation als auch der Übergang von vegetativen beweglichen und unbeweglichen Zellen in Sporen, Hypnozygoten und Zysten wurde untersucht und mit TEM-, SEM- und CLSM-Techniken belegt. Mehr als 5 Schneeealgenfelder in der Kongsfjorden- und Krossfjordenregion erwiesen sich als ortsstabile jährlich durch eine Schneeealgenblüte gefärbte Schräghangvorkommen. Diese Felder bieten in ausgezeichneter Weise die Möglichkeit, eine Langzeituntersuchung der Algenvermehrung und -verdriftung unter Berücksichtigung klimatischer Einflüsse durchzuführen.

## Distribution patterns of harpacticoid genera (Crustacea, Copepoda) from the Magellan Region

Kai Horst George & Horst Kurt Schminke, AG Zoomorphologie, Fachbereich Biologie, Carl von Ossietzky Universität, D-26111 Oldenburg

### Abstract

Interest in zoogeographical and diversity analyses of the benthic fauna of South America and Antarctica has increased lately (eg. Brandt, 1992; Winkler, 1994). Most of these investigations deal with macrobenthic taxa, while studies of the meiobenthos of the Southern Hemisphere are only very rare (eg. Herman & Dahms, 1992), despite of its importance in marine benthic environments (cf. Higgins & Thiel, 1988).

Harpacticoida (Crustacea, Copepoda) is one of the most abundant meiofaunal taxa, and in this respect second only to the Nematoda (cf. Hicks & Coull, 1983, Huys & Boxshall, 1991). A research project was initiated to compare harpacticoid communities of southern South America and Antarctica. Material was collected on two expeditions, during the „Magellan Campaign“ of RV „Victor Hensen“ in 1994, and ANT XIII/4 of RV „Polarstern“ in 1996. One aspect of the project, the study of the distribution of Harpacticoida at genus level within the Magellan Region is presented here. Samples were taken by Multicorer (MUC) at 20 stations from Paso Ancho in the Magellan Straits (MS), along the Beagle Channel (BC) and at the Patagonian Continental Slope (PCS) (for detailed sampling methods see George & Schminke, in press). Copepoda were sorted out and identified down to the genus level. Identification at the species level is in progress. Of all groups of adult Copepoda encountered, Harpacticoida constitute over 90%, comprising 5.535 specimens. Preliminary results are presented by George & Schminke (in press). A total number of 24 families has been identified. Due to high numbers of specimens, six families had to be selected for further investigations at the genus level. Within these families (Ancorabolidae, Argestidae, Cletodidae, Diosaccidae, Paramesochridae, Paranannopidae) 52 genera have been identified. As shown by George & Schminke (in press), the MS and the BC differ with respect to abundance and diversity. Whereas diversities at the family and genus level are higher in the MS, the BC exhibits greater harpacticoid abundances at least at its eastern mouth. Extending the investigation area to also include the PCS, it can be observed that differences become even clearer. Nine of the 52 genera are found in the whole investigation area. Five genera seem to be restricted to the MS, 7 to the BC, and 9 genera to the PCS, thus confirming the distinction between all three areas. On the other hand, MS and BC share 15 genera, and MS and PCS have 7 genera in common. This leads to the conclusion, that the MS represents a „transitional zone“, where Pacific and Atlantic elements mix. At the family level it appears that the BC has such a transitional character, sharing all families present either with the MS or with the PCS. Taking into account additional genera of e.g. Laophontidae or Tetragnonipitidae it can be observed that also the BC and the PCS have some genera in common. As a general conclusion it can be said that all three areas, the

MS, the BC and the PCS, are distinct and characterized by several genera, but also have several genera in common which either are distributed in all three areas, or are restricted to two of them.

## References

- Brandt, A., 1992. Origin of antarctic Isopoda (Crustacea, Malacostraca). *Marine Biology* 113: 415-423
- George, K.H. & H.K. Schminke, in press. Sublittoral Harpacticoida (Crustacea, Copepoda) from the Magellan Straits and the Beagle Channel (Chile) - Preliminary results of abundances and generic diversity. *Scientia Marina*
- Herman, R.L. & H.-U. Dahms, 1992. Meiofauna communities along a depth transect of Halley Bay (Weddell Sea - Antarctica). *Polar Biology* 12: 313-320
- Hicks, G.R.F. & B.C. Coull, 1983. The ecology of marine meiobenthic harpacticoid copepods. *Oceanography and Marine Biology (Annual review)* 21: 67-175
- Higgins, R.P. & H. Thiel (eds.), 1988. Introduction to the study of Meiofauna. Smithsonian Institution Press, Washington D.C., 488 pp.
- Huys, R. & G.A. Boxshall, 1991. Copepod Evolution. The Ray Society, Series No. 159, London, 468 pp.
- Winkler, H., 1994. Charakterisierung der Isopodenfauna (Crustacea, Malacostraca) des Scotia-Bogens aus biogeographischer Sicht: Ein multivariater Ansatz. *Berichte zur Polarforschung* 139: 1-196

## Ergebnisse isotopenglazilogischer Arbeiten auf dem Ronne Ice Shelf

W. Graf<sup>1</sup>, O. Reinwarth<sup>2</sup>, H. Oerter<sup>3</sup>, C. Mayer<sup>3</sup>, A. Lambrecht<sup>3</sup>

<sup>1</sup> GSF-Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit, Institut für Hydrologie, Ingolstädter Landstraße 1, D-85764 Neuherberg

<sup>2</sup> Kommission für Glaziologie der Bayerischen Akademie der Wissenschaften, Marstallplatz 8, 80539 München

<sup>3</sup> Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, Postfach 120161, 27515 Bremerhaven

Die Filchner-V-Kampagne 1995 diente der Untersuchung der Massenbilanz an der Grounding Line des Filchner-Ronne-Schelfeises im Bereich des Foundation Ice Stream sowie der Untersuchung der Akkumulationsraten und der <sup>2</sup>H- und <sup>18</sup>O-Gehalte der oberflächennahen Firnschichten entlang des Eisstroms von der Eiskante bis zum Rand des Inlandeises. Diese nivologischen Parameter waren aus früheren Untersuchungen auf parallelen Trassen in einem begrenzten Gebiet bekannt, nicht aber zwischen 78,5°S und 81,0°S, im südlichsten Teil des Schelfeises nahe der Grounding Line und im Anstiegsbereich zum Inlandeis. Mit den 16 Firnkernen, die entlang der 920 km langen Trasse erbohrt wurden, konnten diese Lücken geschlossen werden.

Die Flachbohrungen wurden stratigraphisch unter Verwendung von Tiefenprofilen der DC-Leitfähigkeit, der <sup>18</sup>O-Gehalte oder der <sup>3</sup>H-Gehalte datiert. Im eiskanten-nahen Bereich mit relativ hohen Akkumulationsraten waren die saisonalen Variation von Festkörperleitfähigkeit oder <sup>18</sup>O-Gehalten gut zu erkennen und erlaubten eine Datierung der Firnkerne. In den küstenfernen Gebieten mit niedrigen Akkumulationsraten ist der Schneedeckenaufbau jedoch soweit gestört (an der Grounding Line sind z.B. im ECM-Profil nur ca. 90% der Jahresschichten erkennbar), daß der Firn hinreichend genau nur über die <sup>3</sup>H-Profile datiert werden kann. Diese <sup>3</sup>H-Datierung setzt nicht voraus, daß alle Jahresschichten stratigraphisch eindeutig erkennbar sind, sondern basiert auf der Verteilung des Bombentritiums in den 60er und 70er Jahren, die im Firn auch dann noch erkennbar ist, wenn in der Schneedecke nicht alle Niederschläge enthalten sind (vgl. Abb.).

Wie bereits aus früheren Untersuchungen teilweise bekannt, sinken die Akkumulationsraten von ca. 200 mmWE/a an der Eiskante auf Werte um 90 mmWE/a an der Grounding Line ab, erreichen jedoch im Anstiegsbereich zum Inlandeis in 1000 m Meereshöhe wieder Werte um 170 mmWE/a. Für die Massenbilanz an der Grounding Line spielen die Akkumulationsraten im Vergleich zu den Abschmelzraten an der Unterseite des Schelfeises bis zu 7 m/a keine Rolle. Die Akkumulationsraten lassen sich aus der Verteilung der Firntemperatur in 10 m Tiefe als Maß für die mittlere Oberflächentemperatur nachvollziehen. Die <sup>2</sup>H- und <sup>18</sup>O-Gehalte der oberflächennahen Schichten nehmen wie die 10-m-Firntemperaturen nach Süden hin ab, insbe-

sondere folgen sie der starken Temperaturabnahme im Anstiegsbereich zum Inlandeis. Am südlichsten Meßpunkt werden  $^{18}\text{O}$ -Gehalte von -40‰ angetroffen. Firn mit dieser isotopischen Charakteristik wurde in Eiskernen vom Ronne Ice Shelf direkt über der marinen Eisschicht gefunden; dies impliziert, daß alles Eis, welches aus der Region südlich dieses Meßpunktes stammt, unter dem Ronne Ice Shelf abschmilzt. Die  $^2\text{H}$ - und  $^{18}\text{O}$ -Gehalte lassen sich mit dem Rayleigh-Modell verstehen, wenn die Luftmassen mit ihrem Wasserdampf über dem Schelfeis isobar und aufsteigend zum Inlandeis adiabatisch abkühlen und der Isotopenaustausch zwischen dampfförmiger und fester Phase im thermodynamischen Gleichgewicht teilweise durch kinetische Prozesse kompensiert worden ist.

Die Arbeiten wurden gefördert im Rahmen des DFG-Projekts Re 762/2

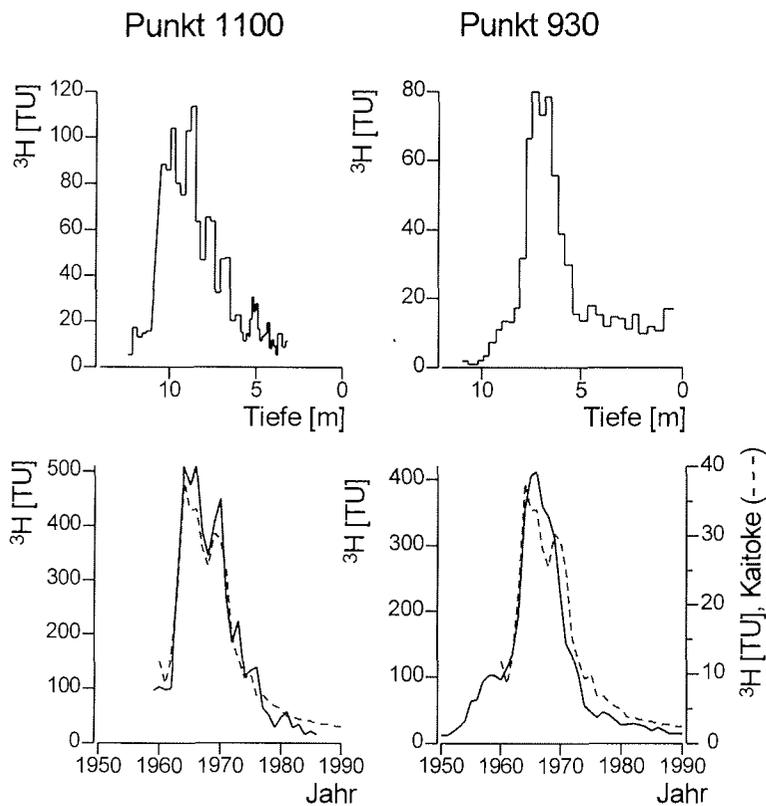


Abb.:  $^3\text{H}$ -Tiefenprofile und die mit mittleren Akkumulationsraten von 171 und 99 mmWE/a abgeleiteten  $^3\text{H}$ -Gehalte in den Niederschlägen nach 1960 an dem südlichsten Meßpunkt und dem Meßpunkt an der Grounding Line. Zum Vergleich sind die  $^3\text{H}$ -Gehalte in den Niederschlägen an Kaitoke, Neuseeland, (gestrichelte Linie) eingezeichnet.

## Eiskern B25 von Berkner Island: Isotopenchemische Untersuchungen

W. Graf<sup>1</sup>, O. Reinwarth<sup>2</sup>, H. Oerter<sup>3</sup>, A. Minikin<sup>3</sup>

<sup>1</sup> GSF-Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit, Institut für Hydrologie, Ingolstädter Landstraße 1, 85764 Neuherberg

<sup>2</sup> Kommission für Glaziologie der Bayerischen Akademie der Wissenschaften, Marstallplatz 8, 80539 München

<sup>3</sup> Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, Postfach 120161, 27515 Bremerhaven

Das Berkner-Insel-Projekt, an dem britische und deutsche Arbeitsgruppen beteiligt sind, zielt darauf ab, die Umweltbedingungen in der Weddellmeer-Region in den letzten 1000 Jahren zu rekonstruieren. Als Klimaarchiv dient das Eis von Berkner Island, in dem die paläoklimatischen Informationen verschlüsselt in den Isotopengehalten und den chemischen Spurenstoffen gespeichert sind. Isotopengehalte und chemische Spurenstoffe sollten gleichermaßen für klimatische Aussagen genutzt werden, insbesondere ihre komplementären Eigenschaften, um eine überzeugende Interpretation der Aufzeichnungen im Eis zu erreichen. In dem Projekt wurden 1995 zwei Eiskernbohrungen realisiert und der 151-m-Kern R01 auf der Nordkuppe sowie der 181-m-Kern B25 auf der Südkuppe vom British Antarctic Survey (BAS) bzw. vom Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung (AWI) gewonnen. Die gesetzten Ziele konnten bislang nur teilweise erreicht werden, da die Profile der chemischen Spurenstoffe im Gegensatz zu denen der Isotope nur unvollständig vorliegen.

Der Kern B25 wurde bisher anhand des ECM-Profiles vom BAS bis zu einer Tiefe von 116 m datiert; danach wurde das Eis in dieser Tiefe im Jahr 1260 als Schnee abgelagert. Der gesamte Kern reicht vermutlich 1200 Jahre zurück. Die Tiefenprofile der <sup>2</sup>H- und <sup>18</sup>O-Gehalte enthalten Signale, die offensichtlich unterschiedliche Ursachen haben. So ist die Beobachtung, daß die <sup>2</sup>H- und <sup>18</sup>O-Gehalte von B25 mit der Tiefe zu höheren Werten (1,1‰-<sup>18</sup>O/1000 Jahre) tendieren, wahrscheinlich auf Advektion von Eis zum Bohrpunkt zurückzuführen, während weitere statistisch gesicherte Signale vermutlich klimatischer Natur sind. Wenigstens ergibt sich aus der Korrelation der Isotopengehalte mit den Konzentrationen chemischer Inhaltsstoffe keine Notwendigkeit, für diese Signale in den Isotopenreihen andere Ursachen wie etwa Variationen des Schneedeckenaufbaus, der atmosphärischen Zirkulation oder der Meereisbedeckung zu postulieren. Trotzdem bleibt die klimatische Relevanz der Signale in der Zeitreihe des Kerns B25 sowie anderer Kerne fraglich. Außer der B25- und der R01-Reihe von Berkner Island gibt es vier andere Reihen, die auf der Analyse von Eiskernen aus dem Weddellmeer-Sektor der Antarktis basieren. Die Korrelationsanalyse zwischen den Kernen ergibt, daß die B25- und R01-Reihe keine Verwandtschaft besitzen, obwohl die Kerne nur 150 km voneinander entfernt erbohrt wurden. B25 hat überhaupt keine Ähnlichkeit mit den Merkmalen der anderen Reihen, die ihrerseits untereinander ähnliche Signale aufweisen. Die Arbeiten wurden gefördert im Rahmen des DFG-Projekts Re 762/2

## Isotopenglaziologische Ergebnisse von Vorerkundungen im EPICA-Zielgebiet Amundsenisen, Dronning Maud Land

W. Graf<sup>1</sup>, O. Reinwarth<sup>2</sup>, H. Oerter<sup>3</sup>, F. Wilhelms<sup>3</sup>

<sup>1</sup> GSF-Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit, Institut für Hydrologie, Ingolstädter Landstraße 1, 85764 Neuherberg

<sup>2</sup> Kommission für Glaziologie der Bayerischen Akademie der Wissenschaften, Marstallplatz 8, 80539 München

<sup>3</sup> Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, Postfach 120161, 27515 Bremerhaven

Im Rahmen von EPICA (European Project for Ice Coring in Antarctica) sind zwei Eiskernbohrungen in der Antarktis vorgesehen, die erste wird derzeit an Dome Concordia (Dome C) realisiert, die zweite ist in Dronning Maud Land im Atlantischen Sektor der Antarktis geplant, einem bislang wenig untersuchten Gebiet der Antarktis. Um einen Ansatzpunkt für die Bohrung in Dronning Maud Land festzulegen, werden derzeit umfangreiche Voruntersuchungen mit geophysikalischen, glaziologischen und spurenstoffchemischen Methoden von einer internationalen Forschergruppe durchgeführt. Für isotopenglaziologische Untersuchungen wurde während der Feldkampagnen 1995/96 und 1996/97 der Firn in Dronning Maud Land in Schneeschächten und durch Flachbohrungen beprobt.

Da mit relativ geringen Akkumulationsraten in diesem Gebiet gerechnet werden mußte, wurde der Firn mit Hilfe der <sup>3</sup>H-Gehalte in der Schneedecke datiert. Mit dieser Datierung als Referenz können anhand der Profile von chemischen Spurenstoffen Aussagen über den Schneedeckenaufbau gemacht werden: Trotz der geringen Schneeaufträge sind im wesentlichen alle Niederschläge eines Jahres in der Schneedecke vergleichbar repräsentiert, so daß der Firn in größeren Tiefen mit Profilen chemischer Spurenstoffe, DEP oder ECM datiert werden kann. Die saisonalen Signale in den <sup>2</sup>H- und <sup>18</sup>O-Profilen, die ursprünglich in der Schneedecke vorhanden waren, sind dagegen offensichtlich durch diffusiven Wasserdampftransport in den Porenräumen weitgehend gelöscht worden. Die bisher in Dronning Maud Land bestimmten Akkumulationsraten von 4,1 und 6,0 cmWE/a entsprechen den von der Zentralantarktis bekannten niedrigen Werten. Die Abnahme der <sup>2</sup>H-Gehalte von -160‰ an GvN auf -350‰ in Dronning Maud Land ist eng mit der Temperaturabnahme in diesem Gebiet gekoppelt und läßt sich mit dem Rayleigh-Modell nachvollziehen (vgl. Abb.). Die Isotopen-Temperatur-Beziehung in Dronning Maud Land läßt deshalb ausgeprägte Signale in einem Eisbohrkern aus diesem Gebiet als Antwort auf Klimaänderungen erwarten.

Die Arbeiten werden gefördert im Rahmen des DFG-Projekts Re 762/4-1

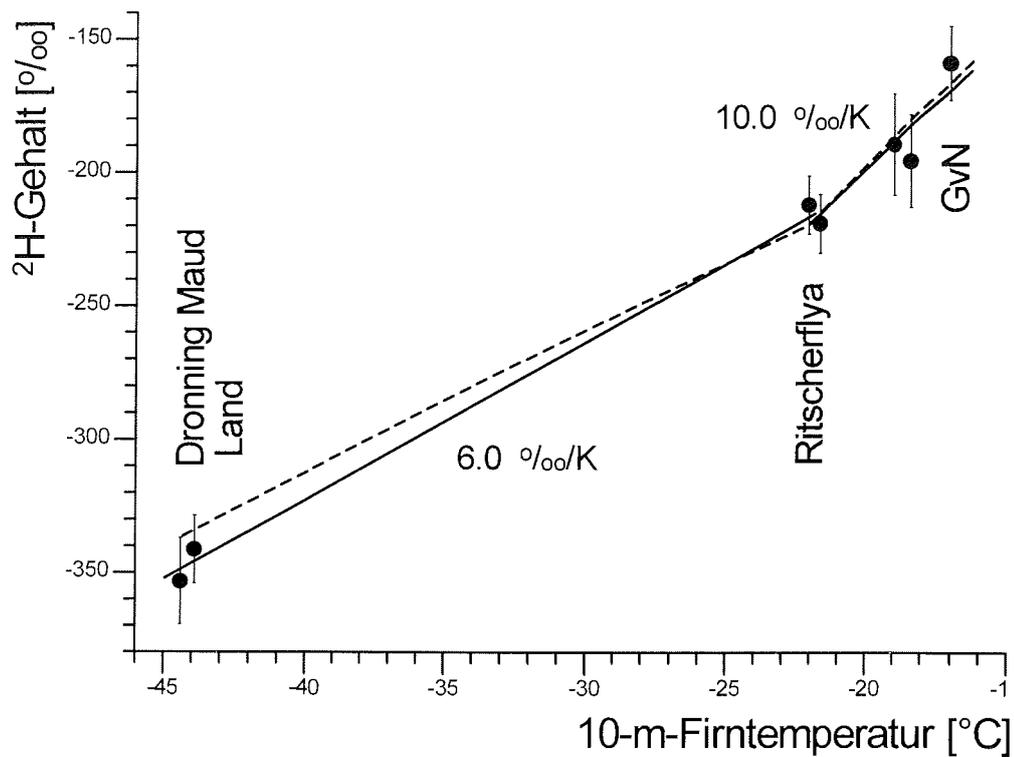


Abb.: Beziehung zwischen den  $^2\text{H}$ -Gehalten oberflächennaher Schichten und den 10-m-Firntemperaturen entlang der Trasse von Neumayer über Ekströmsen und Ritscherflya nach Dronning Maud Land. Die Ergebnisse des Rayleigh-Modells sind gestrichelt eingezeichnet.

## **Marines Eis unter dem Filchner Schelfeis, Antarktis: Ergebnisse einer multidisziplinären Studie**

Klaus Grosfeld

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

Der antarktische Kontinent umfaßt die größte zusammenhängende Eisbedeckung der Erde. Bei einer Ausdehnung von ca. 14 Millionen Quadratkilometern entspricht dies etwa 11% der festen Erdoberfläche. Mit ungefähr 30 Millionen Kubikkilometern Eis speichert die Antarktis 90% des Eises und 70% des Süßwasservorkommens der gesamten Erde und stellt somit einen wesentlichen globalen Faktor im Klima- und Ökosystem dar.

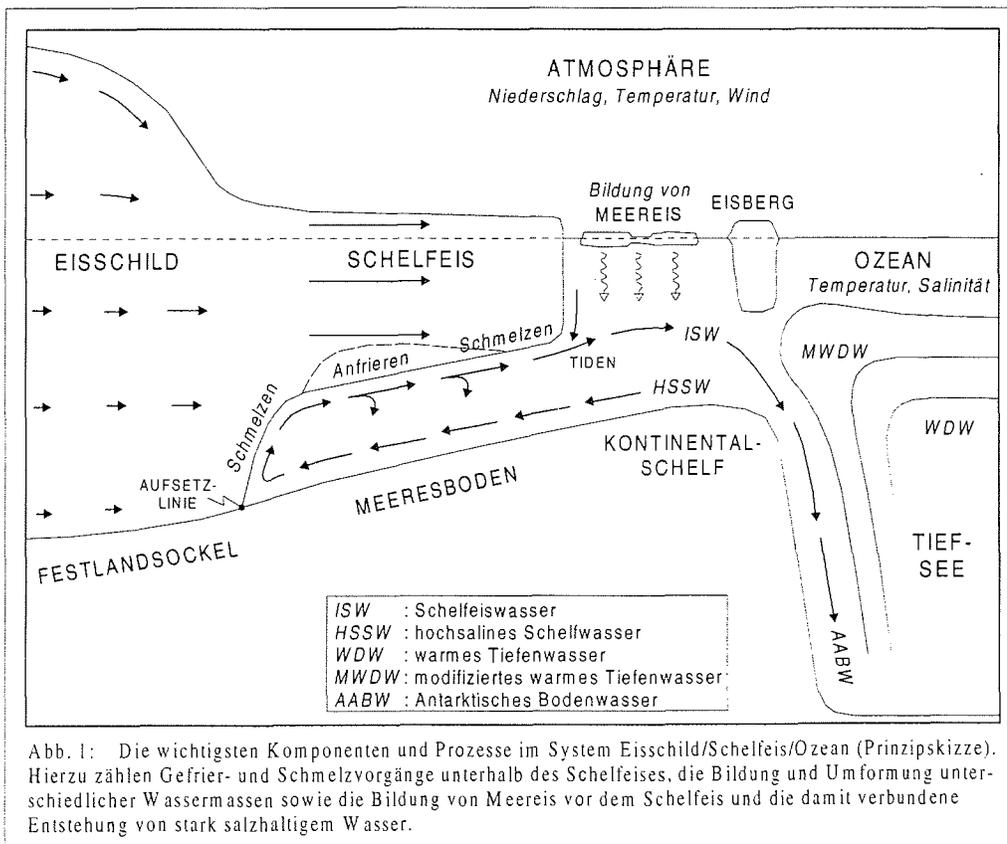
Etwa die Hälfte des antarktischen Kontinentalschelfes ist durch Schelfeise bedeckt, die durch ihre Wechselwirkung mit dem Ozean eine besondere Rolle im globalen Klimasystem einnehmen. Zum einen stellen Schelfeise die Auslaßgebiete des Eisschildes dar. Durch ihre seitlich Ankopplung an das Festland und durch teilweises Aufliegen auf dem Untergrund üben Schelfeise einen stabilisierenden Einfluß auf den Eisschild aus und tragen zur Kontrolle des Inlandeisstandes bei. Eine Erhöhung des basalen Schmelzens kann zur Verringerung dieser stabilisierenden Einflüsse und zu einem vermehrten Eisabfluß führen. Auf der anderen Seite stellt die Wechselwirkung mit dem Ozean durch Schmelz- und Anfrierprozesse eine Quelle für Wärme und Salztransporte dar, die zur Bildung und Veränderung der Schelfwassermassen in großem Maße beiträgt. So wird z.B. das sogenannte Ice Shelf Water in den Schelfeiskavernen gebildet. Die Überströmung am Kontinentalhang und Vermischung mit warmen Tiefenwasser (Warm Deep Water) trägt zur Bildung des antarktischen Bodenwassers bei, das eine wichtige Rolle in der globalen thermohalinen Zirkulation einnimmt.

Anzeichen für eine intensive Schelfeis/Ozean Wechselwirkung sind durch das Vorhandensein von marinem Eis gegeben, das durch Anlagerung und Verfestigung von in der Wassersäule gebildeten Eisplättchen gebildet wird. Die überwiegend thermohalin angetriebene Zirkulation kann durch einen sogenannten "Eispumpen - Prozeß" beschrieben werden, der große Mengen von Eis an der Aufsetzlinie schmilzt und in flacheren Gebieten als Eiskristalle wieder abgibt. Durch diesen Prozeß werden sowohl die Massenbilanz und Dynamik des Schelfeises als auch die Ozeanzirkulation und Wassermassenbildung beeinflusst.

In der Antarktis sind heute zwei bedeutende Schelfeise, das Ronne- und das Amery Schelfeis bekannt, die durch eine mächtige marine Eisschicht unterlagert sind. Mit Hilfe von fünf verschiedenen Methoden soll gezeigt werden, daß auch das Filchner Schelfeis einer intensiven Eis/Ozean Wechselwirkung unterliegt und mit einer mächtigen Schicht marinen Eises unterlagert ist. Der Vergleich von flugzeuggestützten Eisdickenmessungen, Modellierung der Ozeanzirkulation und Eisdynamik, Fernerkundungsmethoden und der Identifizierung eines grünen Eisberges deuten auf einen bis zu 150 m mächtigen marinen Eiskörper im Nordwesten des Filchner Schelfeises hin. Mit einer Ausdehnung von mehr als 4000 km<sup>2</sup> und einem Volumen von ca. 350 km<sup>3</sup> nimmt er eine vergleichbare Größe zu demjenigen des Amery Schelfeises an.

Die Modellierung der Ozeanzirkulation und der Eisdynamik erlaubt es nicht nur die basale Massenbilanzgröße zu berechnen, die aus beiden Methoden unabhängig von einander zu  $0.35 \text{ m}_{\text{ice}}/\text{yr}$  bestimmt worden ist, sondern auch die Identifizierung weiterer Bildungsgebiete. Die Anlagerung von marinem Eis hat darüber hinaus auch Auswirkungen auf die Eisdynamik und das Spannungsfeld des Eiskörpers, das sich in Form von Bruch- und Spaltenzonen an der Eisoberfläche abzeichnet und mit Satellitenbildern korreliert werden kann. Als einziges sichtbares Indiz für die Existenz eines marinen Eiskörpers ist ein grüner Eisberg zu sehen, der durch das große Kalbungereignis im Jahre 1986 freigesetzt wurde. Nach seiner langen Reise durch das Weddell Meer wurde dieser Eisberg in der Scotia See angetroffen.

All diese Ergebnisse belegen die intensive Wechselwirkung, die zwischen Eis und Ozean besteht, ihre wechselseitigen Beeinflussungen und Konsequenzen und geben einen Einblick in die Komplexität des Teilsystems Ozean - Kryosphäre.



Förderung durch die DFG im Teilprojekt Ozeanmodellierung: Az 01 41/3-1

## **Energetische Anpassungen an eine extreme Umwelt: Zur Rolle der Lipide im polaren Zooplankton**

Wilhelm Hagen<sup>1</sup> und Gerhard Kattner<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institut für Polarökologie, Universität Kiel, Wischhofstraße 1-3, Gebäude 12, D-24148 Kiel; <sup>2</sup>Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, Postfach 120161, D-27515 Bremerhaven

In Abhängigkeit von ihrer ökologischen Nische und trophischen Stellung haben Zooplanktonarten hoher Breiten sehr unterschiedliche Lebensstrategien und energetische Anpassungen entwickelt. Eine optimierte Biosynthese, Speicherung und Nutzung ihrer Lipidreserven erlaubt es insbesondere den herbivoren Arten, die ausgeprägte Saisonalität der Nahrungsversorgung in den Polarmeeren abzuf puffern. Die Lipidgehalte dieser Arten erreichen Maximalwerte nach der produktiven Periode im Spätsommer/Herbst, Minima treten dagegen im Spätwinter/Frühling auf. Während der nahrungslimitierten Winterphase wird gewöhnlich nur ein kleinerer Teil der Lipidreserven für den Betriebsstoffwechsel verbraucht. Die Energiepolster werden häufig bis zum Ende des Winters geschont und können dann für Reproduktionsprozesse genutzt werden. Eine frühe Eiproduktion unabhängig von der Frühjahrsblüte ermöglicht es der neuen Generation, die kurze Produktionsperiode effektiv für Wachstum und Entwicklung zu nutzen. Letztendlich kommt es bei der nachwachsenden Generation darauf an, in wenigen Wochen überwinterrungsfähige Stadien zu bilden.

Die Abhängigkeit von der stark saisonalen Primärproduktion spiegelt sich auch in der Zusammensetzung der Lipidreserven wider. Detaillierte Lipidanalysen der dominanten polaren Copepoden zeigen, daß die herbivoren *Calanus/Calanoides*-Arten die kompliziertesten lipidbiochemischen Biosynthesewege entwickelt haben. Sie produzieren große Mengen an Wachsestern, die als Hauptkomponenten langkettige einfach ungesättigte Fettsäuren und Fettalkohole (20:1; 22:1) enthalten. Eine Ausnahme bildet die antarktische Art *Calanus propinquus*. Sie synthetisiert anstelle von Wachsestern Triacylglycerine, die hauptsächlich aus langkettigen einfach ungesättigten Fettsäuren mit 22 Kohlenstoffatomen (2 Isomere) bestehen. Dies ist einzigartig unter den Zooplanktonarten. Im Gegensatz dazu weisen die Lipide der omnivoren und carnivoren Copepodenarten keine entsprechenden langkettigen Fettsäuren auf.

Die antarktischen Leuchtgarnelen *Euphausia crystallophias* und *Thysanoessa macrura* investieren ihre im Sommer angelegten Lipidreserven (Wachsester, Phosphatidylcholin) in erster Linie in die Fortpflanzung im Spätwinter/Frühjahr. Im Gegensatz dazu verbraucht der antarktische Krill *Euphausia superba* seine Lipiddepots (Triacylglycerine, Phosphatidylcholin) vor allem zur Aufrechterhaltung des Betriebsstoffwechsels während der dunklen Jahreszeit. Diese Art benötigt daher die sommerliche Primärproduktion unmittelbar als Energiequelle für Gonadenreife und Eiproduktion. Die Fettsäure- und Fettalkoholanteile der polaren Euphausiaceen zeigen keine ungewöhnlichen Lipidstoffwechselwege. Einzigartig im Zooplankton ist jedoch die starke Produktion von einfach ungesättigten Fettalkoholen mit 18 Kohlenstoffatomen bei *T. macrura*.

Die Untersuchungen unterstreichen die große Bedeutung der Lipide in saisonal geprägten marinen Ökosystemen, insbesondere bei den in den Polarmeeren dominierenden herbivoren Crustaceen.

## Wie die Sonnenstrahlung und deren UV-Anteil die Zonierung der Makrophyten an den polaren Küsten beeinflusst

Dieter Hanelt, Christian Wiencke und Wilhelm Nultsch

Stiftung Alfred-Wegener-Institute für Polar- und Meeresforschung, Am Handelshafen 12,  
27570 Bremerhaven

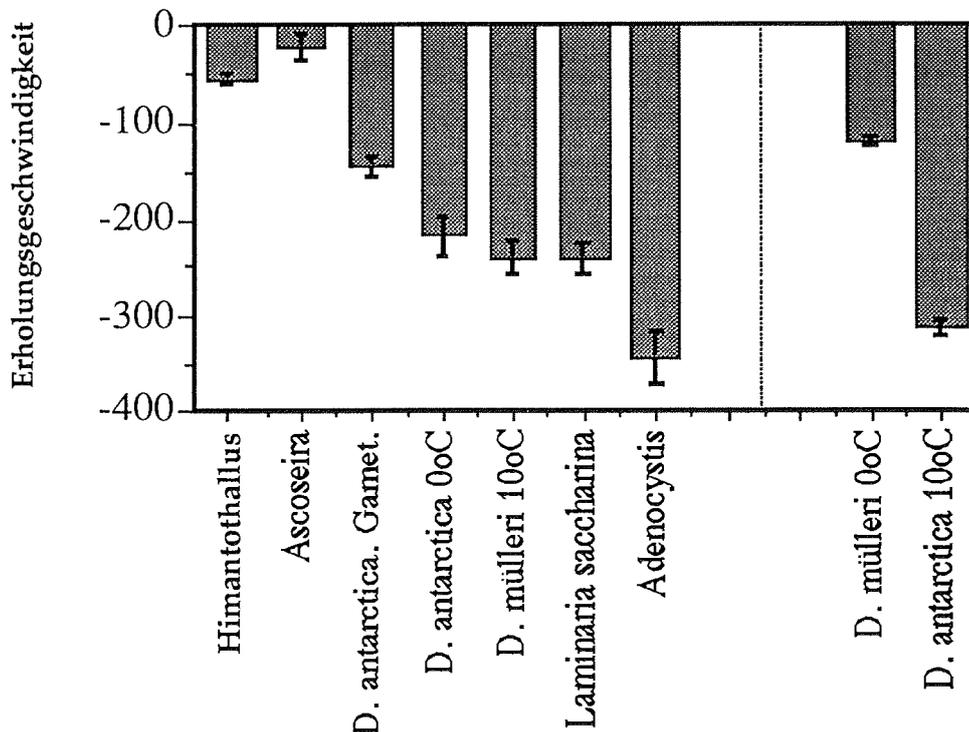
Starke Sonnenstrahlung ist ein Faktor, der u.a. die Vertikalzonierung benthischer Algen an der Küste bestimmt. Unter hohen Bestrahlungsstärken wird mehr Energie durch den Photosyntheseapparat absorbiert, als für den Aufbaustoffwechsel der Pflanze benötigt wird. Da die übermäßig absorbierte Energie oxidative Schäden am Photosyntheseapparat hervorrufen kann, wird sie durch einen Regulationsprozeß der Photosynthese harmlos in Wärme umgewandelt und abgestrahlt (dynamische Photoinhibition). Dies ist besonders dann der Fall, wenn das Niedrigwasser um die Mittagszeit auftritt, was zu wesentlich höheren Bestrahlungsstärken am Standort führt. Gametophyten und Sporophyten verschiedener Arten und Altersstufen, die einer kurzzeitig starken Sonnenstrahlung ausgesetzt werden, zeigen einen unterschiedlichen Verlauf des Inhibitionsprozeß der Photosynthese als auch im anschließenden Erholungsprozeß im Schwachlicht. Die Kinetik des Inhibitions- oder Erholungsprozesses zeigt dabei eine zweiphasige, exponentielle Gesetzmäßigkeit. Die Photosynthese der Gametophyten von *Laminaria saccharina* wird durch Weißlichtstreß kaum beeinträchtigt. Junge Sporophyten dieser Art zeigen dagegen eine stärkere Schädigung ihres Photosynthese-Apparates. Diese nimmt aber mit zunehmenden Alter der Pflanzen ab. Sporophyten, die eine Länge > 30 cm erreicht hatten, wurden ebenso unempfindlich für den Starklichtstreß wie die Gametophyten. Eine schnell ablaufende Kinetik, verbunden mit einem schnellen Rückgang der Photosynthese-Effizienz, die einen harmlosen, aber aktiven Anstieg der Wärmeabstrahlung des Photosyntheseapparates anzeigt, schützt den Photosyntheseapparat vor Strahlungsschäden. Algen, die im Starklicht schnell inhibiert werden, zeigen dann im Schwachlicht auch einen schnellen Wiederanstieg der Photosynthese-Effizienz. Daher kann von einem schnellen regulativen Prozeß gesprochen werden. Für die höhere Widerstandsfähigkeit ist neben der Bildung von Schutzpigmenten (Xanthophyllen) auch eine Veränderung in der Thallusmorphologie mit zunehmendem Alter verantwortlich.

Die Reaktionsfähigkeit der Arten zeigt Unterschiede zwischen den verschiedenen Algenklassen. Grünalgen, die hauptsächlich in der obersten Küstenzone, dem Eulitoral, vorkommen, zeigen nur eine geringe Absenkung ihrer Photosyntheseaktivität, so daß durch höhere Bestrahlungsstärken kein deutlicher Lichtstreß hervorgerufen wird. Braunalgen aus dem Sublitoral zeigen dagegen eine deutliche dynamische Photoinhibition, die auf eine schnelle, thermische Abstrahlung von nicht nutzbarer Energie durch den Photosyntheseapparat hinweist, wobei sich Arten aus dem Eu- und oberen Sublitoral am schnellsten vom Streß erholen (Fig.1).

Viele der Rotalgen, die in größeren Tiefen wachsen, werden durch hohe Bestrahlungsstärken so stark beeinträchtigt, daß aufgetretene Schäden am Photosyntheseapparat in der anschließenden Erholungsperiode bei einem Großteil der untersuchten Arten nicht mehr vollständig repariert werden. Die Fähigkeit, exzessiver Bestrahlung zu widerstehen, ist genetisch fixiert und somit kann von einer Anpassung (Adaptation) der Algen an die Bestrahlungsverhältnisse im natürlichen Habitat gesprochen werden.

Neben der Adaptation an einen engen Bestrahlungsstärkenbereich können einige Arten auch an einen weiten Lichtbereich akklimatisieren, was ihnen ein Wachstum in einem größeren Tiefenbereich ermöglicht. Als Beispiel ist wieder *Laminaria saccharina* aufgeführt, die auf Spitzbergen in geschützten Bereichen von

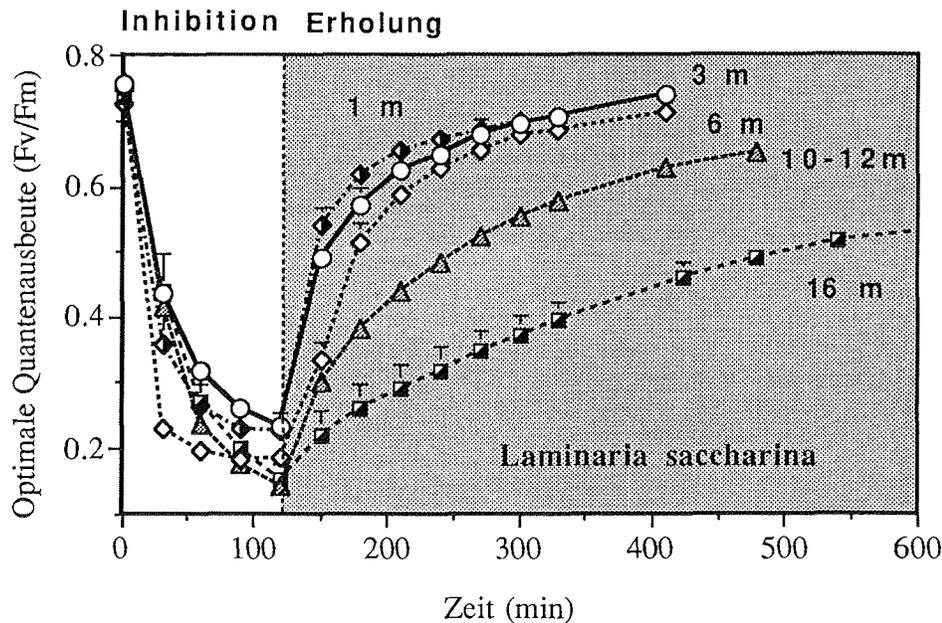
1 - 30 m Tiefe vorkommt (Fig.2). Eine Akklimatisationsfähigkeit an unterschiedliche Bestrahlungsverhältnisse wurde auch bei einigen anderen Arten gefunden. Darüber hinaus sind viele Arten aber nur an ganz bestimmte enge Bestrahlungsbereiche angepaßt (genetisch adaptiert), so daß dies ihre Zonierung mitbestimmt. Schwachlicht-adaptierte Algen können somit nicht in den oberen Küstenzonen vorkommen, da die dortigen Bestrahlungsverhältnisse den Photosynthese-Apparat durch oxidativen Streß zerstören würden. Dagegen gibt es Arten, wie die Braunalge *Laminaria saccharina*, die einen weiten Bereich im Litoral besiedeln können, da sie sich an die unterschiedlichen Bestrahlungsverhältnisse in den verschiedenen Wassertiefen anpassen können.



**Fig.1** Die Grafik zeigt die Erholungsgeschwindigkeit (rel. Einheiten) verschiedener antarktischer Braunalgen. Größere Säulen bedeuten eine schnellere Erholungskinetik. Die Algen sind nach ihrem natürlichen Vorkommen an der Küste geordnet, wobei *Himantothallus* die am tiefsten vorkommende Alge und *Adenocystis* eine typische eulitorale Alge ist. Es wird auch gezeigt, daß eine höhere Umgebungstemperatur einen positiven Einfluß auf die Erholung hat (Vergleich *Desmarestia mülleri* und *D. antarctica*, gemessen bei 0 bzw. 10°C,  $n \geq 3$ , MW  $\pm$  SD).

