

Report 2002/2003

Das AWI in den Jahren 2002 und 2003

Alfred-Wegener-Institut
für Polar- und Meeresforschung
in der Helmholtz-Gemeinschaft



Inhalt | Content

9 1. Vorwort | *Introduction*

17 2. Ausgewählte Forschungsthemen | *Selected research topics*

- | | |
|---|---|
| Wer sind die POMOREn?
Kirsten Tuschling, Heidemarie Kassens, Vladimir Troyan,
Jörn Thiede, Gerold Wefer | 18 <i>Who are the POMORs?</i> |
| Die deutsch-französische Polarforschungsplattform auf Spitzbergen
Roland Neuber, AWI, Franck Delbart, IPEV | 21 <i>The French – German polar research platform on Spitsbergen</i> |
| Auswirkungen der Elbeflutwelle August 2002 auf Muscheln und Fische im Wattenmeer
Sonja Einsporn, Katja Broeg, Angela Köhler | 24 <i>Health effects of the Elbe flood August 2002 on blue mussel and flounder in the German Wadden Sea</i> |
| Sylter Algenfarm: Makroalgen als Nährstoff-Filter für Fischfarmen und neues Nahrungsmittel in Deutschland
Klaus Lüning, Shaojun Pang, Carsten Pape, Petra Kadel | 27 <i>Sylt Algal Farm: Marine macroalgae as nutrient filters for fish farms and as a new food resource for Germany</i> |
| Überleben unter hochantarktischen Bedingungen, Untersuchungen an Pectiniden
Daniela Storch, Olaf Heilmayer, Thomas Brey, Christian Bock, Hans-O. Pörtner, Wolf Arntz | 30 <i>Making a living in high-Antarctic waters, a study in pectinids</i> |
| Die „süßen“ kalten Quellen der Antarktis
Hartmut H. Hellmer | 33 <i>Antarctica's cold freshwater sources</i> |
| Eigenschaften von Eisteilchen und ihre Auswirkung auf die Wolkenstruktur
Ulrike Wacker, Thorsten Reinhardt | 36 <i>Attributes of ice particles and their effects on the cloud structure</i> |

Wärme für das Nordpolarmeer Ursula Schauer, Eberhard Fahrbach, Gerd Rohardt	39	<i>Warming the Arctic Ocean</i>
Stratosphärischer Ozonabbau: Das Auf und Ab in der Arktis Markus Rex, Peter von der Gathen	43	<i>Stratospheric ozone destruction: the ups and downs in the Arctic</i>
Permafrost-Küsten der Arktis – Gefrorenes Land versinkt im Meer Volker Rachold, Hans-Wolfgang Hubberten	47	<i>Permafrost coasts of the Arctic – frozen land drowns in the Sea</i>
Umweltrekonstruktionen mit Bioindikatoren in den polaren Landgebieten Andrei Andreev, Frank Kienast, Thomas Kumke	50	<i>Fossil remains indicate paleoenvironments in the terrestrial Arctic</i>
Feuer und Eis am Pol Wilfried Jokat	53	<i>Fire and ice at the North Pole</i>
Die Polarflugzeuge als wissenschaftliche Messplattform Uwe Nixdorf	56	<i>Polar aircraft as platforms for scientific measurements</i>
Variabilität des Flusseintrags in die Arktis – Natürliche Klimaschwankungen? Rüdiger Stein	60	<i>Variability of freshwater discharge in the Arctic – natural climate change?</i>
Von Tiefseekorallen über Schlammvulkane in die arktische Tiefsee – ‚Victor 6000‘ an Bord der ‚Polarstern‘ Michael Klages, Thomas Soltwedel	64	<i>Via deep-water corals and mud volcanoes into the Arctic deep sea – ‚Victor 6000‘ onboard the RV ‚Polarstern‘</i>
Nahrungsnetze – Das Helgoland Foodweb Projekt Karen Wiltshire, Maarten Boersma, Gunnar Gerds, Reibhard Saborowski, Antje Wichels	68	<i>The Helgoland Foodweb Project</i>