Ultraviolette Strahlung zeigt ähnliche Auswirkungen auf die Photosynthese wie exzessives Weißlicht. In Bezug zur Abnahme der stratosphärischen Ozonschicht über den Polargebieten und der damit verbundenen Erhöhung der UV-B Strahlung am Erdboden sind die Mechanismen besonders interessant. Vor allem Rotalgen sind von einem Anstieg der UV-Bestrahlung betroffen. Dabei werden oft Schäden am Photosynthese-Apparat induziert, die nur langsam von der Alge repariert werden können, so daß es nur zu einer sehr langsamen Erholung kommen kann. Die UV-A Strahlung ist dabei nicht weniger schädlich als die energiereichere UV-B Strahlung, da im Freiland die auftreffende Dosis des UV-A wesentlich höher ist. Es zeigte sich, daß infolge des niedrigen Sonnenstands auf Spitzbergen (79°N) der

kurzwellige UV-B Bereich die Erdoberfläche kaum erreicht. Trotzdem zeigte die UV-Strahlung bei viele Arten einen negativen Einfluß auf die Photosynthese. Durch die stärkere Absorption der UV-Strahlung im Wasserkörper ist jedoch eine Schädigung der Algen nur im Eulitoral und im Sublitoral bis in eine Tiefe von ca. 5 m zu messen. Da viele Rotalgen erst unterhalb einer Tiefe von 5 m vorkommen, wird untersucht, ob dies mit der geringen Eindringtiefe der UV-Strahlung in den Wasserkörper zusammenhängt.



**Fig.2** Als Parameter für die Photoinhibitionsfähigkeit ist die Veränderung der optimalen Quantenausbeute von Photosystem II (Fv/Fm) dargestellt. Dieser Parameter korreliert mit der Photosynthese-Effizienz. Unabhängig von der Sammeltiefe nimmt Fv/Fm durch Lichtstreß, erzeugt durch 2h 500  $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$  Weißlichtbestrahlung, ab. In der Erholungsphase bei 10  $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$  zeigt sich aber deutlich, daß die Algen aus 16 m Tiefe die geringste Erholungsgeschwindigkeit aufweisen, während die Algen aus 1 m Tiefe sich am schnellsten erholt haben. Die unvollständige Erholung der Tiefenalgen am nächsten Morgen zeigte, daß der Photosyntheseapparat durch die Bestrahlung geschädigt wurde. Diese Individuen können also nicht unter Bestrahlungsbedingungen, die an der Wasseroberfläche herrschen, existieren (n=3).

Weiterführende Literatur:

- Hanelt, D., Wiencke, C., Nultsch, W. (1997). Influence of UV radiation on photosynthesis of Arctic macroalgae in the field. *J. Photochem. Photobiol. B: Biology*, 38, 40-47.
- Hanelt, D., Wiencke C., Karsten, U., Nultsch, W. (1997). Photoinhibition and recovery after high light stress in different developmental and life history stages of *Laminaria saccharina* (Phaeophyta). *J. Phycol.* 33, 387-395.
- Hanelt, D., Melchersmann, B., Wiencke, C., Nultsch, W. (1997). Effects of high light stress on photosynthesis of polar macroalgae in relation to depth distribution. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 149, 255-266.
- Hanelt, D. (1998). Capability of dynamic photoinhibition in marine macroalgae is related to their depth distribution. *Marine Biology* in press.
- Bischof, K., Hanelt, D., Wiencke, C. (1998). UV-radiation can affect depth-zonation of Antarctic macroalgae. *Marine Biology* in press.

## Grobstruktursimulation der atmosphärischen Grenzschicht über partiell mit Meereis bedeckten Wasserflächen

*G. Harbusch und S. Raasch,  
Institut für Meteorologie und Klimatologie,  
Universität Hannover*

In den arktischen und antarktischen Meereisgebieten bilden die Eisflächen eine isolierende Schicht zwischen der kalten Luft und dem relativ warmen Wasser. Bricht an einer Stelle die Bedeckung des Ozeans auf, was z.B. durch die Schubspannung des herrschenden Windes geschehen kann, so tritt die kalte Luft in Kontakt mit der vergleichsweise warmen Meeresoberfläche. Durch diese Konstellation wird die über den Eisflächen sonst stabile Schichtung von unten her labilisiert und es kann sich eine konvektive Grenzschicht ausbilden. Dies hat zur Folge, daß trotz der oft nur geringen Ausmaße der offenen Wasserflächen ein verhältnismäßig großer Energieeintrag in Form von fühlbarer und latenter Wärme in die Atmosphäre stattfinden kann.

Experimentelle Untersuchungen in den Meereisgebieten der Polarregionen sind wegen des großen Aufwandes sehr kostenintensiv und nicht zuletzt aus diesem Grund schwer durchzuführen. Hier bietet sich, bedingt durch die Größenordnung der zu erwartenden Turbulenzstrukturen, welche ihrerseits durch die räumliche Ausdehnung der Oberflächeninhomogenitäten beeinflußt werden, die Methode der numerischen Simulationen mit Grobstruktur-Modellen an.

Mit Hilfe eines solchen Modells wurden die Auswirkungen einer inhomogenen Verteilung des oberflächennahen Wärmestroms auf die Turbulenzstrukturen der atmosphärischen Grenzschicht untersucht. Dabei standen zunächst Untersuchungen mit symmetrischen Mustern variabler Größe im Vordergrund. Neben einem Referenzlauf mit homogener Oberfläche wurden auch Simulationen mit kontinuierlichen (kosinusförmigen) sowie diskontinuierlichen (schachbrettförmigen) Wärmestromverteilungen unterschiedlicher Wellenlänge durchgeführt.

Die Auswertung der Ergebnisse erfolgte u. a. mit dem Verfahren der Phasenmittlung, wie es z.B. bei SHEN und LECLERC (1995: Q. J. R. Meteorol. Soc., **121**, 1209) beschrieben wird. Die Simulationen mit kontinuierlicher und diskontinuierlicher Wärmestromverteilung stimmten tendenziell dahingehend überein, daß die Ausbildung einer Sekundärzirkulation zwischen den warmen Wasser- und den kalten Eisflächen mit zunehmender Ausdehnung der Inhomogenitäten begünstigt wird. Erklärbar ist dies durch die zunehmende Zeit, die sich eine in Entwicklung befindliche und mit dem mittleren Wind (in allen Fällen  $1\text{ms}^{-1}$ ) advehierte Konvektionszelle über gleichbleibendem Untergrund befindet, bevor sie über Gebiete veränderter Oberflächeneigenschaften gelangt und dort modifiziert wird. Beispielhaft ist in Abb. 1 das Phasenmittel der Vertikalgeschwindigkeit in x-Richtung für die Simulationen mit kontinuierlicher und diskontinuierlicher Verteilung maximaler Wellenlänge dargestellt.

Im direkten Vergleich der Konvektionsmuster über den kontinuierlichen und diskontinuierlichen Oberflächen zeigte sich im Fall der schachbrettförmigen Inhomogenitäten eine Verstärkung der Sekundärzirkulation, was durch höhere Vertikalgeschwindigkeiten, aber auch durch die regelmäßige Form der Auf- und Abwindgebiete (vgl. Abb. 1(a) und 1(b)) deutlich wird. Dies ist durch die größeren horizontalen Temperaturgradienten in Bodennähe begründet, die eine stärkere horizontale Ausgleichsströmung bedingen. Diese zieht aus Kontinuitätsgründen eine verstärkte Vertikalbewegung nach sich.

Aufgrund des rasch wechselnden Einflusses der Eigenschaften der Oberfläche kann sich in Fällen mit kleinerer Wellenlängen nur in Bodennähe eine sehr schwach ausge-

prägte Sekundärzirkulation aufbauen.

Änderungen gegenüber den Simulationen mit homogener Oberfläche zeigten sich auch in den mittleren Profilen, z. B. dem des Vertikaltransports von turbulenter kinetischer Energie (TKE). In der gesamten Grenzschicht übersteigt der vertikale Transport von TKE für die Rechnungen mit großer Wellenlänge der Inhomogenitäten diejenigen der Simulationen mit kleineren Wellenlängen. Die Ergebnisse der letzteren weisen untereinander nur geringe Schwankungen auf. Im Fall einer schachbrettförmigen Verteilung ist der TKE-Transport gegenüber einer kontinuierlichen nochmals erhöht.

In diesem Zusammenhang bleibt festzuhalten, daß die Grenzschichthöhe mit zunehmender horizontaler Ausdehnung der Inhomogenitäten zunahm, was wegen des in allen Simulationen mit konstant  $125 \text{ Wm}^{-2}$  vorgegebenen mittleren bodennahen Wärmestroms nur auf ein verstärktes Entrainment zurückzuführen ist. Dieses verstärkte Entrainment ist ebenfalls eine Folge der stärker ausgeprägten Sekundärzirkulation, was sich daraus ableiten läßt, daß der vertikale Wärmestrom insbesondere über den Aufwindgebieten klein (stark negativ) ist. Dieser Effekt wird im Fall der diskontinuierlichen Inhomogenitäten maximaler Wellenlänge sogar im horizontal gemittelten Profil des vertikalen Wärmetransports sichtbar.

Daß der Einfluß der Oberflächeninhomogenitäten auf die Struktur der konvektiven Grenzschicht mit zunehmender horizontaler Ausdehnung zunimmt, zeigt sich am deutlichsten in den mittleren Profilen der dritten Momente der meteorologischen Variablen, wie zum Beispiel im Vertikalprofil von  $w'\theta'^2$ . Dieses ist durch die zunehmenden Temperaturvarianzen geprägt, die sich mit zunehmender Wellenlänge und zunehmender Diskontinuität in Bodennähe ausbilden.

Es läßt sich zusammenfassend sagen, daß die Oberflächeninhomogenitäten insbesondere dann einen Einfluß auf die Struktur und Entwicklung der konvektiven Grenzschicht haben, wenn ihre Abmessungen in der Größenordnung der Grenzschichthöhe liegen. Diskontinuierliche Inhomogenitäten, wie sie z. B. in der Randzone der arktischen und antarktischen Meereisgebiete vorkommen, verstärken gegenüber einer kontinuierlichen Verteilung des bodennahen Wärmestroms diesen Einfluß noch.

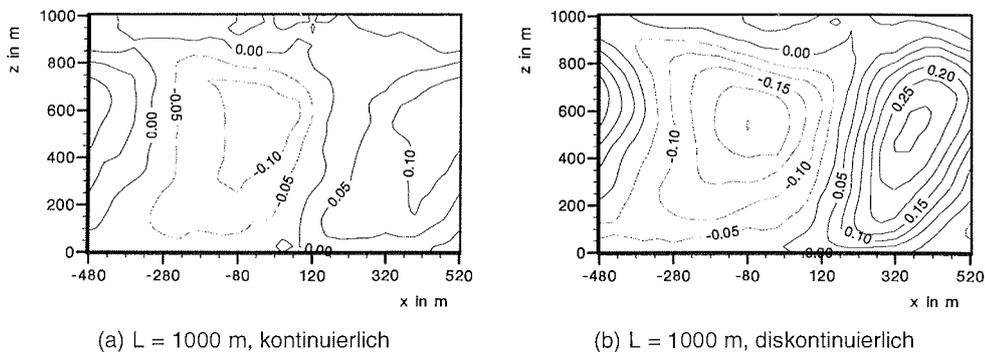


Abb. 1: Phasenmittel der Vertikalkomponente der Windgeschwindigkeit entlang der x-Achse,  $\langle w' \rangle_{x,t} / w_*$ , für einen kosinusförmigen (a) und einen schachbrettförmigen Wärmestrom (b) mit Wellenlänge  $L = 1000 \text{ m}$ . Isolinienabstand  $0.05w_*$ .

Hauer, R., Schwarz-Schampera, U., Petersen, S., Herzig, P.M., (Freiberg University of Mining and Technology) and Bohrmann, G. (GEOMAR Kiel)

### **Initial Geochemical and Isotopic Results from a Recently Discovered Hydrothermal Field, Hook Ridge, Bransfield Strait (Antarctica)**

A hydrothermal field in the Bransfield Strait, Antarctica, was discovered and sampled during RV Polarstern cruise ANT XV/2 "Scotia Flux I" (November 1997 - January 1998). The hydrothermal field is located in a water depth of 1130 m on Hook Ridge (62°12' S and 57°18' W), one of several bathymetric features aligned along a neovolcanic extensional zone within the Central Bransfield Strait. Although hydrothermal activity was suggested previously from anomalously high <sup>3</sup>He and Mn concentrations in the water column and high heat flow values along the Bransfield rift, no active venting was located so far.

The sedimented seafloor at the site of hydrothermal activity is partially covered by white crusts of amorphous silica. Within the sediment, hydrothermal precipitates occur disconformably throughout the sediment as well as conformably within the top 5 cm. The precipitates consist of amorphous silica and Fe-sulfides which replace and line former worm burrows and channels left by organisms indicating that hydrothermal fluids used these pathways to ascent to the seafloor.

Morphologically the sulfide encrustations consist of spheres that show a core of recrystallized pyrite framboids rimmed by radially grown marcasite. The pyritic core probably served as a nucleus for marcasite precipitation. Scanning Electron Microscopy (SEM) reveals that the amorphous silica consists of a network of threads with a uniform diameter between 2-4 µm. Amorphous silica often overgrows and cements fragments of diatoms.

The hydrothermal precipitates have so far been investigated by Instrumental Neutron Activation Analysis (INAA), X-Ray Diffraction (XRD) as well as for their sulfur and oxygen isotopic ratios. Both, the sulfide and the silica separates are relatively homogeneous in major and trace element composition. The sulfides are primarily composed of Fe-sulfides (avg. 49.3 wt.% Fe) with very low trace element concentrations except for Zn (avg. 218 ppm), Mo (avg. 260 ppm), As (avg. 125 ppm), Sb (avg. 0.6 ppm), and Co (avg. 26 ppm). Gold, Ag, Hg, and Se concentrations are below the detection limits. The silica-rich material consists almost entirely of amorphous SiO<sub>2</sub> with remarkably high concentrations of Zn (avg. 133 ppm) compared to the sulfides and an average of 109 ppm Br.

Sulfur isotopic values for the sulfide encrustations vary from -15.4 to -20.4 ‰ δ<sup>34</sup>S with an average of -17.4 ‰ (n=4), indicating that sulfate reduction of seawater derived sulfur by autotrophic bacteria is the main source of sulfur in these precipitates. This may also explain the large number of brittle stars and other organisms feeding on the organic matter provided by the bacteria.

The δ<sup>18</sup>O<sub>SMOW</sub> value of amorphous silica (35‰) corresponds to a formation temperature of approx. 28°C which is in good agreement with the in situ temperature measurements performed while the sediments were on deck (up to 24°C).

## On the katabatic wind systems over the Antarctic and over Greenland

Günther Heinemann and Thomas Klein, Universität Bonn, Bonn, Germany

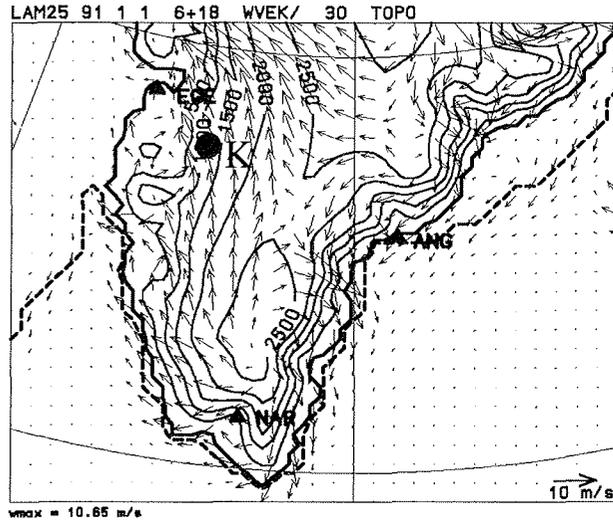


Fig. 1: Topography (full lines, isolines every 500 m) and near-surface wind vectors for South Greenland after 24 h simulation starting from a state of rest for January conditions. Triangles mark radiosonde stations, "K" indicates a grid point near Kangerlussuaq shown in Fig. 3.

The katabatic-driven near-surface wind regime plays an important role in questions of the mass balance of the Antarctic and the Greenlandic ice sheet. The coastal zones of both regions generally reveal a strong topographic gradient, and are associated with a wind regime dominated by katabatic forcing with wind speeds up to gale force. In the present paper, the katabatic winds are studied by means of numerical simulations using a mesoscale model as described in Heinemann (1997). The simulations were carried out with horizontal resolutions of 12, 25, 50 and 100 km as idealized simulations, realistic case studies, and (for Greenland) as runs over several months, the latter allowing studies of scale dependencies of the parameterizations. Idealized numerical simulations for Greenland are able to capture many most of the features of the near-surface katabatic wind system (Fig. 1). These simulations reflect the dominant influence of the topography structure on the near-surface wind field. While a relative homogeneous structure is found over the inner part of the Greenlandic ice sheet and over West Greenland, channeling effects are present in areas of large coastal valleys. Very pronounced channeling effects occur near Angmagssalik at the coast of East Greenland. These confluence zones can be enforced for the case of a synoptic-scale cyclone near Iceland.

Very pronounced channeling effects occur near Angmagssalik at the coast of East Greenland. These confluence zones can be enforced for the case of a synoptic-scale cyclone near Iceland.

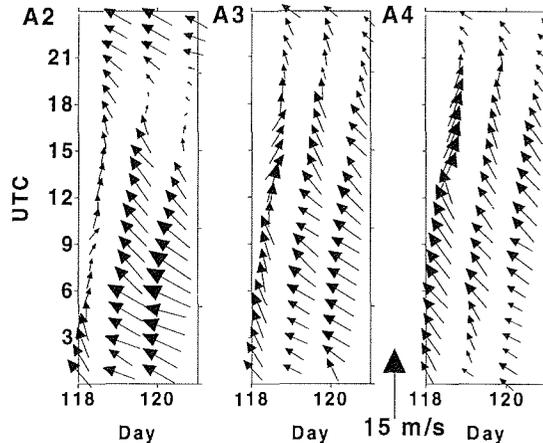


Fig. 2: Time series of the wind vectors at AWS A2, A3 and A4 on the inland ice (at distances of 5, 30 and 75 km from the ice edge, respectively) for Julian days 118-120 (28-30 April 1997). A scaling vector is shown.

While the wintertime katabatic wind system is mainly triggered by the synoptic environment, it reveals a pronounced signal in its daily course when insolation is present. This daily cycle of the katabatic wind system near the surface is reflected by surface station data in the area of southern Greenland, which were measured during the experiment KABEG in April/May 1997 (Heinemann, 1998). The daily course of the horizontal wind vector is shown in Fig.2 for a period with weak synoptic forcing for three stations on the ice sheet. Since the topography gradient is in east-west direction, an easterly wind is equivalent to a downslope wind. The onset of the katabatic wind starts around 20 UTC, and the downslope wind system is well developed during the morning hours. A significant wind decrease and change in wind direction is observed at about 12 UTC.

The daily cycle for the spring season from an idealized simulation is shown in Fig.3 for a model grid point of West Greenland. Near-surface wind speeds over the ice slope for spring have strengths comparable to those of the wintertime situations, but reveal a distinct daily cycle due to the daily course of the net radiation. Radiational cooling during the night leads to a distinct decrease of the temperature (and a more stable boundary layer). The amplitude of the wind variation agrees well with that observed during KABEG for weak synoptic forcing (Fig.2).

The results found for the Arctic agree with those for the Antarctic. The synoptic forcing, the daily course of the net radiation during summer and the surface conditions in the transition zone ice/ocean are found to be important for the katabatic wind structure for both regions. Recent realistic simulations for monthly periods show that the near-surface wind field as a one month mean is similar in many respects to the wind field structures found by idealized simulations over 1-2 days.

**References**

Heinemann, G., 1997: Idealized simulations of the Antarctic katabatic wind system with a three-dimensional meso-scale model. *J. of Geophys. Res.*, 102, 13825-13834.

Heinemann, G., 1998: Katabatic wind and boundary layer front experiment around Greenland (KABEG) field phase report. *Reports on Polar Research*, 269, Alfred-Wegener-Institute for Polar Research, Bremerhaven, FRG, 93pp.

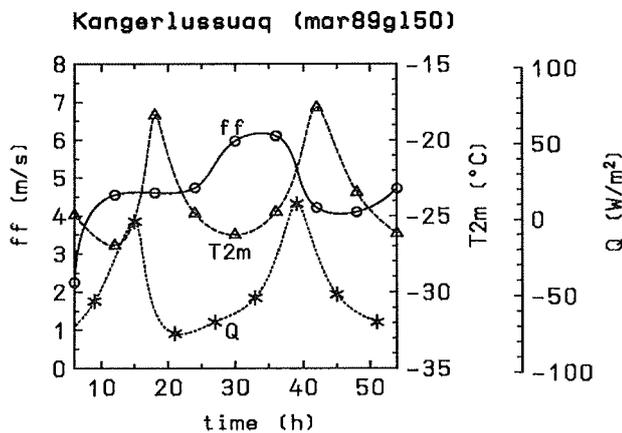


Fig.3: Time series of the near-surface wind speed (ff), temperature (T2m) and net radiation (Q) for point K shown in Fig.1 for the idealized simulation for March.

**Acknowledgments**

The numerical simulations were funded by DFG under grant He2740/1.

---

*Corresponding author address:* G. Heinemann, Meteorologisches Institut der Universität Bonn, Auf dem Hügel 20, D53121 Bonn, Germany. (email: gheinemann@uni-bonn.de)

## Die biogene Bildung methylierter Schwermetallverbindungen im polaren Ozean

*Klaus G. Heumann, Richard Pongratz und Oliver Schedlbauer*

Institut für Anorganische Chemie und Analytische Chemie der Johannes Gutenberg-Universität Mainz, Becherweg 24, 55099 Mainz

Die Biomethylierung ist heute eine der wichtigsten chemischen Prozesse in den Ozeanen, wobei dieser natürliche Prozeß besonders gut ohne Kontaminationsprobleme in den polaren Reinraumgebieten verfolgt werden kann, wenn es sich um die Bildung von Schwermetallmethylverbindungen handelt. Die häufig hohe Bioaktivität der polaren Ozeane garantiert dabei auch vergleichsweise hohe Produktionsraten dieser teilweise flüchtigen Verbindungen, die damit nach ihrer Emission in die Atmosphäre nicht unerheblich zum globalen Gesamtkreislauf von Schwermetallen beitragen. Von ihrer chemischen Stabilität unter Meerwasserbedingungen her kann man grundsätzlich erwarten, daß methylierte Verbindungen von Quecksilber, Blei, Cadmium und Thallium gefunden werden können, nämlich  $\text{Me}_2\text{Hg}$ ,  $\text{MeHg}^+$ ,  $\text{Me}_4\text{Pb}$ ,  $\text{Me}_3\text{Pb}^+$ ,  $\text{Me}_2\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{MeCd}^+$  und  $\text{Me}_2\text{Tl}^+$  (Me = Methylgruppe).

Von diesen in Frage kommenden Methylschwermetallverbindungen konnten bis heute die beiden methylierten Quecksilberspezies, Trimethylblei und in Ausnahmefällen auch Dimethylblei, Monomethylcadmium und kürzlich auch erstmals Dimethylthallium als biogene Substanzen im Ozean nachgewiesen werden. Dabei wurden Konzentrationsprofile sowohl im antarktischen und im arktischen Oberflächenwasser sowie auch Tiefenprofile bestimmt. Dabei konnte in der Regel eine positive Korrelation zwischen der Konzentration an methylierten Schwermetallen und Parametern für die Bioaktivität (z.B. mit Chlorophyll-a) gefunden werden. Zusätzlich konnte aus entsprechenden Nord/Süd-Konzentrationsprofilen auch der anthropogene Einfluß abgeschätzt werden. Die methylierten Quecksilberverbindungen wurden mit einem „Purge and Trap“-GC-Atomfluoreszenzdetektor-System bei entsprechender Derivatisierung von  $\text{MeHg}^+$ , die Blei- und Cadmiumverbindungen durch Inversvoltammetrie und das Dimethylthallium durch spezifische Extraktion in Kombination mit einer massenspektrometrischen Methode analysiert. Die Nachweisgrenze für die Quecksilberverbindungen lag bei 5 pg/L, diejenige für die anderen Methylschwermetallverbindungen bei 450 pg/L.

Modellversuche mit polaren Makroalgen sowie polaren Bakterien zeigen charakteristische „Fingerprints“ in der Biomethylierung. So bilden Makroalgen nur Trimethylblei und/oder methylierte Quecksilberverbindungen, bei antarktischen Bakterien wurde dagegen auch teilweise eine Methylierung von Cadmium gefunden. Offensichtlich sind unterschiedliche Mechanismen für die Bildung der methylierten Schwermetallverbindungen in den verschiedenen biologischen Spezies dafür verantwortlich.

Von den untersuchten Methylschwermetallverbindungen ist  $\text{Me}_2\text{Hg}$  das flüchtigste und dürfte somit im wesentlichen den natürlichen Beitrag zum atmosphärischen Quecksilbergehalt liefern. Aus unseren Bestimmungen des Dimethylquecksilbergehaltes im Arktischen Ozean und der dazugehörigen, marinen Atmosphäre konnten wir erstmals die jährliche Emission von Quecksilber aus dem nördlichen Polarmeer zu etwa  $(2-2,8) \times 10^2$  t abschätzen.

**ÖGRILAS: Frühe Öffnungsgeschichte der Lazarev-See und der Riiser-Larsen-See -  
Kompilation und Interpretation neuer geophysikalischer Datensätze**

K. Hinz<sup>1</sup>, Y.B. Gouseva<sup>2</sup>, G.A. Kudryavtsev<sup>2</sup>, S. Neben<sup>1</sup>, H.A. Roeser<sup>1</sup>

<sup>1</sup> - Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), Hannover

<sup>2</sup> - Polar Marine Geological Research Expedition (PMGRE), St. Petersburg

Für die plattentektonische Rekonstruktion der Öffnungsgeschichte des südwestlichen Indischen Ozeans und die Separation Gondwanas in Antarktis, Afrika, Madagaskar und Indien liegen zahlreiche Modelle vor, die Widersprüche und Diskrepanzen aufweisen. Der Hauptgrund für die Unterschiede ist die noch immer relativ geringe Dichte an geophysikalischen Profilen in den Seegebieten der Ostantarktis. Im Sommer 1995/96 wurde von der BGR mit der AKADEMIK NEMCHINOV ein verdichtendes Netz geophysikalischer Profile in der Lazarev-See, auf dem Astrid-Rücken und in der Riiser-Larsen-See vermessen. Zusammen mit einem Profilnetz, das von der PMGRE (St. Petersburg) mit der AKADEMIK A. KARPINSKI in der Riiser-Larsen-See vermessen wurde, stehen jetzt insgesamt über 7.200 km neue seegeophysikalische Daten (mehrkanaugige Reflexionsseismik, Refraktionsseismik, Gravimetrie und Magnetik) zur Verfügung. Weiterhin sind auf sechs Flugprofilen des AWI magnetische Daten gewonnen worden.

Die umfangreichen und qualitativ hochwertigen neuen Datensätze erlauben in Kombination mit den schon vorliegenden Vermessungen die Erstellung einer verbesserten Strukturkarte, die einige wichtige Befunde zeigt.

Die vulkanische Einheit des zuerst in der Weddell-See erkannten EXPLORA-Wedges, bei dem es sich um ein mächtiges Schichtpaket mit seewärts einfallenden Reflektoren und hoher Magnetisierung handelt, zieht sich nach Osten bis 12°E an den Fuß des Astrid-Rückens. Die maximale seewärtige Ausdehnung dieser Struktur beträgt dabei 120 km.

Der Astrid-Rücken wird durch die Astrid-Transformstörung bei 67°20'S in einen nördlichen und einen südlichen Teil getrennt. Im südlichen Teil haben sich nach dem reflexionsseismischen Bild vulkanische Komplexe auf vermutlich kontinentaler Kruste gebildet. Das Magnetfeld ist in einigen Bereichen des südlichen Astrid-Rückens viel ruhiger als im nördlichen Teil des Rückens, in dem auch reflexionsseismisch große Mächtigkeiten basischer Vulkanite beobachtet worden sind.

Die zentrale Riiser-Larsen-See ist von ozeanischer Kruste mit auffallend flachem Relief unterlagert. In Analogie zu unseren Befunden im Südatlantik schließen wir daraus auf eine erhöhte magmatische Aktivität während der Entstehung dieses Gebietes. Die Identifizierung der magnetischen Lineationen M22 bis M1 in der Riiser-Larsen-See konnte mit den neuen Daten weiter verfeinert werden. Einige Bruchzonen sind in Ost-West-Profilen mit Stufen in der Basementtiefe korreliert, deren Prägnanz von Süden nach Norden zuzunehmen scheint.

Die aeromagnetischen Profile in der Riiser-Larsen-See zeigen im Bereich des Kontinentalhangs weiträumige positive Anomalien, die den Übergang von kontinentaler zu ozeanischer Kruste markieren könnten. Diese Linie liegt 75 - 125 km landwärts von Anomalie M24 (153 Mill. Jahre). Wenn wir die spätere Spreadingrate 1,7 cm/Jahr bis zur o.g. weiträumigen Anomalie extrapolieren, ergibt sich bei Verwendung der Zeitskala GTS89 von Harland et al. für den Beginn der Driftphase ein Alter von 159 Mill. Jahren.

## Studies on antarctic bacterial isolates from soils and from hypersaline and heliothermal Ekho Lake (Vestfold Hills, East Antarctica)

Peter Hirsch & Matthias Labrenz

Institut für Allgemeine Mikrobiologie, Am Botanischen Garten 1-9, 24118 Kiel

The investigations were carried out with 52 bacterial isolates that came from the hypersaline, heliothermal and meromictic Ekho Lake, and 67 cultures from seven soils which had anthropogenic contamination of different degrees. Our interests were as follows: (I) To describe the Ekho Lake isolates (most of which appeared to be new) on the species or even genus level after sequence analysis of their 16S rDNA. Also, to study possible physiological adaptations of the isolates to their natural habitat, and to apply to these a new method for species- and / or strain differentiation. (II) Likewise, to determine the proportions of unknown genera and species among the isolates obtained from soils with different degrees of anthropogenic contamination. (III) Exoenzymatic activities of the soil isolates were to be compared to those observed during *in situ* experiments. Thus, a major question was, if comparably more known species would be present in the possibly contaminated antarctic soils, than in the presumably pristine Ekho Lake.

### I.1 Description of new genera and species isolated from the Ekho Lake

Manuscripts with the descriptions of two new genera have been submitted and reviewed.

I.1.a. *Antarctobacter heliothermus* gen. nov., sp. nov. (2, 4). These were Gram-negative, aerobic, pointed and budding bacteria with storage granules and rosette formation. Daughter cells could be motile. Growth required sodium ions; nitrate was reduced to nitrite, DNase and gelatinase were produced. Glutamate was metabolized with and without an additional source of combined nitrogen. The most abundant fatty acid was C<sub>18:1</sub>, other fatty acids present in lower concentrations were C<sub>12:1</sub> 3-OH, C<sub>16:1</sub>, C<sub>16:0</sub>, C<sub>18:0</sub>, and C<sub>19:0</sub> cy. Main polar lipids were phosphatidylglycerol and phosphatidylcholine. The DNA base composition was 62.3 to 62.8 mol% G+C. 16S rDNA sequence comparisons showed the isolates to be phylogenetically related to the genera *Sagittula* and *Roseobacter*. The type strain is EL-219<sup>T</sup> (= DSM 11445).

I.1.b. *Roseovarius tolerans* gen. nov., sp. nov. (3, 4). These Gram-negative, aerobic, pointed and budding bacteria also contained storage granules and had motile daughter cells. Bacteriochlorophyll *a* could be produced, but it was repressed by constant dim light. The strains tolerated a wide range of temperatures, of pH, and concentrations of artificial seawater (ASW) or NaCl, but they had an absolute requirement for Na<sup>+</sup>. Glutamate was metabolized with and without additional combined nitrogen. The dominant fatty acid was C<sub>18:1</sub>, other characteristic fatty acids were C<sub>18:2</sub>, C<sub>12:0</sub> 2-OH, C<sub>12:1</sub> 3-OH, C<sub>16:1</sub>, C<sub>16:0</sub> and C<sub>18:0</sub>. Main polar lipids were diphosphatidylglycerol, phosphatidylethanolamine, phosphatidylglycerol and phosphatidylcholine. The DNA base composition was 62 to 64 mol% G+C. 16S rRNA gene sequence comparisons showed the isolates to be close phylogenetic neighbours of '*Antarctobacter*', '*Marinosulfomonas*', '*Octadecabacter*', '*Sagittula*', '*Sulfitobacter*' and *Roseobacter*. Type strain: EL-172<sup>T</sup> (= DSM 11457).

**I.2 Physiological adaptations to the natural habitat in Ekho Lake.** Osmotolerance was tested with ASW. In most cases, the organisms tolerated higher concentrations of ASW than of NaCl. ASW was also more similar to the "salinities" measured at their natural habitat, i.e. in the Lake.

**I.3 A new method for the differentiation of species and / or strains: The analysis of 16S-23S rDNA internal transcribed spacer (ITS).** In order to examine the intra- and interspecific biodiversity of *Roseobacter denitrificans*, *R. litoralis*, *R. algicola*, '*Antarctobacter heliothermus*' and '*Roseovarius tolerans*', their highly variable 16S-23S rDNA ITS were amplified and analyzed for fragment lengths and DNA sequences. '*A. heliothermus*' had strains with an ITS-fragment length of 1092 bp. *R. tolerans* consisted of 8 strains; 5 of them had two ITS-fragments of different lengths (959 and nearly 1100 bp), whereas 3 harbored only one fragment of 1083 bp (2 strains) or 1165 bp (one strain). Despite the obvious length variations within the ITS-fragments, phylogenetic relationships could not be found with ITS length data. In contrast, the alignment of ITS-DNA sequences and neighbor-joining/parsimony trees revealed a highly corresponding and well supported phylogenetic tree. The strains of both new genera formed a monophyletic branch where they were well separated from each other and from type strains of *Roseobacter* species (4).

## **II. Proportions of known genera and species among the antarctic soil isolates**

II.a. Identification of bacteria by sequence analysis of the 16S rDNA. So far, nine bacterial strains were investigated by 16S rRNA sequencing; six other strains are presently being studied. The nine strains belonged to five already known species, all of them were members of previously described genera. Surprisingly, *Erwinia amylovora* had come from the presumably pristine Ice Plateau.

III. Exoenzymatic activities. Strains were tested which came from sites where *in situ* exposure of fluorogenic substrate analogues to the antarctic soil profile had been carried out. Sterile filter paper strips had been soaked in 4-methylumbelliferyl-containing substrate analogues and were pressed for various periods of time against the soil profile (1). These strains showed, when tested in the laboratory for hydrolysis of these substrate analogues, that they were definitely capable of enzymatic release and possibly utilization of the substrates.

## **References**

1. Hirsch, P., Labrenz, M. & Peissl, K. (1998). *In situ* demonstration of microbial exoenzymatic activity in three antarctic soil profiles using fluorogenic substrate analogues. Manuscript in preparation.
2. Labrenz, M., Collins, M. D., Lawson, P., Tindall, B. J., Braker, G. & Hirsch, P. (1998a). *Antarctobacter heliothermus* gen. nov., sp. nov., a budding bacterium from hypersaline and heliothermal Ekho Lake. *Int J Syst Bacteriol*. Submitted.
3. Labrenz, M., Collins, M. D., Lawson, P., Tindall, B. J., Schumann, P. & Hirsch, P. (1998b). *Roseovarius tolerans* gen. nov., sp. nov., an aerobic, budding and variable bacteriochlorophyll *a* producing bacterium from hypersaline, heliothermal and meromictic Ekho Lake (Vestfold Hills, East Antarctica). *Int J Syst Bacteriol*. Submitted.
4. Söller, R., Labrenz, M. & Hirsch, P. (1998). Molecular diversity of the 16S-23S rDNA internal transcribed spacer (ITS) of *Roseobacter*, *Roseovarius*, and *Antarctica*. In *BIOSpektrum, Abstracts, VAAM-Tagung* Frankfurt, (PF114). Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag GmbH.

# **Untersuchungen zur Bestimmung und Parametrisierung turbulenter Flüsse bei stabiler Schichtung über Meereis**

**M. Hofmann und R. Roth**

Institut für Meteorologie und Klimatologie  
der Universität Hannover

Eine genauere Klimaszenarienrechnung macht unter anderem eine Verbesserung der in den numerischen Klimamodellen verwendeten Parametrisierungen notwendig. Mit Hilfe von Messungen der Hubschrauberschleppsonde HELIPOD über Meereis wurden dazu eine Auswahl an Turbulenzparametrisierungen untersucht. Die Meereis-Regionen sind für Klimaszenarien von besonderer Bedeutung, da es in diesen Gegenden zum einen nur eine geringe Meßdatendichte gibt und zum anderen die Abweichungen zwischen den Modellergebnissen und den gemessenen turbulenten Flüssen im globalen Vergleich hier die größten relativen Fehler aufweisen.

Mit der Hubschrauberschleppsonde HELIPOD ist es möglich, bestehende Parametrisierungen turbulenter Mischungs- und Austauschprozesse durch genauere Messungen zu verbessern. Um diese Hypothese zu verifizieren, wurden von Bord des FS „Polarstern“ entsprechende Messungen über Meereis durchgeführt. Die Nutzung eines Helikopters als Trägerluftfahrzeug erlaubte dabei Flugmessungen in bisher nicht erreichbaren geringen Höhen bis hinab auf etwa 10 m über Grund. Zusammen mit einer Abtastrate von 100 Hz und einer um etwa den Faktor 2 geringeren Fluggeschwindigkeit eines Hubschraubers gegenüber einem Flugzeug führt die Messung in geringer Höhe zu einer stark verbesserten Turbulenzstatistik gegenüber Flugzeugmessungen.

Anhand der Messungen wurden die Parameter einer Auswahl von Turbulenzparametrisierungen bestimmt. Dabei konnte das Konzept der lokalen Skalierung bestätigt werden, wobei hervorzuheben ist, daß die bisherigen Bestätigungen dieses Konzeptes auf Meßdaten beruhen, welche bei wesentlich intensiverem turbulenten Austausch, verbunden mit betragsmäßig größeren turbulenten Flüssen, gewonnen wurden. Das Konzept der lokalen Skalierung konnte somit auf schwach turbulente Situationen ausgeweitet werden.

Teilweise bestätigt wurde das Bulk-Konzept für die Prandtl-Schicht und hierbei insbesondere die Gültigkeit der Monin-Obukov-Theorie für schwach stabile Schichtung. Es zeigten sich jedoch Diskrepanzen zwischen Theorie und Messung bei stärker stabiler Schichtung, welche vermutlich durch die Tatsache verursacht wurden, daß es sich in diesen Fällen um eine Strömung über einer aerodynamisch glatten Oberfläche handelte. In jedem Fall bedeutet die Bestimmung von Bulk-Koeffizienten aus fluggestützten Messungen direkt in der hierfür üblichen Referenzhöhe von 10 m schon einen Fortschritt, da auf diese Weise für einen Vergleich mit anderen Messungen keine weiteren Annahmen erforderlich sind.

Insgesamt wurden mit HELIPOD-Messungen bestehende Parametrisierungen bestätigt, deren Gültigkeitsbereich teilweise erweitert, aber auch Diskrepanzen zwischen Experiment und Theorie aufgedeckt.

## Die Rolle der Ostantarktis für die Rekonstruktion der Superkontinente Rodinia und Gondwana

Joachim Jacobs

Fachbereich Geowissenschaften, Universität Bremen, PF 330440, 28334 Bremen

Die Ostantarktis bildet eine Schlüsselrolle für die Rekonstruktion von Rodinia (ca. 1080 Ma) und Gondwana (ca. 500 Ma). Die meisten Rodinia-Rekonstruktionen plazieren den pazifischen Kontinentalrand der Ostantarktis an die Westküste Laurentias. In dieser Rekonstruktion bildet der ca. 1100 Ma alte *Maud Belt* Dronning Maud Lands (DML) die natürliche Verlängerung des gleichaltrigen Grenville Orogen Laurentias. In der Ostantarktis wurde grenvillische Kruste im Bereich der Heimefrontfjella und im zentralen DML untersucht.

In der Heimefrontfjella, westliches DML, lassen sich drei mesoproterozoische tektono-stratigraphische Terranes unterscheiden. Die Gesteine des Kottas Terrane repräsentieren einen typischen Inselbogen. Neue U-Pb SHRIMP Daten belegen, daß die ältesten intrusiven Gesteine, Tonalite und Trondhjemite, in diesem Terrane ca. 1130 Ma alt sind. Syn-tektonische Granite und metamorphe Zirkone wurden mit ca. 1100 - 1070 Ma, post-tektonische Intrusiva mit ca. 1060 Ma datiert. Im zentralen DML ist eine ähnliche Geschichte dokumentiert. Felsische Gneise, die als Metavulkanite interpretiert wurden, ergaben U-Pb SHRIMP Alter von ca. 1030 Ma. Die Metavulkanite werden von zahlreichen syntektonischen Plutoniten intrudiert, die ein Alter von ca. 1080 Ma aufweisen. Eine erste granulitfazielle Metamorphose, dokumentiert durch das Wachstum metamorpher Zirkone, wurde mit ca. 1080 Ma datiert. Sowohl in der Heimefrontfjella als auch im zentralen Dronning Maud Land zeigen Sm-Nd Modellalter von magmatischen Gesteinen, daß es sich um überwiegend juvenile mezoproterozosische Kruste mit nur geringer älterer Vorgeschichte handelt.

Sollte der Maud Belt in DML tatsächlich die natürliche Fortsetzung des Grenville Orogen sein, dann müßten sich deutliche lithologische und strukturelle Übereinstimmungen zwischen diesen Teilabschnitten nachweisen lassen. Bis auf wenige Gemeinsamkeiten scheinen die beiden Gebirge aber sehr unterschiedlich zu sein. Im Gegensatz zur mesoproterozoischen Kruste von DML sind im Grenville Orogen zwei Phasen der Krustenakkretionierung dokumentiert. Inselbögen entstanden am SW-Rand von Laurentia wesentlich früher, nämlich um ca. 1300 Ma und wurden bereits um ca. 1190 Ma an den Kontinentalrand angeschweißt (Elzeviran Orogeny). Nach einer Phase anorogenen Magmatismus zwischen ca. 1180 und 1130 Ma, wurde die noch junge elzevirische Kruste während einer Kontinent-Kontinent Kollision um ca. 1080 Ma hochgradig überprägt (Ottawan Orogeny). Die Ottawan Orogeny des Grenville Orogens entspricht zeitlich der Hauptmetamorphose des Maud Belts und repräsentiert vermutlich den Zeitpunkt der Amalgamierung von Rodinia. Obwohl die späte Kollisionsgeschichte in beiden

Gebirgsgürteln zeitgleich ablief, deutet die grundsätzlich unterschiedliche frühe Akkretionierungsgeschichte darauf hin, daß diese beiden Gebirge wahrscheinlich nicht entlang des gleichen Kontinentalrands entstanden sind. Allerdings läßt sich der Maud Belt sehr gut mit gleichaltriger Kruste des südlichen Afrika, dem Namaqua-Natal Belt korrelieren, der sich ebenfalls stark von dem Grenville Orogen unterscheidet. Paläomagnetische Daten an ca. 1100 Ma alten Vulkaniten der Ostantarktis und des südlichen Afrika sprechen ebenfalls dafür, daß das Grenville Orogen sich nicht in den Maud Belt fortsetzt. Möglicherweise repräsentiert der Zimbabwe-Kaapvaal Kraton des südlichen Afrika jedoch den Kontinent, mit dem Laurentia kollidierte. In diesem Szenario könnte der Namaqua-Natal-Maud Belt die SE-Flanke des Grenville Orogens repräsentieren.

Der Maud Belt wurde im ausgehenden Neoproterozoikum und im unteren Phanerozoikum (Pan-African) stark tektono-thermisch überprägt. Im westlichen DML wurde eine breite duktile Scherzone, die Heimefront Shear Zone, identifiziert, die Kruste mit geringer und nicht durchgreifend duktiler pan-afrikanischer Überprägung im Westen von pervasiv duktiler und zumeist hochgradiger pan-afrikanischer Überprägung im Osten trennt. Entlang der Heimefront Shear Zone wurden die östlichen Bereiche des Maud Belts durch schräge dextrale Transpression gegenüber dem Westteil herausgehoben. Im zentralen DML und der Lützw-Holm Bucht erreicht die pan-afrikanische Überprägung Granulitfazies. Im zentralen DML konnte eine komplexe pan-afrikanische Geschichte dokumentiert werden. Anorogener Charnokit-Anorthosit-Magmatismus wurde auf ca. 610 bis 600 Ma datiert (U-Pb SHRIMP). Eine erste Phase hochgradiger pan-afrikanischer Metamorphose ist zwischen ca. 585-560 Ma dokumentiert. Eine zweite Phase hochgradiger Überprägung wurde zwischen ca. 530 und 515 Ma nachgewiesen. Die zweite Phase ist mit syntektonischem Granodioritmagmatismus assoziiert. Die überwiegenden pan-afrikanischen Struktureinheiten DML deuten auf eine Verformung in einem transpressiven sinistralen Spannungsfeld hin. Damit liegen große Ähnlichkeiten mit dem Mozambique Belt von Ostafrika vor, der durch die vermutlich schiefe Kollision zwischen Ost- und West-Gondwana entstanden ist. Voluminöse post-tektonische Granitoide intrudierten große Bereiche des zentralen DML um ca. 510 Ma und belegen den Abschluß der pan-afrikanischen Überprägung.

Die großen Ähnlichkeiten zwischen dem ca. 500 Ma alten Mozambique Belt und großer Teile von DML lassen vermuten, daß der Mozambique Belt sich in die Ostantarktis fortsetzt und nicht wie bisher vermutet wurde in SE-Afrika terminiert. Dies würde nahelegen, daß Teile von DML zu West-Gondwana gehörten und erst während des ausgehenden Neoproterozoikums an die Ostantarktis angeschweißt wurde. Obwohl bisher keine Relikte des Mozambique Ozeans in DML gefunden wurden, scheinen neueste paläomagnetische Daten ebenfalls zu belegen, daß die Ostantarktis erst im unteren Phanerozoikum vollständig amalgamierte.

## **Beeinflussung der bodennahen Partikeldynamik durch sessile Ascidien in der Pottercove (King George Island, Antarktis)**

Sabine Jähmlich, Universität Rostock, Abt. Meeresbiologie, Freiligrathstr. 7/8, 18055 Rostock, sj@frserv.bio3.uni-rostock.de

Durch Einsatz einer Partikelkamera soll, in situ, der Einfluß von Ascidien, als einer der häufigsten Benthostiere der antarktischen Küstenregionen, auf den vertikalen und horizontalen Partikelfluß untersucht werden. Insbesondere die Verwendbarkeit von Aggregaten durch Ascidien ist hierbei von Interesse. Nach einer Planktonblüte zu Beginn des Frühjahrs, bilden sich in den antarktischen Küstengewässern sehr schnell große Aggregate (marine snow), die in sehr kurzen Zeitskalen zu Boden sinken. Die meisten Untersuchungen zur Partikelaufnahme benthischer Makrofauna Arten wurden in Aquarien oder in Stromungskanälen durchgeführt. In diesen künstlichen Systemen ist es kaum möglich, den Tieren das natürliche Größenspektrum an Partikeln zur Verfügung zu stellen.

In der Literatur findet man meist sehr kleine Partikel als bevorzugtes Spektrum in der Nahrungsaufnahme. Es kann jedoch davon ausgegangen werden, daß Ascidien in der Lage sind, große Aggregate entweder direkt aufzunehmen oder das sie umgebende hydrodynamische System dazu nutzen, Aggregate in eine für sie verwertbares Größenspektrum zu zerkleinern.

# Bestimmung von polaren Meereisparametern aus passiven Mikrowellenmessungen

Klaus-Peter Johnsen, Georg Heygster, Klaus Künzi <sup>1</sup>

Meereis und seine Schneeeauflage besitzen wegen ihrer hohen Albedo und geringen Wärmeleitfähigkeit eine große Bedeutung für das globale Klima. Daher ist ihre flächendeckende Beobachtung wünschenswert. Passive Mikrowellendetektoren an Bord von erdumkreisenden Satelliten (z.B. SSM/I, Special Sensor Microwave Imager) ermöglichen die Beobachtung der Erde unter allen Wetterbedingungen, auch nachts und in der Polarnacht. Um das Signal des SSM/I vom Meereis näher zu verstehen, wurden radiometrische in-situ-Messungen von verschiedenen Eistypen aufgenommen [1,2], mit Tagesmittelwerten des SSM/I verglichen und daraus ein Algorithmus zur Bestimmung der Schneedicke über arktischem Meereis aus SSM/I-Daten abgeleitet [3].

Passive Mikrowellenmessungen an dünnem Süßwassereis im Tankexperiment zeigen Oszillationen der Helligkeitstemperatur und Emissivität in Abhängigkeit von der Eisdicke aufgrund von Interferenz an den Grenzschichten Wasser/Eis bzw. Eis/Luft. Ein auf der Many Layer Strong Fluctuation Theory (SFT) [4,5] basierende Modellierung dieser Daten erlaubt die Ableitung der Eisdicke [6]. Die Theorie setzt jedoch planparallele Schichtung des Eises voraus. Diese Voraussetzung ist im arktischen und antarktischen Meereis nicht erfüllt. Da die SFT jedoch sehr genau die Streuung im Eis modelliert und die Oszillationen im wesentlichen auf der Fresnel-Reflektion basieren, wurde eine Strahlungstransporttheorie zur Berechnung der inkohärenten Reflektion mit dem Streuterm der SFT zu einer kombinierten Strong Fluctuation Theory (CSFT) zusammengesetzt. Diese zeigt nur noch vernachlässigbar geringe Oszillationen.

Der Algorithmus zur Bestimmung der Schneedicke berechnet zunächst mit dem NASA-Team-Algorithmus die Eiskonzentration, dann die Helligkeitstemperaturen des Eises. Aus einer Modellierung des Zusammenhanges von Gradientenverhältnis GR(37V,19V) der Helligkeitstemperaturen des Eises und der Schneedicke durch die CSFT wird die Schneedicke bestimmt. Grundlage hierzu sind 11 Eisbohrkerne und Schneeparameter von 31 Stationen, die während der Expedition ARK-12 von F.S.Polarstern vom 23.7.–13.9.1996 in der Kara- und Laptew-See aufgenommen wurden [1,2,7]. Verglichen wurde der Algorithmus mit zonalen Mittelwerten der Schneedicken russischer Driftstationsdaten von 1937–1986. Es zeigte sich in beiden Datensätzen ein Anstieg der Schneedicke mit der Breite [3].

[1] M.Lensu, C.Haas, F.Cottier, C.Friedrich, J.Weissenberger, K.Abrahamson, A.Ekdahl, A.Darovskikh, K.-P.Johnsen *Arctic'96: Polarstern Ice Station Report*, M-214 Helsinki University of Technology, 1996

[2] E.Augstein and Cruise Participants Die Expedition Arctic'96 des F.S.Polarstern ARK XII mit der Arctic Climate System Study (ACSYS). Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, Bremerhaven. *Reports on Polar Research 234*, 1997

<sup>1</sup>Institut für Umweltphysik, Universität Bremen, Email: johnsen@diana.physik.uni-bremen.de

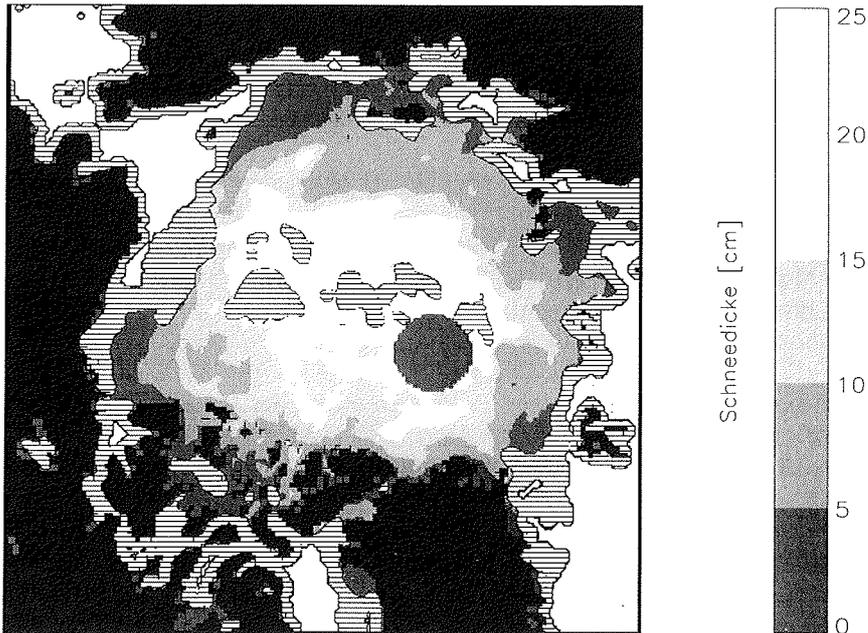


Abbildung 1: Mittlere Schneedicke in der Arktis vom 25.8.-30.8.1996, wie sie mit dem Algorithmus bestimmt wurde. Horizontale Striche: Eiskonzentration zwischen 5 und 60%.

- [3] K.-P. Johnsen, A. Darovskikh, A. Wiesmann, H. Eicken, G. Heygster, C. Haas Passive Microwave in situ Measurements over Snow Covered Siberian Sea Ice Compared with SSM/I Submitted to *IEEE Transaction on Geoscience and Remote Sensing*, 1998
- [4] R. Fuhrhop, G. Heygster, K.-P. Johnsen, P. Schlüssel, M. Schrader, C. Simmer Study of Passive Remote Sensing of the Atmosphere and Surface Ice. Inst. für Meereskunde an der Univ. Kiel. *Final Report for ESA Contract No. 11198/94/NL/CN*, 1997
- [5] R. Fuhrhop, T. C. Grenfell, G. Heygster, K.-P. Johnsen, P. Schlüssel, M. Schrader, C. Simmer A combined radiative transfer model for sea ice, open ocean, and atmosphere. *Radio Science*, in press, 1998
- [6] A. Darovskikh, K.-P. Johnsen, V. Fedotov, K. Tyshko, H. Eicken, G. Heygster Growth velocity of freshwater ice and air bubble sizes linked to microwave radiometer measurements. Submitted to *The Proceedings of the 14th International Symposium on Ice*, Potsdam, New York, USA, 1998
- [7] K.-P. Johnsen, A. Darovskikh, G. Heygster, A. Wiesmann Microwave Measurements of Sea Ice in the Kara- and Laptev Sea. *Proceedings of the IGARSS'97, 3.-8.8.1997, Singapur, IEEE Catalog No. 97CH36042*, 1675-1677, 1997

## Untersuchungen der Saisonalität von atmosphärischem Dimethylsulfid an der Neumayer-Station, Antarktis

Ch. Kleefeld<sup>1,4</sup>, H. Bingemer<sup>2</sup>, A. Minikin<sup>1</sup>, G. Gravenhorst<sup>3</sup> und O. Schrems<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, Bremerhaven

<sup>2</sup>Institut für Meteorologie und Geophysik, Frankfurt

<sup>3</sup>Institut für Bioklimatologie, Göttingen

<sup>4</sup>National University of Ireland, Galway

Langzeit-Beobachtungen der chemischen Zusammensetzung des Aerosols in der antarktischen Troposphäre zeigen einen ausgeprägten Jahresgang von Sulfatexzess (nss Sulfat) und Methansulfonat (MSA). Diese Aerosolkomponenten bilden die stabilen Endprodukte der Oxidation von gasförmigem Dimethylsulfid (DMS).

Während der Überwinterungskampagne 1992/93 an der Neumayer Station (70°S, 8°W) wurde eine 7 monatige Zeitreihe von DMS Mischungsverhältnissen gewonnen. Die täglichen Messungen von DMS begannen während der Polarnacht im Juni 1992 und wurden bis zum Februar 1993 fortgesetzt.

Die DMS Mischungsverhältnisse variierten zwischen 0,5 und 75 pptv. Die niedrigsten Konzentrationen wurden in dem Zeitraum August bis November detektiert und lagen im Mittel bei 1 pptv. In den Wintermonaten Juni und Juli konnten im Gegensatz zu den nss Sulfat und MSA Konzentrationen relativ hohe DMS Mischungsverhältnisse nachgewiesen werden, die zum August hin einen exponentiellen Rückgang von 65 pptv auf 1 pptv zeigten. Ein Anstieg der DMS Konzentrationen wurde im Dezember beobachtet und damit etwa 2 Monate später als der Anstieg der partikulären DMS Oxidationsprodukte. Im Januar wurden maximale DMS Mischungsverhältnisse von 75 pptv erreicht.

Die Analyse der Daten deutet auf eine Akkumulation von DMS in der antarktischen Troposphäre hin. Diese kann während der Herbstmonate aufgrund der niedrigen Oxidations-Effizienz der Atmosphäre und der noch vorhandenen DMS Emissionen des Ozeans einsetzen. Der Abbau dieses atmosphärischen DMS-Reservoirs wird als Ursache für den Anstieg der nss Sulfat und MSA Konzentrationen, der im September erfolgt, angesehen. Der Rückgang der Meereisbedeckung im Sommer korreliert mit dem Anstieg der DMS Konzentrationen und weist auf einen Beitrag lokaler DMS Quellen zur zeitlichen Entwicklung der nss Sulfat und MSA Konzentrationen hin. Die in der Polarnacht - während der Zeit niedriger OH-Radikal-Konzentrationen - beobachtete exponentielle Abnahme des DMS (Abklingkonstante:  $1/12 \text{ Tag}^{-1}$ ) kann durch die Abreaktion von DMS mit BrO- und NO<sub>3</sub>-Radikalen bei 0.12 ppt BrO bzw. 0.03 ppt NO<sub>3</sub> quantitativ erklärt werden.

## Faunistische Analyse des Megabenthos der Potter Cove, Antarktis

J. Kowalke<sup>1</sup>, R. Sahade<sup>2</sup> & M. Tatián<sup>2</sup>

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

2: Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba, Argentinien

Ziel der Arbeit war eine Analyse der benthischen Besiedlungsstrukturen der Weichböden in der Potter Cove, King George Island (Antarktis) anhand von Photo-transekten in Tiefen zwischen 15 und 30m. Für die verschiedenen Tiefenstufen wurden neben der Taxazahl die Parameter Diversität (H') und Äquität (J') berechnet. Die Ergebnisse zeigen eine deutliche Tiefenzonierung in der Bodentierbesiedlung. Klar abzugrenzen ist die Fauna in Wassertiefen von 15m von einer Artenassoziation in Tiefen von 30m. Zwischen diesen beiden Gemeinschaften liegt eine Übergangszone mit einer heterogenen Faunenzusammensetzung. Allgemein steigt die Diversität und die Äquität mit zunehmender Tiefe an.

15 m Tiefe: nur etwa 5 % des Meeresbodens sind besiedelt. Unter den 9 gefundenen Taxa dominieren die Muschel *Laternula elliptica* (28,3/m<sup>2</sup>) und eine einjährige Pennatulacea (16,5/m<sup>2</sup>)

20 m Tiefe: 15 % des Meeresbodens sind besiedelt. Die Anzahl der Taxa steigt auf 12 an. Die Fauna wird dominiert von der Ascidie *Molgula pendunculata* (11,2/m<sup>2</sup>). Die Besiedlungsdichten von *L. elliptica* und der Pennatularie gehen auf 9,1 bzw. 8,5/m<sup>2</sup> zurück.

25 m Tiefe: 19 % des Meeresbodens sind besiedelt. Insgesamt fanden sich 14 Taxa. Die Bodenfauna wird auch hier dominiert von *M. pendunculata* (11,5/m<sup>2</sup>). *L. elliptica* und die Pennatularie kommen nur noch mit 3,8 bzw. 4,0/m<sup>2</sup> vor.

30 m Tiefe: 35 % des Meeresbodens sind besiedelt. Die Gesamtzahl der Taxa steigt auf 20. Die Benthosgemeinschaft wird dominiert von sechs Ascidiern: *M. pendunculata* (16,3/m<sup>2</sup>), *Aplidium radiatum* und *Ascidia challengerii* (beide 5,5/m<sup>2</sup>), *Corella eumyota* (3,8/m<sup>2</sup>), *Cnemidocarpa verrucosa* (1,9/m<sup>2</sup>) und *Pyura setosa* (0,9/m<sup>2</sup>).

Andere Taxa waren in allen Tiefenstufen nur mit <1,0/m<sup>2</sup> vertreten. Hierbei handelt es sich u.a. um Porifera (v.a. *Isodictya kerguelensis*), Asteroide (v.a. *Diplasterias brucei*), Ophiuroidea (*Ophionotus victoriae*), Echinoidea (*Sterechinus neumayeri*), Nemertina (*Parbolasia corrugatus*), sowie Actinien und Polychaeten.

Die Zonierung des Makrozoobenthos ist vermutlich in erster Linie auf den zerstörerischen Einfluß kleinerer strandender Eisberge, sogenannte "Growler", in Tiefen von bis zu 15 m zurückzuführen. In diesem physikalisch kontrollierten Lebensraum können nur infaunale Arten wie *L. elliptica* oder einige einjährige Arten wie die Pennatularie erfolgreich siedeln. Da Eisberge in der Potter Cove die Fauna in Tiefen von 30 m in der Regel nicht beeinflussen, treten hier biologische Interaktionen wie Raum- oder Nahrungskonkurrenz und Prädation (Zehrungsdruck) sowie unterschiedliche Rekrutierungserfolge in den Vordergrund.

## Untersuchungen zur Massenbilanz im südöstlichen Teil des Ronne Ice Shelf, Antarktis

Astrid Lambrecht, Christoph Mayer, Uwe Nixdorf, Hans Oerter

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

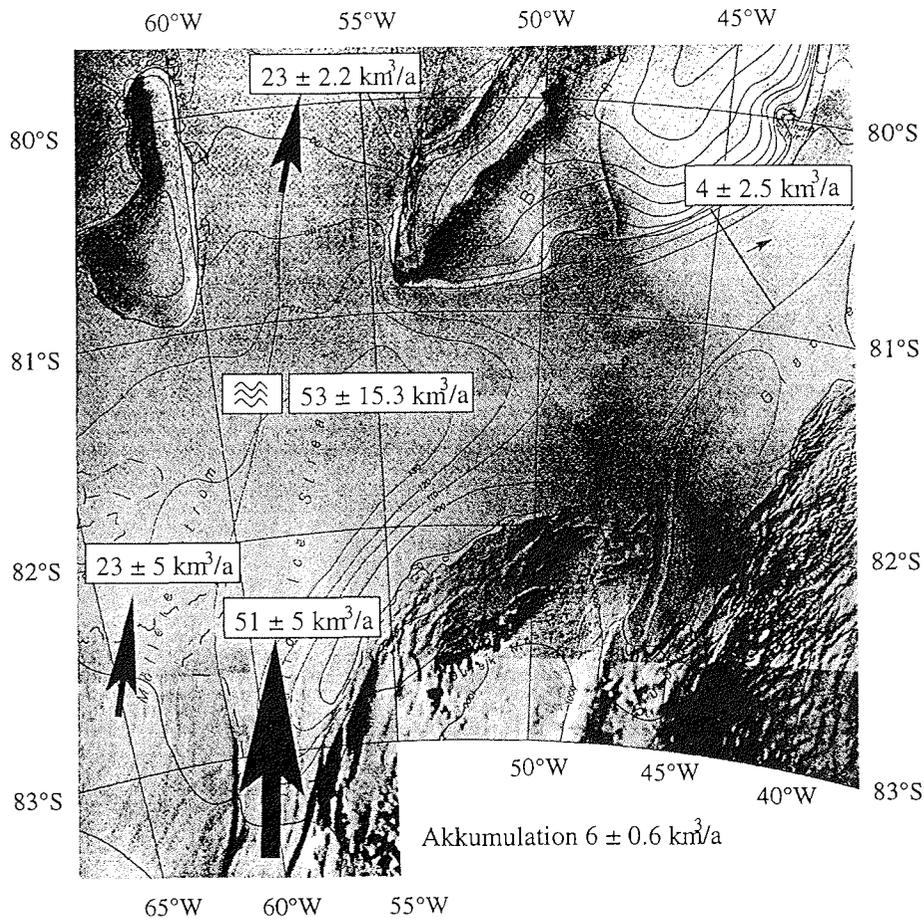
Etwa die Hälfte der Antarktischen Küstenlinie wird von Schelfeisen eingesäumt. Die beiden größten Schelfeise, das Filchner-Ronne-Schelfeis und das Ross Ice Shelf bilden dabei einen großen Teil der Westantarktischen Küste. Die Rückhaltekräfte an den Rändern der Schelfeise sowie an Stellen, an denen die Schelfeise am Grund aufliegen, beeinflussen die Stabilität des Westantarktischen Eisschildes wesentlich. Die dynamischen Prozesse und der Massentransport im Übergangsbereich vom aufliegenden Eisschild zum schwimmenden Schelfeis spielen deshalb eine Schlüsselrolle bei den derzeitigen Stabilitätsuntersuchungen. Das Filchner-Ronne-Schelfeis ist in Bezug auf seine Fläche das zweitgrößte Schelfeis der Antarktis, volumenmäßig sogar das größte. Es wird hauptsächlich von großen Eisströmen gespeist und drainiert insgesamt 24 % der Fläche der Antarktis. Gegenstand dieser Untersuchung waren der Möllereisstrom und der Foundation Ice Stream, die in den südöstlichen Teil des Ronne Ice Shelf einfließen.

Bislang waren der Massenzufluß über den Foundation Ice Stream ins Schelfeis nur mittels der Akkumulationsraten im Einzugsgebiet, unter Annahme einer ausgeglichenen Massenbilanz, abgeschätzt worden. Es standen jedoch keine Meßwerte zur Verfügung, um den Massendurchfluß im Bereich der Aufsetzzone direkt zu berechnen. Für den Möllereisstrom gab es bislang keinerlei Abschätzungen. Geophysikalische und glaziologische Studien während der Filchner-V-Kampagne im Januar/Februar 1995 ergaben Eismächtigkeiten, Fließgeschwindigkeiten und Akkumulationsraten an der Oberfläche und erlaubten so erstmals Massenbilanzberechnungen für diesen Teil des Ronne Ice Shelf. Nach den Ergebnissen dieser Studie fließen  $51 \pm 5 \text{ km}^3/\text{a}$  Eis über den Foundation Ice Stream und  $23 \pm 5 \text{ km}^3/\text{a}$  Eis über den Möllereisstrom in das Filchner-Ronne-Schelfeis ein.

Eine wichtige Massenbilanzgröße im südöstlichen Teil des Ronne Ice Shelf ist die subglaziale Ablation. Die direkte Berechnung aus der Ausdünnung des Schelfeises und der Geschwindigkeitsänderung sowie numerische Modellierungen dieser Schmelzprozesse an der Unterseite des Schelfeises ergeben im Bereich der Aufsetzlinie des bis zu 2000 m mächtigen Foundation Ice Stream Abschmelzbeträge von bis zu 10 m/a. Für den weniger mächtigen Möllereisstrom liegen die Abschmelzbeträge dagegen nur bei 1,4 m/a.

Ein Vergleich der über Möllereisstrom und Foundation Ice Stream ins südliche Filchner-Ronne-Schelfeis einströmenden Eismassen mit dem Massenabfluß ins Filchnerschelfeis sowie dem Massenabfluß im Ronne Ice Shelf zwischen Henry Ice Rise und Berkner Island ergibt einen Massenverlust von 65 %. Dies entspricht einer mittleren subglazialen Abschmelzrate von 1 m/a. Die Akkumulationsraten an der Oberfläche liegen im Vergleich dazu nur bei Werten um 0,1 m/a.

Die Abschmelzprozesse unter dem Filchner-Ronne-Schelfeis lassen das sogenannte Ice Shelf Water (ISW) entstehen, das zusammen mit dem High Salinity Shelf Water (HSSW) das kalte, sauerstoffreiche Antarctic Bottom Water (AABW) bildet. 70 % dieser Wassermasse wird im Weddellmeer gebildet. Deshalb spielen die Massenbilanz und subglazialen Schmelzprozesse im südlichen Teil des Filchner-Ronne-Schelfeises auch eine wichtige Rolle für die weltweite Zirkulation im Ozean.



Massenbilanzgrößen für das südöstliche Ronne Ice Shelf (Lambrecht 1997).

#### Literatur:

Lambrecht, A., Mayer, C., Hempel, L., Nixdorf, U., Oerter, H. (1995): Glaciological investigations in the grounding line area of the Foundation Ice Stream, Antarctica. *Polarforschung* **65**(1), 15-25 (erschienen 1997).

Lambrecht, A. (1997): Untersuchungen zu Massenhaushalt und Dynamik des Ronne Ice Shelf, Antarktis. *Ber. Polarforschung* **265**, 143 S.

Die Arbeiten wurden gefördert durch Mittel aus dem DFG-Projekt **OE130/2**.

## EISSCHILDTOPOGRAPHIE AUS SATELLITENGESTÜTZTEN ALTIMETRIEDATEN

Manfred A. Lange und Stephan Eickschen  
Institut für Geophysik der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster  
Corrensstraße 24; 48149 Münster

Die Topographie der Eiskappen der Erde stellt nicht nur einen wichtigen Parameter bei der Untersuchung ihrer zeitabhängigen Veränderung dar, sondern dient zugleich als 'Indikator' möglicher, klimabedingter Veränderungen der Kryosphäre. Um Höhenveränderungen von Eisoberflächen möglichst umfassend und kontinuierlich zu vermessen, bedient man sich der satellitengestützten Radaraltimetrie.

Die Genauigkeit und Zuverlässigkeit von Radaraltimetriedaten wird von einer Reihe von Faktoren beeinflusst. Dabei spielen die physikalischen/glaziologischen Eigenschaften der obersten Schichten des beobachteten Eiskörpers eine besonders wichtige Rolle. Um die Qualität der Altimetriedaten zu verbessern, ist es daher notwendig, die Auswertelgorithmen den lokalen Gegebenheiten der Eisoberfläche anzupassen. Hierzu gibt es unterschiedliche Ansätze.

Wir gehen bei unseren Untersuchungen davon aus, daß die Oberflächencharakteristika der großen Eiskappen sich einer begrenzten Zahl von Klassen mit bestimmten, klar zu definierenden Eigenschaften zuordnen lassen. Damit ergibt sich die Möglichkeit, für jede der Klassen Korrekturalgorithmen zu erarbeiten. Diese werden nachfolgend bei der Auswertung von denjenigen Altimetriedaten angewendet, die über Oberflächen gewonnen wurden, die sich einer der Klassen zuordnen lassen.

Auch bei der Klassifikation von Eisoberflächen liegt es aufgrund der großen Ausdehnung der Eiskappen der Erde nahe auf Fernerkundungsverfahren zurückzugreifen. Dabei macht man sich zu Nutzen, daß die physikalischen Eigenschaften des Oberflächenmaterials direkten Einfluß auf sein Strahlungsverhalten im Mikrowellenbereich bis hin zum infraroten Bereich des elektromagnetischen Spektrums haben. Aber auch bei diesem Ansatz bedarf es der Überprüfung und Eichung der Satellitendaten, um zu stichhaltigen Aussagen zu gelangen. Dabei bedienen wir uns der Methoden der Feldglaziologie, mit deren Hilfe wichtige Schnee- und Firneigenschaften zu ermitteln sind.

Felddaten, die während der Expedition ANT XIV-3 des Alfred-Wegener-Institutes für Polar- und Meeresforschung (AWI, Bremerhaven) gewonnen wurden bilden einen ersten Grundstock für die oben beschriebene Vorgehensweise. Die bisherigen Ergebnisse bestätigen die Richtigkeit des gewählten Ansatzes und führen zu konsistenten und im Rahmen der zuvor abgeschätzten Verteilung von Oberflächenklassen sinnvollen Schlußfolgerungen.

# Feuchtetransporte und Feuchteakkumulation in antarktischen und arktischen Eisgebieten.

Ein Vergleich zwischen Paläoklimaten und dem rezenten Klima.

G. Leckebusch und P. Speth, Institut für Geophysik und Meteorologie, Universität zu Köln, Kerpenerstr. 13, 50923 Köln

Im Rahmen des Projekts wird ein meteorologischer Beitrag zur Interpretation der Ergebnisse aus antarktischen und arktischen Eisbohrkernen geliefert. Durch die Untersuchung von Feuchteflüssen in die polaren Regionen und der Konvergenz von Feuchte über den polaren Eisgebieten als Maß für den Niederschlag werden die damit verbundenen Depositionen im Eis der Antarktis und Grönlands interpretiert. Anhand des Vostok-Eisbohrkerns (Antarktis) wurde u.a. festgestellt, daß während kalter klimatischer Bedingungen geringere Treibhausgaskonzentrationen bei höheren Staubkonzentrationen aufgetreten sind. Eine zentrale Rolle bei der Interpretation derartiger Ergebnisse nimmt die Frage nach den Ursachen der Konzentrationsschwankungen verschiedener Spezies ein. Sind z.B. die im letzten glazialen Maximum (LGM, 21 kyr BP) veränderten Staubkonzentrationen auf eine veränderte allgemeine atmosphärische Zirkulation oder auf eine Intensivierung bestehender Zirkulationsmuster zurückzuführen?

Als Datengrundlage der Untersuchung dienen in erster Linie die mit dem Hamburger Klimamodell ECHAM3 durchgeführten Paläoklima-Simulationen für das letzte glaziale Maximum und das holozäne Klimaoptimum (6 kyr BP). Vergleichende Auswertungen mit Daten der rezenten Atmosphäre und des Kontrollexperimentes sollen klären, inwieweit das Klimamodell die besonderen Anforderungen hinsichtlich der Transporte von Feuchte und Aerosolen erfüllt.

Die Untersuchung des nord- und südhemisphärischen Feuchteflusses in die Polarregionen basiert im wesentlichen auf einer Analyse des atmosphärischen Zweigs des Hydrologischen Zyklus'. Dazu wurde der sogenannte „Q-Vektor“ berechnet. Unter dem „Q-Vektor“ wird der vertikal integrierte Feuchtefluß verstanden, welcher auch als „aerial runoff“ bezeichnet wird:

$$\vec{Q}(\lambda, \Phi, t) = \frac{1}{g} \int_0^{p_0} q \vec{v} dp$$

Unter Berücksichtigung der Feuchteverteilung der Atmosphäre wurde die Integration vom Boden bis 300 hPa durchgeführt. Die verschiedenen Datensätze wurden jeweils für einen 10-jährigen Zeitraum über Sommer- bzw. Wintermonate gemittelt.

In den Beobachtungsdaten (ECMWF-Analysen; European Centre for Medium Range Weather Forecast, Reading, UK) zeigen sich für den Feuchtetransport in die Antarktis drei bevorzugte Bereiche des Einströmens mit hoher interannualer Persistenz: Dronning-Maud-Land einschließlich südliche Weddellmeer-Küste, Wilkes-Land und Marie-Byrd-Land. Der Kontrolllauf gibt im wesentlichen dieses Ergebnis wieder, unterschätzt aber die Jahr-zu-Jahr Variabilität. Trotz geringerer absoluter Feuchtetransporte im LGM zeigt sich in den oben identifizierten drei Bereichen im klimatologischen Mittel eine meridionalere polwärtigere Feuchteflußrichtung in die Antarktis als in dem Kontrolllauf. Als wesentliches Ergebnis muß hier aber festgehalten werden, daß im

LGM die gleichen drei Gebiete maximalen Feuchteflusses identifiziert werden. Für den Simulationslauf unter Randbedingungen des holozänen Klimaoptimums ergeben sich gegenüber dem Kontrolllauf nur geringfügige Änderungen. Hier ist in erster Linie eine etwas höhere interannuale Variabilität festzustellen.

Die nordhemisphärische Stromlinien-Analyse des Feuchteflusses zeigt nahezu identische Resultate für die ECMWF-Analysen (beobachtungsnahe Daten) und den Kontrolllauf des ECHAM3-Modells. Im wesentlichen lassen sich zwei Regionen starken polwärtigen Transports von Feuchte in die Arktis identifizieren: Zum einen die Region um Grönland mit der westlich angrenzenden Davis-Straße und der östlichen Dänemark-Straße und zum anderen der Bereich der Bering-See und Alaska. Im Nordsommer des LGMs ist der totale Feuchtetransport über dem Nordatlantik und Eurasien bei einer gleichzeitigen stärkeren Zonalität geringer als im rezenten Klima. Die größten Unterschiede zum rezenten Klima ergeben sich mit geringeren polwärtigen Transporten für die Bereiche der Davis-Straße und der Ostküste Grönlands. Für die Simulation des LGMs ist vor allem die geringere interannuale Variabilität des totalen Feuchte-transportes gegenüber dem Kontrolllauf auffallend. Für das holozäne Klimaoptimum ergeben sich sowohl im Sommer als auch im Winter zu dem Kontrolllauf weitgehend identische Verhältnisse.

Zum Auffinden von Extremepisoden und -regionen der Feuchteakkumulation in polaren Eisgebieten wurde die Divergenz des atmosphärischen Feuchteflusses berechnet. Die Akkumulation in der Antarktis ( $70^{\circ}$ - $90^{\circ}$ S) hat ihr Maximum im Winter mit 187 mm/Yr (Analysen, JJA-Mittel). Deutlich darüber liegen die drei identifizierten Gebiete maximaler Feuchteflüsse (Dronning-Maud-Land und südliche Weddellmeerküste: 215 mm/Yr; Wilkes-Land ( $65^{\circ}$ - $80^{\circ}$ S,  $90^{\circ}$ - $150^{\circ}$ E): 305 mm/Yr; Marie-Byrd-Land ( $72.5^{\circ}$ - $80^{\circ}$ S,  $90^{\circ}$ - $160^{\circ}$ W): 456 mm/Yr. Die Kontrollsimulation gibt für die beiden ersten Bereiche eine gute Übereinstimmung, nur für Marie-Byrd-Land wird die Akkumulation deutlich überschätzt. Im Vergleich zum rezenten Klima weist das LGM eine verringerte Akkumulation auf. Die drei Bereiche maximaler Deposition bleiben aber erhalten. Für West-Grönland (Hauptakkumulationsgebiet) ergibt sich ein gegensätzliches Bild: Die maximale Akkumulation findet mit 505 mm/Yr im Sommer (JJA) statt. Kontrolllauf und Analysen zeigen im wesentlichen ein identisches Bild. Im LGM ist die Akkumulation analog zur Antarktis verringert, wie im Kontrolllauf tritt in West-Grönland das Maximum im Nordsommer auf.

Zur weiteren Interpretation der in Eisbohrkernen gefundenen Konzentrationen wird eine Trajektorienanalyse durchgeführt. Hierzu werden jeweils für Extremperioden besonders starker Feuchtdosition innerhalb der Regionen, die die Bohrlokationen klimatisch repräsentieren, Rückwärtstrajektorien gerechnet. Unter Berücksichtigung der typischen atmosphärischen Verweildauer der untersuchten Luftbeimengungen wird eine Statistik der Quellregionen, Transportwege und -längen erstellt. Erste Ergebnisse dazu zeigen, daß im LGM-Winter für Marie-Byrd-Land (repräsentativ für den Byrd-Eisbohrkern) ein häufigeres Auftreten des Südpazifiks als Ursprungsregion der Feuchte im Gegensatz zum rezenten Klima zu verzeichnen ist (Steigerung von ca. 40% im Kontrolllauf auf ca. 55% im LGM). Gleichzeitig erhöht sich der Anteil der Trajektorien, die Südamerika überstreichen auf ca. 35% im LGM, wohingegen im rezenten Klima nur ca. 10% Südamerika berühren. Im LGM erfolgt im wesentlichen kein Transport aus Südafrika und Australien in dieses Gebiet. Für das holozäne Klimaoptimum ergeben sich zum rezenten Klima ähnliche Transportwege.

**Anpassung an tiefe Temperaturen: Lipidzusammensetzung in den  
Eisdiatomeen *Entomoneis kufferathii* MANGUI, *Nitzschia lecointei* VAN  
HEURCK und *Chaetoceros* sp.**

H. Lehmal und G. O. Kirst, Universität Bremen, Fachbereich 2, Meeresbotanik, Postfach 330 440,  
28334 Bremen  
e-mail: hlehmal@marbot.uni-bremen.de, kirst@marbot.uni-bremen.de

Die Hypothese, daß obligate Psychrophilie auf die Unfähigkeit zurückzuführen sei, den Aufbau der Zellmembranen bei Temperatursteigerungen zu ändern, wurde an den antarktischen Eisdiatomeen *Entomoneis kufferathii*, *Nitzschia lecointei* und *Chaetoceros* sp. überprüft.

Entsprechend ihrem natürlichen Vorkommen war zu erwarten, daß *E. kufferathii* sich am schlechtesten steigenden Temperaturen anpassen kann. Ihr Verbreitungsgebiet beschränkt sich auf die Untereisgesellschaft und weist nur geringe Temperatur- und Salinitätsschwankungen auf. Der Lebensraum von *N. lecointei* und *Chaetoceros* sp. erstreckt sich hingegen über die gesamte Eissäule und das Pelagial des südlichen Polarmeers.

Die Membranfluidität wird hauptsächlich durch die Fettsäure- und Sterolzusammensetzung beeinflusst. Ein hoher Anteil an kurzkettigen oder mehrfach ungesättigten Fettsäuren erhöht die Membranfluidität. Ein hoher Sterolgehalt schwächt die Wirkung der Fettsäuren ab.

In den untersuchten Diatomeen waren 16:1(n-7) und 20:5(n-3) die beiden am häufigsten vertretenen Fettsäuren. Der Anteil der Fettsäuren 14:0, 16:0, 16:4(n-1) und 18:4(n-3) betrug zwischen 5 und 10%. Das Sterol Cholest-5-en-3 $\beta$ -ol war in den drei untersuchten Diatomeen vorhanden. Desweiteren wurden in *E. kufferathii* die Sterole 24-Ethylcholesta-5,22-dien-3 $\beta$ -ol und 24-Ethylcholest-5-en-3 $\beta$ -ol nachgewiesen. In *N. lecointei* und *Chaetoceros* sp. enthielten zusätzlich die Sterole 24-Methylcholest-5,24(28)-dien-3 $\beta$ -ol und 24-Ethylcholest-5,24(28)-dien-3 $\beta$ -ol.

Zwar zeigen die Algen innerhalb des untersuchten Temperaturspektrums, welches dem natürlich Spektrum entspricht (-2°C bis +2°C *E. kufferathii* bzw. -2°C bis +6°C *N. lecointei* und *Chaetoceros* sp.), Veränderungen in ihrer Fettsäure- oder Sterolzusammensetzung, es ist allerdings trotzdem nicht ausgeschlossen, daß die kritische Temperatur bestimmt wird durch die Membranfluidität.

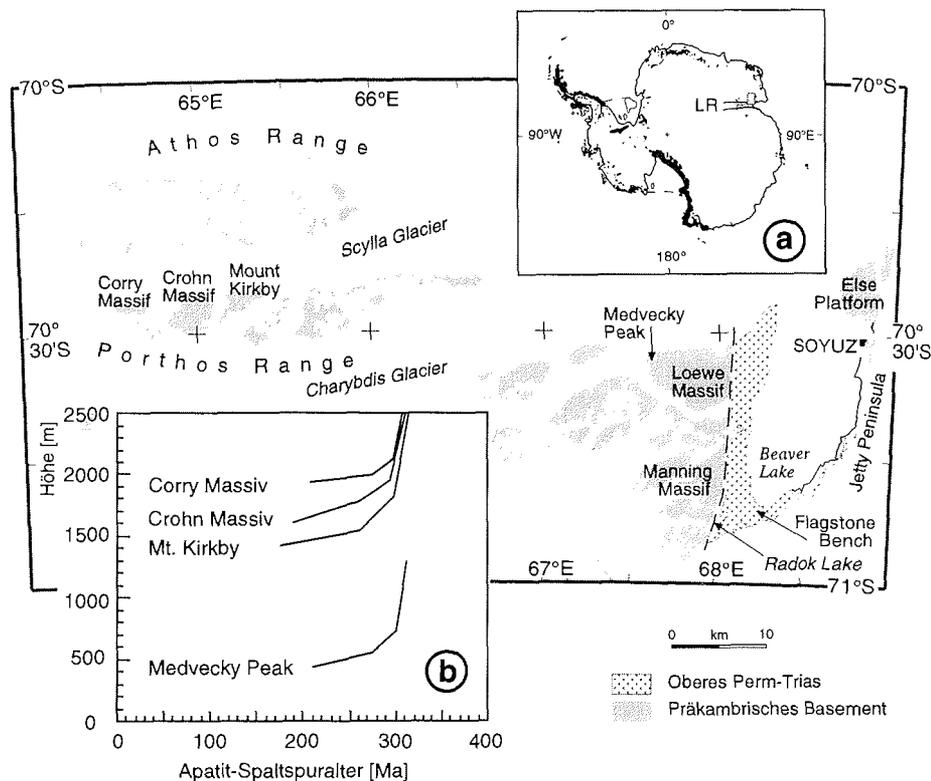
## **Exhumierung der nördlichen Prince Charles Mountains (Ostantarktis) als Ergebnis phanerozoischer Riftprozesse**

Frank Lisker, Fachbereich Geowissenschaften, Universität Bremen,  
Postfach 330440, 28334 Bremen

Das Lambert Rift zergliedert über 700 km landeinwärts das präkambrische metamorphe Grundgebirge der Ostantarktischen Tafel. In seinem einer archaischen Suture folgenden Verlauf wird die kontinentale Kruste von 30-40 km auf 25 km ausgedünnt und von mehreren Kilometern phanerozoischer Sedimente überlagert. Tektonisch zeigt das Lambert-Rift eine durch meridionale Bruchsysteme begrenzte typische Halbgrabenstruktur mit kompliziertem inneren Blockbau. Der markant ausgeprägte W-Rand weist einen vertikalen Grundgebirgs-Versatz um 10-12 km auf. Der bis 3000 m hohe, morphologisch exponierte Basement-Komplex der Prince Charles Mountains (PCM) bildet die westliche Schulter des Lambert-Rifts. In den nördlichen PCM dominieren hochgradig metamorphe Gneise und Granulite sowie Charnockite. Sie wurden während mehrerer granulitfazieller Ereignisse um 3000, 2500 und 1100 Ma sowie pan-African um 500 Ma überprägt (Abb. 1). Im Bereich des Beaver Lake sind bis zu 2,5 km mächtige kohleführende permotriassische Sedimente der Amery-Gruppe aufgeschlossen.