Faunenveränderung bei Helgoland Heinz-Dieter Franke, Lars Gutow	71	<i>Changes in the faunal composition at Helgoland</i>
Der antarktische Krill, ein Schlüsselorganismus im Südozean Bettina Meyer	74	<i>The Antarctic krill, a key organism in the Southern Ocean</i>
Ein Engel mit außergewöhnlicher Lipidbiochemie Marco Böer, Martin Graeve, Gerhard Kattner	77	<i>An angel with exceptional lipid biochemistry</i>

81 3. Forschung | *Research*

3.1 Klimasystem

3.2 Pelagische Ökosysteme

3.3 Benthische Ökosysteme

3.4 Geosysteme

3.5 Projektgruppen

82 3.1 *Climate system*

105 3.2 *Pelagic ecosystems*

126 3.3 *Benthic ecosystems*

148 3.4 *Geosystem*

172 3.5 *Project groups*

183 4. Logistik und Expeditionen | *Logistics and operational activities*

205 5. Nationale und internationale Zusammenarbeit | *National and international cooperation*

213 6. Informationszentrum | *Information centre*

223 7. Presse- und Öffentlichkeitsarbeit | *Public relation department*

231 8. Personelle Situation und Haushaltsentwicklung | *Personal structure and budget trends*

237 9. Veröffentlichungen, Patente | *Publications, patents*

295 Anhang | *Annex*

I. Wissenschaftliche Veranstaltungen

II. Abgeschlossene Examensarbeiten

I. Scientific events

II. Completed theses and dissertations

Die Mission der Helmholtz-Gemeinschaft

Wir leisten Beiträge zu großen und drängenden Fragen von Gesellschaft, Wissenschaft und Wirtschaft durch strategisch-programmatisch ausgerichtete Spitzenforschung in den Bereichen Energie, Erde und Umwelt, Gesundheit, Schlüsseltechnologien, Struktur der Materie, Verkehr und Weltraum.

Wir erforschen Systeme hoher Komplexität unter Einsatz von Großgeräten und wissenschaftlichen Infrastrukturen gemeinsam mit nationalen und internationalen Partnern.

Wir tragen bei zur Gestaltung unserer Zukunft durch Verbindung von Forschung und Technologieentwicklung mit innovativen Anwendungs- und Vorsorgeperspektiven.

The Mission of the Helmholtz Association

We contribute to solving grand challenges which face society, science and industry by performing top-rate research in strategic programmes in the fields of Energy, Earth and Environment, Health, Key Technologies, Structure of Matter, Transport and Space.

We research systems of great complexity with our large-scale facilities and scientific infrastructure, cooperating closely with national and international partners.

We contribute to shaping our future by combining research and technology development with innovative applied and forward-planning perspectives.

Organe der Stiftung Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung | *Organisation of the Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research*

Kuratorium

Mitglieder

MinDir Reinhard Junker
(Vorsitzender)
Staatsrat Rainer Köttgen
(Stellv. Vorsitzender)
Prof. Dr. Diethard Mager
VLR1 Friedrich Catoir
Prof. Dr. Jens Meincke
(Vorsitzender des Wissenschaftlichen Beirates)
Silke Striezel
Prof. Dr. Rüdiger Wolfrum
Prof. Dr. Angelika Brandt
Prof. Dr. Bo Barker Jørgensen
Dr. Ulrich Schmidt
Michael Wagner
Reinhard Metz

Beratende Gäste

Prof. Dr. Wilfried Müller
Prof. Dr. Walter Kröll
Prof. Dr. Jörn Thiede
Prof. Dr. Heinrich Miller
Dr. Rainer Paulenz
Prof. Dr. Ulrich Bathmann
Marika Sündermann

Wissenschaftlicher Beirat

Der Präsident der MPG:
Prof. Dr. Peter Gruss
Vertreter:
Prof. Dr. Hartmut Grassl
Der Präsident der DFG:
Prof. Dr. Ernst-Ludwig Winnacker
Vertreter:
Prof. Dr. Volker Mosbrugger
Der Präsident der BGR:
Prof. Dr.-Ing. F. W. Wellmer
Vertreter:
Prof. Dr. Burkhard Buttus

Der Leiter der BFA:
Dir. u. Prof. Dr. Hans Stephan Jenke
Vertreter:
Dir. u. Prof. Dr. Gerd Hubold
(Stellv. Vorsitzender)
Der Rektor der Universität Bremen:
Prof. Dr. Wilfried Müller
Vertreter:
Prof. Dr. Reinhard X. Fischer
Prof. Dr. Jens Meincke
(Vorsitzender)
Prof. Dr. Christoph Reigber
Prof. Dr. Martin Heimann
(Stellv. Vorsitzender)
Dr. Myriam Sibuet
Prof. Dr. Olav Eldholm
Prof. Dr. Johannes Oerlemans
Prof. Dr. Jan W. de Leeuw
Dr. Dominique Raynaud
Prof. Dr. Dr. Hans Steinhart
N. N.

Beratende Teilnehmer

Der Vorsitzende des Kuratoriums des AWI:
MinDir Reinhard Junker
Der Stellvertretende Vorsitzende des Kuratoriums des AWI:
Staatsrat Rainer Köttgen
Vom Stellv. Vorsitzenden ernannter Vertreter:
Dr. Holger Bienhold
Der Direktor des AWI:
Prof. Dr. Jörn Thiede
Der Verwaltungsdirektor des AWI:
Dr. Rainer Paulenz

Der Stellvertreter des Direktors für das AWI:
Prof. Dr. Heinz Miller
Der Vorsitzende des Wissenschaftlichen Rates des AWI:
Prof. Dr. Ulrich Bathmann
Stellvertreter:
Prof. Dr. Peter Lemke

Direktorium

Prof. Dr. Jörn Thiede
(Direktor)
Dr. Rainer Paulenz
(Verwaltungsdirektor)
Prof. Dr. Heinrich Miller
(Stellvertreter des Direktors AWI)