An 35 Grundgebirgs-Proben von vier Gebirgsmassiven der nördlichen PCM (Corry Massiv, Crohn Massiv, Mt. Kirkby, Medveky Peak) wurden Apatitspaltspur-Untersuchungen durchgeführt. Die scheinbaren Spaltspur-Alter, die einen Paläo-Temperaturbereich von 120-60°C (partielle Ausheilzone für Apatite: PAZ) repräsentieren, liegen zwischen ~310 und ~190 Ma und zeigen eine deutliche Korrelation mit der topographischen Höhe (Abb.1b). Auffällig ist der Trend, daß Proben gleichen Alters riftingnah in niedrigerer Höhe als riftingfern zu finden sind. Die mittleren Spurenängen sind mit 11,5 (riftingnah) bis 13,5 µm (riftingfern) relativ kurz, die Standardabweichungen von ~2 µm relativ groß. Beide Informationen belegen signifikante Ausheilung der Spuren.

Alle ermittelten Spaltspuralter sind deutlich jünger als die Bildungs- bzw. Metamorphosealter der untersuchten Proben. Die flache Alters-Höhen-Regression mit einem Abkühlungs-Zeitraum von >100 Ma und die deutliche Spuren-Ausheilung repräsentieren eine langsame mittel- bis spätpaläozoische Abkühlung der PCM. Diese Abkühlung wird als epirogenetische Exhumierung des Basements und isostatischer Ausgleich der parallel ablaufenden Gondwana-Sedimentation im Lambert-Graben interpretiert. Krustenausdünnung infolge des spätpaläozoischen *riftings* führte zur Anlage des meridionalen Bruchsystems und zur Intrusion mafischer Gänge in den Lambert Graben sowie zur Anhebung des Paläogradienten im Riftingbereich, was zu der beobachteten Differenzierung der Spaltspur-Profile ( $\pm$  gleiche Alter, unterschiedliche Längen) führte. Während die gesamten PCM prinzipiell die gleiche Altersstruktur aufweisen, wurden die riftingnahen Proben infolge längeren Aufenthalts im oberen Bereich der Apatit-PAZ stärker verkürzt. Da jedoch alle Proben in der PAZ verblieben, wurde eine Exhumierungsbetrag von 3 km nicht überschritten. Aufgrund von Einzelalter-Analysen und Modellierungen kann der Abschluß dieser ersten Exhumierungsphase auf ~200 Ma datiert werden.



**Abb. 1:** Schematische Darstellung der nördlichen Prince Charles Mountains (PCM). Apatit-Spaltspuranalysen wurden an Proben von Corry Massiv, Crohn Massiv, Mt. Kirkby und Medvecky Peak durchgeführt.

**1a:** Lage der PCM (grau markiert) in der Antarktis. LR = Lambert Rift

**1b:** Alters-Höhen-Diagramm der Spaltspuranalysen. Alle Proben fallen in denselben Altersbereich, sind jedoch entsprechend ihrer Entfernung zum Lambert-Rift in unterschiedlichen Höhenlagen aufgeschlossen.

Modellierungen des Temperatur-Zeit-Pfades sowie erste Apatitspaltspurdattierungen an Sedimenten und Metamorphiten im Bereich der Hauptbruchstörungen belegen eine stabile Position in der  $\sim 60^\circ\text{C}$ -Isotherme im frühen Mesozoikum sowie eine weitere Abkühlungsphase in der unteren Kreide. Gebunden an den Gondwana-Zerfall kam es um  $\sim 130$  Ma zur Anlage NE-SW- und ENE-WSW-streichender Brüche, der Intrusion von Ultrabasit-Pipes und -gängen und zur Exhumierung des Basements. Unter Voraussetzung eines geothermischen Gradienten von  $25^\circ\text{C}/\text{km}$  ergibt sich ein Denudationsbetrag von 2-3 km seit der Unteren Kreide. Junge Einzelkornalter lassen zudem auf känozoische Alters- (Exhumierungs-) -komponenten schließen. Insgesamt zeigen die Spaltspurergebnisse die enge Bindung der Exhumierung des metamorphen präkambrischen Grundgebirges der PCM an die phanerozoischen Riftprozesse des Lambert Rifts.

## **Tracing the Famatinian isotopic fingerprint along the western margin of Gondwana: Pampean Ranges - Patagonia - Antarctic Peninsula**

W. Loske, H. Miller & S. Hölzl

Due to the penetrative Mesozoic/Cenozoic magmatic and metamorphic maturation of the Antarctic Peninsula (AP) by active continental margin processes, its pre-Andean record has been severely disturbed. At least, the early-Palaeozoic evolution of the AP is still discussed controversially. Generally accepted is the neo-Proterozoic (750 Ma) supercontinent Rodinia as the "starting point" for the plate tectonic race. Some of the newly formed passive continental margins converted into active margins by crustal extension and separation of the old cratonic areas (Laurentia and East-Antarctica). Subduction caused the early Palaeozoic Ross Orogeny in the Transantarctic Mountains and the Pampean Orogeny in NW and Central Argentina (c. 500-550 Ma).

Silurian-Devonian (400-450 Ma) granitic boulders were found as typical constituents of mesozoic conglomerates, up to now, at two exposures on the AP. One at the northern tip of the AP (View Point) and the second one at Horseshoe Island (Marguerite Bay). Petrography, geochemical signature of the granitoids, including the typology of their zircon crystals, are characteristic for a magmatic arc origin of these granitoids. Rb-Sr and Sm-Nd data of metamorphics from the Target Hill area (at half way between both areas) show also a Silurian-Devonian age, but there is evidence for a strong Hercynian resetting. This Hercynian metamorphism is also prominent at Cape Dubouzet (northern AP).

Due to the scarcity of age data of the granitoids from southernmost South America (SA), the role of Patagonia as missing link between SA and the AP during the Palaeozoic has been hard to prove. Now available U-Pb zircon ages of 400-420 Ma from magmatic arc type granitoids of the Deseado Massif prove the strong parallelism of the magmatic evolution between Patagonia and the AP in the Silurian, forming part of the so-called Famatinian Orogeny. This early Palaeozoic intrusive activity of magmatic arc character can be traced further north into the Argentine Pampean Ranges, where U-Pb zircon ages of 400-480 Ma are frequent. Discordant apparent U-Pb ratios reflect the inheritance of pre-Famatinian material into the crust forming processes. Inheritance of a Precambrian orogenic signature is also present in some of the Deseado Massif and AP zircons. This gives support to the idea of a genetical similar geological history (time and facies) of the zircons.

Following current geological models, metamorphism and magmatism of the Famatina orogeny are related to active subduction and terrane accretion along the western margin of SA. An excellent argument for the validation of DuToits Samfrau geosyncline, which bordered most of the western margin of Gondwana, is documented by the Famatinian isotopic fingerprint in the zircons from the Argentine Pampean Ranges, Patagonia and the AP. The presence of Famatinian active continental margin granitoids demonstrates, that the Famatina orogeny formed a continuous belt of Gondwana margin collisional tectonics from the Ordovician to the Early Devonian and from NW Argentina to the Antarctic Peninsula.

**Anpassungen des Photosyntheseapparates  
der endemisch antarktischen Rotalge *Palmaria decipiens*  
an jahreszeitlich unterschiedliche Lichtbedingungen**

Ulrike H. Lueder<sup>1,2</sup>, Jürgen Knoetzel<sup>1</sup> und Christian Wiencke<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Inst. für Zellbiol., Biochem. u. Biotechnol., Universität Bremen, Postfach 330440, D-28334 Bremen

<sup>2</sup> Alfred-Wegener-Institut für Polar- u. Meeresforschung, Postfach 120161, D-27515 Bremerhaven

Makroalgen in der Antarktis sind einer starken saisonalen Variation der Lichtbedingungen ausgesetzt. Auf King George Island variiert die Tageslänge zwischen etwa 5 h im Winter und 20 h im Sommer. Das Unterwasser-Lichtklima wird zudem von der winterlichen Meereisbedeckung, die eine Dunkelheit im Sublitoral einleiten kann, beeinflusst. Sie kann bis zu 10 Monate anhalten, aber bleibt auch in manchen Jahren aus. Günstige Lichtbedingungen für im Sublitoral lebende Makroalgen liegen im Spätwinter bis Frühsommer vor, wenn das Sonnenlicht tief in das zu dieser Zeit klare Wasser eindringen kann. Wie haben sich die Algen an diese Lichtbedingungen angepaßt?

Saisonale Veränderungen im Wachstum und in der Photosyntheseaktivität sind bereits gut dokumentiert. Im Zentrum unserer Untersuchungen steht der Einfluß der saisonal fluktuierenden antarktischen Tageslänge (Lichtversuch) und der Einfluß einer sechsmonatigen winterlichen Dunkelexposition (Dunkelversuch) auf die Ausbildung des Photosyntheseapparates der Rotalge *Palmaria decipiens*. Die in Rotalgen charakteristischen Pigmente sind die Phycobiliproteine, die in sog. Phycobilisomen strukturell organisiert sind, und das Chlorophyll *a*.

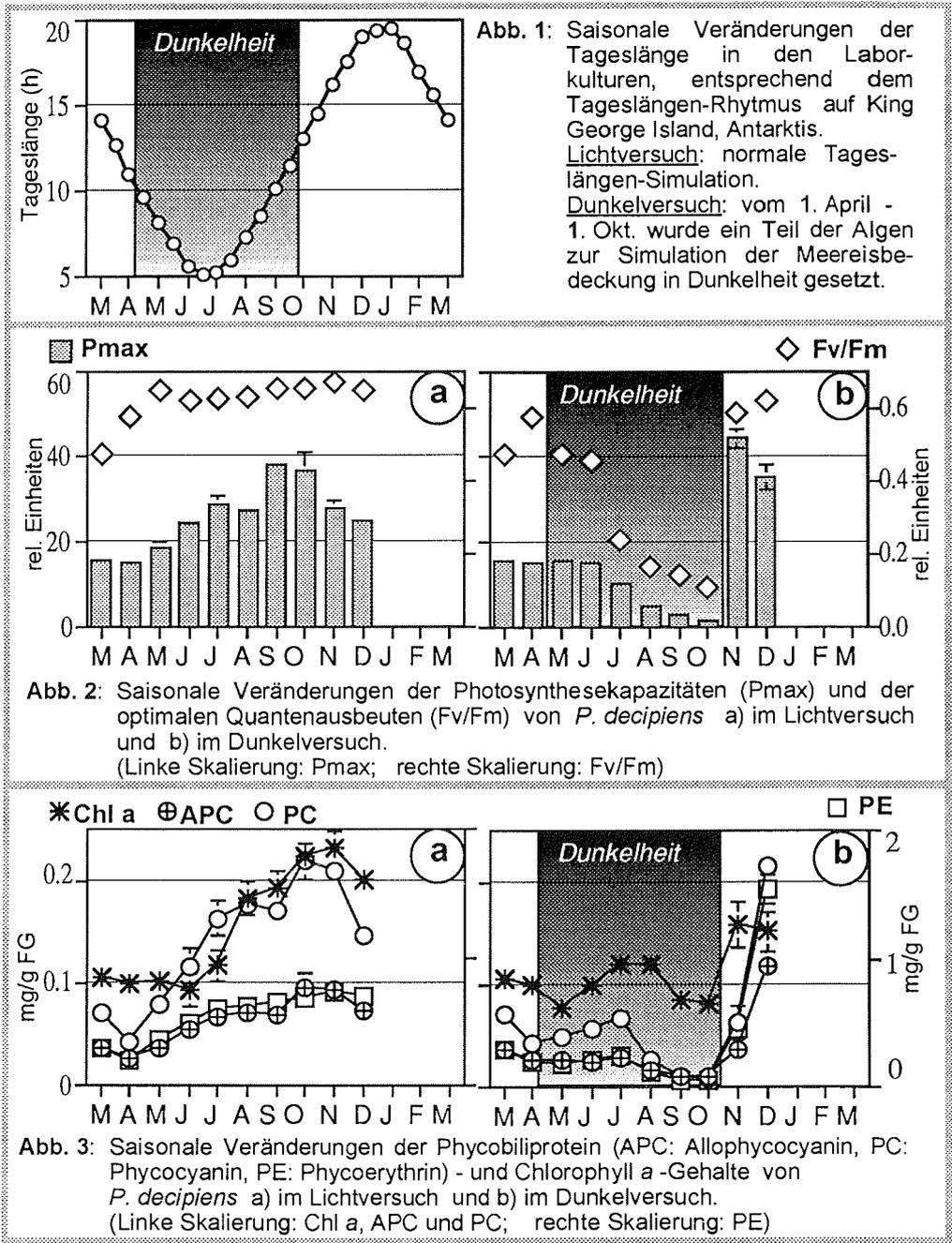
Die antarktischen Lichtbedingungen wurden in Kulturexperimenten simuliert (Abb. 1). In monatlichen Abständen wurden die als Chlorophyllfluoreszenz gemessene Photosynthesekapazität ( $P_{max}$ ) und die optimale Quantenausbeute ( $F_v/F_m$ ) sowie die Pigmentgehalte ermittelt. Intakte Phycobilisomen konnten über einen Zucker-Gradienten als zwei diskrete Banden isoliert werden. Mittels gelelektrophoretischer und spektralphotometrischer Analysen wurden die Phycobiliprotein-Komplexe identifiziert und die apparenten Molekulargewichte ihrer Proteinuntereinheiten sowie einiger Linker-Polypeptide bestimmt.

*P. decipiens* hat im Frühjahr, zu Beginn der Meereisschmelze, die höchsten  $P_{max}$ -Werte. Im Lichtversuch waren diese im September/Oktober maximal (Abb. 2a). Im Dunkelversuch sank  $P_{max}$  zwar auf annähernd null ab (siehe Abb. 2b), erreichte aber bereits 7 Tage nach Wiederbelichtung den Ausgangswert und nach 17 Tagen das Maximum des Lichtversuches, welches sogar noch überschritten wurde.

*P. decipiens* behält im Lichtversuch während der Wintermonate einen intakten Photosyntheseapparat aufrecht, wohingegen im Dunkelversuch ein Abbau erfolgt. Dies wird durch einen Vergleich der Quantenausbeuten deutlich (Abb. 2a und 2b).

Während der Wintermonate akklimatisiert *P. decipiens* stark an Schwachlicht. Im Lichtversuch war parallel zu  $P_{max}$  ein stetiger Anstieg aller Phycobiliproteine zu verzeichnen (Abb. 3a). Insbesondere die Zunahme an APC deutet auf eine Erhöhung der Anzahl an Antennen hin. Der Chlorophyll *a*-Gehalt stieg verzögert erst ab Juli an. Zum Zeitpunkt der geringsten Tageslänge (5h) ist das Verhältnis von Gesamtphycobiliproteinen zu Chlorophyll *a* am größten. Auch in den ersten drei Monaten der Dunkelheit stiegen die Pigmentgehalte an, fielen dann aber drastisch

ab (Abb. 3b). Nach Wiederbelichtung ist ein rasanter Anstieg aller Pigmente, insbesondere von PE, zu verzeichnen. Die weiteren Versuche sollen einen Einblick in die molekularen Mechanismen dieser Lichtakklimationen geben.



## The meiobenthos in the Arctic Laptev Sea

MARTÍNEZ ARBIZU, P., VANAVERBECKE, J., SCHMINKE H. K. & H.-U. DAHMS  
FB7/Ag Zoomorphologie, Universität Oldenburg, D- 26111 Oldenburg, Germany

### Introduction

The Arctic Ocean is considered one of the world's most oligotrophic seas. Nutrient concentration in the water column is low (Luchetta et al. 1994) and primary production is restricted to the short Arctic summer. Even then it is hampered by the poor quantity and quality of light in permanently ice-covered areas at higher latitudes. These circumstances lead to a reduced amount and a low quality of organic matter supply to the sea floor, this being one of the most important factors limiting and structuring benthic biocenoses.

Meiofaunal samples were taken during ARK-IX/4 (Aug-Sept 1993), using a Multicorer in order to study how meiofaunal assemblages respond to this oligotrophic situation along two depth transects (30 m to 3,400 m) in the Arctic Laptev Sea.

### Meiobenthic community structure

#### A) Great taxa.

Eighteen taxa were found in the Laptev Sea: Porifera, Hydrozoa, Turbellaria, Nematoda, Gastrotricha, Priapulida larvae, Kinorhyncha, Loricifera, Polychaeta, Tardigrada, Acari, Ostracoda, Tantulocarida, Copepoda (Harpacticoida, Misophrioida, Calanoida, Siphonostomatoida, Poecilostomatoida and Cyclopoida), Tanaidacea, Amphipoda, Isopoda and Cumacea. The most abundant taxa were Nematoda (92-98 %) followed by Copepoda Harpacticoida (1-4 %), and Kinorhyncha and Ostracoda (>0.7 %). Only Nematoda and Copepoda were present in all of the samples studied.

Total densities reached from  $2,683 \pm 299$  (SE) ind./10 cm<sup>2</sup> (at 65 m depth) to  $418 \pm 99$  (SE) ind./cm<sup>2</sup> (at 2,621 m depth). These figures are comparable with values known from North Atlantic.

An almost exponential decline in meiofaunal abundances was observed from the shallow stations to the deep sea. Total abundances in the deep stations reached only about 1/6 of the values observed in shallow shelf stations.

Parallel to this, a decrease of diversity at higher taxa level was observed. All 17 taxa were present in the shallow water stations (< 200), while only Nematoda and Copepoda were present regularly in deep sea stations (> 2000 m), with Kinorhyncha as a third sporadic component.

Cluster analysis (Bray-Curtis similarity index) discriminates two communities at higher taxa level i.e. a shallow-upper slope community, and a down slope-abyssal plain community.

#### B) Nematodes.

A total of 95 nematode genera belonging to 32 families were found along the transect (Vanaverbecke et al. 1997). A Twinspan analysis based on generic abundances discriminates two communities, i. e. a shallow water and a down slope community, although there is a gentle transition between them. The shallow water community is characterised by the genus *Microloaimus* (9.6 %), followed by *Chromadora* (7.6 %), *Leptolaimus* (7.0 %) and *Daptonema* (6.7 %). The down slope community is characterised by the genera *Monhystera* (16.1 %), *Leptolaimus* (15.2 %), *Metalinhomoeus* (12.3 %), and *Daptonema* (6.9 %).

Hill's numbers indicate a decrease of nematode diversity with increasing depth at generic level, these values reaching from  $N_0 = 70$  and  $N_1 = 42.14$  (at 65 m depth) to  $N_0 = 30$  and  $N_1 = 21.86$  (at 2,621 m depth).

### C) Copepods.

Harpacticoida was represented by 20 families along the slope: Ameiridae, Ancorabolidae, Argestidae, Canthocamptidae, Canuellidae, Cerviniidae, Cletodidae, Darcythompsoniidae, Diosaccidae, Ectinosomatidae, Harpacticidae, Huntmanniidae, Laophontidae, Marsteiniidae, Paramesochridae, Paranannopidae, Rhizotricidae, Thalestridae, Tegastidae, and Tisbidae. Only 4 of the 20 families were found to be restricted to shallow waters (Rhizotricidae, Paramesochridae, Thalestridae and Tegastidae), while all other families were well represented along the depth transects. The most abundant family was Ectinosomatidae, which was present in almost every sample with species of the genera *Bradya*, *Ectinosoma* or *Halectinosoma*. The second most abundant family was the Paranannopidae with the genera *Cylindronannopus*, *Paranannopus*, *Danielsenia*, *Bathypsammis* and *Pseudomesochra*.

A peculiarity in the Arctic is the presence of typical deep-sea taxa in shallow waters i. e. Cerviniidae, Argestidae, the tisbid *Zosime*, *Idyella* and *Tachidiella*, the paranannopids *Cylindronannopus* and *Bathypsammis*, the ameirid *Parameiropsis*, etc. This indicates that there is emergence of harpacticoid of deep-sea fauna as is described for other animal groups from different polar environments.

The order Cyclopoida was present with several species of the families Cyclopinidae and Cyclopidae (*Euryte*) along the whole depth transect. The importance of this copepod order in benthic samples in terms of abundance and diversity seems to have been underestimated in the past. In Arctic sediments their abundances reached up to 10% of the total copepod figures. Their numeric importance increases with depth, the deep sea community in the Laptev sea (> 2000 m) is dominated by a so far undescribed species of a new genus of Cyclopinidae. The order Misophrioida was represented in deep waters of the Laptev Sea by a new genus and species *Arcticomisophria bathylaptevensis*.

Copepod species diversity decreases with depth in the area studied. The decrease of diversity is not just a decrease of the species density caused by reduced abundances in deeper stations, but (as evidenced by species-area relationships) it is a decrease in species richness.

This decrease in species richness is due to an increase of the numeric importance of the hyperbenthic copepod community with depth. This community is characterised by less species and lower evenness values.

### References:

Luchetta A., Poniz, P. & G. Ilyin (1994) Nutrients and oxygen. In Fütterer D. K. (ed) The expedition Arctic '93 Leg Ark-IX/4 of RV 'Polarstern' 1993. Ber. Polarforsch. 149:37-39.

Vanaverbecke, J., Martínez Arbizu, P., Dahms, H.-U. & H. K. Schminke (1997) The metazoan meiobenthos along a depth gradient in the Arctic Laptev Sea with special attention to nematode communities. Polar Biol. 18: 391-401.

## Mesozoische Exhumierungs- und Denudationsphasen im zentralen Dronning Maud Land (Ostantarktis) abgeleitet aus Apatit-Spaltspuranalysen

Meier, S., Jacobs, J. & Olesch, M.  
Universität Bremen, Fachbereich Geowissenschaften, Postfach 330440,  
28334 Bremen

Zur Rekonstruktion der tektonothermalen Entwicklung des zentralen Dronning Maud Lands (ZDML) wurden 76 Apatitproben aus dem Grundgebirge spaltspuranalytisch untersucht (Abb. 1a).

Die Spaltspurdaturierungen an den Apatiten ergaben scheinbare Alter zwischen  $388 \pm 32$  Ma und  $83 \pm 3$  Ma wobei der Großteil der datierten Proben scheinbare Alter zwischen ca. 220 Ma und ca. 160 Ma aufweist. Die regionale Verteilung der Apatit-Spaltspuralter entspricht einem Trend von jüngeren scheinbaren Altern in Kontinentalrandnähe zu höheren scheinbaren Altern in zunehmender Entfernung vom Kontinentalrand. Generell sind die scheinbaren Alter positiv mit der topographischen Höhe korreliert. Für die analysierten Apatit-Proben wurden mittlere wahre Spurenängen zwischen  $10.4 \pm 1.6$   $\mu\text{m}$  und  $14.1 \pm 1.1$   $\mu\text{m}$  ermittelt. Fast alle scheinbaren Apatit-Alter entsprechen Mischaltern, die durch relativ kurze mittlere wahre Spurenängen (<13.5  $\mu\text{m}$ ) charakterisiert sind und die auf einen längeren Aufenthalt des rezent aufgeschlossenen Grundgebirges in der partiellen Apatit-Ausheilungzone hindeuten. Nur die scheinbar jüngsten Proben aus der Schirmacheroase ( $87 \pm 3$  -  $83 \pm 3$  Ma) besitzen lange mittlere wahre Spurenängen ( $13.8 \pm 1.4$  -  $14.1 \pm 1.1$   $\mu\text{m}$ ), die eine verhältnismäßig schnelle Abkühlung reflektieren. Anhand der Beziehung zwischen den scheinbaren Altern und den mittleren wahren Spurenängen konnten für das ZDML zwei tektonothermale Ereignisse während des Mesozoikums nachgewiesen werden (Abb. 1b). Das Grundgebirge kühlte durch eine Erniedrigung des geothermischen Gradienten und durch Denudation vermutlich erstmalig während des frühen Juras (ca.  $180 \pm 20$  Ma) auf Temperaturen der partiellen Ausheilungzone ab, was eine Akkumulation langer Spaltspuren zur Folge hatte. In der späten Kreide (ca.  $85 \pm 5$  Ma) fand eine erneute Denudationsphase statt, während derer das Grundgebirge endgültig aus der partiellen Ausheilungzone exhumiert wurde. Die daraus resultierende Akkumulation langer Spaltspuren ist in den Proben aus der Schirmacheroase konserviert. Zwischen diesen beiden Perioden tektonothermalen Aktivität lag vermutlich eine Phase tektonischer Ruhe, in der die Proben, in Abhängigkeit von der Position innerhalb der partiellen Ausheilungzone kontinuierlich der partiellen Spurenausheilung und Spurenverkürzung ausgesetzt waren.

Die Alters-Höhen-Profile einzelner Lokalitäten zeigen zwar generell höhere scheinbare Alter mit zunehmender topographischer Erhebung, jedoch bezeugen die lokal unterschiedlichen Steigungen der Profile abweichende scheinbare Hebungsraten zwischen 30-90 m/Ma für die verschiedenen Lokalitäten. Es wird daher vermutet, daß die spätkretazische Exhumierung des Grundgebirges von einer Phase tektonischer Zerblockung begleitet wurde, mit der eine unterschiedlich rasche Hebung der einzelnen Blöcke einherging.

Aus den Apatit-Spaltspurdaturierungen, zusammen mit ersten Zirkon-Spaltspurdaturierungen (SCHÄFER et al., in prep.) ergibt sich für ZDML im Mesozoikum ein

Gesamthebungsbetrag von mindestens 4-6 km. Die initiale Heraushebung fand im frühen Jura statt und beinhaltete eine Exhumierung des Grundgebirges um ca. 1-2 km. Die scheinbaren Spaltspuralter der Zirkone ( $258 \pm 32$  -  $161 \pm 13$  Ma) deuten darauf hin, daß in ZDML bereits an der Wende Paläozoikum/Mesozoikum ein erhöhter geothermischer Gradient von ca.  $40$ - $50^\circ\text{C}/\text{km}$  vorherrschte, der vermutlich in Zusammenhang mit der Entwicklung einer thermischen Mantelanomalie unter der ostantarktischen Lithosphäre steht. Während des Juras stabilisierte sich dann der Paläogradient bei ca.  $25$ - $30^\circ\text{C}/\text{km}$ , bevor das Grundgebirge während der späten Kreide erneut um ca. 3-4 km herausgehoben wurde.

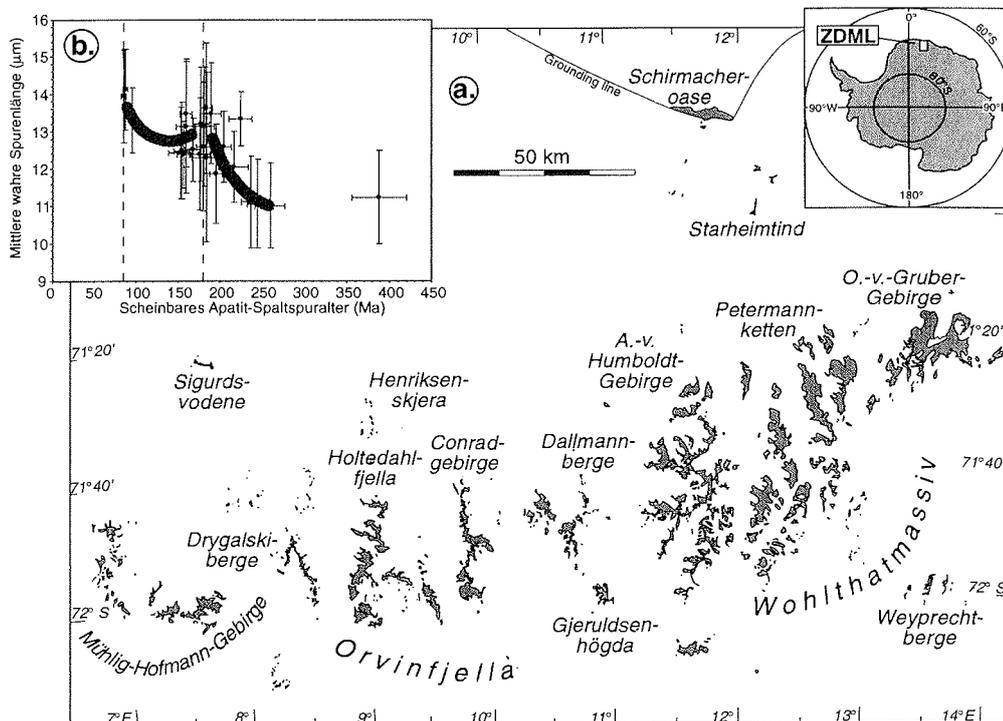


Abb. 1: a. Übersichtskarte des zentralen Dronning Maud Land (ZDML). Die spaltspuranalytisch untersuchten Proben stammen aus dem Mühlig-Hofmann-Gebirge, der Orvinfjella (Drygalskiberge, Holtedahlfjella, Conradgebirge, Dallmannberge, Gjeruldsenhögda), dem Wohlthatmassiv (A.-v.-Humboldt-Gebirge, Petermannketten, O.-v.-Grubergebirge, Weyprechtberge) sowie von Henriksenskjera, Sigurdsvodene, Starheimtind und der Schirmacheroase. b. Beziehung zwischen dem scheinbaren Spaltspuralter ( $\pm 1\sigma$ ) und der mittleren wahren Spurenlänge ( $\pm 1\sigma$ ). Die grau hinterlegten Flächen repräsentieren die Entwicklung der mittleren wahren Spurenlängen mit abnehmenden scheinbaren Spaltspuraltern, die gestrichelten Linien entsprechen dem frühjurassischen (ca.  $180 \pm 20$  Ma) und dem spätkretazischen ( $85 \pm 5$  Ma) Ereignis.

Literatur:  
SCHÄFER, T., JACOBS, J. & OLESCH, M. (in prep.).

## **Seesedimente als Datenarchiv der Klima- und Umweltgeschichte in Polarregionen - Beispiele von der Bunger-Oase (Antarktis) und Taimyr-Halbinsel (Arktis)**

Martin Melles und Hans-W. Hubberten

Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung  
Forschungsstelle Potsdam, Telegrafenberg A43, D-14473 Potsdam

In diesem Beitrag soll anhand von Ergebnissen aus der Bunger-Oase, Antarktis, und der Taimyr-Halbinsel, Arktis, das Potential von Sedimentabfolgen in heute existierenden polaren Seen für Paläoklima- und Paläoumweltstudien aufgezeigt und die Klima- und Umweltentwicklung in den beiden Regionen verglichen werden. Die Untersuchungsgebiete liegen jeweils bei etwa 100° E; sie stellen damit die Endglieder des PEP II ('Pole-Equator-Pole') - Transektes vom IGBP ('International Geosphere-Biosphere Programme') - Kernprojekt PAGES ('Past Global Changes') dar.

Die Bunger-Oase ist mit 952 km<sup>2</sup> das größte eisfreie Küstengebiet der Ostantarktis. Sie wird im Südosten durch das Inlandeis, im Süden, Westen und Nordosten durch Gletscher und im Norden durch das ca. 100 km breite Shackleton-Schelfeis begrenzt. Die Oase besteht im Süden aus einem großen zusammenhängenden Landgebiet, in dem zahlreiche Binnenseen existieren. Dieses Landgebiet ist von kleineren Inseln im Norden durch marine Becken (Epischelfseen) getrennt, die eine hydraulische Verbindung zum offenen Ozean aufweisen. Im Südsommer 1993/94 wurden in deutsch-russischer Kooperation zahlreiche lange (bis 13 m) Seesedimentkerne in der Bunger-Oase erbohrt. Sie ergänzen kürzere Kerne von vorangegangenen sowjetischen/russischen Expeditionen. Die Gewinnung und Auswertung des Probenmaterials wurde von der DFG gefördert.

Die Ergebnisse zeigen, daß vermutlich im Mittelweichsel eisfreie Gebiete im Bereich der heutigen Bunger-Oase existiert hatten. Im Spätweichsel wurden diese Gebiete vollständig vom Inlandeis überfahren. Der postglaziale Eisrückzug setzte nahe der Pleistozän/Holozän-Grenze ein. Eine Klimaerwärmung und eine Transgression führten zu erhöhten Abschmelz- und Kalbungsprozessen und damit zu einer raschen Verlagerung des Eisrandes. Bereits vor 8000 <sup>14</sup>C J.v.H. waren weite Bereiche der südlichen Oase, vor 6000 <sup>14</sup>C J.v.H. auch Teile der nördlichen Oase eisfrei. Ein mittelholozäner Eisvorstoß am Westrand der Oase korrespondiert mit einer Abkühlung und Regression. Ab ca. 5000 <sup>14</sup>C J.v.H. kam es zu einer kontinuierlichen Klimaerwärmung, die zwischen ca. 3000 und 2000 <sup>14</sup>C J.v.H. zum holozänen Klimaoptimum führte. Nach einem kurzzeitigen (100 - 200 Jahre) Klimaeinbruch vor ca. 2000 <sup>14</sup>C J.v.H. stellten sich intermediäre Temperaturen bis Heute ein.

Die Taimyr-Halbinsel in Mittelsibirien ist das nördlichste Festlandsgebiet Eurasiens. Ihre größten morphologischen Einheiten sind die Taimyr-Tiefebene im Zentrum der Halbinsel, sowie das Putoran-Plateau (< 1700 m) im Süden und die Byrranga-Berge (< 1200 m) im Norden. Im arktischen Ozean ist die Inselgruppe Severnaja Zemlja vorgelagert. Die Region liegt im Übergangsbereich von dem noch marin

geprägten westsibirischen Klima und dem mehr kontinental geprägten ostsibirischen Klima und zeigt eine breitenabhängige Zonierung aller typischen arktischen Landschafts- und Vegetationszonen. Die Glazialgeschichte ist umstritten - für das letzte glaziale Maximum (LGM) steht einer Maximalhypothese mit nahezu vollständiger Eisbedeckung eine Minimalhypothese mit einer Beschränkung der Vergletscherung auf Gebirgsregionen gegenüber. Da damit die Taimyr-Halbinsel eine Schlüsselregion für das Verständnis der spätquartären Klima- und Umweltgeschichte Eurasiens darstellt wurde 1993 ein multidisziplinäres, deutsch-russisches Projekt initiiert, bei dem neben Permafrostprofilen vor allem Seesedimente als Paläoarchive herangezogen wurden. Auf insgesamt vier Expeditionen wurden entlang eines ca. 1000 km langen Transekts von der nördlichen Taiga westlich des Putoran-Plateaus bis zur hocharktischen Tundra auf Severnaja Zemlja aus insgesamt 8 Seen lange (bis 23 m) Sedimentkerne gezogen. In drei dieser Seen wurde darüberhinaus der dreidimensionale Sedimentaufbau mit flachseismischen Profilen erkundet. Die Arbeiten wurden vom BMBF als Verbundvorhaben gefördert.

Die Ergebnisse zeigen, daß die Taimyr-Halbinsel letztmalig im Frühweichsel-Stadial (Zyriansk) flächenhaft vergletschert war. Im Mittelweichsel-Interstadial (Karginisk) hatte sich das Eis zumindest aus den Tieflandsgebieten zurückgezogen. Das Klima war instabiler und stärker kontinental geprägt als während des Holozäns, mit vergleichbaren Sommer- aber deutlich geringeren Wintertemperaturen. Im Spätweichsel-Stadial (Sartan) kam es zu einer Vergletscherung von Hochlagen des Putoran-Plateaus. Das Vorland des Plateaus, die Taimyr-Tiefebene und die westlichen Byrranga-Berge blieben jedoch eisfrei. Der Übergang vom Pleistozän zum Holozän ist durch einen Erwärmungstrent im Bølling, Allerød und Präboreal gekennzeichnet, der durch Abkühlungsphasen während der Mittleren und Jüngeren Dryas unterbrochen wird. Der Temperaturanstieg führte zu erhöhten Thermokarstprozessen. Als Folge kam es zur Bildung von flachen Seen und Teichen die später unter Torfbildung verlandeten. Bereits im Boreal wurde auf der Taimyr-Halbinsel das holozäne Klimaoptimum erreicht. Zu der Zeit lagen die Vegetationszonen 300-500 km nördlich ihrer heutigen Position. Das Klima blieb bis zum Ende des Subboreals relativ warm, ehe eine mehr oder minder kontinuierliche Klimaver schlechterung einsetzte, die bis in die jüngste Zeit anhielt.

Zusammenfassend läßt sich feststellen, daß die Sedimentabfolgen in heute existierenden polaren Seen ein ergiebiges Datenarchiv der Klima- und Umweltgeschichte darstellen. Mit komplexen geowissenschaftlichen Untersuchungsmethoden lassen sich aus ihnen kontinuierliche, zeitlich hochaufgelöste Erkenntnisse gewinnen. Vergleiche zwischen den untersuchten Regionen zeigen, daß die spätquartäre Vereisungsgeschichte in beiden Fällen nicht ausschließlich über Temperaturschwankungen gesteuert wurde. In der Bunger-Oase war sie auch maßgeblich von Veränderungen des Meeresspiegels, auf der Taimyr-Halbinsel vom Grad der Humidität abhängig. Die Klimaentwicklung während des Holozäns verlief in den beiden Gebieten sehr unterschiedlich. Dabei waren in der Bunger-Oase lokale Einflüsse von größerer Bedeutung als auf der Taimyr-Halbinsel. Die holozänen Temperaturschwankungen führten in der Bunger-Oase nur zu geringen Umweltveränderungen. Auf der Taimyr-Halbinsel dagegen hatten sie deutliche Einflüsse auf die Vegetation und auf die Stabilität des Permafrostes.

## Zur Krustengeschichte der Antarktischen Halbinsel

Miller, H., Loske, W.\*, Hölzl, S. und Töpfner, C.

Institut f. Allgemeine u. Angewandte Geologie der LMU , Luisenstr. 37, 80333 München

\*Geologisch-Paläontologisches Institut der Univ., Corrensstr. 24, 48149 Münster

Die detaillierte Kenntnis der Krustenentwicklung im Bereich der Antarktischen Halbinsel ist eine wesentliche Voraussetzung für die Rekonstruktion des Westrandes von Gondwana und die Erschließung seiner paläogeographischen Position. Eine Schlüsselrolle spielt hierbei die Alterseinstufung der orogenen Prozesse in diesem Gebiet, da diese den Vergleich mit mutmaßlich ehemals benachbarten Gebieten wie Patagonien oder dem Ross-Orogen des Transantarktischen Gebirges gestattet (siehe Beitrag Loske et al.). Für das Gebiet der Antarktischen Halbinsel lagen bisher vor allem Datierungen nach der K-Ar-Methode vor, welche systembedingt ausschließlich späte Prozesse (hier meist kretazischen Alters) datieren. Um auch die frühere Geschichte der Antarktischen Halbinsel sichtbar zu machen, wurden subduktions-induzierte kalkalkalische Granitoide bzw. Metagranitoide, vorwiegend aus dem Bereich der Marguerite Bay, mittels der U-Pb-Methode datiert und auf ihre Nd-Isotopenverhältnisse hin analysiert. Nach den vorliegenden geologischen Karten sind dort die ältesten Gesteine des Halbinselbereiches zu erwarten.

Die U-Pb-Analysen belegen, daß der Großteil der Zirkonsubstanz relativ jung ist. Ihre Bildung ist wohl der Schmelzbildung am magmatischen Bogen und der darauffolgenden Intrusion der Magmen um 180 Ma vor heute zuzuordnen. Zirkone aus granitoiden Geröllen eines Konglomerates zeigen mehr oder weniger konkordante Alterswerte zwischen 250 und 450 Ma. Sie liefern eine wichtige Information zur magmatischen Entwicklung der Antarktischen Halbinsel im Paläozoikum, da sie, gemeinsam mit Daten aus Südamerika, einen durchgehenden aktiven Kontinentalrand im Altpaläozoikum belegen.

In den Zirkonen nahezu aller analysierten Gesteine finden sich mit  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ -Altern von bis zu 1230 Ma aber auch Hinweise auf die Beteiligung signifikant älterer Komponenten. Dieser Befund deckt sich mit den Nd-Ergebnissen: Die Mehrzahl der Magmen, aus denen diese Gesteine hervorgegangen sind, besaß zur mutmaßlichen Zeit ihrer Platznahme (U-Pb-Alter) deutlich negative  $\epsilon_{\text{Nd}}$ -Werte (-2.3 bis -7.4).

Die untersuchten Granitoide stellen demnach kein rein juveniles Material dar, sondern lassen zumindest teilweise die Beteiligung älterer Kruste erkennen. Abschätzungen zur mittleren Krustenverweilzeit des Materials ergeben Nd-Modellalter zwischen 400 und 950 Ma (CHondritic Uniform Reservoir) bzw. 900 und 1500 Ma (Depleted Mantle). Die Zuordnung dieser alten Kruste ist bisher offen. Es kann sich dabei um das Relikt eines kristallinen Sockels der Antarktischen Halbinsel oder des magmatischen Bogens, aber auch um subduzierte bzw. akkretionierte ozeanische bzw. Hinterland-Sedimente handeln.

Nach allen bisher vorliegenden Daten verläuft die Entwicklung der Antarktischen Halbinsel und Südamerikas spätestens ab dem Jura synchron. Wenn es im Bereich der Antarktischen Halbinsel eine Terrane-Akkretion gegeben hat, muß diese wohl prävariszisch erfolgt sein.

## **Überlebensstrategien von Flechten an terrestrischen Standorten der Antarktis**

Sieglinde Ott & Judith Romeike, Botanisches Institut, Heinrich-Heine-Universität  
Düsseldorf, Universitätsstr. 1, D-40225 Düsseldorf

Die Symbiose von Mycobiont und Photobiont ermöglicht den Flechten Standorte der Antarktis zu besiedeln, an denen die Pflanzen an die Grenze ihrer geographischen Verbreitung stoßen. Die lange gemeinsame Evolution der Partner hat zu optimaler Anpassung der jeweiligen Überlebensstrategien an die Umweltbedingungen geführt. Während die physiologischen Aspekte dieser Adaptation recht gut untersucht sind, sind andere Aspekte noch weitgehend unbearbeitet. An erster Stelle muß hier die gesamte Reproduktionsbiologie unter den Bedingungen der Antarktis genannt werden. Vegetative und generative Fortpflanzung, Besiedlungsstrategien und Konkurrenzverhalten müssen hier ebenso genannt werden wie morphologische und anatomische Anpassungen an Temperatur, Licht und Wasserhaushalt. Die Reaktionen der Flechten auf diese abiotischen Faktoren schlägt sich in der kleinräumigen und großräumigen Verbreitung der Arten nieder. Aus der Summe dieser Untersuchungsaspekte können Aussagen über die Lebensstrategien der Flechten gemacht werden. Bisherige Untersuchungen haben bereits gezeigt, daß es im Muster der Lebensstrategien sowohl interessante Übereinstimmungen als auch Unterschiede zwischen Pflanzen und Flechten gibt (Jahns & Ott 1997).

Für die Untersuchungen wurde von uns ein völlig neues Methodenspektrum entwickelt, das die ebenfalls angewandten klassischen Methoden von Anatomie und Vegetationskunde ergänzt. In erster Linie sind Flechtenkulturen am natürlichen Standort zu nennen, die so angelegt sind, daß die Einzelschritte von Keimung, Ansiedlung und Differenzierung in ihrem morphologischen und zeitlichen Ablauf registriert werden können. Von großer Bedeutung sind außerdem neukonstruierte mikroklimatische Meßeinrichtungen, die entlang von Gradienten an einer Vielzahl von Meßpunkten simultan Daten erfassen können. Dazu gehört erstmals auch die Messung des Wassergehaltes der Thalli in situ.

Alle Untersuchungen zielen weniger auf Einzelergebnisse, die nach dem bisher absolvierten Untersuchungszeitraum bereits vorliegen, sondern auf eine Synthese der verschiedenen Aspekte in Form von Aussagen über generelle Adaptationsmechanismen und Überlebensstrategien. Aus diesem Grund wurde ein Teil der Untersuchungen in der maritimen Antarktis (South Shetland Islands, Livingston Island) durchgeführt, während jetzt zum Vergleich im kontinentalen Gebiet (Adelaide Island, Rothera Point und Lagoon Island, Alexander Island, Mars Oasis) gearbeitet wird. Mit Ablauf der Meßperiode im Winter 1998/99 werden die Freilandarbeiten vorerst beendet sein. Obwohl die generellen Aussagen erst nach der Auswertung der mehrjährigen entwicklungsbiologischen Kulturversuche und im Vergleich der mikroklimatischen Messungen erfolgen kann, haben sich bereits jetzt sehr wesentliche und überraschende Resultate ergeben, die deutlich machen, wie sehr diese Untersuchungen in einen völlig unerforschten Bereich vorstoßen.

Einige Untersuchungsaspekte sollen exemplarisch genannt werden:

- Die Verbreitung von Flechten entlang mehrerer Gradienten wurde registriert, wobei unterschiedliche Standorte wie z.B. anstehender Fels, Kies und Schneetälchen

berücksichtigt wurden. Detaillierte Messungen des Mikroklimas (Lufttemperatur, Einstrahlung, Luftfeuchte, Thallustemperatur, Wassergehalt des Thallus) wurden entlang der Gradienten an Stellen mit optimalem Vorkommen bestimmter Arten durchgeführt.

- Die Fortpflanzung durch Ascosporen und vegetative Diasporen wird experimentell in Kulturen untersucht. Hierzu wurde eine Vielzahl von Einzelansätzen durchgeführt, von denen Teile in bestimmten Zeitabständen entfernt und bearbeitet werden. Die bisher ausgewerteten Kulturen zeigen interessante Unterschiede zum Flechtenwachstum an klimatisch gemäßigten Standorten (Ott, Sancho & Kappen, in Vorber.). Mögliche saisonale Einflüsse auf die sexuelle Reproduktion werden ebenso bearbeitet wie das Jugendwachstum und die Besiedlung neuer Standorte.

- Morphologisch-anatomische Untersuchungen zeigen einen hohen Grad von Plastizität und Multifunktionalität des Flechtenthallus als Anpassung an antarktische Standorte (Sojo & Ott, in Vorber., Sojo, Romeike & Ott, in Vorber.). Besonders im Bereich der Fruchtkörperausbildung zeigen sich bestimmte Tendenzen die eine lange evolutive Adaptation an die antarktischen Bedingungen erkennen lassen. In diesem Zusammenhang können in Zukunft Fragen von Endemismus und Einwanderung diskutiert werden.

Insgesamt setzt sich das Untersuchungsprogramm aus einer größeren Zahl von Einzelkomponenten zusammen, die sich jetzt, nach Ablauf des größeren Teils des Untersuchungsprogramms zu einem Gesamtbild zu formen beginnen. Es zeigt sich, daß die Flechtensymbiose in ihrer langen Evolution einen interessanten Parallelweg zur Entwicklung der Pflanzen gegangen ist, durch die sie in optimaler Weise zur Lösung bestimmter Anforderungen befähigt ist. Damit erweist sich die Flechtensymbiose erneut als ideales Modellsystem zur Untersuchung interaktiver evolutionärer Prozesse.

#### Literatur:

**Jahns, H.M. & Ott, S.** (1997). Life strategies in lichens - some general considerations. *Bibliotheca Lichenologica* 67: 49-68.

**Ott, S.** (1996). Jugendentwicklung von Flechten - natürliches Vorkommen und künstliche Aussaat in der maritimen Antarktis. Poster, 18. Internationale Polartagung, Potsdam, 18.-22.03.1996.

**Ott, S. Sancho, L.G. & Kappen, L.** (in Vorber.) Juvenile development of lichens in the maritime Antarctic.

**Sojo, F. & Ott, S.** (in Vorber.). Ecospecific structures in *Usnea* species from Antarctica.

**Sojo, F., Romeike, J. & Ott, S.** (in Vorber.). *Himantormia lugubris* - vegetative and reproductive habitat-adaptations of an antarctic endemic.

H.-U. Peter, S. Hahn, P. Quillfeldt, K. Reinhardt, T. Schmoll & H. Wemhoff <sup>1)</sup>

## Nahrungs-, Brut- und Populationsökologie "fliegender" Vögel auf King George Island, Antarktis - Basisdaten für die geplante Modellierung des "Potter-Cove-Nahrungsnetzes" <sup>2)</sup>

Im Unterschied zu den Pinguinen sind die Brutpaarzahlen (=BP), der Bruterfolg und die Nahrungsökologie "fliegender" Vögel der Antarktis häufig weniger gut dokumentiert. In Fortsetzung der in den 80er Jahren in der Umgebung der Station Bellingshausen durchgeführten Untersuchungen werden seit 1993 im Rahmen von DFG-geförderten Projekten im Bereich der Potter Peninsula und ergänzend auch auf Fildes Peninsula bzw. angrenzender kleiner Inseln Basisdaten erhoben, sofern sie nicht schon von anderen Autoren vorgelegt wurden. In vorliegender Übersicht werden auch Lücken aufgezeigt und zukünftige Projekte vorgestellt.

Der Südliche Riesensturmvogel *Macronectes giganteus* brütet mit 46 bis 120 BP auf Potter; der Bestand auf Fildes und angrenzenden Inseln betrug über 300 BP, ist aber aufgrund anthropogener Einflüsse (Flugverkehr, Stations- und wissenschaftliche Aktivitäten) stark zurückgegangen.

Für die Buntfußsturmschwalbe *Oceanites oceanicus*, die möglicherweise häufigste Vogelart der Antarktis, und den Schwarzbauchmeerläufer *Fregetta tropica* wurden für den Bereich des Three Brothers Hill mit ca. 1500 -2300 BP bzw. ca. 640-850 BP erste verlässliche Abundanzdaten vorgelegt. Der Bruterfolg beider Arten ist u.a. mit Schneefällen im Sommer korreliert. Die Hauptnahrung für beide Arten sind in unterschiedlichen Anteilen Krill, Amphipoden und andere Crustacea sowie Fisch.

Neben Braunen Skuas *Catharacta antarctica lonnbergi* (29-35 BP) und Südpolarskuas *Catharacta maccormicki* (40-44 BP) konnte eine zunehmende Zahl von Hybridpaaren (7-13 BP) registriert werden. Unter ihnen wurde erstmals ein Hybrid-Weibchen zwischen einer Südpolar- und einer Chile-Skua *Catharacta chilensis* gefunden. Die Hauptnahrung der Braunen Skuas sind 63 (Masse-)% Pinguinfleisch, 12% Stationsabfall (mit rückläufiger Tendenz), 18% Krill aus Pinguinmägen und 7% andere Nahrung. Südpolarskuas fressen dagegen etwa 85% Fisch, 5% Krill und andere Crustacea sowie 10% andere Nahrung. Während ein Südpolar-Küken etwa 9,3 kg Nahrung vom Schlupf bis zum Ausfliegen braucht, fressen Braun-Skua-Küken in diesem Zeitraum etwa 10,9 kg.

10 bis 44 BP der Dominikanermöwe *Larus dominicanus* brüten auf Potter; die Hauptnahrung sind Napfschnecken; Aas, Eier und kleine Jungvögel anderer Arten sowie weitere marine Evertebraten werden außerdem gefressen.

Die Brutpaarzahl (50-360 BP) und insbesondere der Bruterfolg (z.B. 1996/97 < 0,01 Flügel/begonnene Brut) der Antarktischeeschwalbe *Sterna vittata* schwanken sehr stark. Hauptursachen für den geringen Bruterfolg sind Schneeverwehungen der Nester sowie der Prädationsdruck durch Skuas und Dominikanermöwen.

Die relativ geringen Brutpaarzahlen von Scheidenschnabel *Chionis alba* (6-12 BP), Blauaugenscharbe *Phalacrocorax atriceps* (1-5 BP) und Kapsturmvogel *Daption capense* (3 BP) sowie verschiedener Nichtbrüterarten werden vorgestellt.

1) Fr.-Schiller-Universität, Institut für Ökologie, AG Ornitho-Ökologie, Dornburgerstr.159, 07743 Jena  
2) gefördert durch die DFG (PE 454/1 ff.)

## Endophytische Mikroalgen in antarktischen Tangen

Akira F. Peters, Institut für Meereskunde, Düsternbrooker Weg 20, 24105 Kiel,  
afpeters@ifm.uni-kiel.de

Ein außergewöhnlicher mariner Lebensraum, der Kleinalgen vor Herbivorie bewahrt, ist das Innere von Großalgen. Aus temperierten Regionen sind endophytische Braun-, Grün-, und Rotalgen als Besiedler des Interstitials von Makroalgen bekannt. Die Endophyten haben zumeist eine fadenförmig-verzweigte Morphologie und sind z.T. Verursacher pathologischer Thallusdeformationen in ihren Wirtsalgen. In der Antarktis sind endophytische Algen bisher nur ansatzweise untersucht worden. Die häufigen Großalgen des Sublitorals der Potter Peninsula, King-George-Insel, South Shetland Islands, wurden im Südsommer 1997/98 auf das Vorkommen und die Prävalenz von Endophyten untersucht. Laufende Kulturstudien isolierter Endophyten und epiphytischer oder freilebender Kleinalgen sollen zur Identifizierung der Endophyten führen. In 10 von 18 untersuchten Makroalgenarten fanden sich endophytische Algen, die z.T. mit makroskopisch sichtbaren Thallusdeformationen oder -verfärbungen assoziiert waren. Die Endophyten waren Braun-, Grün- oder Kieselalgen, während endophytische Rotalgen nicht auftraten. Bei den von Endophyten befallenen Wirtsarten ergaben sich Endophytenprävalenzen zwischen  $33\pm 25\%$  (braune Endophyten in *Ascoseira mirabilis*) und  $90\pm 10\%$  (braune Endophyten in *Desmarestia menziesii*). Die Endophyten aus *D. menziesii* wuchsen in Kultur zur bekannten epiphytischen Art *Geminocarpus geminatus* aus; andere Endophyten sind noch nicht identifiziert und möglicherweise neue Arten. Endophyten kamen nicht nur im Flachwasser, sondern bis in 20m Tiefe vor, wo Thalli von *Himantothallus grandifolius* mit einer Prävalenz von 60% von einer in ihrem Interstitial wachsenden braunen Mikroalge besiedelt wurden. Ein besonderer Endophyt ist der Phycobiont der marinen Flechte *Verrucaria serpuloides*. Es handelt sich um eine fädige Grünalge, die ohne Mycobiont in Kultur überlebt. Die Häufigkeit von Endophyten bei gleichzeitiger Armut an kleinen epiphytischen Arten läßt vermuten, daß Herbivorie durch Meso- oder Mikrograzer im antarktischen Sublitoral intensiv ist.

## **Die Schwermineralverteilung in den Bohrungen CRP-1 und CIROS-2; McMurdo-Sund, Antarktis**

Kerstin Polozek <sup>1</sup>, Werner Ehrmann <sup>1</sup> & Dieter Fütterer <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Institut für Geologische Wissenschaften und Geiseltalmuseum, Halle/Saale

<sup>2</sup> Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, Bremerhaven

Die erste Bohrung des Cape-Roberts-Projekts, CRP-1, wurde im Oktober bis November 1997 ca. 125 km nördlich der neuseeländischen Station Scott Base im westlichen McMurdo-Sund in einer Wassertiefe von 153 m abgeteuft (Lat. 77°00' S; Long. 163°75' E). CIROS-2 wurde bereits im Jahr 1984 im westlichen McMurdo-Sund (Lat. 77°41' S; Long. 163°32' E) gebohrt, und zwar direkt vor der Zunge des heutigen Ferrar Gletschers, in einer Wassertiefe von 211 m.

Die 148 m mächtige Schichtenfolge der Bohrung CRP-1 besteht vor allem aus einer Wechsellagerung von Diamiktiten, Sandsteinen und Siltsteinen. Untergeordnet treten Tonsteine und Konglomerate auf. Stratigraphisch erschließt die Bohrung das untere Miozän (ca. 17,5 bis 22 Ma) und das Quartär. Die Bohrung CIROS-2 erreichte eine Tiefe von 166 m und erschließt Sedimente des unteren Pliozän bis Quartär. Der pliozäne Teil des Kernes zwischen 165 und 100 m Tiefe besteht aus mächtigen Diamiktiten mit zwischengelagerten dünnen Tonsteinen. In den 100 m des Quartär wechseln Sandsteine mit Diamiktiten. Die Sedimente beider Bohrungen zeigen damit durchwegs einen deutlichen glazialen Einfluß.

Beide Bohrungen wurden auf ihre Schwermineralverteilung untersucht. Mit Hilfe dieser Untersuchungen werden Aussagen zu den Liefergebieten der Sedimente und der Richtung des Eises zu verschiedenen Zeiten getroffen.

Im Fall der Bohrung CIROS-2 zeigen sich zwei verschiedene Verteilungsmuster der Schwerminerale. Im pliozänen Teil der Bohrung dominieren Apatit, Zirkon, Titanit, Granat, Epidot und grüne Hornblenden. Für diese Minerale werden Gesteinsabfolgen des Transantarktischen Gebirges als Liefergebiete angenommen. Im einzelnen sind dies die metamorphen Grundgebirgsgesteine der Koettlitz Group, die Intrusivgesteine der Granite Harbour Group und die sedimentäre Abfolge der Beacon Supergroup. Dagegen herrschen in den quartären Sedimenten Pyroxene, Alterite und opake Minerale vor. Diese Assoziation deutet eine Herkunft aus den basaltischen Gesteinen der McMurdo Volcanic Group an, die im Süden des McMurdo-Sunds große Areale einnimmt. Beide Einheiten können in jeweils zwei Untereinheiten gegliedert werden. So zeigen sich im untersten Teil der Bohrung zusätzlich braune Hornblenden und Palagonit in höheren Gehalten. Diese beiden Minerale deuten auf einen zusätzlichen Einfluß eines vulkanischen Liefergebietes hin, das wahrscheinlich unter dem Eis des Ferrar Gletschers zu suchen ist und eine starke Affinität zur McMurdo Volcanic Group hat. Die quartäre Abfolge wird durch eine Änderung in den Pyroxenvarietäten bei 50 m in zwei Untereinheiten getrennt. Dieser Wechsel kann durch eine Änderung des Liefergebietes innerhalb der McMurdo Volcanic Group erklärt werden.

Untersuchungen zur Wirtswechselbiologie von parasitischen Helminthen der Süd-Shetland-Inseln (Reimann, N.; Walter, T.; Palm, H.W.; Plötz, J.; Spindler, M.)

Die Entwicklung von parasitischen Helminthen mariner Warmblüter und Fische verläuft über Wirtswechselzyklen, die eng mit den marinen Nahrungsketten verknüpft sind. In der Antarktis sind die Wirtswechselzyklen noch weitestgehend unerforscht. Bis heute fehlen die Nachweise aus den ersten Zwischenwirten sowie Erkenntnisse zur Ei- und Larvalentwicklung der verschiedenen Helminthengruppen. Die Untersuchungen dieses DFG-Projektes konzentrieren sich bisher auf die Gewässer der King-George-Insel (Süd-Shetland-Inseln, Antarktische Halbinsel). Palm *et al.* (1998) sprachen diesen Gewässern eine besondere Bedeutung bei der Vollendung der Lebenszyklen parasitärer Helminthen in der Region zu. Im ersten Teil des Projektes lagen die Schwerpunkte neben der Untersuchung von Evertibraten als potentielle Zwischenwirte auf der Fortsetzung der Bestandsaufnahme der Parasitenfauna von häufigen Fischarten. Zusätzlich wurden Experimente zur Temperaturabhängigkeit der Entwicklung von Nematodeneiern durchgeführt. Als Ergebnis dieser Studien konnten erstmalig Amphipoden als Zwischenwirte für drei verschiedene Nematodenlarven in der Antarktis nachgewiesen werden. Somit schließt sich eine entscheidene Lücke im Kenntnisstand über die Lebenszyklen parasitärer Nematoden. Die Ergebnisse aus den Versuchen zur temperaturabhängigen Ei- und Larvalentwicklung von Nematodeneiern zeigten, daß der erste Lebensabschnitt aufgrund der niedrigen Temperaturen zeitlich sehr stark verzögert ist. Die durchgeführte Bestandsaufnahme der Parasitenfauna ergab neue Wirts- und Verbreitungsnachweise für eine Reihe von Fischparasiten der Antarktischen Halbinsel. Zusammen mit den Ergebnissen vorangegangener Arbeiten (Palm *et al.* 1994, Palm *et al.* 1998, Reimann 1997) zeigt sich somit eine geringe Wirtsspezifität vieler antarktischer Parasitenarten bei einer gleichzeitig weiten zoogeografischen Verbreitung innerhalb antarktischer Gewässer. Ein Vergleich der Parasitenfauna von Fischen der Flachwasserbereiche mit denen des ozeanischen Lebensraumes weist interessante Gemeinsamkeiten auf. So zeigten die Befallsraten mit Nematoden- und Cestodenlarven in beiden Regionen keine signifikanten Unterschiede auf. In beiden Lebensräumen können sich die Lebenszyklen der gleichen Arten vollziehen. Einige Arten von Acanthocephalen zeigten eine starke Präferenz für die Flachwasserbereiche der Süd-Shetland-Inseln, während im Bereich der Hochsee andere Acanthocephalenarten dominieren. Es scheint, daß allein die digenen Trematoden aufgrund ihrer ersten Zwischenwirte besonders stark an die küstennahen Flachwasserbereiche gebunden sind. Die bisherigen Untersuchungen über das Vorkommen und die Wirtswechselbiologie von antarktischen Fischparasiten deuten darauf hin, daß diese Parasiten durch ihre geringe Wirtsspezifität und ihre weite Verbreitung charakterisiert sind. Demnach wird die Parasitenfauna der Fische in antarktischen Gewässern über ihre Lebensweise definiert. Daher eignen sich möglicherweise die Parasiten als Indikatororganismen für die Ökologie ihrer Wirtstiere.

Literatur:

- Palm, H.; Andersen, K.; Klöser, H.; Plötz, J. (1994): Occurrence of *Pseudoterranova decipiens* (Nematoda) in fish from the southeastern Weddell Sea (Antarctic). *Polar Biology*, 14: 539-544
- Palm, H.W.; Reimann, N.; Spindler, M.; Plötz, J. (1998): The role of the rock cod *Notothenia coriiceps* Richardson, 1844 in the life-cycle of Antarctic parasites. *Polar Biology* (im Druck)
- Reimann, N. (1997): Parasitologische Untersuchung der Helminthenfauna von *Notothenia coriiceps* Richardson, 1844 (Pisces, Nototheniidae). Diplomarbeit, math.-nat. Fak. Univ. Kiel, 125 S.

## **Erfassung von Geometrieänderungen an der Grounding Line des Ekströmisens**

Prof. Dr. B. Ritter<sup>1</sup>, Prof. Dr. W. Niemeier<sup>2</sup>, B. Riedel<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Lehrstuhl für Vermessungskunde, TU Cottbus

<sup>2</sup> Institut für Geodäsie und Photogrammetrie, TU Braunschweig

Im Rahmen des DFG-geförderten Projektes „Erfassung der Geometrie und Geometrieänderung der Grounding Line des Filchner-Ronne-Schelfeises durch satellitengestützte und terrestrische Beobachtungen“ (Geometrie der Grounding Line, Ri 766/ 2) wurden im Südsommer 1995 und 1997 zwei Expeditionen in die Antarktis durchgeführt. Diese waren wissenschaftlich und logistisch eng mit dem Alfred-Wegener-Institut in Bremerhaven abgestimmt und verbunden.

In dem Bereich der Grounding Line löst sich das vom Inlandeis herabfließende Eis vom Felsuntergrund und fängt an, auf dem Meer als Schelfeis zu schwimmen. Diese Übergangszone ist von besonderer Bedeutung für die Untersuchung der Stabilitätsprozesse von Schelfeisen. Daher ist es für die Bestimmung des Massenhaushalts eines antarktischen Schelfeises notwendig, die Fließgeschwindigkeit und den Strain, die geodätisch bestimmbaren Massenhaushaltsparameter, in der Aufsetzzone (grounding zone) zu kennen.

Im Südsommer 1995 wurden auf dem Foundation Ice Stream erstmalig im Bereich der Grounding Line geodätische und glaziologische Messungen durchgeführt. Die geodätischen Beobachtungen gliederten sich zum einen Teil in die Bestimmung der Position der Grounding Line und der damit verbundenen Erfassung der Eisoberflächentopographie. Zum anderen Teil wurden der Strain und die Fließgeschwindigkeit entlang des gesamten Foundation Ice Stream erfaßt. Versuche mit kontinuierlich registrierenden GPS-Empfängern lieferten erste Informationen über die Meereszeiten und ihren Einfluß auf die Bewegungen an der Eisoberfläche.

Weiterführende Arbeiten an der Grounding Line des Foundation Ice Stream sollten im Südsommer 1997 durchgeführt werden, mit besonderer Blickrichtung auf zeitliche Variationen im Deformationsprozeß und in wieweit eine Korrelation zum Tideneinfluß vorliegt. Die schlechten Eisverhältnisse im Weddellmeer führten zum Abbruch der Expedition und zur Verlagerung der Aktivitäten an die Grounding Line des Ekströmisens. Da hier aus den Kampagnen 1986/87 und 1993/94 alle Parameter für Massenhaushaltsberechnungen vorlagen, wurden die Feldarbeiten auf die kontinuierliche Erfassung der Eisbewegung unter besonderer Berücksichtigung des Einflusses der Ozeangezeiten fokussiert.

Schwerpunkt der geodätischen Arbeiten war es, über einen möglichst langen Zeitraum kontinuierliche GPS-Messungen durchzuführen, um aus diesen Beobachtungen detaillierte Aussagen über die dreidimensionalen Bewegungen der Antennenstandpunkte auf der Eisoberfläche treffen zu können. Hierfür wurden die Antennen in zwei verschiedenen Arrayformen aufgestellt. Die linienhafte Aufstellung diente primär

zur Erfassung des Einflusses der Ozeangezeiten auf den Eiskörper und sekundär zur kontinuierlichen Erfassung der Fließbewegungen. Eine Anordnung in Y-Form wurde für die kontinuierliche Bestimmung von Deformationen der Eisoberfläche (Strain) genutzt, wie auch weiterhin zur Aufzeichnung der gezeitenbedingten Vertikalbewegung des Schelfeises.

Kontinuierliche Gravimeter- und Tiltmeterdaten wurden zusammen mit dem AWI an verschiedenen Punkten entlang des Hauptprofils aufgezeichnet. Aus diesen Beobachtungen lassen sich zusätzlich zu den GPS-Registrierungen Aussagen über den Einfluß der ozeanischen Gezeiten auf die Höhen- und Neigungsänderungen der Eisoberfläche machen.

Neben der zeitintensiven Betreuung der aufgestellten GPS-Permanentstationen und der installierten Sensoren wurde ein flächenhaftes GPS-Netz vermarktet, beobachtet und teilweise mit terrestrischen Beobachtungen gestützt. Kinematische GPS-Profile entlang der Netzpunkte wurden abgefahren, mit dem Ziel, im östlichen Einstrombereich in das Ekströmsen ein digitales Geländemodell aufzubauen.

Die Auswertung des linienhaften GPS-Arrays zeigt, daß 3km südlich der Grounding Line kein Einfluß der ozeanischen Gezeiten mehr vorhanden ist, die ersten Ergebnisse aus dem Deformationsarray zeigen einen Einfluß der Vertikalbewegung der Schelfeisplatte auf die Raumstrecken zwischen den GPS-Empfängern.

Das digitale Geländemodell, die gravimetrischen Beobachtungen in Verbindung mit den Seismikdaten des AWI dienen zur Geometriefestlegung für die Modellierung der gezeitenabhängigen Vertikalbewegung des Schelfeises. Die Ergebnisse aus den verschiedenen GPS- Arraytypen mit den Daten aus den kontinuierlichen Gravimeter- und Tiltmeterregistrierungen dienen als Eingangsgrößen, Stützstellen bzw. als Abtastpunkte für die laufende Modellierung und Modellverifizierung.

#### **Veröffentlichungen im Rahmen des DFG-geförderten Projektes:**

-Riedel B.; Karsten, A.; Ritter, B.; Niemeier, W.: Geodetic fieldwork along Foundation Ice Stream. Report No. 10, Filchner- Ronne- Ice Shelf Programme, Alfred-Wegener-Institut für Polar und Meeresforschung, Bremerhaven 1995.

-Resnik, B.: Ein theoretisches Modell zur Bestimmung der Vertikalrefraktion. Vermessungswesen und Raumordnung, Heft 6, Bonn 1995.

-Mantripp, D.; Sievers, J.; Bennat, H.; Doake, C.S.M.; Heidland, K.; Ihde, J.; Jonas, M.; Riedel, B.; Robinson, A.V.; Scharoo, R.; Schenke, H.W.; Schirmer, U.; Stefani, F.; Vaughan, D.G.; Wingham, D.J.: Topographische Karte (Satellitenbildkarte), Filchner-Ronne-Schelfeis. Institut für Angewandte Geodäsie, Frankfurt 1996

-Mayer, C.; Riedel, B.; Karsten, A.: Anschluß an die Absolutgravimetrie. Berichte zur Polarforschung Nr. 219, Bremerhaven 1997.

-Riedel, B.; Karsten, A.: Glazialgeodätische Arbeiten auf dem Foundation Ice Stream. Berichte zur Polarforschung Nr. 219, Bremerhaven 1997.

-Riedel, B.; Vogel, D.: Geodätische Messungen an der Grounding Line des Ekström-Schelfeises, Berichte zur Polarforschung, Bremerhaven, im Druck.

-Heinert, M.; Oerter, H.; Riedel, B.: Geodäsie im Bereich der Kottasberge, Heimefrontfjella. Berichte zur Polarforschung, Bremerhaven, im Druck.

# Dreidimensionale Modellierung des antarktischen Eisschildes zur Unterstützung des EPICA-Eisbohrungsprojekts

ALEXEJ SAVVIN, REINHARD CALOV, RALF GREVE und KOLUMBAN HUTTER

*Institut für Mechanik III, Technische Universität Darmstadt,  
Hochschulstraße 1, D-64289 Darmstadt*

## Zusammenfassung

Wir präsentieren Rechnungen mit dem dreidimensionalen polythermen Inlandeismodell SICOPOLIS [Greve, 1997, *J. Climate*, **10** (5), 901-918] zum Gebiet von Queen Maud Land und Umgebung. Ziel ist dabei, einen vom wissenschaftlichen und technischen Standpunkt aus gesehen geeigneten Standort für die dort im Rahmen des EPICA-Projektes geplante Tiefeisbohrung vorzuschlagen. Kriterien hierfür sind eine hohe Akkumulationsrate zur Auflösbarkeit schneller Klimaschwankungen, eine Eistemperatur deutlich unter dem Druckschmelzpunkt, ein Eisalter in Bodennähe von mindestens 100000 Jahren (damit ein voller Klimazyklus enthalten ist) sowie eine möglichst geringe Scherrate im Bohrloch.

Das Modell SICOPOLIS basiert in der gegenwärtigen Version auf der Shallow Ice Approximation (SIA) [z. B. Hutter, 1993, *J. Glaciol.*, **39** (131), 65-86] und erfaßt die Evolution von Eisausdehnung, -dicke, Temperatur und Alter. Es enthält weiterhin eine lokale Darstellung für die Reaktion der Lithosphäre auf die Eislast und berücksichtigt die thermische Trägheit des Eisbodens. Die temperierten Bereiche werden im Modell durch eine Evolutionsgleichung für den Wassergehalt des Eises beschrieben, und an der Grenzschicht zwischen kalten und temperierten Bereichen die Übergangsbedingungen für Masse, Impuls und Energie erfüllt.

Im Rahmen dieses Projektes werden zwei verschiedene Arten von numerischen Simulationen durchgeführt:

- Gleichgewichtsrechnungen, bei denen die heutige Schneefallrate und Eisoberflächentemperatur vorgegeben und das Modell ohne Berücksichtigung der thermischen Reaktion der Lithosphäre über 100000 Jahre integriert wird, bis sich die Eistopographie und -temperatur praktisch nicht mehr ändern.
- Transiente Rechnungen mit einem Klimaantrieb durch die Vostok-Temperaturrekonstruktion, die von 242200 Jahren vor heute bis heute reicht [Jouzel et al., 1993, *Nature*, **364** (6436), 407-412; Jouzel et al., 1996, *Climate Dynamics*, **12**, 513-521] und somit zwei komplette Klimazyklen umfaßt.

Für das in Frage kommende Bohrgebiet in Queen Maud Land ("QML-Gebiet") wurde ein Gitterverfeinerungsverfahren implementiert. Auf dem groben Gitter (Horizontalauflösung 109 km) wird die numerische Modellierung des gesamten antarktischen Eisschildes durchgeführt, und parallel dazu das QML-Gebiet mit höherer Auflösung behandelt. Dabei wird gegenwärtig die Eisdynamik auf dem verfeinerten Gitter tatsächlich gerechnet,

die thermodynamischen Größen (Temperatur, Wassergehalt) jedoch vom groben auf das feine Gitter interpoliert.

Als Inputdaten der Topographie dienen zur Zeit noch die Daten von Drewry [1983, Scott Polar Research Institute, University of Cambridge]. Die Akkumulationsdaten entstammen dem aktuellen Datensatz von Giovinetto et al. [1997, persönliche Mitteilung], welcher etwa 1700 Meßpunkte umfaßt. Sobald verfügbar werden hochaufgelöste (20 km) Schneefall- und Bodentopographie-Daten für das QML-Gebiet, welche zur Zeit vom Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung Bremerhaven zusammengestellt werden, Berücksichtigung finden.

Calov et al. [1998, *Ann. Glaciol.*, **27**, im Druck] diskutieren das Ergebnis einer transienten Simulation noch ohne Gitterverfeinerung und geben bereits einen provisorischen Vorschlag für eine Bohrstelle im QML-Gebiet nach den obigen Kriterien. Abbildung 1 zeigt den simulierten heutigen antarktischen Eisschild (links gesamter Eisschild, rechts QML-Gebiet) für eine entsprechende Simulation mit Gitterverfeinerung um den Faktor drei im QML-Gebiet (Feinauflösung also 36.3 km). Der natürlich immer noch provisorische Vorschlag für eine geeignete Bohrstelle ist im rechten Plot durch das ausgefüllte Dreieck markiert, die Position bei  $73^{\circ} 57' S$ ,  $03^{\circ} 35' W$  auf dem Sattel im Nordwesten des QML-Gebietes hat sich gegenüber Calov et al. (1998) nicht geändert.

Als nächstes ist die Realisierung des Verfeinerungsverfahrens für die thermodynamischen Größen geplant, und parallel dazu die Verbesserung der Eisaltersberechnung durch einen Teilchenverfolgungsalgorithmus. Außerdem läuft im Rahmen der Kooperation mit der ETH Zürich ein Vergleich des Modells SICOPOLIS mit dem Zürcher FOA- (First-Order-Approximation-) Modell, welches über die SIA hinausgeht. Dadurch soll geklärt werden, ob auch für die Simulationen dieses Projektes die in der SIA vernachlässigten Auswirkungen der horizontalen Normalspannungen berücksichtigt werden müssen.

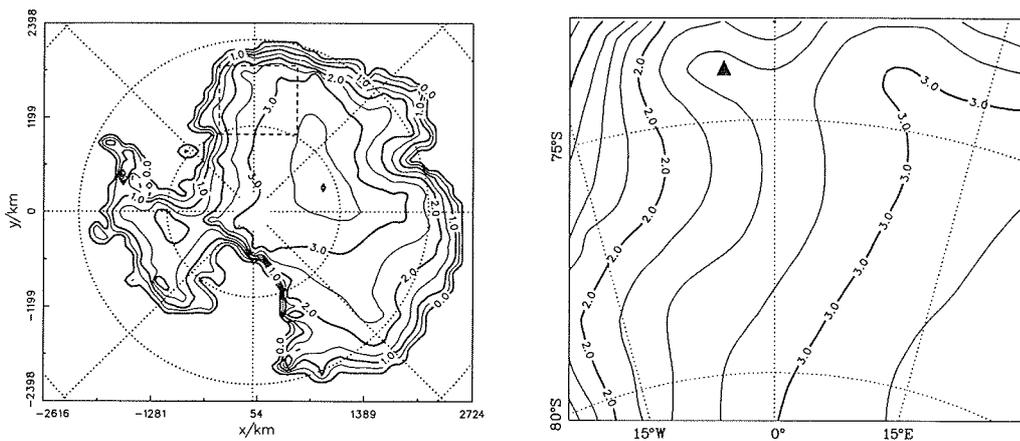


Abbildung 1: Simulierter heutiger antarktischer Eisschild als Ergebnis einer transienten Simulation mit Gitterverfeinerung im QML-Gebiet. Links: gesamter Eisschild (gestricheltes Rechteck: QML-Gebiet). Rechts: QML-Gebiet mit vorläufigem Vorschlag für eine geeignete Bohrstelle (ausgefülltes Dreieck). Eisoberfläche in km über NN.

## Ausheilverhalten von Spaltspuren in Zirkon

T. Schäfer & M. Olesch, Universität Bremen, Fachbereich Geowissenschaften,  
Postfach 330440, 28334 Bremen

Durch die Analyse der Flächendichte, Form, Länge und kristallographischen Orientierung fossiler Spaltspuren, akkumuliert über geologische Zeiträume, lassen sich wichtige Hinweise auf die thermische Entwicklung der untersuchten Gesteine erhalten. Spaltspuren als Ausdruck von Störungen der Kristallstruktur sind jedoch nicht stabil, sondern heilen mit zunehmender Temperatur aus. Für Zirkon sind die quantitativen Vorgänge zum Ausheilverhalten von Spaltspuren bisher nur ungenügend bekannt. Erste Ansätze zum Ausheilverhalten von Spaltspuren in Zirkonen konnten in den letzten 5 Jahren durch japanische Kollegen an fossilen Spaltspuren erarbeitet werden. Wichtigste Ergebnisse sind hierbei, daß neben der konventionellen Spaltspurbildung durch spontane Kernspaltung von Uran eine zweite Spaltspurbildung durch  $\alpha$ -Zerfall im Zirkon auftritt. Beide Spaltspurtypen zeigen unterschiedliches Ausheilverhalten und können so bei ihrer Analyse diskriminiert werden. Nur die konventionellen Spaltspuren erlauben jedoch eine thermo-geochronologische Auswertung. Mit zunehmender Ausheilung (Ausheilzeit und auch Ausheiltemperatur) läßt sich bei Zirkonen eine Ätz-Anisotropie, bezogen auf die wahren (confined) Spaltspurlängen, nachweisen. Diese Anisotropie kann durch gezieltes Vermessen von wahren Spaltspurlängen und ihrer Winkel zur kristallographischen c-Achse der Zirkonstruktur erfaßt werden. Die Quantifizierung des Ausheilverhaltens von Spaltspuren in Zirkonen läßt sich offensichtlich, in Analogie zu erarbeiteten Modellen für experimentell ausgeheilte Apatite, durch geeignete statistische Ansätze beschreiben. Die bisher publizierten Modelle beruhen jedoch nur auf einem geringen Datensatz von 29 Ausheilexperimenten zwischen  $2,7 \times 10^2$  und  $3,6 \times 10^6$  sec bei Ausheiltemperaturen von 573 bis 1073 K. Hierbei wurde bisher nicht die chemische Zusammensetzung der Zirkone berücksichtigt. Für Apatit ist bekannt, daß insbesondere Chlor und Fluor Auswirkungen auf das Ausheilverhalten haben. Im Fall von Zirkon ist ein Einfluß von Hafnium oder aber der hohe Uran-Gehalt selber möglich. Jedoch wurden hierzu bisher keine systematischen Untersuchungen durchgeführt. Die neuen Ausheilexperimente an der Universität Bremen sollen zum einen klären, ob und wie sich chemisch differierende Zirkone im Ausheilverhalten unterscheiden. Hierzu werden neben den eigentlichen Ausheilexperimenten auch systematische Mikrosondenanalysen des eingesetzten Zirkonmaterials durchgeführt. Zum anderen soll durch die neuen Experimente der bisherige Datensatz ergänzt werden. Hierzu werden zur Zeit von fünf unterschiedlichen magmatischen Gesteinen (Syenit, Granit, Tonalit, Diorit und Gabbro) aus dem zentralen Dronning Maud Land Ausheilexperimente an induzierten Spaltspuren in Zirkonen durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Studie sollen im weiteren Verlauf in Zusammenarbeit mit japanischen Kollegen (T. Tagami, Univ. Kyoto) mittels geeigneter mathematischer Modelle bearbeitet werden. Durch die Erarbeitung der experimentell gefundenen Parameter wird eine wesentliche Verbesserung der Zirkon-Spaltspur-Modelle erhofft. Diese Verbesserung kann die von Zirkon-Spaltspurdaten abgeleiteten thermo-tektonischen Vorgänge verdeutlichen.

## Mesozoische thermische Entwicklung der Shackleton Range basierend auf Apatit und Zirkon Spaltspur-Analysen

T. Schäfer & M. Olesch, Universität Bremen, Fachbereich Geowissenschaften,  
Postfach 330440, 28334 Bremen

Mit den vorliegenden Zirkon- und Apatit-Spaltspur-Ergebnissen konnte die bisher unbekannte niedrigthermale Entwicklung der Shackleton Range rekonstruiert werden. Die Ergebnisse liefern somit erstmals Hinweise auf die thermo-tektonische Entwicklung dieser Region des Transantarktischen Gebirges. Die Zirkon-Spaltspuralter variieren zwischen  $214 \pm 24$  Ma und  $161 \pm 20$  Ma. Sehr homogene Einzelkornalter der jeweiligen Proben deuten auf eine rasche Abkühlung unterhalb der Schließungstemperaturen von  $\sim 240^\circ\text{C}$  während des Unteren Jura hin. Bereits 40 bis 30 Ma später lassen sich aufgrund der Apatit-Spaltspur-Ergebnisse (zwischen  $168 \pm 16$  Ma bis  $94 \pm 6$  Ma) Temperaturen von  $<100^\circ\text{C}$  nachweisen. Sowohl die Spurenlängen-Verteilung (von 13.6 bis 14.1  $\mu\text{m}$ ) als auch die Einzelkornalter der Apatit-Proben weisen auf typische Mischalter im Jura und auf Abkühlalter ab der Kreide (ab  $\sim 110$  Ma) hin. Unter der Annahme eines seit dem Jura "normalen" thermischen Gradienten von  $25\text{-}30^\circ\text{C}/\text{km}$ , würden die vorliegenden Ergebnisse für eine Hebung/ Denudation des Grundgebirges der Shackleton Range von ca. 8-10 km sprechen. Hierbei wären alleine für die jurassische Hebungs-/ Abkühlungsphase 5-7 km anzusetzen. Diese Größenordnungen sind jedoch fragwürdig. Es gibt keinerlei Anzeichen für derartig mächtige Abtragungsäquivalente oder aber hebungsbegleitende tektonische Spuren im Bereich der Shackleton Range. Anzunehmen ist deshalb ein erhöhter thermischer Gradient während des Unteren Jura. Dieser erhöhte Gradient würde dann geringeren Hebungsbeträgen entsprechen und kann in einen global-geologischen Rahmen eingeordnet werden. Die Fragmentierung Gondwanas im Jura wurde nämlich begleitet durch riftassoziierten Magmatismus entlang des Transantarktischen Gebirges. Äquivalente Magmen lassen sich jedoch in der Shackleton Range nicht bzw. nur in Form einzelner Gänge beobachten. In Zusammenhang mit der Effusion von großen flood-basalt Decken in anderen Regionen des Transantarktischen Gebirges wird ein mantle plume oder plume Schwarm vermutet. Dieser mantle plume oder plume Schwarm ist Initiator für einen erhöhten thermischen Gradienten zum Zeitpunkt der Magmenakkumulation, der bereits einige Millionen Jahre vor der Effusion der Magmen und der Fragmentierung Gondwanas einsetzt. Die Apatit-Spaltspuralter deuten daraufhin, daß sich das Grundgebirge der Shackleton Range während des Oberen Jura bis etwa zur Mittleren Kreide (110 Ma) im Temperaturbereich von  $\sim 100\text{-}80^\circ\text{C}$  befunden haben muß. Erst ab etwa 110 Ma läßt sich eine schnelle Heraushebung/ Denudation der Shackleton Range aus den Apatit-Spaltspurdaten ableiten. Diese Hebung führte jedoch nicht zur finalen Heraushebung, vielmehr deuten die Spurlängenverteilungen und angewendeten Modellierungen daraufhin, daß die finale Heraushebung der Shackleton Range erst im Känozoikum einsetzt. Diese thermo-tektonische Entwicklung konnte auch bereits für andere Regionen des Transantarktischen Gebirges nachgewiesen werden. Mit der finalen Heraushebung der Shackleton Range seit dem Känozoikum, ist eine Bruchtektonik mit nachweisbaren Versatzbeträgen von mindestens 300 - 900 m verknüpft.

## Die Bedeutung hoher Strahlungsintensitäten für die Photosynthese antarktischer Moose und Flechten

Mark Schlenso & Burkhard Schroeter

Botanisches Institut der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel,  
Olshausenstr. 40, 24098 Kiel

In den terrestrischen Ökosystemen der Antarktis treten im Frühjahr und Sommer infolge der hohen Albedo der Schneeflächen besonders hohe Strahlungsintensitäten im sichtbaren Wellenlängenbereich auf. Vor allem in Verbindung mit niedrigen Temperaturen, die für diese Lebensräume charakteristisch sind, kann starke Strahlung bei photoautotrophen Organismen zu einer Photoinhibition der Photosynthese führen, die Stoffproduktion und Konkurrenzfähigkeit der Arten sowie die Zusammensetzung der Vegetation beeinflusst. Die antarktische Vegetation ist vor allem von Flechten und Moosen geprägt. Diese sind als poikilohydre Organismen in der Lage, nahezu vollständig auszutrocknen und zeigen sich in diesem inaktiven Zustand extremen Umweltbedingungen gegenüber sehr resistent. Zur Untersuchung von möglichen Streßeffekten sind vor allem die Umweltbedingungen im hydratisierten, stoffwechselaktiven Zustand von größter Bedeutung. Durch mehrwöchige diurnale Messungen der Chlorophyll-*a*-Fluoreszenz von Photosystem II sowie Gaswechselformen an mehr als 20 Moos- und Flechtenarten im Freiland in der maritimen Antarktis gelang es, die wassergehaltsabhängige physiologische Aktivität der Arten sowie die dazugehörigen Außenbedingungen zu erfassen. Diese Daten dienen als Grundlage für eine Charakterisierung der Bedeutung hoher Lichtstärken für die Primärproduktion. Flechten wie *Leptogium puberulum*, die vor allem durch Schmelzwasser aktiviert werden und damit im aktiven Zustand hohen Lichtstärken über längere Zeiträume ausgesetzt sind, erwiesen sich als erstaunlich resistent. Es wurde keine für Photoinhibition typische Absenkung der Fluoreszenz- und Gaswechselformen beobachtet. Moose feuchter Lebensräume wie z.B. *Sanionia uncinata* zeigten dagegen regelmäßig photoinhibitorische Effekte. Eine Analyse der Carotinoidchemie soll bei den „empfindlichen“ Arten weitergehende Aufschlüsse über die Auswirkungen von Starklicht auf den Photosyntheseapparat erbringen. Neben physiologischen Anpassungen sind auch anatomisch-morphologischen Strukturen von Bedeutung: Der komplexe Bau der Moos- und Flechtenthalli kann die photosynthetisch aktiven Organe oftmals effektiv gegen starke Außenlichtbedingungen abschirmen und trägt so dazu bei, Schäden durch starke Strahlung zu vermeiden. Ein wichtiger Aspekt der Arbeit ist es daher, die Lichtverteilung im Kryptogamenthallus mittels Mikro-Spektroradiometrie zu untersuchen. Die anatomisch-morphologischen wie auch physiologischen Befunde dienen als Basis zur Abschätzung der Wirkung regelmäßig auftretender hoher Strahlungsintensitäten auf die Primärproduktion in den terrestrisch-antarktischen Ökosystemen. Erhöhte Belastungen können sich zum Beispiel aus einer zu erwartenden Vergrößerung des besonders im Frühjahr auftretenden „Ozonloches“ ergeben, das antarktische Lebewesen verstärkt der besonders aggressiven Strahlung kurzer Wellenlängen aussetzt.