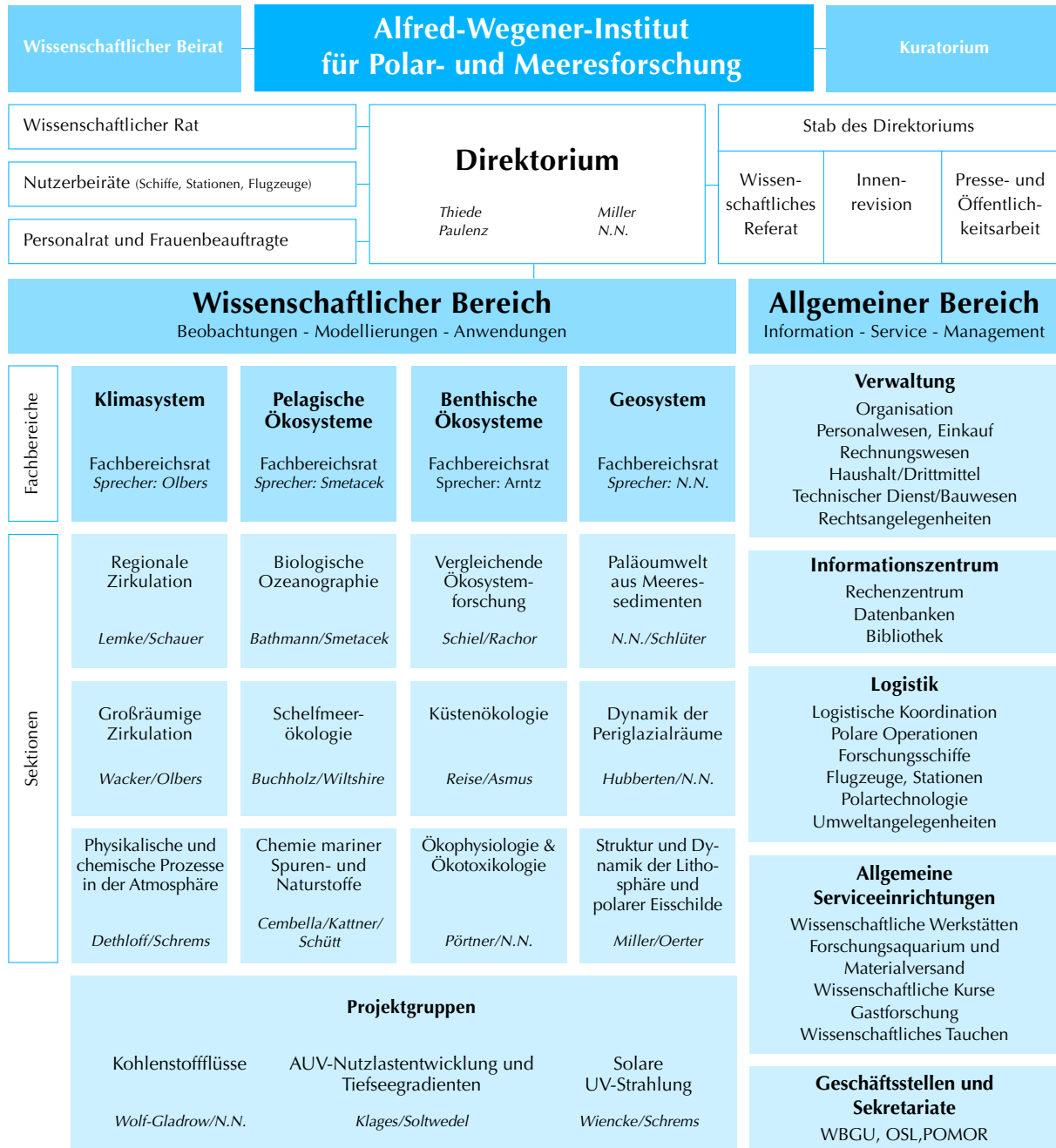
Wissenschaftlicher Rat

Prof. Dr. Ulrich Bathmann
(Vorsitzender)
Prof. Dr. Peter Lemke
(Stellv. Vorsitzender)
Dr. Inka Bartsch
(Wiss. Vertreter)
Prof. Dr. Friedrich Buchholz
Dr. Jelle Bijma
(Wiss. Vertreter)
Prof. Dr. Klaus Dethloff
Dr. Heinz-Dieter Franke
(Wiss. Vertreter)
Prof. Dr. Wolfgang Hiller
Prof. Dr. Hans-Wolfgang Hubberten
Prof. Dr. Heinrich Miller
Dr.-Ing. Hans Oerter
(Wiss. Vertreter)
Prof. Dr. Hans-Otto Pörtner
Prof. Dr. Karsten Reise

Dr. Volker Strass
(Wiss. Vertreter)
Dr. Sigrid Schiel
Prof. Dr. Allan Cembella
Dr. Justus van Beusekorn
(Wiss. Vertreter)
PD Dr. Ulrike Wacker

Gäste

Prof. Dr. Wolf Arntz
(Fachbereichssprecher)
Eva Viehoff
(Frauenbeauftragte)
Dr. Hartwig Gernandt
(Logistik)
Dr. Michael Klages
(Projektgruppe)
Dr. Rainer Paulenz
(Verwaltungsdirektor)
Dipl.-Ing. Margarete Pauls
(Öffentlichkeitsarbeit)
Marika Sündermann
(Personalrat)
Dr. Kirsten Tuschling
(Direktorium)
Prof. Dr. Dirk Olbers
(Fachbereichssprecher)
Prof. Dr. Meinhard Schulz -Baldes
(WBGU)
Prof. Dr. Victor Smetacek
(Fachbereichssprecher)
Prof. Dr. Jörn Thiede
(Direktor)
Prof. Dr. Christian Wiencke
(Projektgruppe)
Prof. Dr. Dieter Wolf-Gladrow
(Projektgruppe)
(Stand 31.12.2003)







1. Vorwort | *Introduction*

1. Die Stiftung Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung 2002 und 2003

Die Polargebiete der Erde haben in der modernen Umweltforschung und der wissenschaftlichen Bewertung möglicher Klimaänderungen und ihrer Auswirkungen eine zentrale Bedeutung. Deutsche Forscher nehmen daher seit vielen Jahren Anteil an der internationalen Polarforschung, und die Stiftung Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung (AWI) spiegelt das Interesse Deutschlands an der Polar- und Meeresforschung wider. Das AWI ist Mitglied der Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren (HGF) und leistet im Verbund mit anderen Helmholtz-Zentren, mit universitären und außeruniversitären Forschungseinrichtungen einen gewichtigen Beitrag zur globalen Umwelt- und Erdsystemforschung. Die HGF durchläuft derzeit eine Umstrukturierung. Die wissenschaftlichen Aufgaben und Fragestellungen der 15 Mitgliedseinrichtungen werden in sechs Forschungsbereichen organisiert. Innerhalb dieser Forschungsbereiche werden Forschungsprogramme entwickelt, begutachtet und durchgeführt. An den einzelnen Forschungsprogrammen sind in der Regel mehrere Zentren beteiligt. Über die Programmsteuerung wirkt die HGF intensiv auf die Finanzflüsse ein. Das AWI hat gemeinsam mit der GKSS das Forschungsprogramm Marine, Coastal and Polar Systems (MARCOPOLI) im Forschungsbereich Erde und Umwelt entwickelt. Im neuen Forschungsprogramm MARCOPOLI sind 80 % der Forschungs- und Infrastrukturaufgaben des AWI für einen Zeitraum von fünf Jahren (2004 – 2008) beschrieben. Das Programm bündelt die drei wissenschaftlichen

1. The Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research 2002 and 2003

Polar regions on earth play a central role for current environmental research and for the scientific assessment of potential climate changes and their impacts. Hence, German scientists have been participating in international polar research for many years, and the Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research (AWI) reflects German interests in polar and marine studies. The AWI is a member of the Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren (Helmholtz Association of German Research Centers) – HGF. In association with other Helmholtz centers, universities and non-university research institutions, the AWI contributes significantly to global research in environmental and geosciences. Currently, the HGF is being restructured. The scientific tasks and objectives of the fifteen member institutions are organized into six research fields. Research programs are developed, assessed and carried out within each field. Usually, several centers participate in each research program. Through program steering committees, the HGF exerts a strong influence on distribution of funds. Together with the GKSS, the AWI created the research program Marine, Coastal and Polar Systems (MARCOPOLI) as part of the research field Earth and Environment (Erde und Umwelt). For a period of five years (2004 – 2008), 80 % of AWI research and infrastructure responsibilities will be dedicated to this new program (MARCOPOLI). The program merges the three thematic topics of marine, coastal and polar research, as well as

Themengebiete Meeres-, Küsten- und Polarforschung sowie die Infrastruktur. MARCOPOLI wurde im Mai 2003 von einer internationalen Gutachtergruppe wissenschaftlich und strategisch begutachtet und wird ab 2004 umgesetzt. Das AWI verfügt über gut definierte Kontaktflächen zu den benachbarten Programmen des GeoForschungsZentrums Potsdam (GFZ) (Erde im Wandel), des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) (Verkehr und Weltraum) und gründete 2003 gemeinsam mit dem GFZ, der GKSS und der DLR das Helmholtz-Forschungsnetzwerk „Integriertes Erdbeobachtungssystem“. Darüber hinaus bestehen zu zahlreichen anderen Helmholtz-Einrichtungen enge wissenschaftliche Beziehungen, die es erlauben, ein international konkurrenzfähiges und zukunftsweisendes Forschungsprogramm zu betreiben.

Die moderne Polar- und Meeresforschung erfordert einen hohen technischen und personellen Aufwand sowie eine enge Zusammenarbeit mit anderen nationalen und internationalen Forschungseinrichtungen, die sich der Polar- und Meeresforschung widmen. Im nationalen Rahmen spielen dabei die Partneruniversitäten in den Bundesländern, die das AWI mitfinanzieren, eine besondere Rolle. Dabei sind die Universitäten Bremen, Kiel und Potsdam hervorzuheben. Die für eine moderne Polar- und Meeresforschung erforderlichen finanziellen Mittel sind politisch nicht immer einfach durchzusetzen, unser besonderer Dank gebührt daher dem Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) sowie den zuständigen Ministerien der Länder Bremen, Brandenburg und Schleswig-Holstein. Zusätzliche Drittmittel werden von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG), vom BMBF, der HGF, von der EU im Rahmen des 6. Rahmenprogramms sowie zahlreichen weiteren Mittelgebern eingeworben. Diese Mittel ermög-

associated infrastructure. The scientific and strategic contents of MARCOPOLI were assessed by an international review committee in May 2003, and work will begin in 2004. The AWI has well defined areas of common interest with neighboring programs of the GeoForschungsZentrum Potsdam (GFZ) (Erde im Wandel – Changing Earth), and of the Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) (Verkehr und Weltraum – Traffic and Space). Together with GFZ, GKSS and DLR, the AWI founded the Helmholtz research network Integrated Earth Observing System (Integriertes Erdbeobachtungssystem) in 2003. Furthermore, close scientific ties to numerous other Helmholtz institutions facilitate the operation of an internationally competitive and future-oriented research program.