## ARE SMALL COPEPOD SPECIES OF SIGNIFICANCE IN THE SOUTHERN OCEAN?

Sigrid B. Schnack-Schiel and Cornelia Metz  
Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung,  
D-27515 Bremerhaven

Throughout the Southern Ocean small copepod species are common members of the zooplankton and often numerically dominate the communities. The scientific interest, however, has in the past focused mainly on the typical large Antarctic zooplankton species such as the Antarctic krill, *Euphausia superba* and some copepod species. It has been shown only recently that the small calanoid species *Microcalanus pygmaeus* and *Ctenocalanus citer* together with the tiny cyclopoids and poecilostomatoids *Oithona similis* and *Oncaea curvata* also contribute considerably to the mesozooplankton biomass. In oceanic parts of the Bellinghausen Sea they account for more than 30% of the copepod biomass. Along the shelf their fraction is even higher and varies between 40 and 80%. Due to their small size and high abundance they play an important role in the Antarctic food webs. Small copepod species have an important impact on grazing and are themselves one of the main food items of young fish larvae. Their important role in the Antarctic ecosystems will be discussed in relation to the larger species.

## Enzymatischer Oxidationsschutz in den antarktischen Eisdiatomeen

### *Entomoneis kufferathii* MANGUIN und *Chaetoceros* sp.

R. Schriek und G. O. Kirst, Universität Bremen, Fachbereich 2, Meeresbotanik, Postfach 330 440,  
28334 Bremen

e-mail: rschriek@marbot.uni-bremen.de, kirst@marbot.uni-bremen.de

Die antarktischen Eisdiatomeen *Entomoneis kufferathii* MANGUIN und *Chaetoceros* sp. sind in ihrem natürlichen Lebensraum niedrigen Temperaturen, stark schwankenden Lichtintensitäten und hohen Salinitäten ausgesetzt. Derartige Umweltbedingungen sind in der Regel mit oxidativem Streß verbunden, der durch Auftreten von und Reaktionen mit toxischen Sauerstoffverbindungen gekennzeichnet ist: Superoxidanionen ( $O_2^-$ ), stabile Wasserstoffperoxidmoleküle ( $H_2O_2$ ), hochreaktive Hydroxylradikale (OH) und der durch Licht aktivierte Singulett-Sauerstoff ( $^1O_2$ ). Aerobe Organismen schützen sich durch Antioxidantien (Glutathion, Ascorbat) und enzymatisch gegen toxische Sauerstoffverbindungen, z. B. durch Catalase, Peroxidasen, Glutathion Reduktase und Superoxid Dismutase, die erstmals in Eisdiatomeen nachgewiesen wurden.

Die Oxidationsschutzenzyme Catalase (CAT, EC 1.11.1.6), Glutathion Peroxidase (GPX, EC 1.11.1.9), Glutathion Reduktase (GR, EC 1.6.4.2) und Superoxid Dismutase (SOD, EC 1.15.1.1) wurden in *E. kufferathii* und *Chaetoceros* sp. über eine Zeit von 24 Stunden bei einem Licht-Dunkelrhythmus von 12 zu 12 verfolgt. Die gelelektrophoretisch nachgewiesene CAT-Aktivität war für beide Eisdiatomeen im Licht höher als im Dunkeln, was auf eine lichtabhängige Antwort der Algen zurückgeführt werden kann. Auch für die SOD aus *E. kufferathii* waren die Aktivitäten im Licht höher. Für die SOD aus *Chaetoceros* sp. wurden dagegen im Dunkeln höhere Aktivitäten gemessen. Bei photometrischen GR-Bestimmungen wurden in *E. kufferathii* im Dunkeln bis zu 40 % höhere Aktivitäten nachgewiesen.

## Die Auswirkung globaler Klimaveränderungen auf die Primärproduktion der terrestrischen Vegetation in der Antarktis

Burkhard Schroeter

Botanisches Institut der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel,  
Olshausenstr. 40, 24098 Kiel

In der Diskussion um die Veränderung des globalen Klimas auf der Erde, häufig vereinfacht als globale Erwärmung beschrieben, kommt den Polargebieten besondere Aufmerksamkeit zu, da für die hohen Breitengrade die größte Erwärmung prognostiziert wird. Um die Auswirkung von Klimaveränderungen sowohl auf einzelne Arten als auch auf die Vegetation der terrestrischen Ökosysteme der Antarktis insgesamt abschätzen zu können, sind längerfristige Messungen von Wachstum und Primärproduktion, z.B. als Kohlenstoffbilanz in Abhängigkeit vom Mikroklima, für die vegetationsbildenden Arten nötig. Flechten und Moose sind die dominierenden Bestandteile der antarktischen Vegetation. Sie zeigen im Vergleich zu Höheren Pflanzen nur ein langsames Wachstum. Als poikilohydre Organismen sind sie in der Lage, längere Perioden im ausgetrockneten, inaktiven Zustand zu überdauern und damit auch ungünstige Witterungsbedingungen wie extreme Kälte oder Starklicht zu überstehen. Schnelle Austrocknung und Trockenheit sind jedoch nicht nur förderlich, z.B. um Streßsituationen zu überdauern, da mangelnde Wasserverfügbarkeit in entscheidender Weise die Primärproduktion gerade während der wärmeren Sommermonate dramatisch einschränken kann. Die Kenntnis der Zeiträume, in denen genügend Feuchtigkeit als Schnee, Schmelzwasser oder Regen für metabolische Aktivität zur Verfügung steht, ist daher für eine Abschätzung der Kohlenstoffbilanz im Tageslauf wie im Jahresgang von besonderer Bedeutung. Aus methodischen und logistischen Gründen gibt es aber bis heute nur wenige langfristige Datensätze von Mikroklima und Photosynthese für Flechten und Moose in der Antarktis. Für die Strauchflechte *Usnea aurantiaco-atra*, die in der maritimen Antarktis bestandesbildend auftritt, gelang es uns, nunmehr über 50 Monate Mikroklima und metabolischer Aktivität zu erfassen. Dieser Datensatz erlaubt es nun in Verbindung mit einem Photosynthesemodell, Kohlenstoffbilanzen für *Usnea aurantiaco-atra* zu berechnen und den Einfluß der verschiedenen klimatischen Parameter im Jahreslauf auf die Primärproduktion der Flechte zu charakterisieren. Die Jahreskohlenstoffbilanz weist sehr große interanuelle Unterschiede auf. Die Flechte ist während des ganzen Jahres, also auch im Winter, metabolisch aktiv. Bestimmend für den Kohlenstoffgewinn sind jedoch vor allem die klimatischen Verhältnisse im Frühjahr. Da die terrestrischen Ökosysteme in der Antarktis vergleichsweise einfach strukturiert sind, z.B. fehlt die Ebene der Konsumenten fast vollständig, können aus solchen Messungen weitreichende Schlüsse für das gesamte Ökosystem gezogen werden. Im Rahmen eines internationalen Programms unter der Aegide von BIOTAS soll nun in einem latitudinalen Transekt näher charakterisiert werden, wie eine Veränderung der Umweltbedingungen in der Antarktis die Zusammensetzung der terrestrischen Pflanzengesellschaften sowie Primärproduktion und Wachstum der Schlüsselarten beeinflussen wird.

## **Vergleichende Untersuchungen zur Struktur der Vegetation und der Ökologie ausgewählter Flechten- und Moosarten in der maritimen Antarktis**

F. Schulz und L. Kappen

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

Die terrestrische Vegetation der maritimen Antarktis wird im wesentlichen von Flechten und Moosen bestimmt. Während Moose in feuchten Bereichen vorwiegen, sind Hügelkuppen und Gesteinsoberflächen von Flechten dominiert. Häufig treten auch Mischgesellschaften mit veränderlichen Anteilen beider Kryptogamengruppen auf.

Entlang von Transekten wurden diese artenreichen Mischgesellschaften und ihre Übergänge zu reinen Flechten- bzw. Moosbeständen auf King-George-Island im Hinblick auf Artzusammensetzung, Verteilung der Thallusgrößen und das morphologische Typenspektrum untersucht. Abiotische Eingangsparameter wie PhAR, Temperatur, Wind, Niederschläge und Luftfeuchte wurden gemessen und zur Charakterisierung der Standorte herangezogen. Anhand von Messungen des CO<sub>2</sub>-Gaswechsels in Abhängigkeit von Licht und Temperatur sowie durch die Bestimmung von Wassergehalten im Feld wurde die Anpassung einzelner Arten an die standörtlichen Bedingungen abgeschätzt.

In den Transekten von feuchten Senken bis zu trockenen Kuppen ist die Vegetation deutlich zoniert, aber viele Arten kommen gelegentlich auch azonal vor. Das Auftreten von bestimmten Arten ist an das Vorkommen von schützenden, dominanten Arten gebunden, während andere Arten offensichtlich durch den Mangel an Besiedlungsraum zurücktreten. Nur die wenigen aspektbildenden Arten der Gipfel- und Senkenregion schließen sich gegenseitig aus.

Außer in Senkenbereichen ist die Diversität hoch, selbst wenn Makroflechten vollständig dominieren. Unterhalb einer dominanten Strauchflechtenschicht kommen zahlreiche Moosarten vor. Abgestorbene Bereiche des Unterwuchses dokumentieren das Überschreiten tolerierbarer Bedingungen. Trotz Reduktion auf ca. 10% des Tageslichtes, kann Lichtmangel als alleinige Ursache jedoch ausgeschlossen werden. Im Vergleich zu offenen Standorten erreicht die Vegetation unter dichten Strauchflechten nur ca. 50 % des Niederschlags, was trotz ebenfalls verringerter Evaporation ungünstig wirkt. Auch ist die Häufigkeit der Befeuchtung geringer, da leichter Regen als Interzeptionswasser in der oberen Schicht verbleibt.

Niederschlags- und Wassergehaltmessungen zeigen, daß Strauchflechten Vorteile an windexponierten Standorten haben und eine dichte Vegetationsdecke sich nachteilig auf die Feuchtigkeitsaufnahme auswirkt. Dies liefert eine schlüssige Erklärung für den bereits bekannten Unterschied in der Photosynthesekapazität von freistehenden und den in dichter Vegetation liegend wachsenden Exemplaren. Schwache Wuchsleistungen von Strauchflechten und einigen Lebermoosen brauchen jedoch Dominanz in der Vegetation nicht auszuschließen, da beide Gruppen in der Lage sind, auf der übrigen Vegetationsdecke zu flottieren, womit der Konkurrenzdruck verringert wird.

Trotz der Kleinheit der Vegetation, spielen somit biotische Faktoren bei der Ausgestaltung der artenreichen Mischbestände eine wesentliche Rolle über Veränderungen des Wasserhaushaltes, des Lichtregimes und der Substratverfügbarkeit.

## **Fernerkundung glaziologischer Oberflächeneigenschaften von antarktischen Eiskörpern**

Dr. Jörn Sievers  
Bundesamt für Kartographie und Geodäsie  
Frankfurt am Main

Wegen der Unzugänglichkeit und Unerschlossenheit großer Bereiche der Antarktis hat sich die Fernerkundung als ein unersetzliches ökonomisches und umweltschonendes Instrumentarium für eine großräumige Vermessung und zur Lösung zahlreicher glaziologischer Fragestellungen auf dem antarktischen Kontinent erwiesen. Dies gilt vor allem für die Untersuchung des Massenhaushalts der Eisschilde, Schelfeise und Gletschersysteme und deren klimabedingten Veränderungen.

Die flächenhafte Erfassung der Topographie nach Lage und Höhe stellt hierbei immer noch einen zentralen Forschungsgegenstand dar, um glaziologische Objektmerkmale, insbesondere Oberflächenstrukturen und Eisfließbewegungen, in den richtigen Raumbezug zueinander zu bringen. Dazu bedient man sich verschiedener flugzeug- und satellitengetragener Sensoren:

- optische Satellitenbilddaten unterschiedlicher geometrischer und spektraler Auflösung,
- Radarbilddaten vom Satelliten unter Anwendung interferometrischer Verfahren,
- Radaraltimeterdaten vom Satelliten,
- photogrammetrische Luftbilddaten,
- Laseraltimeterdaten vom Flugzeug (geplant).

Vor- und Nachteile mehrerer operationeller Systeme für glaziologische Fragestellungen sollen an Beispielen aufgezeigt werden.

## Stoffumsetzungen des Bakterioplanktons im Südlichen Ozean

Meinhard Simon<sup>1</sup>, Bernd Rosenstock<sup>2</sup>, Kilian Hennes<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Institut für Chemie und Biologie des Meeres  
Universität Oldenburg  
Postfach 2503  
26111 Oldenburg  
email: m.simon@icbm.uni-oldenburg.de

<sup>2</sup> Limnologisches Institut  
Universität Konstanz  
78457 Konstanz

Unsere Kenntnisse über den Umsatz von gelöster organischer Substanz durch heterotrophe planktische Bakterien im Südlichen Ozean sind noch sehr lückenhaft, denn es gibt bisher noch keine Untersuchungen, in denen der Umsatz der wichtigsten labilen Substrate wie Aminosäuren, Proteine und Kohlenhydrate zusammen mit der Biomasseproduktion heterotropher planktischer Bakterien gemessen wurde. Ebenso gibt es bisher keine Daten über die Bedeutung von planktischen Bakterien für die Nutzung des absinkenden organischen Materials im Mesopelagials. Daher haben wir während der Expedition ANT XIII mit dem FS "Polarstern" während des Fahrtabschnitts ANT XIII/2 im Dezember 1995/Januar 1996 diese Parameter innerhalb einer umfassenden Planktonstudie an der Südlichen Polarfront detailliert untersucht. Die Ergebnisse zeigten, daß in den obersten 120 m der Wassersäule gelöste freie Aminosäuren und Proteine zusammen zwischen etwa 60 und 80% des Kohlenstoffbedarfs für die Biomasseproduktion der planktischen Bakterien abdecken, obwohl deren in situ Konzentrationen extrem niedrig waren, meist unter 200 nM und z.T. sogar unter 50 nM (bei Protein Aminosäureäquivalente). Allerdings war die Umsatzzeit dieser Pools recht schnell und lag oft bei nur 1 bis 3 Tagen. Dagegen war die Umsatzzeit von freien gelösten Monosacchariden immer länger, trotz z.T. noch niedrigerer Konzentrationen. Sie trugen daher nur relativ geringe Anteile bei zur Versorgung der Bakterien mit organischem Kohlenstoff. Bilanzierende Abschätzungen ergaben, daß planktische Bakterien in den obersten 1000 m der Wassersäule etwa 60% der Primärproduktion nutzten und damit ganz entscheidende Strukturelemente für den Umsatz organischer Substanz an der Polarfront waren. Versuche zur Temperaturadaptation ergaben, daß Bakteriengemeinschaften im Oberflächenwasser an der Polarfront nicht gut an die in situ Temperaturen angepaßt waren, denn die Temperaturoptima ihrer Wachstumsraten lag um mindestens 10 °C über der in situ Temperatur. Dagegen waren die Bakteriengemeinschaften südlich der Polarfront im Zirkumpolarstrom und in der Nähe der Schelfeiskante viel besser an die in situ Temperaturen angepaßt, wie sich an den viel enger zusammenliegenden Optimums- und in situ Temperaturen zeigte. Cytophagen waren in diesen Gemeinschaften wichtige Komponenten, wie sich durch molekularbiologische Analysen mit rRNA-spezifischen Oligonukleotidsonden zeigte. Bakterien-spezifische Viren erwiesen sich an der Polarfront als ein nur unbedeutender Mortalitätsfaktor des Bakterienwachstums. Südlich der Polarfront dagegen, bei viel geringeren Bakterienwachstumsraten, waren Viren für die Bakterienmortalität wesentlich bedeutsamer.

## **Lebensvielfalt und Störungen durch Eisbergstrandungen des polaren Benthos**

Andreas Starmans, Julian Gutt und Wolf E. Arntz

Sektion Ökologie und Ökophysiologie, Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung  
Bremerhaven

Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen dem arktischen und antarktischen Benthos werden seit langem diskutiert (Dunbar 1968, 1977, Hedgpeth 1971, George 1977, Knox & Lowry 1977, Dayton 1990). Auffällige Unterschiede bestehen demnach in Faunenzusammensetzung, Besiedlungsdichten, Diversität und in der Anpassung der Arten. Erklärt werden diese ökologischen Unterschiede durch das Alter, den Ursprung und die Entwicklung der Fauna, den Grad ihrer zoogeographischen Isolation, die Klimageschichte und die großräumigen Strömungsmuster (Hempel 1985). Bei solch großräumigen Vergleichen, die überwiegend auf Literaturdaten beruhen, besteht allerdings die Gefahr, daß die Ergebnisse von Unterschieden in der räumlichen Skala und der eingesetzten Probennahmemethode beeinflusst sind. Vergleichende Studien auf der Grundlage von quantitativen Daten (Piepenburg et al. 1997) sind z. Zt. noch selten. Im Mittelpunkt der Untersuchung stand daher der direkte, methodisch identische bipolare Vergleich der epibenthischen Besiedlungsstrukturen unter besonderer Berücksichtigung ihrer Diversitätsmuster auf unterschiedlichen räumlichen Skalen. Zu diesem Zweck wurde in den Schelfgebieten ein mit Kameras ausgerüstetes Unterwasserfahrzeug eingesetzt. Das dabei aufgenommene Videomaterial lieferte quantitative und damit vergleichbare Daten insbesondere für die größeren epibenthischen Organismen, die den Lebensraum strukturieren.

Zur Beschreibung der Diversität der einzelnen Biotope bzw. Stationen (within-habitat oder alpha-Diversität) wurden die Diversität nach Hurlbert (1971) und die Taxazahl ermittelt. Die höchsten Taxazahlen und Diversitätswerte (Abb. 1) berechneten sich für Stationen aus dem antarktischen Weddellmeer. Allerdings fanden sich in allen vier Untersuchungsgebieten auch vergleichbar niedrige Taxazahlen und Diversitätswerte. Nur der Vergleich zwischen den Stationen des Weddellmeers und des flachen Schelfs vor Nordostgrönland ergab einen signifikanten Unterschied. Die Ergebnisse zeigen, daß eine hohe Diversität kein grundsätzliches Merkmal antarktischer Megabenthosgemeinschaften ist. Auf dem tieferen antarktischen Schelf gibt es ebenso wie in der Arktis Artenassoziationen, die von einem Taxon oder einigen wenigen Taxa dominiert werden.

Between-habitat oder beta-Diversität ist im wesentlichen ein Maß dafür, wie unterschiedlich oder ähnlich verschiedene Proben in bezug auf die vorkommenden Arten und deren Abundanzen sind. Dabei ist eine hohe beta-Diversität das Ergebnis einer geringen Ähnlichkeit der Artenzusammensetzung zwischen den verschiedenen Stationen eines größeren Gebietes. Unsere Berechnungen zeigen, daß im Weddellmeer eine leicht höhere beta-Diversität zu beobachten ist, als im Bellingshausenmeer und auf dem tieferen Schelf vor Nordostgrönland. Eine Erklärung ist die Heterogenität des südöstlichen Weddellmeerschelfs. Zum einen finden sich auf unsortierten Sedimenten von Suspensionsfressern dominierte

Gemeinschaften, zum anderen existiert in Gebieten mit wesentlich anderen Umweltbedingungen eine typische Weichbodenfauna. Im Bellingshausenmeer und auf dem tiefen Schelf vor Nordostgrönland sind die Unterschiede weniger ausgeprägt. Hier herrschen vermutlich insgesamt gleichförmigere Umweltbedingungen, die zu einer geringeren beta-Diversität führen. Auf dem flachen nordostgrönländischen Schelf ist die beta-Diversität deutlich höher als in dem tieferen arktischen Untersuchungsgebiet und auf dem antarktischen Schelf. Erklärt werden kann dieses Muster durch die wesentlich fleckenhafte Verteilung der Artenassoziationen, von denen jede von unterschiedlichen Taxa dominiert wird. Mögliche Ursachen dafür sind variable Umweltbedingungen, z.B. verursacht durch Temperaturschwankungen, Schmelz- und Gefrierprozesse und damit verbundene Schwankungen des Salzgehalts, Wellen- und Lichteinfluß und physikalische Störungen durch wühlende Großsäuger und strandende Eisberge.

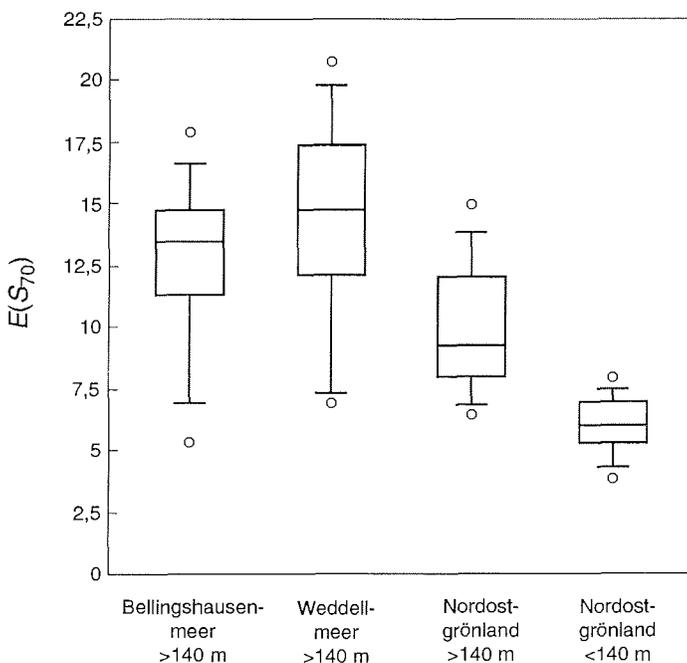


Abb. 1: Diversität  $E(S_{70})$  der je zehn Stationen aus den vier Untersuchungsgebieten ("Box-und-Whisker-plots", die fünf horizontalen Linien bezeichnen das 10te, 25te, 50te, 75te und 90te Perzentil der Variablen. Alle Werte über dem 90ten und unter dem 10ten Perzentil werden einzeln dargestellt).

Die Videobeobachtungen zeigten, daß strandende Eisberge in beiden Polargebieten einen erheblichen zerstörerischen Einfluß auf das Benthos haben. Sessile Organismen werden dabei vernichtet und verschiedene Pionierarten beginnen, die zerstörten Flächen in teilweise hohen Dichten wiederzubesiedeln. Dieses Phänomen ist für Meeresökologen deshalb interessant, weil sich so der noch weitgehend ungeklärte Zusammenhang zwischen Lebensvielfalt und Belastbarkeit eines Ökosystems untersuchen läßt. Eine vorläufige quantitative Analyse ergab, daß der Anteil der gestörten Fläche an der gesamten analysierten Fläche in den arktischen und antarktischen Untersuchungsgebieten 4-5 bzw. knapp 10 % beträgt (Tab. 1). Das während der Antarktisexpeditionen ANT XIII/3 (1996) und ANT XV/3 (1998) gesammelte Datenmaterial aus dem Weddellmeer wird

derzeit noch ausgewertet, die vorgestellten Ergebnisse sind deshalb nur vorläufig. Es zeigt sich, daß im östlichen Weddellmeer in Wassertiefen zwischen 100 und 200 m der Anteil der durch strandende Eisberge gestörten Flächen bis zu 53 % betragen kann.

Tab. 1: Relativer Anteil der durch Eisberge gestörten Flächen in der Antarktis und Arktis.

	Antarktis	Arktis
Untersuchungsgebiet	Amundsen-, Bellingshausen-, SO-Weddell- und Lazarevmeer	Nordostgrönland
untersuchter Tiefenbereich (m)	100-500	0-70
analysierte Fläche (m <sup>2</sup> )	13715	4275
gestörte Fläche (%)	4,4	9,5

Dayton, P.K. (1990). Polar benthos. In: Smith, W.O. (ed) Polar Oceanography, Part B: Chemistry, Biology, and Geology. Academic Press, Boston, p. 631-685.

Dunbar, M.J. (1968). Ecological development in polar regions: A study in evolution. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.

Dunbar, M.J. (1977). The evolution of polar ecosystems. In: Llano, G.A. (ed) Adaptation within the Antarctic ecosystems. Smithsonian Inst., Washington, p. 1063-1076.

George, R.Y. (1977). Dissimilar and similar trends in Antarctic and Arctic marine benthos. In: Dunbar, M.J. (ed) Polar Oceans. Arctic Institute of North America, Calgary, p. 391-408.

Hurlbert, H.S. (1971). The nonconcept of species diversity: a critique and alternative parameters. Ecology 52: 577-586.

Knox, G.A., Lowry, J.K. (1977). A comparison between the benthos of the Southern Ocean and the North Polar Ocean with special reference to the Amphipoda and the Polychaeta. In: Dunbar, M.J. (ed) Polar Oceans. Arctic Institute of North America, Calgary, p. 423-462.

Piepenburg, D., Voß, J., Gutt, J. (1997). Assemblages of sea stars (Echinodermata: Asteroidea) and brittle stars (Echinodermata: Ophiuroidea) in the Weddell Sea (Antarctica) and off Northeast Greenland (Arctic): A comparison of diversity and abundance. Polar Biol. 17: 305-322.

## Untersuchungen zur Verbreitung und Biologie der Cephalopoden im östlichen Weddellmeer

Steimer, S.<sup>1</sup>, Allcock, A.L.<sup>2</sup> & Piatkowski, U.<sup>1</sup>

1) Institut für Meereskunde, Kiel, Deutschland

2) University of Liverpool, Liverpool, England

Das Wissen über die Cephalopoden im Südpolarmeer ist bis heute sehr lückenhaft. Die gezielte Probenbeschaffung erweist sich als äußerst schwierig, und die in anderen Meeresgebieten erfolgreich eingesetzten Fangtechniken wie z.B. das Jiggen sind im Südpolarmeer erfolglos. Angabe über Populationsgröße oder über eventuelle Wanderungen der Cephalopoden sind bisher noch nicht möglich, da über Biologie, Taxonomie und Verbreitung dieser Tiere noch keine ausreichenden Kenntnisse vorliegen. Ergebnisse wissenschaftlicher Arbeiten über die Nahrungszusammensetzung antarktischer Top-Predatoren (Pinguine, Wale, See-Elefanten und Albatrosse) weisen auf die zentrale Bedeutung der Tintenfische im Nahrungsnetz des Südpolarmees hin (PIATKOWSKI 1995). Die Ergebnisse der hier vorgestellten Arbeiten liefern einen ersten Beitrag zur Artenkenntnis, Biologie und Altersbestimmung an Cephalopoden des östlichen Weddellmeeres und ihrer Bedeutung im Ökosystem des Südpolarmees.

Das bearbeitete Probenmaterial wurde auf der FS Polarstern Expedition XIII/3 in der Zeit vom 5. bis zum 28. Februar 1996 im östlichen Weddellmeer gefangen. Gefischt wurde vorwiegend in 200-600 m Tiefe am Schelfhang, jedoch wurden auch Netze in größeren Tiefen gefahren. Sowohl Grundschleppnetz, Agassiz Trawl, Benthopelagisches Netz, Epibenthoschlitten als auch Kastengreifer wurden eingesetzt.

144 Kalmare und 447 Octopoden wurden im Verlauf der Reise gefangen. Die taxonomische Bearbeitung der Tiere ergab drei Kalmar- und 8 Octopoden-Arten. Drei der acht Octopoden-Arten wurden erstmals in der Antarktis gefunden und neu beschrieben (ALLCOCK 1998).

Die Kalmare der Art *Psychroteuthis glacialis* zeigten mit 141 von 144 gefangenen Tieren die größte Abundanz. Bis auf einige wenige Tiere wurden alle bei Halley Bay in Tiefen von 400-850 m gefangen. Dabei handelt es sich bis auf vier reife Weibchen und zwei reife Männchen um Tiere früher Reifestadien. Auffällig ist die Größe der reifen Weibchen, die mit einer Mantellänge von 300 mm deutlich über der Größe von 100-180 mm aller anderen Tiere liegt. Das Nebeneinander von kleinen unreifen und sehr großen reifen Weibchen läßt vermuten, daß diese Art mindestens eine 2-jährige Lebensdauer hat. Die Auswertung der entnommenen Statolithen soll im weiteren Verlauf der Arbeit Aufschluß über Alter, Wachstum und Lebenszyklus dieser Art geben.

Erste Untersuchungen der Mageninhalte bei *Psychroteuthis glacialis* ergaben eine Nahrungspräferenz für Crustaceen. Fischotolithen und Tintenfischaugen wurden nur vereinzelt gefunden. Bei den Crustaceen handelt es sich vornehm-

lich um den Antarktischen Krill *Euphausia superba* und die Garnele *Notocrangon antarcticus*. Bei Tieren die in Tiefen über 600 m mit dem Grundschieppnetz gefangen wurden, waren Garnelen der Art *Nematocarcinus lanceopes* am häufigsten in den Mägen vertreten.

Mit dem Benthopelagischen Netz gelang der Fang zweier weiterer Kalmar-Arten *Galiteuthis glacialis* und *Teuthowenia megalops*.

Die Octopoden mit der Unterfamilie Eledoninae waren auf allen Stationen bis 1000 m, die mit dem Grundschieppnetz oder dem Agassiz Trawl befischt wurden, in großer Zahl vertreten. Neben den Arten *Pareledone polymorpha*, *P. turqueti*, *P. charcoti* und *Megaleldone senoi* wurden drei weitere Arten gefunden und mittels biochemisch-genetischer Untersuchungen als neue Arten bestätigt. Während *P. polymorpha*, *P. charcoti*, *P. turqueti*, *M. senoi* und *Pareledone pseudoturqueti* sp. nov. in nahezu allen Wassertiefen bis 1000 m vertreten waren, wurden *P. aspera* sp. nov. (354-571 m) und *P. parva* sp. nov. (212-481 m) nur in geringeren Wassertiefen gefangen. Ein bestimmtes Verbreitungsmuster der Octopoden konnte nicht festgestellt werden, da alle Arten im Untersuchungsgebiet weiträumig vertreten waren. Das einzige Exemplar der Art *Benthooctopus levis* der Unterfamilie Bathypolypodinae wurde vor Halley Bay gefunden.

## Literatur

- ALLCOCK, A.L. 1998. The genetics and taxonomy of Southern Ocean Octopodidae, with special reference to the genus *Pareledone*.- Unpubl. Ph.D. Thesis, Univ. of Liverpool, 236 pp.
- PIATKOWSKI, U. 1995. Kalmare der Polarmeere.- In: HEMPEL, I. & HEMPEL, G. (Hrsg.) 1995. Biologie der Polarmeere. G. Fischer Verlag, Jena. 216-221.

## **New Antarctic shallow water Copepoda Harpacticoida - their reproductive strategies and ecological role**

**Veit-Köhler, Gritta**

Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, Fachbereich Biologie,  
AG Zoomorphologie

D-26111 Oldenburg

During a study of meiobenthic copepod associations in the Potter Cove (Base Científica Jubany, King George Island, Antarctica) two new species of the harpacticoid families Thalestridae (*Pseudotachidius jubanyensis* sp. nov.) and Paramesochridae were discovered. They are interesting in two ways: for their comparatively large body-size, as for their reproductive performances. Their distribution and abundances along two scuba diving depth transects carried out in the inner and outer cove (5 m to 30 m depth) shows their preference for low energy and for muddy bottom situations. Measurements of total organic matter in the upper 3 cm layer of the sediment do not indicate a relation between copepod distribution and food supply. C/N analysis, however, indicates an important role of food quality for habitat choice. Only four big yolkly eggs per clutch are in contrast to an average egg number of 12.6 per clutch in all other smaller sized harpacticoids of these transects. Therefore, as for their reproductive performance harpacticoid copepods exhibit several different ways along the "r-K-continuum". Other theories like bet-hedging and the abundance/intermittency scheme will be discussed.

Considering the comparatively low numbers of copepods (adults and copepodids) of maximum 137 individuals per 10 cm<sup>2</sup> sediment surface including the upper 3 cm of the oxidized layer, body-size becomes important. Both new species have a body volume five to twenty times higher than the average of all other harpacticoids found along the transects. This becomes evident even in early copepodid stages. Despite the relatively low abundance of at most 11 copepodids and adults of the new species *Pseudotachidius jubanyensis* per 10 cm<sup>2</sup> their body volume is comparable with the rest of the copepod association. Therefore, this species deserves more attention than is indicated by purely regarding its numbers.

## Die neu entdeckten hydrothermalen Quellen am Boden der Bransfield Strait

K. Wallmann\*, G. Bohrmann\*, S. Petersen\*\*, E. Suess\*

\*GEOMAR-Forschungszentrum

\*\*Technische Universität Freiberg

Mehr als zehn Jahre nachdem die hydrothermale Aktivität in der Bransfield Strait durch Helium-Messungen in der Wassersäule und organisch-geochemische Sedimentuntersuchungen nachgewiesen wurde, gelang es während der FS POLARSTERN Expedition XV/2 im November 1997 erstmals warme Quellen am Boden der Bransfield Strait zu lokalisieren, zu photographieren und zu beproben.

Die Fluidaustrittsstellen wurden auf einer vulkanischen Erhebung (Hook Ridge bzw. Struktur F, 62°12'S, 57°18'W) im zentralen Bransfield Becken (King George Becken) in einer Wassertiefe von 1200 m gefunden. Mit dem geschleppten Videoschlitten OFOS (Ocean Floor Observation System) wurden am westlichen Gipfelbereich des Hook Ridge weiße Silikat-Präzipitate auf der Sedimentoberfläche beobachtet und Temperaturanomalien von bis zu 0,1 °C in drei Metern Höhe über dem Meeresboden gemessen. Proben aus der Wassersäule zeigten eine Erhöhung der Methankonzentrationen im bodennahen Bereich. Neben den Silikatpräzipitaten wurden etwas nördlich der Rückenkuppe braun verfärbte Präzipitate beobachtet; wahrscheinlich handelt es sich dabei um Sulfide mit einem Überzug von Eisenoxihydroxiden. Die an anderen hydrothermalen Quellen häufig auftretenden Muscheln (Gattung *Calyptogena*, *Bathymodiolus*) konnten nicht beobachtet werden. Die erkennbare Megaepifauna wird von suspensionsfressenden Gruppen und Schlangensternen (Ophiuroidea) dominiert. Dabei ist auffällig, daß an den erkennbaren Fluidaustrittsstellen keine Megaepifauna an der Meeresbodenoberfläche beobachtet werden kann. In den umliegenden Gebieten, in einer Distanz von einigen 10 bis 100 m zu den Quellen, kommt es dagegen zu einer Aggregation von Schlangensternen. Diese hohe Dichte von Schlangensternen zeigt ein erhöhtes Nahrungsangebot an und läßt vermuten, daß an den hydrothermalen Quellen bakterielle chemoautotrophe Primärproduktion zu einer Anreicherung der Nährstoffe führt.

Drei TV-geführte Greifer wurden erfolgreich am Hook Ridge eingesetzt. Mit dem TV-G PS47/091 wurden Sedimente geborgen, die hydrothermal beeinflusst sind und bei Messungen an Deck von *FS Polarstern* noch Temperaturen bis 24 °C aufwiesen. Sie enthielten große Mengen weiß-, schwarz- und braungefärbter Präzipitate, die wahrscheinlich aus amorphem SiO<sub>2</sub>, Eisensulfiden und Eisenoxihydroxiden bestehen. Die Sedimente wurden unter Inertgas ausgepreßt, um das Porenwasser abzutrennen und zu analysieren. Die Messungen an den im TV-G PS47/091 geborgenen Oberflächensedimenten und Fluiden zeigen, daß die hydrothermalen Quellen des Hook Ridge durch den diffusen Austritt von warmen und salzarmen Fluiden gekennzeichnet sind. Die hohen Kieselsäuregehalte und die charakteristischen hellen SiO<sub>2</sub>-Präzipitate an der Sedimentoberfläche und innerhalb der Sedimente belegen, daß die Fluide zumindest teilweise gegenüber amorphem SiO<sub>2</sub> übersättigt sind. Die Cl-Gehalte im Porenwasser (530 mM) und die pH-Werte im Sediment (pH=5.5) sind niedriger als im Bodenwasser, dagegen konnten deutliche Anreicherungen von Kieselsäure, Sulfid, Phosphat, Ammonium und gelöstem anorganischem Kohlenstoff im Porenwasser festgestellt werden. Besonders die erhöhten Ammoniumwerte zeigen, daß die am Hook Ridge austretenden Hydrothermallösungen stark durch Wechselwirkungen mit den Sedimenten beeinflusst werden.

Zusätzlich wurden fünf Schwerelotkerne im westlich an den Hook Ridge angrenzenden King George Becken in Wassertiefen von ca. 1 900 m genommen. Die Sedimentkerne aus den Einsätzen PS47/061, PS47/062 und PS47/063 zeigen an der Basis eine hydrothermale Beeinflussung; sie wurden am östlichen Rand des Beckens direkt angrenzend zum Hook Ridge genommen. Die niedrigen pH-Werte und hohen Chloridgehalte an der Basis dieser Kerne können nicht durch frühdiagenetische Reaktionen im Sediment erzeugt werden und sind daher als Hinweis auf den Eintrag von Fluiden zu werten. Die Anwesenheit von salzreichen Fluiden in den Kernen PS47/061, PS47/062 und PS47/063 sowie von salzarmen Fluiden in den Sedimenten aus den TV-G-Einsätzen PS47/091, PS47/089 und PS47/087 deuten möglicherweise daraufhin, daß es im hydrothermalen Konvektionssystem des Hook Ridge zu einer Phasentrennung kommt.

Mögliche Transportwege von Eisen in den Südlichen Ozean - Radium- und Neodym-Isotope als Tracer für Einträge aus kontinentalen Schelfgebieten und der Atmosphäre

H.-J. Walter<sup>1</sup>, E. Hegner<sup>2</sup>, C. Hanfland<sup>1</sup>, M. M. Rutgers van der Loeff<sup>1</sup>, B. Diekmann<sup>1</sup>, G. Kuhn<sup>1</sup>, C. Jeandel<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Alfred-Wegener Institut für Polar- und Meeresforschung, Am Handelshafen 12, 27576 Bremerhaven

<sup>2</sup> Universität Tübingen, Institut für Geochemie, Wilhelmstr. 56, 72074 Tübingen

<sup>3</sup> LEGOS (CNRS/CNES/UPS), Observatoire Midi-Pyrenees, 14 Ave E. Belin, 31400, Toulouse, France

Die Verfügbarkeit von Eisen in der euphotischen Zone kann im Südlichen Ozean limitierend für die Primärproduktion und damit für die Aufnahme von Kohlendioxid aus der Atmosphäre sein (DE BAAR et al., 1995). Der Eintrag von Eisen und eine mögliche damit verbundene Steuerung des Klimas wird deshalb viel diskutiert (MARTIN, 1990). Ziel unserer Studie ist es, die bisher wenig untersuchten Transportwege von Eisen in das Oberflächenwasser des Südatlantiks einzugrenzen. Für das Eisen stehen drei potentielle Quellen und Transportmechanismen zur Verfügung: a) Auftrieb von Tiefenwasser b) Eintrag aus kontinentalen Schelfgebieten c) terrigener Staubeintrag.

Als Tracer für den Eintrag von Eisen aus Schelfgebieten kann das radiogene Isotop <sup>228</sup>Ra benutzt werden. Es bildet sich im Sediment durch den Zerfall von <sup>232</sup>Th und reichert sich im Bodenwasser stark an. Aufgrund seiner Halbwertszeit von 5.8 Jahren kann ein <sup>228</sup>Ra-Signal aus den Schelfgebieten Südamerikas oder der Antarktischen Halbinsel mit dem Antarktischen Zirkumpolarstrom (ACC) durch laterale Advektion weit in östliche Richtung in den Südatlantik transportiert werden. Einträge aus der Atmosphäre können durch Messung der Konzentrationen von Aluminium im Oberflächenwasser nachgewiesen werden (HELMERS UND RUTGERS VAN DER LOEFF, 1993). Die Neodym-Isotopie von Schwebstoffen im Oberflächenwasser bietet zusätzlich die Möglichkeit, die Liefergebiete von äolischem Staub einzugrenzen, da die benachbarten Kontinente durch weitgehend unterschiedliche Nd-Isotopenzusammensetzungen charakterisiert sind (BASILE et al., 1997).

Während der Polarstern-Expeditionen ANT XV/2 und XV/3 wurden auf mehreren Nord-Süd Schnitten durch den ACC und das Weddellmeer Oberflächenproben für die Analyse von <sup>228</sup>Ra sowie der Neodym-Isotopie von Schwebstoffen gesammelt.

Von der räumlichen Verteilung von <sup>228</sup>Ra erwarten wir uns Auskunft darüber, ob und inwieweit die südamerikanischen und antarktischen Schelfgebiete potentielle Transportwege von Eisen in den Südatlantik sind. Über die Nd-Isotopie der Schwebstoffe ergeben sich Hinweise über mögliche Einträge von äolischem Staub von Patagonien und der Antarktischen Halbinsel.

Es gibt Anzeichen dafür, daß der äolische Transport von Staub in Glazialzeiten erheblich größer war als in den Interglazialzeiten (BASILE et al., 1997), was zu einer glazialen "Eisendüngung" des Südlichen Ozeans geführt haben könnte (KUMAR et

al., 1995). Allerdings gibt es für diese Hypothese bis heute keinen direkten Beweis. Wir sind dieser Frage nachgegangen und haben Proben aus den glazialen und interglazialen Abschnitten zweier Sedimentkerne des westlichen Südatlantiks (53°S und 59°S) auf ihre Neodym-Isotopie hin untersucht. Erste Ergebnisse für die Sedimentproben zeigen eine systematische Variation der  $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ -Isotopenverhältnisse mit den Glazial-Interglazial-Zyklen. In beiden Kernen sind die Nd-Isotopenverhältnisse in den Glazialzeiten radiogener als in den Interglazialen. Diese Beobachtung belegt einen erhöhten Eintrag einer Mantelkomponente während der Glazialstadien, die aus den Bereichen mit jungem Vulkanismus (z.B. Patagonien, Antarktische Halbinsel) stammen muß. Inwieweit äolischer Transport vorliegt ist Gegenstand laufender Untersuchungen.