Modern polar and marine research requires expensive personnel and technical effort, as well as close collaboration with other national and international polar and marine research institutions. On a national level, partner universities in the federal states (Bundesländer), which contribute to AWI funding, have a special role. Among these, the universities of Bremen, Kiel and Potsdam deserve special mention. Financial support for polar and marine research often faces stiff competition within the political arena. We would therefore like to express particular gratitude to the Bundesministerium für Bildung und Forschung (Federal Ministry of Education and Research – BMBF) and to the responsible states (Länder) ministries of Bremen, Brandenburg and Schleswig-Holstein. Additional external funding has also been provided by the Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG), the BMBF, the HGF, the European Union through their sixth framework, and numerous other

lichen über das FuE-Programm des AWI hinaus eine schnelle Reaktion auf neue Herausforderungen in der Forschung.

Das AWI trägt als interdisziplinäre naturwissenschaftliche Forschungseinrichtung dazu bei, die natürliche Veränderlichkeit des Klimas über kurze und lange Zeitskalen zu erfassen. Die Arktis und die Antarktis sind die klimatisch empfindlichsten Gebiete unseres „Systems Erde“ und daher besonders geeignet, mögliche Umweltveränderungen in der Zukunft abzuschätzen. Hierzu liefern die Forschungsergebnisse aus den Untersuchungen der modernen Veränderlichkeit von Ozeanographie und Klima, aus der Erfassung ihrer historischen Veränderlichkeit in der jüngsten geologischen Vergangenheit und aus der Rekonstruktion der langfristigen Klimageschichte, die von relativ warmen Polargebieten zur Bildung der Inlandeismassen in der Antarktis und auf Grönland geführt hat, die wesentlichen Datengrundlagen. Das Spektrum der eingesetzten Methoden reicht von modernster satellitengestützter Fernerkundung bis zu Tiefseebohrungen. Das AWI legt einen besonderen Schwerpunkt auf Untersuchungen der polaren Meeresgebiete und ihrer Lebewesen. Daneben betreibt das AWI terrestrische Polarforschung und liefert wichtige Beiträge zur Atmosphärenforschung, zur Paläoklimageschichte polarer Randgebiete und deren Permafrostböden. Unter dem Dach des AWI werden die Untersuchungen mariner und terrestrischer Polargebiete eng miteinander vernetzt, da viele der dort ablaufenden Prozesse ohne diese Vernetzung nicht verstanden werden können. Die Erforschung der Lebensgemeinschaften der Küstengebiete ist ein weiterer Forschungsschwerpunkt des AWI, besonders seiner Inselstationen auf Helgoland und Sylt. Die Vernetzungen der Lebensgemeinschaften, ihre Entwick-

agencies. In addition to AWI's research and development program, these resources facilitate a rapid response to new scientific challenges.

The AWI is an interdisciplinary scientific research institution that contributes to the monitoring of natural climate variation on short and long time scales. The Arctic and Antarctic are the most sensitive climatic regions of the System Earth and, therefore, are particularly suitable for predicting possible future environmental changes. In this context, the fundamental data base is composed of results from scientific investigations on recent variability of oceanographic and climatic processes, assessment of their changeableness in recent geological history, and the reconstruction of the long-term climatic history, which led to the formation of inland ice masses in previously comparatively warm polar regions of the Antarctic and Greenland. The wide spectrum of methods applied to pursue these research goals include modern satellite-based remote sensing as well as deep sea drilling. The AWI places particular emphasis on investigations of polar seas and their living biota. In addition, the AWI undertakes terrestrial polar research and contributes significantly to atmospheric science, and to the paleoclimatic history of subpolar regions with permafrost. The AWI provides a contextual umbrella under which investigations of marine and terrestrial polar regions are tightly coupled, since many of the processes in these systems cannot be fully understood without such interdisciplinary networks. Research on living communities of coastal regions is an additional research focus of the AWI, in particular on the two island stations of Helgoland and Sylt. The interconnections of species communities, their development and suc-

lung und Veränderlichkeit stehen im Mittelpunkt der Aufgaben. Die Untersuchung von den Lebewesen produzierter oder in das System eingetragener chemischer Stoffe nimmt eine besondere Rolle bei der Erforschung des Systems Küste ein.