#### Literatur:

- DE BAAR H.J.W., J.T.M. DE JONG, D.C.E. BAKKER, B.M. LÖSCHER, C. VETH, U. BATHMANN, UND V. SMETACEK (1995) Importance of iron for plankton blooms and carbon dioxide drawdown in the Southern Ocean. *Nature*, 373, 412-415.
- MARTIN J.H. (1990) Glacial-interglacial  $\text{CO}_2$  change: the iron hypothesis. *Paleoceanography*, 5, 1-13.
- HELMERS E. AND M.M. RUTGERS VAN DER LOEFF (1993) Lead and aluminium in Atlantic surface waters (50°N to 50°S) reflecting anthropogenic and natural sources in the eolian transport. *Journal of Geophysical Research*, 98, C11: 261-273.
- BASILE I., F.E. GROUSSET, M. REVEL, J. R. PETIT, P.E. BISCAYE, N.I. BARKOV (1997) Patagonian origin of glacial dust deposited in East Antarctica (Vostok and Dome C) during glacial stages 2, 4, and 6. *Earth and Planetary Science Letters*, 146, 573-589.
- KUMAR, N., R.F. ANDERSON, R.A. MORTLOCK, P.N. FROELICH, P.KUBIK, B. DITTRICH-HANNEN, AND M. SUTER (1995) Increased biological productivity and export production in the glacial Southern Ocean. *Nature*, 378, 675-680.

# **Stand und Perspektiven spurenstoff-glaziologischer Untersuchungen antarktische und grönländischer Eisbohrkerne**

D. Wagenbach  
Institut für Umweltphysik (IUP), Universität Heidelberg

W. Graf  
Institut für Hydrologie, GSF Neuherberg

J. Kipfstuhl, H. Oerter und A. Minikin  
Alfred Wegener Institut für Polar- und Meeresforschung (AWI), Bremerhaven

Für das Verständnis langfristiger Klimaschwankungen ist die Frage nach dem wechselseitigen Einfluß zwischen der Variabilität atmosphären-klimatischer Schlüsselparameter (Temperatur, Niederschlag, Strahlungshaushalt) und der Änderungen atmosphärischer Spurenstoff-Kreisläufe von zentraler Bedeutung. Nur in (kalten) Gletschergebieten ist die zeitliche Änderung sowohl von klimatischen Proxyparameter (stabile Wasserisotopomere) als auch von atmosphärischen Spurenstoffen (Treibhausgase, Luftstaub) vergleichsweise unverfälscht archiviert. Spurenstoff-isotopische Multiparameter Studien an polaren Eiskernen sind deshalb das wichtigste Instrument zur diagnostischen Erforschung der Klimavariabilität auf der Zeitskala einiger 100 bis einiger 100.000 Jahre.

Vorwiegend glaziologische Aspekte (Massenhaushalt, Eisdynamik) dienen dagegen spurenstoff-isotopischen Untersuchungen der oberflächennahen Firndecke, wobei die Bestimmung der räumlichen Verteilung von Schneeakkumulationsraten polarer Schneegebiete im Vordergrund steht. Diese klassische Anwendung nutzt gegebenenfalls die saisonale Stratigraphie (u.a.  $\delta^{18}\text{O}$ , Säurekomponenten, Mineralstaub) oder bekannte Zeitmarken (z.B.  $^3\text{H}$ -Bombenmaximum, vulkanogene Säurehorizonte) zur Quantifizierung mittlerer Schneezutragsraten.

Die spurenstoff-glaziologischen Aktivitäten deutscher Arbeitsgruppen haben sich über die letzten 15 Jahre vorwiegend auf diesen Arbeitsansatz bezogen, welcher intensiv auf dem Filchner/Ronne-Schelfeis, im Ritscher Hochland, in Dronning Maud Land (AWI & GSF) sowie in den letzten Jahren auch in Zentral- und Nordgrönland (IUP & AWI) zur Anwendung kam. Begleitend wurden in diesen Gebieten prozeßorientierte Studien zur Quantifizierung der Isotopen-Kontinentaleffekte und der  $\Delta\delta^{18}\text{O}/\Delta T$ -Beziehungen (GSF & IUP) als auch zur räumlichen Verteilung von Aerosolspezies (IUP) durchgeführt.

Seit 1993 sind durch das AWI „mitteltiefe“ Kernbohrungen realisiert worden, welche nun hauptsächlich über die Paläoklima-/Paläoumweltaspekte wissenschaftlich begründet sind (Nordgrönland-Traversal, Berkner Island Projekt, Dronning Maud Land – EPICA Vorerkundung). Über den hier überdeckten Zeitbereich der letzten ca. 500 – 2.500 Jahre ist vor allem der Nachweis großräumig repräsentativer Klima-

schwankungen und deren möglichen Verbindung zu systematischen Änderungen biogener, maritimer, terrigener und stratosphärischer Aerosolspezies von Interesse. Zusätzlich muß die Systematik regionaler Unterschiede in den spurenstoff-isotopischen Records zwischen Zentral- und Nordgrönland bzw. zwischen dem maritim geprägten Berkner Island und den hochkontinentalen DML-Positionen untersucht werden. Letzterer Aspekt nimmt dabei unmittelbar Bezug auf die Rechtfertigung und Positionswahl der geplanten EPICA-Tiefbohrung in DML.

Abschließende Ergebnisse zu den obigen Fragestellungen liegen aus Nordgrönland vor (siehe Posterabstract), wo u.a. isotopenthermometrisch die „kleine Eiszeit“ in Verbindung mit systematischen Seesalzvariationen erstmals eindeutig nachgewiesen werden konnte. Die Frage, ob in diesem Arbeitsgebiet auch eine großräumig repräsentative Änderung der Niederschlagsrate stattgefunden hat, ist jedoch noch unklar.

Für die Bohrpositionen im Bereich der Küstenantarktis lassen sich noch keine vergleichbar eindeutigen Isotopentrends finden (u.a. wegen der stark unterschiedlichen glazio-meteorologischen Regime, siehe Posterabstract). Abgesehen vom Filchner/Ronne-Schelfeis (fließdynamisch gestört) liegen von deutscher Seite hier noch keine Langzeitrecords chemischer Spurenstoffe vor.

Wichtige Grundlagen für die Interpretation der zukünftigen Bohrkernrecords im Sinne von Netto-Atmosphärensignalen sind anhand der Traversenaktivitäten und aus dem Betrieb des Spurenstoff-Observatoriums erarbeitet worden. Dies betrifft in Grönland u.a. die Bestimmung der Abhängigkeit glazio-chemischer Konzentrationen von der Niederschlagsrate. In der Antarktis gilt dies für die mittlerweile exakte Quantifizierung der Saisonalität aller bohrkernrelevanten Spurenstoffe ebenso wie für den weitreichenden Befund, daß die Meereisoberfläche wahrscheinlich die dominierende Quelle des antarktischen Seesalzaerosols darstellt.

## Fazies und Ichnofauna der Mount Provender Formation (untere Blaiklock Glacier Group), Shackleton Range, Antarctica

B. Weber\* und M.R.A. Thomson\*\*

\* Technische Universität Berlin, Institut für Angewandte Geowissenschaften II, Fachgebiet Historische Geologie und Paläontologie, Ackerstraße 71-76, D-13355 Berlin

\*\*British Antarctic Survey, High Cross, Madingley Road, Cambridge CB3 0ET, UK

Im Verlauf der europäischen Expedition (**EUROSHACK**, 1994/95) in die Shackleton Range (Coats Land) gelang den Autoren am NW-Rand der Shackleton Range der Nachweis einer altpaläozoischen Ichno- und Makrofauna (WEBER, 1995; THOMSON & WEBER, 1998). Neben einer Reihe von problematischen Weichkörper- und Arthropodenresten (*Phyllocarida incertae sedis*) wurde eine artenreiche Spurenfossilgesellschaft nachgewiesen, die paläoökologische Hinweise auf das vorherrschende Paläoenvironment sowie grobe biostratigraphische Anhaltspunkte zur Zeitstellung der fraglichen Sedimente liefert.

### Stratigraphische Position:

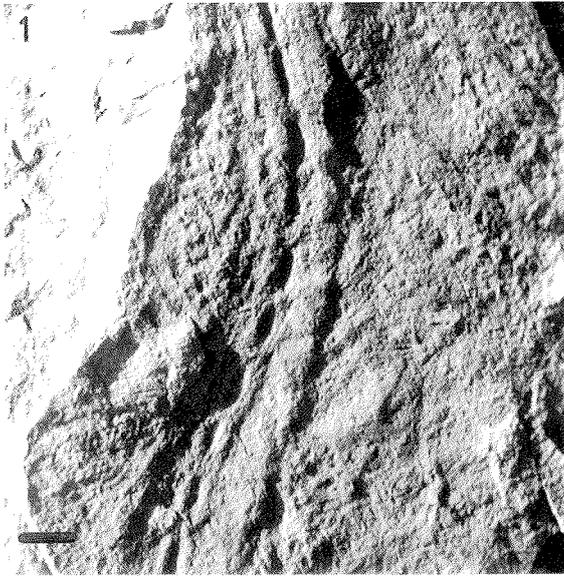
Am Süd- sowie am NW-Rand der Shackleton Range sind jungproterozoische bis altpaläozoische Siliziklastika mit teilweise biostratigraphisch relevanten Mikro- und Makrofossilien aufgeschlossen (BUGGISCH u.a., 1990, 1994; SOLOVIEV & GRIKUROV, 1978; WEBER, 1995a,b). Im Nordwesten treten kambro-ordovizische Sedimente der Blaiklock Glacier Group (BGG) mit Makrofaunen auf. Der hier vorgestellte Fundkomplex stammt aus diesem Gebiet und gehört zur Mount Provender Formation (MPF), in die untere BGG (z.B. TESSENHORN & THOMSON, 1990; BUGGISCH u.a., 1994). Die BGG wird auf Grund ihrer stratigraphischen Position oberhalb der durch Trilobiten belegten (mittelkambrischen) Haskard Highland Formation sowie vor allem auf der Basis von radiometrischen und geomagnetischen Daten (PANKHURST u.a., 1983; BUGGISCH u.a., 1994) dem (unteren bis mittleren) Ordovizium zugerechnet. Ein eindeutiger biostratigraphischer Nachweis für diese Zeitstellung ist hingegen bisher nicht gelungen.

### Fazies und Paläoenvironment:

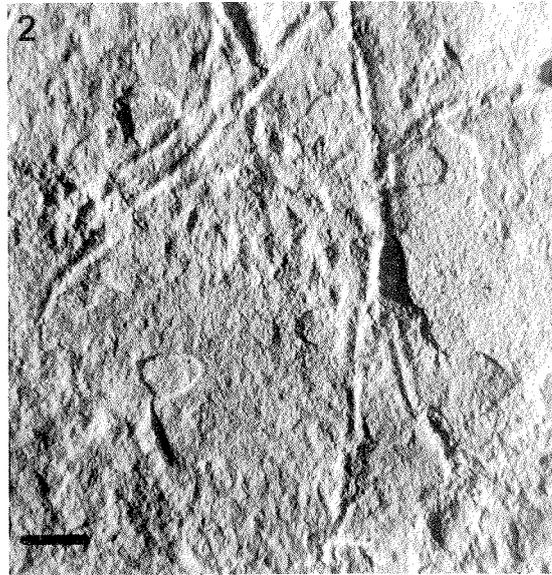
Die südlich des Mount Provender, im Gebiet des Mount Gass, am Dragons Back, im NW des Wedge Ridges sowie bei einigen weiteren Nunataks aufgeschlossene MPF ist nach BUGGISCH (1994) auf Grund ihres sedimentologischen und paläontologischen Inventars einer post-orogenen Molasse-Sedimentation zuzuordnen. Zumindest die (fossilführenden) oberen Teile der MPF sind marin beeinflusst und lassen auf ein sehr flaches sowie zeitweise strömungsbeeinflusstes (energiereicheres) Milieu schließen. Ton- und Siltsteine mit Bioturbation wechseln mit z.T. kreuzgeschichteten mittel- bis feinkörnigen, vorherrschend roten Sandsteinen. Diese weisen verbreitet convolute bedding structures, Horizonte mit Oszillationsrippeln sowie Strömungsmarken auf. In den pelitischen Lagen deuten Trockenrisse auf zumindest temporäre Desikkation einzelner Küstenabschnitte. Die Position der BGG innerhalb der diskutierten palinspastischen Rekonstruktionsmodelle für das Ordovizium SW-Gondwanas fällt etwa mit dem SO-Rand eines intrakratonalen Beckensystems zwischen dem heutigen Südamerika, Südafrika und der W-Antarktis zusammen. Sedimentologische und fazielle Ähnlichkeiten zwischen den BGG-Sedimenten und der basalen (ordovizischen) Tafelberg-Gruppe in Südafrika (BUGGISCH u.a., 1994) deuten ebenfalls auf wahrscheinlich paläozoisch benachbarte Sedimentationsräume zwischen Südafrika und der Antarktis hin.

## **Ichnofossilien aus der Mount Provender Formation:**

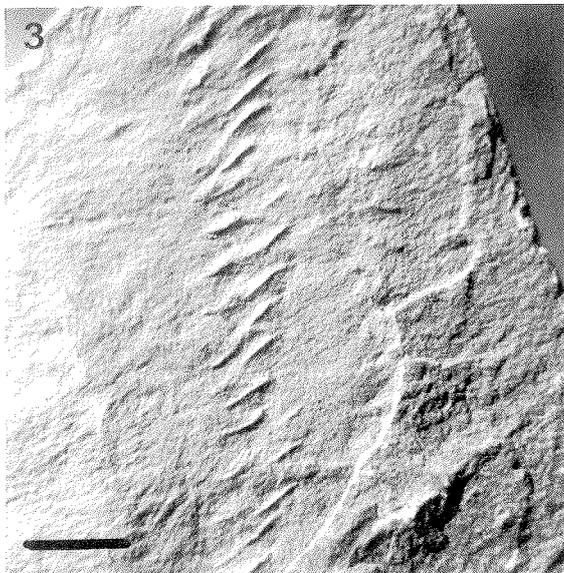
(Belegstücke vom Aufschluß Dragons Back und Mount Gass; Maßstab: 1 cm)



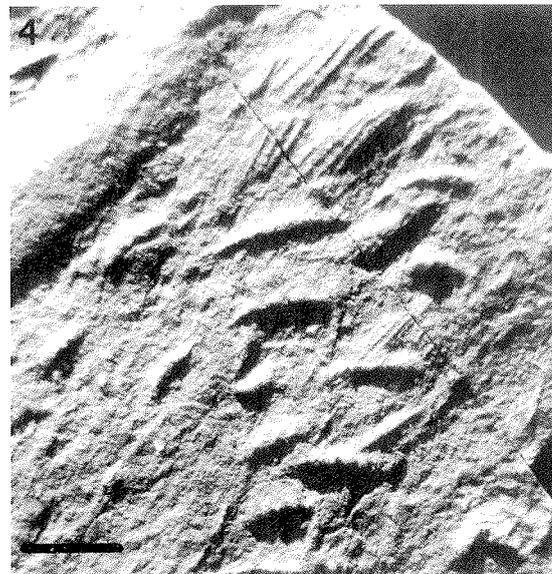
**1**  
*Taphrhelminthopsis isp.*: Hyporelief der großen und auffälligen Spur eines unbekanntem, nicht-arthropoden Erzeugers. (Dragons Back)



**2**  
*Gordia isp.*: Nicht-arthropode Lauf- oder Weidespur eines unbekanntem Sedimentbewohners. (Dragons Back)



**3**  
*Monomorphichnus isp.*: Lauf- bzw. Kratzspur eines Arthropoden; sogen. „trilobite trackway“. (Mount Gass)



**4**  
*Merostomichnites isp.*: Laufspur eines Arthropoden. Deutlich sind die fächerförmigen Abdrücke der Kiemenbeine im Hyporelief erkennbar. (Dragons Back)

### **Ichnofauna:**

Die Spuren sind überwiegend als konvexe Hyporeliefs auf den Schichtunterseiten von Feinsandstein- und Siltsteinlagen überliefert. Die fossilführenden Schichten sind nur in den Kammlagen der Nunataks zugänglich und sind größtenteils von Verwitterungsschutt oder Eis bedeckt. Die überwiegend sehr steil verlaufende Schichtung der Sedimente ist nur an wenigen Stellen mit freiliegenden Schichtflächen (in situ) aufgeschlossen. Die Fossilien stammen somit fast ausnahmslos aus dem am Hang liegenden Frostschuttmaterial.

Die BGG-Ichnofauna ist insgesamt ungewöhnlich, da die Spurenfossilien mit Abdrücken problematischer Weichkörper-Organismen und Arthropoden vergesellschaftet vorkommen und zumindest einige der fraglichen Arthropoden (*Phyllocarida incertae sedis* sowie ?Trilobiten) als mögliche Erzeuger bestimmter Ichnotaxa in Frage kommen. Das Spuren-Inventar läßt sich in die folgenden Gruppen mit jeweils charakteristischen Formen unterteilen:

1. Liegespuren bzw. Abdrücke problematischer (z.T. medusoider) Weichkörper-Organismen unbekannter taxonomischer Zugehörigkeit
2. Lauf-, Fraß- und Bohrspuren von endo- bzw. epipelisch lebenden (nicht-arthropoden) Invertebraten (z.B.: *Planolites*, *Taphrhelminthopsis*, ?*Olenichnus* bzw. ?*Gordia*)
3. Lauf- und Liegespuren bzw. Wühlgefüge von Arthropoden (z.B.: *Monomorphichnus*, *Merostomichnites*, *Rusophycus* spp., ?*Cruziana* isp.)

Das Spuren-Spektrum enthält paläobathymetrisch signifikante Arten und weist in Übereinstimmung mit dem o.g. sedimentologischen Inventar auf ein gut durchlüftetes Flachwasser-Milieu im Bereich einer flachen Schelf- bis unmittelbaren Küstenregion. Obwohl Spurenfossilien in der Regel keine biostratigraphische Relevanz besitzen, deutet die Zusammensetzung der Ichnofauna insgesamt sicherlich auf einen altpaläozoischen (kambro-ordovizischen) Bildungszeitraum für die BGG. In jedem Falle kann aber ein ursprünglich als jungpaläozoisch (permisch) angenommenes Alter der BGG-Sedimente ausgeschlossen werden. Eine ausführliche taxonomische Beschreibung der Ichnofauna und ihrer paläoökologischen Bedeutung ist vorgesehen (WEBER & THOMSON, in Vorber.).

### **Literatur:**

- BUGGISCH,W.; KLEINSCHMIDT,G.; KREUZER,H. & KRUMM,S. (1990): Stratigraphy, metamorphism and nappe-tectonics in the Shackleton Range. Geodät. und Geophysik. Veröff. AdW, Reihe I, 15:64-86
- BUGGISCH,W.; KLEINSCHMIDT,G.; HÖHNDORF,A. & POHL,J.(1994): Stratigraphy and Facies of Sediments and Low-Grade Metasediments in the Shackleton Range. Polarforschung 63 (1): 9-32.
- PANKHURST,R.J.; MARSH,P.D. & CLARKSON,P.D.(1983): A geochronological investigation of the Shackleton Range. In: (Oliver,R.L. et al. Eds.), Antarctic Earth Science. Canberra (Australia):176-82.
- SOLOVIEV,I.A. & GRIKUROV,G.E. (1978): Novye dannye o rasprostraneni kembriskikh trilobitov khrebtakh Arzentina i Sheklton. Antarktika. 18: 554-73 (russ.).
- TESSENHORN,F. & THOMSON,M.R.A. (1990): Short Note. European Geological Initiative for the Shackleton Range. Antarctic Science 2(3):265-66.
- THOMSON,M.R.A. & WEBER,B. (1995): A New and Unusual Fauna from the Blaiklock Glacier Group, Shackleton Range. Abstract Vol. VII. Internatl. Sympos. on Antarctic Earth Sciences (ISAE), Siena (Italy): 375.
- THOMSON,M.R.A. & WEBER,B. (1998): Discovery of an Ordovician invertebrate fauna in the Blaiklock Glacier Group, Shackleton Range, Antarctica and its regional implications. In: EUROSHACK-Expedition Report. Terra Antartida, Siena (Italy), Spec. Issue.(1998; in press).
- WEBER,B. (1995a): Mikrofossilien und Biostratigraphie jungproterozoischer und altpaläozoischer Sedimente der Shackleton Range. Berichte zur Polarforschung 170 (1995): 74-79.
- WEBER,B. (1995b): Fossilfunde in der Shackleton Range. In: Deutsche Ges. Polarforschung. Arbeitstreffen (Aachen, April 1995), Kurzfassung der Beiträge: 12-



Bei der Modellierung von Inlandeis hat sich gezeigt, daß sich durch Ausnutzung des geringen Aspektverhältnisses  $\epsilon$  typischer Eisschilde, also deren relativ geringer Dicke im Vergleich zu ihrer horizontalen Ausdehnung, Gleichungen herleiten lassen, die sehr gut zur Modellierung genutzt werden können. Eine Beschränkung auf diese wesentlich vereinfachten Gleichungen (*Shallow Ice Approximation*, SIA) führt hier zu anerkannt guten Ergebnissen, wobei jedoch der Gültigkeitsbereich der Näherung beachtet werden muß. Die genäherten Gleichungen ergeben sich als Modellgleichungssystem nullter Ordnung, wenn man das Gesamtproblem einer Störungsrechnung mit  $\epsilon$  als kleinem Parameter unterzieht. Dieser Ansatz wurde in der Vergangenheit mehrfach auch für Schelfeise in Betracht gezogen. Dabei ist bisher jedoch keine konsequente Skalierung durchgeführt worden, die einen solchen Zugang über die Störungsrechnung ermöglichen würde.

Die Arbeit folgt diesem Ansatz und leitet als Gleichung nullter Ordnung (*Shallow Shelf Approximation*, SSA) vertikal integrierte Gleichungen für die Spannungen und Geschwindigkeiten sowie für das Temperaturfeld her. Dabei ergeben sich folgende Ergebnisse:

- Beschleunigungen können gegenüber den herrschenden Kräften vernachlässigt werden (Stokes flow).
- Die Horizontalgeschwindigkeiten  $v_x$  und  $v_y$  sind vertikal konstant.
- In nullter Ordnung befindet sich die Gewichtskraft von Schelfeisen mit dem Auftrieb im Gleichgewicht.
- Dies gilt nicht, wenn Terme höherer Ordnung berücksichtigt werden!
- Es ist nur die vertikale Wärmeleitung von Bedeutung.
- In der Temperaturgleichung muß sowohl die vertikale als auch die horizontale Advektion berücksichtigt werden.
- Die vertikalen Schubspannungen sind gegenüber den horizontalen um den Faktor  $\epsilon$  geringer, müssen jedoch in einer lokalen Formulierung der Impulsbilanz berücksichtigt werden, um die Konsistenz der thermomechanischen Kopplung zu gewährleisten.

Die Modellgleichungen und deren Herleitung werden ausführlich in Weis, Greve und Hutter [1998, *Continuum Mechanics and Thermodynamics* (submitted)] dargestellt.

Momentan wird das theoretische Modell mit Hilfe der Methode der Finiten Elemente numerisch umgesetzt und soll zukünftig sowohl auf akademische Problemstellungen als auch auf die Schelfeise der Antarktis angewandt werden.

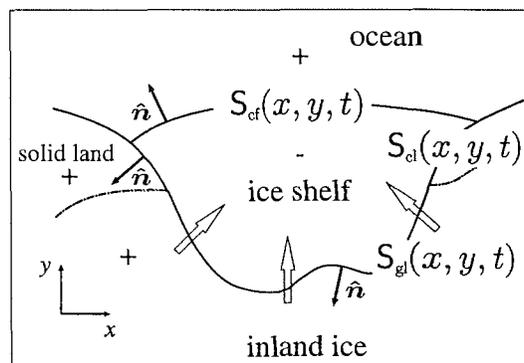


Abbildung 2: Skizze eines typischen Schelfeises, Ansicht von oben.

## Schnee und Eis als ökologischer Faktor für die Kryptogamen in der maritimen Antarktis

J.B. Winkler, L.Kappen  
Institut für Polarökologie, Wischhofstr.1-3, Geb.12, 24148 Kiel

In der maritimen Antarktis bilden Flechten und Moose an einigen Standorten sehr dichte Bestände, während weite Teile der eisfreien Landmassen gänzlich unbesiedelt bleiben.

In wieweit die Verteilung und Ausprägung der Kryptogamenvegetation durch die Dauer und Höhe der Schneebedeckung bestimmt und die mikroklimatischen Bedingungen durch Schnee beeinflusst werden, ist Gegenstand unserer Untersuchungen. In der Nähe des Dallmann-Labors, Jubany (62°14'S, 58°40'W), Potter Halbinsel, King George Island wurde auf einem küstennahen Plateau ein Schneepegeltransekt eingerichtet, das sich von einer v.a. von Moosen besiedelten Senke zu einer Flechtenheide erstreckt. Am Übergang von der Senke zur Flechtenheide wurden ganzjährig die Schneeverhältnisse automatisch mittels Infrarot-Lichtschranken registriert sowie das Mikroklima in der Senke in einem Moospolster (*Sanionia uncinata*) und auf der Flechtenheide in einer Strauchflechte (*Usnea aurantiaco-atra* bzw. *Himantormia lugubris*) gemessen. Die Vegetationszusammensetzung wurde entlang des Transekts erfaßt. Mittels der gewonnenen Daten sollen Grenzwerte der Schneebedeckung für wichtige Arten ermittelt werden.

Hinsichtlich der Schneebedeckung ergibt sich ein deutlicher Gradient von der Flechtenheide zur Senke. Während auf der Flechtenheide die maximale Schneehöhe von 5 bis 10 cm für nur ca. 10 Tage erreicht wird, kommt es in der Senke zu einer Schneeakkumulation von über 25 cm an mehr als 100 Tagen im Jahr. Dieser Gradient spiegelt sich auch in der Vegetationszusammensetzung wieder. Für einige Arten stellt die Hangmitte eine „Grenze“ dar, andere Arten wiederum kommen im gesamten Transekt vor. Bedingt durch die unterschiedliche Schneebedeckung in der Senke und auf der Flechtenheide weichen die mikroklimatischen Bedingungen an den beiden Standorten in den Winter- und Frühjahrsmonaten stark voneinander ab. Im Frühjahr wird in der Senke unter einer hohen Schneedecke die Temperatur durch vom Hang ablaufendes Schmelzwasser auf ca. 0°C stabilisiert, während das Licht noch deutlich reduziert ist.

## Nichtinvasive Untersuchungen zur Wahrnehmungsfähigkeit von Polarmeerfischen

Christopher Zimmermann & Gerd Hubold

Institut für Polarökologie der Universität Kiel und  
Institut für Seefischerei der Bundesforschungsanstalt für Fischerei Hamburg

Untersuchungen zur Wahrnehmungsfähigkeit von Fischen wurden bislang überwiegend an hochaktiven Fischen vorgenommen, die Reize anschwimmen können. Bei trägeren Fischen, zu denen die meisten Fische der Polarmeere zählen, wurden Sinnesleistungen invasiv bestimmt, also z.B. durch elektrochemische Ableitung von efferenten Nerven. Die Übertragung der Ergebnisse solcher Untersuchungen auf Freilandbedingungen erscheint aus ökologischer Sicht schwierig, da keine Aussagen über die tatsächliche Auslösung einer Reaktion des Tieres auf einen wahrgenommenen Stimulus gemacht werden können.

Bisherige Arbeiten zur Wahrnehmungsfähigkeit von antarktischen Fischen führten zu der Annahme, daß sich diese fast ausschließlich mit Hilfe des mechanischen Sinnes orientieren. Diese These wird gestützt durch die große strukturelle Vielfalt der mechanorezeptiven Organe innerhalb der Unterordnung der "Echten Antarktische" (Notothenioidei). Andererseits ist aus Aquarien- und Freiwasserbeobachtungen bekannt, daß sich diese Tiere auch optisch orientieren können, und morphologische Anpassungen der Sinnesorgane an ein Leben unter Tiefseebedingungen konnten nicht ermittelt werden.

Die Entwicklung einer nichtinvasiven Methode zur Bestimmung der Reaktion auf eine Vielzahl verschiedener Reize, die auch bei sehr trägen Fischen verwendet werden kann, war Ziel dieser Untersuchung. Sie würde erlauben, die Ergebnisse herkömmlicher Arbeiten zu verifizieren und das Zusammenwirken mehrerer verschiedener Sinne bei der Auslösung einer Reaktion zu testen.

Die Reizungsexperimente wurden mit 17 Fischen, die zu 7 arktischen und antarktischen Arten mit sehr unterschiedlicher Lebensweise gehörten, durchgeführt: die cryopelagischen *Boreogadus saida* (Polardorsch) aus der Arktis und *Pagothenia borchgrevinki* aus der Antarktis, die demersalen Arten *Anarhichas minor* (Arktis), *Trematomus bernacchii* und *Gymnodraco acuticeps* (Antarktis) sowie die strikt benthischen *Myoxocephalus scorpius* (Arktis) und *Pogonophryne* sp. (Antarktis). Die Reizungen erfolgten in einem modifizierten Intermittent-Flow-Respirometer, das dem Tier im Versuchsaufbau ausreichend Raum für spontane Bewegungen bot. Aktivität und Sauerstoffverbrauch des Fisches wurden mit hoher zeitlicher Auflösung automatisch und kontinuierlich überwacht (Zimmermann 1997, Zimmermann & Hubold im Druck). Die Gabe von Licht- und Aminosäure-Reizen konnte unbemerkt vom Versuchstier erfolgen. 70 optische Stimuli mit Intensitäten zwischen 0.5-5200 lux (entsprechend ca. 0-86  $\mu\text{E m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ) und 40 chemische Reize (Konzentrationen 3-82  $\text{mg l}^{-1}$  entsprechend 0.02 bis 0.66  $\text{mmol l}^{-1}$ ) wurden für jeweils ca. 30 Minuten appliziert.

Bei 110 Reizungen konnten mit Hilfe gängiger statistischer Verfahren (Meßwiederholungs-Varianzanalyse, Fishers Post-Hoc-Test) 69 Reaktionen als signifikant bewertet werden (Abb. 1). In 37 Fällen war sowohl die Aktivität als auch die Respiration signifikant erhöht, bei 21 Reizungen war dies nur für die Bewegungshäufigkeit und bei weiteren 11 nur für den Sauerstoffverbrauch der Fall. Die antarktischen Spezies *Trematomus bernacchii* und *Pagothenia borchgrevinki* reagierten auf nahezu jeden Stimulus, auch auf die geringsten eingesetzten Lichtintensitäten und Aminosäure-Konzentrationen. Der optische und chemische Sinn dieser Tiere ist damit viel sensibler als bisher angenommen, sie sind in ihrer Wahrnehmungsfähigkeit gegenüber Vertretern anderer Klimate nicht eingeschränkt. Für die strikt benthischen Lauerjäger der Gattung *Pogonophryne* konnte ein Schwellenwert ermittelt werden: Alle Individuen reagierten auf Intensitäten  $> 10$  lux, keines dagegen auf Intensitäten  $< 1$  lux. Die Meßergebnisse für die arktischen Arten zeigten dagegen, vermutlich wegen eines geringfügig unterschiedlichen Versuchsaufbaus, keinen klaren Trend.

DFG-Berichtskolloquium im Rahmen des Koordinierten Programmes Antarktisforschung, München 1998

Die Ergebnisse zeigen, daß die hier verwendete Methode zur nichtinvasiven Bestimmung der Sinnesleistungen von Fischen mit sehr unterschiedlicher Aktivität und Lebensweise grundsätzlich geeignet ist. Signifikante und nichtsignifikante Reaktionen auf verschiedenste Reize waren klar zu trennen. Auch Schwellenwerte sind - allerdings bei deutlich zu reduzierenden Intensitäten bzw. Konzentrationen oder bei einer anderen Kombination der Aminosäuren - feststellbar. Der Versuchsaufbau erlaubt außerdem, Erkenntnisse über den zeitlichen Verlauf einer Reaktion zu erhalten: So reagierten die trägen *Pogonophryne* in mehr als der Hälfte aller Versuche erst nach einer halben Stunde auf einen Reiz, bei 96% aller anderen Fische geschah dies unmittelbar nach der Stimulugabe. Bei Verwendung eines größeren Intensitätsbereiches der Stimuli ist schließlich die Ermittlung einer Korrelation zwischen der Reizstärke und der absoluten Zunahme des Sauerstoffverbrauches bzw. der Bewegungshäufigkeit möglich. Die Verwendung der hier vorgestellten nichtinvasiven Methode zur Bestimmung der Wahrnehmungsfähigkeit von Polarmeerfischen erleichtert die Übertragung der Laborbefunde auf Freilandbedingungen erheblich. Sie kann die bisherigen Ergebnisse, die durch konventionelle physiologische Untersuchungen gewonnen wurden, erweitern und ermöglicht neue Erkenntnisse über die Sinnesleistungen dieser Tiere. Zukünftige Arbeiten sollten sich auf die Ermittlung von Schwellenwerten verschiedenster Reize konzentrieren. Neben der detaillierteren Betrachtung der schon im Rahmen dieser Arbeit untersuchten Sinne bieten sich Arbeiten zum mechanischen und elektrischen Sinn an.

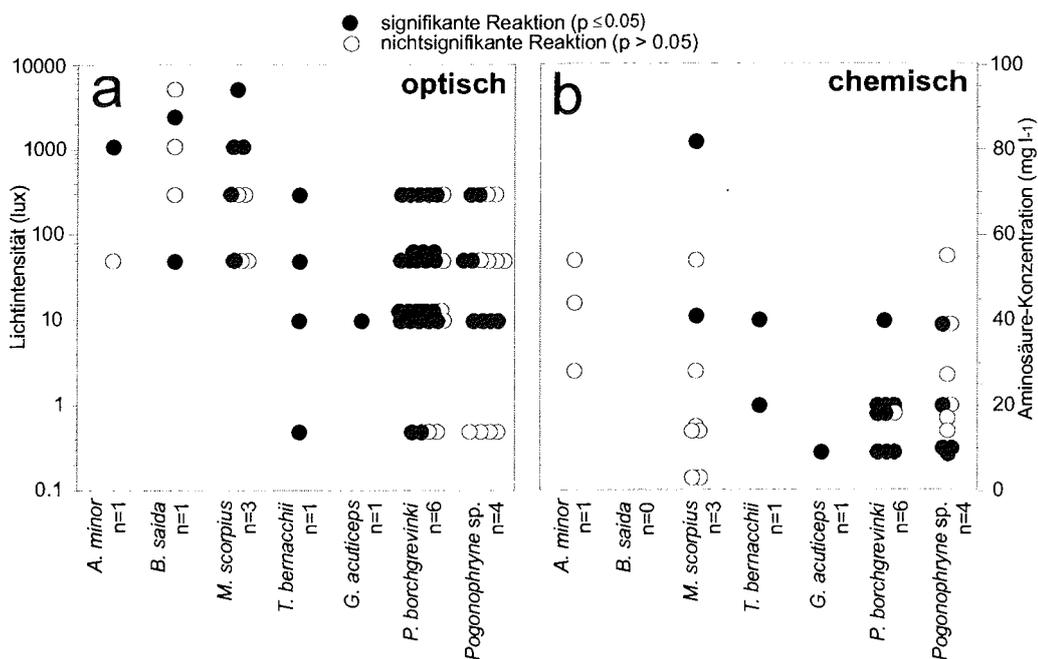


Abb. 1: Ergebnisse der Reizungsexperimente. Signifikante (schwarze Punkte) und nichtsignifikante Reaktionen (weiße Punkte) auf optische (a) und chemische (b) Stimuli. n = Anzahl der Versuchstiere

#### Literatur

- Zimmermann C (1997) Zur Ökologie arktischer und antarktischer Fische: Aktivität, Sinnesleistungen und Verhalten. Ber Polarforsch 231: 137 pp.
- Zimmermann C, Hubold G (im Druck) Respiration and Activity of Arctic and Antarctic Fish with Different Modes of Life: A Multivariate Analysis of Experimental Data. In: di Prisco G, Pisano E, Clarke A: Fishes of Antarctica: A Biological Overview. Springer, Milano: p. 163-174.

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

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

- Heft Nr. 22/1985** – „Maps of the geographical distribution of macrozooplankton in the Atlantic sector of the Southern Ocean“, by Uwe Piatkowski
- Heft Nr. 23/1985** – „Untersuchungen zur Funktionsmorphologie und Nahrungsaufnahme der Larven des Antarktischen Krills *Euphausia superba* Dana“, von Hans-Peter Marschall
- Heft Nr. 24/1985** – „Untersuchungen zum Periglazial auf der König-Georg-Insel Südshetlandinseln/ Antarktika. Deutsche physiogeographische Forschungen in der Antarktis. – Bericht über die Kampagne 1983/84“, von Dietrich Barsch, Wolf-Dieter Blümel, Wolfgang Flügel, Roland Mäusbacher, Gerhard Stäblein, Wolfgang Zick
- \* **Heft Nr. 25/1985** – „Die Expedition ANTARKTIS III mit FS 'Polarstern' 1984/85“, herausgegeben von Gotthilf Hempel
- \* **Heft Nr. 26/1985** – „The Southern Ocean“; A survey of oceanographic and marine meteorological research work by Hellmer et al.
- Heft Nr. 27/1986** – „Spätpleistozäne Sedimentationsprozesse am antarktischen Kontinentalhang vor Kapp Norvegia, östliche Weddell-See“, von Hannes Grobe
- Heft Nr. 28/1986** – „Die Expedition ARKTIS III mit 'Polarstern' 1985“, mit Beiträgen der Fahrtteilnehmer, herausgegeben von Rainer Gersonde
- \* **Heft Nr. 29/1986** – „5 Jahre Schwerpunktprogramm 'Antarktisforschung' der Deutschen Forschungsgemeinschaft.“ Rückblick und Ausblick. Zusammengestellt von Gotthilf Hempel, Sprecher des Schwerpunktprogramms
- Heft Nr. 30/1986** – „The Meteorological Data of the Georg-von-Neumayer-Station for 1981 and 1982“, by Marianne Gube and Friedrich Obleitner
- Heft Nr. 31/1986** – „Zur Biologie der Jugendstadien der Notothenioidei (Pisces) an der Antarktischen Halbinsel“, von A. Kellermann
- Heft Nr. 32/1986** – „Die Expedition ANTARKTIS-IV mit FS 'Polarstern' 1985/86“, mit Beiträgen der Fahrtteilnehmer, herausgegeben von Dieter Fütterer
- Heft Nr. 33/1987** – „Die Expedition ANTARKTIS-IV mit FS 'Polarstern' 1985/86 – Bericht zu den Fahrtabschnitten ANT-IV/3-4“, von Dieter Karl Fütterer
- Heft Nr. 34/1987** – „Zoogeographische Untersuchungen und Gemeinschaftsanalysen an antarktischem Makroplankton“, von U. Piatkowski
- Heft Nr. 35/1987** – „Zur Verbreitung des Meso- und Makrozooplanktons in Oberflächenwasser der Weddell See (Antarktis)“, von E. Boysen-Ennen
- Heft Nr. 36/1987** – „Zur Nahrungs- und Bewegungsphysiologie von *Salpa thompsoni* und *Salpa fusiformis*“, von M. Reinke
- Heft Nr. 37/1987** – „The Eastern Weddell Sea Drifting Buoy Data Set of the Winter Weddell Sea Project (WWSP) 1986“, by Heinrich Hoerber und Marianne Gube-Lehnhardt
- Heft Nr. 38/1987** – „The Meteorological Data of the Georg von Neumayer Station for 1983 and 1984“, by M. Gube-Lenhardt
- Heft Nr. 39/1987** – „Die Winter-Expedition mit FS 'Polarstern' in die Antarktis (ANT V/1-3)“, herausgegeben von Sigrid Schnack-Schiel
- Heft Nr. 40/1987** – „Weather and Synoptic Situation during Winter Weddell Sea Project 1986 (ANT V/2) July 16 – September 10, 1986“, by Werner Rabe
- Heft Nr. 41/1988** – „Zur Verbreitung und Ökologie der Seegurken im Weddellmeer (Antarktis)“, von Julian Gutt
- Heft Nr. 42/1988** – „The zooplankton community in the deep bathyal and abyssal zones of the eastern North Atlantic“, by Werner Beckmann
- Heft Nr. 43/1988** – „Scientific cruise report of Arctic Expedition ARK IV/3“, Wissenschaftlicher Fahrtbericht der Arktis-Expedition ARK IV/3, compiled by Jörn Thiede
- Heft Nr. 44/1988** – „Data Report for FV 'Polarstern' Cruise ARK IV/1, 1987 to the Arctic and Polar Fronts“, by Hans-Jürgen Hirche
- Heft Nr. 45/1988** – „Zoogeographie und Gemeinschaftsanalyse des Makrozoobenthos des Weddellmeeres (Antarktis)“, von Joachim Voß
- Heft Nr. 46/1988** – „Meteorological and Oceanographic Data of the Winter-Weddell-Sea Project 1986 (ANT V/3)“, by Eberhard Fahrbach
- Heft Nr. 47/1988** – „Verteilung und Herkunft glazial-mariner Gerölle am Antarktischen Kontinentalrand des östlichen Weddellmeeres“, von Wolfgang Oskierski
- Heft Nr. 48/1988** – „Variationen des Erdmagnetfeldes an der GvN-Station“, von Arnold Brodscholl
- \* **Heft Nr. 49/1988** – „Zur Bedeutung der Lipide im antarktischen Zooplankton“, von Wilhelm Hagen
- Heft Nr. 50/1988** – „Die gezeitenbedingte Dynamik des Ekström-Schelfeises, Antarktis“, von Wolfgang Kobarg
- Heft Nr. 51/1988** – „Ökomorphologie notothenider Fische aus dem Weddellmeer, Antarktis“, von Werner Ekau
- Heft Nr. 52/1988** – „Zusammensetzung der Bodenfauna in der westlichen Fram-Straße“, von Dieter Piepenburg
- \* **Heft Nr. 53/1988** – „Untersuchungen zur Ökologie des Phytoplanktons im südöstlichen Weddellmeer (Antarktis) im Jan./Febr. 1985“, von Eva-Maria Nöthig

- Heft Nr. 54/1988** – „Die Fischfauna des östlichen und südlichen Weddellmeeres: geographische Verbreitung, Nahrung und trophische Stellung der Fischarten“, von Wiebke Schwarzbach
- Heft Nr. 55/1988** – „Weight and length data of zooplankton in the Weddell Sea in austral spring 1986 (ANT V/3)“, by Elke Mizdalski
- Heft Nr. 56/1989** – „Scientific cruise report of Arctic expeditions ARK IV/1, 2 & 3“, by G. Krause, J. Meincke und J. Thiede
- Heft Nr. 57/1989** – „Die Expedition ANTARKTIS V mit FS 'Polarstern' 1986/87“, Bericht von den Fahrtabschnitten ANT V/4-5 von H. Miller und H. Oerter
- \* **Heft Nr. 58/1989** – „Die Expedition ANTARKTIS VI mit FS 'Polarstern' 1987/88“, von D. K. Fütterer
- Heft Nr. 59/1989** – „Die Expedition ARKTIS V/1a, 1b und 2 mit FS 'Polarstern' 1988“, von M. Spindler
- Heft Nr. 60/1989** – „Ein zweidimensionales Modell zur thermohalinen Zirkulation unter dem Schelfeis“, von H. H. Hellmer
- Heft Nr. 61/1989** – „Die Vulkanite im westlichen und mittleren Neuschwabenland, Vestfjella und Ahlmannryggen, Antarktika“, von M. Peters
- \* **Heft-Nr. 62/1989** – „The Expedition ANTARKTIS VII/1 and 2 (EPOS I) of RV 'Polarstern' in 1988/89“, by I. Hempel
- Heft Nr. 63/1989** – „Die Eisalgenflora des Weddellmeeres (Antarktis): Artenzusammensetzung und Biomasse, sowie Ökophysiologie ausgewählter Arten“, von Annette Bartsch
- Heft Nr. 64/1989** – „Meteorological Data of the G.-v.-Neumayer-Station (Antarctica)“, by L. Helmes
- Heft Nr. 65/1989** – „Expedition Antarktis VII/3 in 1988/89“, by I. Hempel, P. H. Schalk, V. Smetacek
- Heft Nr. 66/1989** – „Geomorphologisch-glaziologische Detailkartierung des arid-hochpolaren Borgmassivet, Neuschwabenland, Antarktika“, von Karsten Brunk
- Heft-Nr. 67/1990** – „Identification key and catalogue of larval Antarctic fishes“, edited by Adolf Kellermann
- Heft-Nr. 68/1990** – „The Expedition Antarktis VII/4 (Epos leg 3) and VII/5 of RV 'Polarstern' in 1989“, edited by W. Arntz, W. Ernst, I. Hempel
- Heft-Nr. 69/1990** – „Abhängigkeiten elastischer und rheologischer Eigenschaften des Meereises vom Eisgefüge“, von Harald Hellmann
- Heft-Nr. 70/1990** – „Die beschalteten benthischen Mollusken (Gastropoda und Bivalvia) des Weddellmeeres, Antarktis“, von Stefan Hain
- Heft-Nr. 71/1990** – „Sedimentologie und Paläomagnetik an Sedimenten der Maudkuppe (Nordöstliches Weddellmeer)“, von Dieter Cordes
- Heft-Nr. 72/1990** – „Distribution and abundance of planktonic copepods (Crustacea) in the Weddell Sea in summer 1980/81“, by F. Kurbjewit and S. Ali-Khan
- Heft-Nr. 73/1990** – „Zur Frühdiagenese von organischem Kohlenstoff und Opal in Sedimenten des südlichen und östlichen Weddellmeeres“, von M. Schlüter
- Heft-Nr. 74/1991** – „Expeditionen ANTARKTIS-VIII/3 und VIII/4 mit FS 'Polarstern' 1989“, von Rainer Gersonde und Gotthilf Hempel
- Heft-Nr. 75/1991** – „Quartäre Sedimentationsprozesse am Kontinentalhang des Süd-Orkney-Plateaus im nordwestlichen Weddellmeer (Antarktis)“, von Sigrun Grünig
- Heft-Nr. 76/1991** – „Ergebnisse der faunistischen Arbeiten in Benthall von King George Island (Südshetlandinseln, Antarktis)“, Martin Rauschert
- Heft-Nr. 77/1991** – „Verteilung von Mikroplankton-Organismen nordwestlich der Antarktischen Halbinsel unter dem Einfluß sich ändernder Umweltbedingungen in Herbst“, von Heinz Klöser
- Heft-Nr. 78/1991** – „Hochauflösende Magnetostratigraphie spätquartärer Sedimente arktischer Meeresgebiete“, von Norbert R. Nowaczyk
- Heft-Nr. 79/1991** – „Ökophysiologische Untersuchungen zur Salinitäts- und Temperaturtoleranz antarktischer Grünalgen unter besonderer Berücksichtigung des  $\beta$ -Dimethylsulfoniumpropionat (DMSP) – Stoffwechsels“, von Ulf Karsten
- Heft-Nr. 80/1991** – „Die Expedition ARKTIS VII/1 mit FS 'POLARSTERN' 1990“, herausgegeben von Jörn Thiede und Gotthilf Hempel
- Heft-Nr. 81/1991** – „Paläoglaziologie und Paläozeanographie im Spätquartär am Kontinentalrand des südlichen Weddellmeeres, Antarktis“, von Martin Melles
- Heft-Nr. 82/1991** – „Quantifizierung von Meereiseigenschaften: Automatische Bildanalyse von Dünnschnitten und Parametrisierung von Chlorophyll- und Salzgehaltsverteilungen“, von Hajo Eicken
- Heft-Nr. 83/1991** – „Das Fließen von Schelfeisen – numerische Simulationen mit der Methode der finiten Differenzen“, von Jürgen Determann
- Heft-Nr. 84/1991** – Die Expedition ANTARKTIS VIII/1-2, 1989 mit der Winter Weddell Gyre Study der Forschungsschiffe 'Polarstern' und 'Akademik Fedorov', von Ernst Augstein, Nicolai Bagriantsev und Hans Werner Schenke
- Heft-Nr. 85/1991** – „Zur Entstehung von Unterwassereis und das Wachstum und die Energiebilanz des Meereises in der Atka Bucht, Antarktis“, von Josef Kipfstuhl

- Heft-Nr. 86/1991** – „Die Expedition ANTARKTIS-VIII mit FS 'Polarstern' 1989/90. Bericht vom Fahrtabschnitt ANT-VIII/5“, herausgegeben von Heinz Miller und Hans Oerter
- Heft-Nr. 87/1991** – „Scientific cruise reports of Arctic expeditions ARK-VI/1-4 of RV 'Polarstern' in 1989“, edited by G. Krause, J. Meincke & H. J. Schwarz
- Heft-Nr. 88/1991** – „Zur Lebensgeschichte dominanter Copepodenarten (*Calanus finmarchicus*, *C. glacialis*, *C. hyperboreus*, *Metridia longa*) in der Framstraße“, von Sabine Diel
- Heft-Nr. 89/1991** – „Detaillierte seismische Untersuchungen am östlichen Kontinentalrand des Weddell-Meeress vor Kapp Norvegia, Antarktis“, von Norbert E. Kaul
- Heft-Nr. 90/1991** – „Die Expedition ANTARKTIS VIII mit FS 'Polarstern' 1989/90. Bericht von Fahrtabschnitten ANT VIII/6-7“, herausgegeben von Dieter Karl Fütterer und Otto Schrems
- Heft-Nr. 91/1991** – „Blood physiology and ecological consequences in Weddell Sea fishes (Antarctica)“, by Andreas Kunzmann.
- Heft-Nr. 92/1991** – „Zur sommerlichen Verteilung des Mesozooplanktons im Nansen-Becken, Nordpolarmeer“, von Nicolai Mumm.
- Heft-Nr. 93/1991** – Die Expedition ARKTIS VII mit FS 'Polarstern' 1990. Bericht von Fahrtabschnitten ARK VII/2“, herausgegeben vom Gunther Krause.
- Heft-Nr. 94/1991** – „Die Entwicklung des Phytoplanktons im östlichen Weddellmeer (Antarktis) beim Übergang vom Spätwinter zum Frühjahr“, von Renate Scharek.
- Heft-Nr. 95/1991** – „Radioisotopenstratigraphie, Sedimentologie und Geochemie jungquartärer Sedimente des östlichen Arktischen Ozeans“, von Horst Bohrmann.
- Heft-Nr. 96/1991** – „Holozäne Sedimentationsentwicklung im Scoresby Sund, Ost-Grönland“, von Peter Marienfeld
- Heft-Nr. 97/1991** – „Strukturelle Entwicklung und Abkühlungsgeschichte der Heimefrontfjella (Westliches Dronning Maud Land / Antarktika)“, von Joachim Jacobs
- Heft-Nr. 98/1991** – „Zur Besiedlungsgeschichte des antarktischen Schelfes am Beispiel der Isopoda (Crustacea, Malacostraca)“, von Angelika Brandt
- Heft-Nr. 99/1992** – „The Antarctic ice sheet and environmental change: a three-dimensional modelling study“, by Philippe Huybrechts
- \* **Heft-Nr. 100/1992** – „Die Expeditionen ANTARKTIS IX/1-4 des Forschungsschiffes 'Polarstern' 1990/91“, herausgegeben von Ulrich Bathmann, Meinhard Schulz-Baldes, Eberhard Fahrbach, Victor Smetacek und Hans-Wolfgang Hubberten
- Heft-Nr. 101/1992** – „Wechselbeziehungen zwischen Spurenmetallkonzentrationen (Cd, Cu, Pb, Zn) im Meerwasser und in Zooplanktonorganismen (Copepoda) der Arktis und des Atlantiks“, von Christa Pohl
- Heft-Nr. 102/1992** – „Physiologie und Ultrastruktur der antarktischen Grünalge *Prasiola crispa* ssp. *antarctica* unter osmotischem Streß und Austrocknung“, von Andreas Jacob
- Heft-Nr. 103/1992** – „Zur Ökologie der Fische im Weddellmeer“, von Gerd Hubold
- Heft-Nr. 104/1992** – „Mehrkanalige adaptive Filter für die Unterdrückung von multiplen Reflexionen in Verbindung mit der freien Oberfläche in marinen Seismogrammen“, von Andreas Rosenberger
- Heft-Nr. 105/1992** – „Radiation and Eddy Flux Experiment 1991 (REFLEX I)“, von Jörg Hartmann, Christoph Kottmeier und Christian Wamser
- Heft-Nr. 106/1992** – „Ostracoden im Epipelagial vor der Antarktischen Halbinsel - ein Beitrag zur Systematik sowie zur Verbreitung und Populationsstruktur unter Berücksichtigung der Saisonalität“, von Rüdiger Kock
- Heft-Nr. 107/1992** – „ARCTIC '91: Die Expedition ARK-VIII/3 mit FS 'Polarstern' 1991“, herausgegeben von Dieter K. Fütterer
- Heft-Nr. 108/1992** – „Dehnungsbeben an einer Störungszone im Ekström-Schelfeis nördlich der Georg-von-Neumayer Station, Antarktis. - Eine Untersuchung mit seismologischen und geodätischen Methoden“, von Uwe Nixdorf
- Heft-Nr. 109/1992** – „Spätquartäre Sedimentation am Kontinentalrand des südöstlichen Weddellmeeres, Antarktis“, von Michael Weber
- Heft-Nr. 110/1992** – „Sedimentfazies und Bodenwasserstrom am Kontinentalhang des nordwestlichen Weddellmeeres“, von Isa Brehme
- Heft-Nr. 111/1992** – „Die Lebensbedingungen in den Solekanälchen des antarktischen Meereises“, von Jürgen Weissenberger
- Heft-Nr. 112/1992** – „Zur Taxonomie von rezenten benthischen Foraminiferen aus dem Nansen Becken, Arktischer Ozean“, von Jutta Wollenburg
- Heft-Nr. 113/1992** – „Die Expedition ARKTIS VIII/1 mit FS 'Polarstern' 1991“, herausgegeben von Gerhard Kattner
- \* **Heft-Nr. 114/1992** – „Die Gründungsphase deutscher Polarforschung, 1865-1875“, von Reinhard A. Krause
- Heft-Nr. 115/1992** – „Scientific Cruise Report of the 1991 Arctic Expedition ARK VIII/2 of RV 'Polarstern' (EPOS II)“, by Eike Rachor

- Heft-Nr. 116/1992** – „The Meteorological Data of the Georg-von-Neumayer-Station (Antarctica) for 1988, 1989, 1990 and 1991“, by Gert König-Langlo
- Heft-Nr. 117/1992** – „Petrogenese des metamorphen Grundgebirges der zentralen Heimfrontfjella (westliches Dronning Maud Land / Antarktis)“, von Peter Schulze
- Heft-Nr. 118/1993** – „Die mafischen Gänge der Shackleton Range / Antarktika: Petrographie, Geochemie, Isotopengeochemie und Paläomagnetik“, von Rüdiger Hotten
- \* **Heft-Nr. 119/1993** – „Gefrierschutz bei Fischen der Polarmeere“, von Andreas P. A. Wöhrmann
- \* **Heft-Nr. 120/1993** – „East Siberian Arctic Region Expedition '92: The Laptev Sea – its Significance for Arctic Sea-Ice Formation and Transpolar Sediment Flux“, by D. Dethleff, D. Nürnberg, E. Reimnitz, M. Saarloos and Y.P. Savchenko. – „Expedition to Novaja Zemlja and Franz Josef Land with RV 'Dalnie Zelentsy'“, by D. Nürnberg and E. Groth
- \* **Heft-Nr. 121/1993** – „Die Expedition ANTARKTIS X/3 mit FS 'Polarstern' 1992“, herausgegeben von Michael Spindler, Gerhard Dieckmann und David Thomas
- Heft-Nr. 122/1993** – „Die Beschreibung der Korngestalt mit Hilfe der Fourier-Analyse: Parametrisierung der morphologischen Eigenschaften von Sedimentpartikeln“, von Michael Diepenbroek
- \* **Heft-Nr. 123/1993** – „Zerstörungsfreie hochauflösende Dichteuntersuchungen mariner Sedimente“, von Sebastian Gerland
- Heft-Nr. 124/1993** – „Umsatz und Verteilung von Lipiden in arktischen marinen Organismen unter besonderer Berücksichtigung unterer trophischer Stufen“, von Martin Graeve
- Heft-Nr. 125/1993** – „Ökologie und Respiration ausgewählter arktischer Bodenfischarten“, von Christian F. von Dorrien
- Heft-Nr. 126/1993** – „Quantitative Bestimmung von Paläoumweltparametern des Antarktischen Oberflächenwassers im Spätquartär anhand von Transferfunktionen mit Diatomeen“, von Ulrich Zielinski
- Heft-Nr. 127/1993** – „Sedimenttransport durch das arktische Meereis: Die rezente lithogene und biogene Materialfracht“, von Ingo Wollenburg
- Heft-Nr. 128/1993** – „Cruise ANTARKTIS X/3 of RV 'Polarstern': CTD-Report“, von Marek Zwierz
- Heft-Nr. 129/1993** – „Reproduktion und Lebenszyklen dominanter Copepodenarten aus dem Weddellmeer, Antarktis“, von Frank Kurbjeweit
- Heft-Nr. 130/1993** – „Untersuchungen zu Temperaturregime und Massenhaushalt des Filchner-Ronne-Schelfeises, Antarktis, unter besonderer Berücksichtigung von Anfrier- und Abschmelzprozessen“, von Klaus Grosfeld
- Heft-Nr. 131/1993** – „Die Expedition ANTARKTIS X/5 mit FS 'Polarstern' 1992“, herausgegeben von Rainer Gersonde
- Heft-Nr. 132/1993** – „Bildung und Abgabe kurzketziger halogener Kohlenwasserstoffe durch Makroalgen der Polarregionen“, von Frank Laturnus
- Heft-Nr. 133/1994** – „Radiation and Eddy Flux Experiment 1993 (REFLEX II)“, by Christoph Kottmeier, Jörg Hartmann, Christian Wamser, Axel Bochert, Christof Lüpkes, Dietmar Freese and Wolfgang Cohrs
- \* **Heft-Nr. 134/1994** – „The Expedition ARKTIS-IX/1“, edited by Hajo Eicken and Jens Meincke
- Heft-Nr. 135/1994** – „Die Expeditionen ANTARKTIS X/6-8“, herausgegeben von Ulrich Bathmann, Victor Smetacek, Hein de Baar, Eberhard Fahrback und Gunter Krause
- Heft-Nr. 136/1994** – „Untersuchungen zur Ernährungsökologie von Kaiserpinguinen (*Aptenodytes forsteri*) und Königspinguinen (*Aptenodytes patagonicus*)“, von Klemens Pütz
- \* **Heft-Nr. 137/1994** – „Die kanozoische Vereisungsgeschichte der Antarktis“, von Werner U. Ehrmann
- Heft-Nr. 138/1994** – „Untersuchungen stratosphärischer Aerosole vulkanischen Ursprungs und polarer stratosphärischer Wolken mit einem Mehrwellenlängen-Lidar auf Spitzbergen (79°N, 12°E)“, von Georg Beyerle
- Heft-Nr. 139/1994** – „Charakterisierung der Isopodenfauna (Crustacea, Malacostraca) des Scotia-Bogens aus biogeographischer Sicht: Ein multivariater Ansatz“, von Holger Winkler
- Heft-Nr. 140/1994** – „Die Expedition ANTARKTIS X/4 mit FS 'Polarstern' 1992“, herausgegeben von Peter Lemke
- Heft-Nr. 141/1994** – „Satellitenaltimetrie über Eis – Anwendung des GEOSAT-Altimeters über dem Ekströmisen, Antarktis“, von Klemens Heidland
- Heft-Nr. 142/1994** – „The 1993 Northeast Water Expedition. Scientific cruise report of RV 'Polarstern' Arctic cruises ARK IX/2 and 3, USCG 'Polar Bear' cruise NEWP and the NEWLAND expedition“, edited by Hans-Jürgen Hirche and Gerhard Kattner
- Heft-Nr. 143/1994** – „Detaillierte refraktionsseismische Untersuchungen im inneren Scoresby Sund/ Ost Grönland“, von Notker Fechner
- Heft-Nr. 144/1994** – „Russian-German Cooperation in the Siberian Shelf Seas: Geo-System Laptev Sea“, edited by Heidmarie Kassens, Hans-Wolfgang Hubberten, Sergey M. Pryamikov and Rüdiger Stein
- \* **Heft-Nr. 145/1994** – „The 1993 Northeast Water Expedition. Data Report of RV 'Polarstern' Arctic Cruises IX/2 and 3“, edited by Gerhard Kattner and Hans-Jürgen Hirche
- Heft-Nr. 146/1994** – „Radiation Measurements at the German Antarctic Station Neumeyer 1982 – 1992“, by Torsten Schmidt and Gert König-Langlo

- Heft-Nr. 147/1994** – „Krustenstrukturen und Verlauf des Kontinentalrandes im Weddell Meer/Antarktis“, von Christian Hübscher
- Heft-Nr. 148/1994** – „The expeditions NORILSK/TAYMYR 1993 and BUNGER OASIS 1993/94 of the AWI Research Unit Potsdam“, edited by Martin Melles
- \*\*Heft-Nr. 149/1994** – „Die Expedition ARCTIC '93. Der Fahrtabschnitt ARK-IX/4 mit FS 'Polarstern' 1993“, herausgegeben von Dieter K. Fütterer
- Heft-Nr. 150/1994** – „Der Energiebedarf der Pygoscelis-Pinguine: eine Synopse“, von Boris M. Culik
- Heft-Nr. 151/1994** – „Russian-German Cooperation: The Transdrift I Expedition to the Laptev Sea“, edited by Heidemarie Kassens and Valeriy Y. Karpiy
- Heft-Nr. 152/1994** – „Die Expedition ANTARKTIS-X mit FS 'Polarstern' 1992. Bericht von den Fahrtabschnitten ANT X/1a und 2“, herausgegeben von Heinz Miller
- Heft-Nr. 153/1994** – „Aminosäuren und Huminstoffe im Stickstoffkreislauf polarer Meere“, von Ulrike Hubberten
- Heft-Nr. 154/1994** – „Regional and seasonal variability in the vertical distribution of mesozooplankton in the Greenland Sea“, by Claudio Richter
- Heft-Nr. 155/1995** – „Benthos in polaren Gewässern“, herausgegeben von Christian Wiencke und Wolf Arntz
- Heft-Nr. 156/1995** – „An adjoint model for the determination of the mean oceanic circulation, air-sea fluxes and mixing coefficients“, by Reiner Schlitzer
- Heft-Nr. 157/1995** – „Biochemische Untersuchungen zum Lipidstoffwechsel antarktischer Copepoden“, von Kirsten Fahl
- \*\*Heft-Nr. 158/1995** – „Die deutsche Polarforschung seit der Jahrhundertwende und der Einfluß Erich von Drygalskis“, von Cornelia Lüdecke
- Heft-Nr. 159/1995** – „The distribution of  $\delta^{18}\text{O}$  in the Arctic Ocean: Implications for the freshwater balance of the halocline and the sources of deep and bottom waters“, by Dorothea Bauch
- \* Heft-Nr. 160/1995** – „Rekonstruktion der spätquartären Tiefenwasserzirkulation und Produktivität im östlichen Südatlantik anhand von benthischen Foraminiferenvergesellschaftungen“, von Gerhard Schmiedl
- Heft-Nr. 161/1995** – „Der Einfluß von Salinität und Lichtintensität auf die Osmolytkonzentrationen, die Zellvolumina und die Wachstumsraten der antarktischen Eisdiatomeen *Chaetoceros* sp. und *Navicula* sp. unter besonderer Berücksichtigung der Aminosäure Prolin“, von Jürgen Nothnagel
- Heft-Nr. 162/1995** – „Meereistransportiertes lithogenes Feinmaterial in spätquartären Tiefseesedimenten des zentralen östlichen Arktischen Ozeans und der Framstraße“, von Thomas Letzig
- Heft-Nr. 163/1995** – „Die Expedition ANTARKTIS-XI/2 mit FS 'Polarstern' 1993/94“, herausgegeben von Rainer Gersonde
- Heft-Nr. 164/1995** – „Regionale und altersabhängige Variation gesteinsmagnetischer Parameter in marinen Sedimenten der Arktis“, von Thomas Frederichs
- Heft-Nr. 165/1995** – „Vorkommen, Verteilung und Umsatz biogener organischer Spurenstoffe: Sterole in antarktischen Gewässern“, von Georg Hanke
- Heft-Nr. 166/1995** – „Vergleichende Untersuchungen eines optimierten dynamisch-thermodynamischen Meereismodells mit Beobachtungen im Weddellmeer“, von Holger Fischer
- Heft-Nr. 167/1995** – „Rekonstruktionen von Paläo-Umweltparametern anhand von stabilen Isotopen und Faunen-Vergesellschaftungen planktischer Foraminiferen im Südatlantik“, von Hans-Stefan Niebler
- Heft-Nr. 168/1995** – „Die Expedition ANTARKTIS XII mit FS 'Polarstern' 1994/95. Bericht von den Fahrtabschnitten ANT XII/1 und 2“, herausgegeben von Gerhard Kattner und Dieter Karl Fütterer
- Heft-Nr. 169/1995** – „Medizinische Untersuchung zur Circadianrhythmik und zum Verhalten bei Überwinterern auf einer antarktischen Forschungsstation“, von Hans Wortmann
- Heft-Nr. 170/1995** – DFG-Kolloquium: Terrestrische Geowissenschaften – Geologie und Geophysik der Antarktis
- Heft-Nr. 171/1995** – „Strukturentwicklung und Petrogenese des metamorphen Grundgebirges der nördlichen Heimefrontfjella (westliches Dronning Maud Land/Antarktika)“, von Wilfried Bauer
- Heft-Nr. 172/1995** – „Die Struktur der Erdkruste im Bereich des Scoresby Sund, Ostgrönland: Ergebnisse refraktionsseismischer und gravimetrischer Untersuchungen“, von Holger Mandler
- Heft-Nr. 173/1995** – „Paläozoische Akkretion am paläopazifischen Kontinentalrand der Antarktis in Nordvictorialand – P-T-D-Geschichte und Deformationsmechanismen im Bowers Terrane“, von Stefan Matzer
- Heft-Nr. 174/1995** – „The Expedition ARKTIS-X/2 of RV 'Polarstern' in 1994“, edited by Hans-W. Hubberten
- Heft-Nr. 175/1995** – „Russian-German Cooperation: The Expedition TAYMYR 1994“, edited by Christine Siegert and Dmitry Bolshiyarov
- Heft-Nr. 176/1995** – „Russian-German Cooperation: Laptev Sea System“, edited by Heidemarie Kassens, Dieter Piepenburg, Jörn Thiede, Leonid Timokhov, Hans-Wolfgang Hubberten and Sergey M. Priamikov
- Heft-Nr. 177/1995** – „Organischer Kohlenstoff in spätquartären Sedimenten des Arktischen Ozeans: Terrigener Eintrag und marine Produktivität“, von Carsten J. Schubert
- Heft-Nr. 178/1995** – „Cruise ANTARKTIS XII/4 of RV 'Polarstern' in 1995: CTD-Report“, by Jüri Sildam
- Heft-Nr. 179/1995** – „Benthische Foraminiferenfaunen als Wassermassen-, Produktions- und Eisdriftanzeiger im Arktischen Ozean“, von Jutta Wollenburg

- Heft-Nr. 180/1995** – „Biogenopal und biogenes Barium als Indikatoren für spätquartäre Produktivitätsänderungen am antarktischen Kontinentalhang, atlantischer Sektor“, von Wolfgang J. Bonn
- Heft-Nr. 181/1995** – „Die Expedition ARKTIS X/1 des Forschungsschiffes 'Polarstern' 1994“, herausgegeben von Eberhard Fahrbach
- Heft-Nr. 182/1995** – „Laptev Sea System: Expeditions in 1994“, edited by Heidemarie Kassens
- Heft-Nr. 183/1996** – „Interpretation digitaler Parasound Echolotaufzeichnungen im östlichen Arktischen Ozean auf der Grundlage physikalischer Sedimenteigenschaften“, von Uwe Bergmann
- Heft-Nr. 184/1996** – „Distribution and dynamics of inorganic nitrogen compounds in the troposphere of continental, coastal, marine and Arctic areas“, by María Dolores Andrés Hernández
- Heft-Nr. 185/1996** – „Verbreitung und Lebensweise der Aphroditiden und Polynoiden (Polychaeta) im östlichen Weddellmeer und im Lazarevmeer (Antarktis)“, von Michael Stiller
- Heft-Nr. 186/1996** – „Reconstruction of Late Quaternary environmental conditions applying the natural radionuclides  $^{230}\text{Th}$ ,  $^{10}\text{Be}$ ,  $^{231}\text{Pa}$  and  $^{238}\text{U}$ : A study of deep-sea sediments from the eastern sector of the Antarctic Circumpolar Current System“, by Martin Frank
- Heft-Nr. 187/1996** – „The Meteorological Data of the Neumayer Station (Antarctica) for 1992, 1993 and 1994“, by Gert König-Langlo and Andreas Herber
- Heft-Nr. 188/1996** – „Die Expedition ANTARKTIS-XI/3 mit FS 'Polarstern' 1994“, herausgegeben von Heinz Miller und Hannes Grobe
- Heft-Nr. 189/1996** – „Die Expedition ARKTIS-VII/3 mit FS 'Polarstern' 1990“, herausgegeben von Heinz Miller und Hannes Grobe
- Heft-Nr. 190/1996** – „Cruise report of the Joint Chilean-German-Italian Magellan 'Victor Hensen' Campaign in 1994“, edited by Wolf Arntz and Matthias Gorny
- Heft-Nr. 191/1996** – „Leitfähigkeits- und Dichtemessung an Eisbohrkernen“, von Frank Wilhelms
- Heft-Nr. 192/1996** – „Photosynthese-Charakteristika und Lebensstrategien antarktischer Makroalgen“, von Gabriele Weykam
- Heft-Nr. 193/1996** – Heterogene Reaktionen von  $\text{N}_2\text{O}_5$  und  $\text{HBr}$  und ihr Einfluß auf den Ozonabbau in der polaren Stratosphäre“, von Sabine Seisel
- Heft-Nr. 194/1996** – „Ökologie und Populationsdynamik antarktischer Ophiuroiden (Echinodermata)“, von Corinna Dahm
- Heft-Nr. 195/1996** – „Die planktische Foraminifere *Neoglobobulimina pachyderma* (Ehrenberg) im Weddellmeer, Antarktis“, von Doris Berberich
- Heft-Nr. 196/1996** – „Untersuchungen zum Beitrag chemischer und dynamischer Prozesse zur Variabilität des stratosphärischen Ozons über der Arktis“, von Birgit Heese
- Heft-Nr. 197/1996** – „The Expedition ARKTIS-XI/2 of RV 'Polarstern' in 1995“, edited by Gunther Krause
- Heft-Nr. 198/1996** – „Geodynamik des Westantarktischen Riftsystems basierend auf Apatit-Spaltspuranalysen“, von Frank Lisker
- Heft-Nr. 199/1996** – „The 1993 Northeast Water Expedition. Data Report on CTD Measurements of RV 'Polarstern' Cruises ARKTIS IX/2 and 3“, by Gereon Budéus and Wolfgang Schneider
- Heft-Nr. 200/1996** – „Stability of the Thermohaline Circulation in analytical and numerical models“, by Gerrit Lohmann
- Heft-Nr. 201/1996** – „Trophische Beziehungen zwischen Makroalgen und Herbivoren in der Potter Cove (King George-Insel, Antarktis)“, von Katrin Iken
- Heft-Nr. 202/1996** – „Zur Verbreitung und Respiration ökologisch wichtiger Bodentiere in den Gewässern um Svalbard (Arktis)“, von Michael K. Schmid
- Heft-Nr. 203/1996** – „Dynamik, Rauigkeit und Alter des Meereises in der Arktis – Numerische Untersuchungen mit einem großskaligen Modell“, von Markus Harder
- Heft-Nr. 204/1996** – „Zur Parametrisierung der stabilen atmosphärischen Grenzschicht über einem antarktischen Schelfeis“, von Dörthe Handorf
- Heft-Nr. 205/1996** – „Textures and fabrics in the GRIP ice core, in relation to climate history and ice deformation“, by Thorsteinn Thorsteinsson
- Heft-Nr. 206/1996** – „Der Ozean als Teil des gekoppelten Klimasystems: Versuch der Rekonstruktion der glazialen Zirkulation mit verschiedenen komplexen Atmosphärenkomponenten“, von Kerstin Fieg
- Heft-Nr. 207/1996** – „Lebensstrategien dominanter antarktischer Oithonidae (Cyclopoida, Copepoda) und Oncaeidae (Poecilostomatoida, Copepoda) im Bellingshausenmeer“, von Cornelia Metz
- Heft-Nr. 208/1996** – „Atmosphäreneinfluß bei der Fernerkundung von Meereis mit passiven Mikrowellenradiometern“, von Christoph Oelke
- Heft-Nr. 209/1996** – „Klassifikation von Radarsatellitendaten zur Meereisererkennung mit Hilfe von Line-Scanner-Messungen“, von Axel Bochert
- Heft-Nr. 210/1996** – „Die mit ausgewählten Schwämmen (Hexactinellida und Demospongiae) aus dem Weddellmeer, Antarktis, vergesellschaftete Fauna“, von Kathrin Kunzmann
- Heft-Nr. 211/1996** – „Russian-German Cooperation: The Expedition TAYMYR 1995 and the Expedition KOLYMA 1995“, by Dima Yu. Bolshyanov and Hans-W. Hubberten

**Heft-Nr. 212/1996** – „Surface-sediment composition and sedimentary processes in the central Arctic Ocean and along the Eurasian Continental Margin“, by Ruediger Stein, Gennadij I. Ivanov, Michael A. Levitan, and Kirsten Fahl

**Heft-Nr. 213/1996** – „Gonadenentwicklung und Eiproduktion dreier *Calanus*-Arten (Copepoda): Freilandbeobachtungen, Histologie und Experimente“, von Barbara Niehoff

**Heft-Nr. 214/1996** – „Numerische Modellierung der Übergangszone zwischen Eisschild und Eisschelf“, von Christoph Mayer

**Heft-Nr. 215/1996** – „Arbeiten der AWI-Forschungsstelle Potsdam in Antarktika, 1994/95“, herausgegeben von Ulrich Wand

**Heft-Nr. 216/1996** – „Rekonstruktion quartärer Klimaänderungen im atlantischen Sektor des Südpolarmeeres anhand von Radiolarien“, von Uta Brathauer

**Heft-Nr. 217/1996** – „Adaptive Semi-Lagrange-Finite-Elemente-Methode zur Lösung der Flachwassergleichungen: Implementierung und Parallelisierung“, von Jörn Behrens

**Heft-Nr. 218/1997** – „Radiation and Eddy Flux Experiment 1995 (REFLEX III)“, by Jörg Hartmann, Axel Bochert, Dietmar Freese, Christoph Kottmeier, Dagmar Nagel, and Andreas Reuter

**Heft-Nr. 219/1997** – „Die Expedition ANTARKTIS-XIII mit FS 'Polarstern' 1995. Bericht vom Fahrtabschnitt ANT-XIII/3“, herausgegeben von Wilfried Jokat und Hans Oerter

**Heft-Nr. 220/1997** – „Ein Beitrag zum Schwerfeld im Bereich des Weddellmeeres, Antarktis. Nutzung von Altimetermessungen des GEOSAT und ERS-1“, von Tilo Schöne

**Heft-Nr. 221/1997** – „Die Expedition ANTARKTIS-XIII/1-2 des Forschungsschiffes 'Polarstern' 1995/96“, herausgegeben von Ulrich Bathmann, Mike Lucas und Victor Smetacek

**Heft-Nr. 222/1997** – „Tectonic Structures and Glaciomarine Sedimentation in the South-Eastern Weddell Sea from Seismic Reflection Data“, by László Oszkó

**Heft-Nr. 223/1997** – „Bestimmung der Meereisdicke mit seismischen und elektromagnetisch-induktiven Verfahren“, von Christian Haas

**Heft-Nr. 224/1997** – „Troposphärische Ozonvariationen in Polarregionen“, von Silke Wessel

**Heft-Nr. 225/1997** – „Biologische und ökologische Untersuchungen zur kryopelagischen Amphipodenfauna des arktischen Meereises“, von Michael Poltermann

**Heft-Nr. 226/1997** – „Scientific Cruise Report of the Arctic Expedition ARK-XI/1 of RV 'Polarstern' in 1995“, edited by Eike Rachor

**Heft-Nr. 227/1997** – „Der Einfluß kompatibler Substanzen und Kryoprotektoren auf die Enzyme Malatdehydrogenase (MDH) und Glucose-6-phosphat-Dehydrogenase (G6P-DH) aus *Acrosiphonia arcta* (Chlorophyta) der Arktis und Antarktis“, von Katharina Kück

**Heft-Nr. 228/1997** – „Die Verbreitung epibenthischer Mollusken im chilenischen Beagle-Kanal“, von Katrin Linse

**Heft-Nr. 229/1997** – „Das Mesozooplankton im Laptevmeer und östlichen Nansen-Becken – Verteilung und Gemeinschaftsstrukturen im Spätsommer“, von Hinrich Hanssen

**Heft-Nr. 230/1997** – „Modell eines adaptierbaren, rechnergestützten, wissenschaftlichen Arbeitsplatzes am Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung“, von Lutz-Peter Kurdelski

**Heft-Nr. 231/1997** – „Zur Ökologie arktischer und antarktischer Fische: Aktivität, Sinnesleistungen und Verhalten“, von Christopher Zimmermann

**Heft-Nr. 232/1997** – „Persistente chlororganische Verbindungen in hochantarktischen Fischen“, von Stephan Zimmermann

**Heft-Nr. 233/1997** – „Zur Ökologie des Dimethylsulfoniumpropionat (DMSP)-Gehaltes temperierter und polarer Phytoplanktongemeinschaften im Vergleich mit Laborkulturen der Coccolithophoride *Emiliania huxleyi* und der antarktischen Diatomee *Nitzschia lecontei*“, von Doris Meyerdierks

**Heft-Nr. 234/1997** – „Die Expedition ARCTIC '96 des FS 'Polarstern' (ARK XIII) mit der Arctic Climate System Study (ACSYS)“, von Ernst Augstein und den Fahrtteilnehmern

**Heft-Nr. 235/1997** – „Polonium-210 und Blei-210 im Südpolarmeer: Natürliche Tracer für biologische und hydrographische Prozesse im Oberflächenwasser des Antarktischen Zirkumpolarstroms und des Weddellmeeres“, von Jana Friedrich

**Heft-Nr. 236/1997** – „Determination of atmospheric trace gas amounts and corresponding natural isotopic ratios by means of ground-based FTIR spectroscopy in the high Arctic“, by Arndt Meier

**Heft-Nr. 237/1997** – „Russian-German Cooperation: The Expedition TAYMYR / SEVERNAYA ZEMLYA 1996“, edited by Martin Melles, Birgit Hagedorn and Dmitri Yu. Bolshiyarov.

**Heft-Nr. 238/1997** – „Life strategy and ecophysiology of Antarctic macroalgae“, by Iván M. Gómez.

**Heft-Nr. 239/1997** – „Die Expedition ANTARKTIS XIII/4-5 des Forschungsschiffes 'Polarstern' 1996“, herausgegeben von Eberhard Fahrbach und Dieter Gerdes.

**Heft-Nr. 240/1997** – „Untersuchungen zur Chrom-Speziation in Meerwasser, Meereis und Schnee aus ausgewählten Gebieten der Arktis“, von Heide Giese.

**Heft-Nr. 241/1997** – „Late Quaternary glacial history and paleoceanographic reconstructions along the East Greenland continental margin: Evidence from high-resolution records of stable isotopes and ice-rafted debris“, by Seung-Il Nam.

- Heft-Nr. 242/1997** – „Thermal, hydrological and geochemical dynamics of the active layer at a continuous permafrost site, Taymyr Peninsula, Siberia“, by Julia Boike.
- Heft-Nr. 243/1997** – „Zur Paläoozeanographie hoher Breiten: Stellvertreterdaten aus Foraminiferen“, von Andreas Mackensen.
- Heft-Nr. 244/1997** – „The Geophysical Observatory at Neumayer Station, Antarctica. Geomagnetic and seismological observations in 1995 and 1996“, by Alfons Eckstaller, Thomas Schmidt, Viola Gaw, Christian Müller and Johannes Rogenhagen.
- Heft-Nr. 245/1997** – „Temperaturbedarf und Biogeographie mariner Makroalgen – Anpassung mariner Makroalgen an tiefe Temperaturen“, von Bettina Bischoff-Bäsmann.
- Heft-Nr. 246/1997** – „Ökologische Untersuchungen zur Fauna des arktischen Meereises“, von Christine Friedrich.
- Heft-Nr. 247/1997** – „Entstehung und modifizierung von marinen gelösten organischen Substanzen“, von Berit Kirchhoff.
- Heft-Nr. 248/1997** – „Laptev Sea System: Expeditions in 1995“, edited by Heidemarie Kassens.
- Heft-Nr. 249/1997** – „The Expedition ANTARKTIS XIII/3 (EASIZ I) of RV ‚Polarstern‘ to the eastern Weddell Sea in 1996“, edited by Wolf Arntz and Julian Gutt.
- Heft-Nr. 250/1997** – „Vergleichende Untersuchungen zur Ökologie und Biodiversität des Mega-Epibenthos der Arktis und Antarktis“, von Andreas Starmans.
- Heft-Nr. 251/1997** – „Zeitliche und räumliche Verteilung von Mineralvergesellschaftungen in spätquartären Sedimenten des Arktischen Ozeans und ihre Nützlichkeit als Klimaindikatoren während der Glazial/Interglazial-Wechsel“, von Christoph Vogt.
- Heft-Nr. 252/1997** – „Solitäre Ascidien in der Potter Cove (King George Island, Antarktis). Ihre ökologische Bedeutung und Populationsdynamik“, von Stephan Kühne.
- Heft-Nr. 253/1997** – „Distribution and role of microprotozoa in the Southern Ocean“, by Christine Klaas.
- Heft-Nr. 254/1997** – „Die spätquartäre Klima- und Umweltgeschichte der Bunge-Oase, Ostantarktis“, von Thomas Kulbe.
- Heft-Nr. 255/1997** – „Scientific Cruise Report of the Arctic Expedition ARK-XIII/2 of RV ‚Polarstern‘ in 1997“, edited by Ruediger Stein and Kirsten Fahl.
- Heft-Nr. 256/1998** – „Das Radionuklid Tritium im Ozean: Meßverfahren und Verteilung von Tritium im Südatlantik und im Weddellmeer“, von Jürgen Sültenfuß.
- Heft-Nr. 257/1998** – „Untersuchungen der Saisonalität von atmosphärischem Dimethylsulfid in der Arktis und Antarktis“, von Christoph Kleefeld.
- Heft-Nr. 258/1998** – „Bellingshausen- und Amundsenmeer: Entwicklung eines Sedimentationsmodells“, von Frank-Oliver Nitsche.
- Heft-Nr. 259/1998** – „The Expedition ANTARKTIS-XIV/4 of RV ‚Polarstern‘ in 1997“, by Dieter K. Fütterer.
- Heft-Nr. 260/1998** – „Die Diatomeen der Laptevsee (Arktischer Ozean): Taxonomie und biogeographische Verbreitung“, von Holger Cremer
- Heft-Nr. 261/98** – „Die Krustenstruktur und Sedimentdecke des Eurasischen Beckens, Arktischer Ozean: Resultate aus seismischen und gravimetrischen Untersuchungen“, von Estella Weigelt.
- Heft-Nr. 262/98** – „The Expedition ARKTIS-XIII/3 of RV ‚Polarstern‘ in 1997“, by Gunther Krause.
- Heft-Nr. 263/98** – „Thermo-tektonische Entwicklung von Oates Land und der Shackleton Range (Antarktis) basierend auf Spaltspuranalysen“, von Thorsten Schäfer.
- Heft-Nr. 264/98** – „Messungen der stratosphärischen Spurengase ClO, HCl, O<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>O, H<sub>2</sub>O und OH mittels flugzeuggetragener Submillimeterwellen-Radiometrie“, von Joachim Urban.
- Heft-Nr. 265/98** – „Untersuchungen zu Massenhaushalt und Dynamik des Ronne Ice Shelves, Antarktis“, von Astrid Lambrecht.
- Heft-Nr. 266/98** – „Scientific Cruise Report of the Kara Sea Expedition of RV ‚Akademik Boris Petrov‘ in 1997“, edited by Jens Matthiessen and Oleg Stepanets.
- Heft-Nr. 267/98** – „Die Expedition ANTARKTIS-XIV mit FS ‚Polarstern‘ 1997. Bericht vom Fahrtabschnitt ANT-XIV/3“, herausgegeben von Wilfried Jokat und Hans Oerter.
- Heft-Nr. 268/98** – „Numerische Modellierung der Wechselwirkung zwischen Atmosphäre und Meereis in der arktischen Eisrandzone“, von Gerit Birnbaum.
- Heft-Nr. 269/98** – „Katabatic wind and Boundary Layer Front Experiment around Greenland (KABEG '97)“, by Günther Heinemann.
- Heft-Nr. 270/98** – „Architecture and evolution of the continental crust of East Greenland from integrated geophysical studies“, by Vera Schlindwein.
- Heft-Nr. 271/98** – „Winter Expedition to the Southwestern Kara Sea - Investigations on Formation and Transport of Turbid Sea-Ice“, by Dirk Dethleff, Per Loewe, Domonik Weiel, Hartmut Nies, Gesa Kuhlmann, Christian Bahe and Gennady Tarasov.
- Heft-Nr. 272/98** – „FTIR-Emissionsspektroskopische Untersuchungen der arktischen Atmosphäre“, von Edo Becker.
- Heft-Nr. 273/98** – „Sedimentation und Tektonik im Gebiet des Agulhas-Rückens und des Agulhas-Plateaus (‚SETARAP‘)“, von Gabriele Uenzelmann-Neben.

**Heft-Nr. 274/98** – „The Expedition ANTARKTIS XIV/2“, by Gerhard Kattner.

**Heft-Nr. 275/98** – „Die Auswirkungen der ‚NorthEastWater‘-Polynya auf die Sedimentation vor NO-Grönland und Untersuchungen zur Paläo-Ozeanographie seit dem Mittelweichsel“, von Hanne Notholt.

**Heft-Nr. 276/98** – „Interpretation und Analyse von Potentialfelddaten im Weddellmeer, Antarktis: der Zerfall des Superkontinents Gondwana“, von Michael Studinger.

**Heft-Nr. 277/98** – „Koordiniertes Programm Antarktischforschung“. Berichtskolloquium im Rahmen des Koordinierten Programms „Antarktischforschung mit vergleichenden Untersuchungen in arktischen Eisgebieten“, herausgegeben von Hubert Miller.

\* vergriffen/out of print

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