Der Hauptstandort des AWI ist seit seiner Gründung im Jahre 1980 Bremerhaven. Seit 1992 gehört die Forschungsstelle Potsdam zum Institut. Die Forschungsstelle betreibt vor allem geowissenschaftliche Studien in Periglazialgebieten und Untersuchungen atmosphärischer Prozesse. Durch die Angliederung der Biologischen Anstalt Helgoland (BAH) 1998 wurde die Stiftung Alfred-Wegener-Institut auch durch die eigentliche BAH auf Helgoland und die Wattenmeerstation in List auf Sylt bereichert. Bauvorhaben an nahezu allen Standorten der wissenschaftlichen Einrichtungen der Stiftung konnten begonnen oder in Planung genommen werden. Dazu gehören der Bau und die Einrichtung des großen Laborgebäudes am Standort Handelshafen (Bezug 2004) in Bremerhaven sowie die fortgeschrittenen Planungen für den Um- und Ausbau der Wattenmeerstation Sylt. Für die Unterbringung von Wissenschaftlern auf den Inselstationen sind weitere Baumaßnahmen geplant.

Wichtige Werkzeuge der Polarforschung sind die permanent besetzten Stationen in der Antarktis (Neumayer-Station) und in Ny-Ålesund auf Spitzbergen (Koldewey-Station) sowie die Schiffe und Flugzeuge, die der Stiftung zugeordnet sind und von ihr für die deutsche Polar- und Meeresforschung betrieben werden. Der Forschungseisbrecher ‚Polarstern‘, das Großgerät der Polar- und Meeresforschung, wurde durch ein technisches Erneuerungsprogramm in den Jahren 1998 bis 2002 wieder auf den modernsten Stand gebracht. Das der BAH zugeordnete Forschungsschiff ‚Heincke‘ erlaubt meereskundliche Arbeiten

cession form the center of interest in these areas. The investigation of natural secondary products of marine organisms and of inputs of chemicals into the system, represent research priorities within the coastal system.

Since its foundation in 1980, the primary site for the AWI has been Bremerhaven. In 1992, the research facility in Potsdam became part of the institute. The facility is primarily concerned with geoscientific studies in periglacial regions and with the investigation of atmospheric processes. In 1998, the Foundation Alfred-Wegener-Institut was enhanced by the integration of the Biologische Anstalt Helgoland (BAH), which included merging of the island facilities on Helgoland (BAH) and on Sylt (Wadden Sea Station in List). At almost all locations of the foundation, building projects for scientific facilities are either underway or in the planning stage. These include building and equipment of a large laboratory facility at Handelshafen (reference 2004) in Bremerhaven, as well as advanced planning for the reconstruction and expansion of the Wadden Sea Station, Sylt. Further projects are planned for the accommodation of scientists on the island stations.

Permanently occupied stations in the Antarctic (Neumayer Station) and in Ny-Ålesund on Spitzbergen (Koldewey Station) represent important tools for polar research. Equally, ships and aircraft associated with the foundation and utilised for German polar and marine research fulfil the same purpose. The ‚Polarstern‘, an icebreaker serving as a large research facility for polar and marine research, was fundamentally overhauled from 1998 to 2002 to meet the most modern standards. The research vessel ‚Heincke‘, assigned to the BAH, facilitates marine

in Meeresgebieten der subpolaren bis tropischen Breiten. Das Schiff gehört seit 1997 dem wissenschaftlichen Pool mittelgroßer deutscher Forschungsschiffe an. Neben den Forschungsschiffen stellen die Messflugzeuge des AWI wichtige mobile Messplattformen der deutschen Polarforschung dar. Sie werden sowohl in der Arktis als auch in der Antarktis eingesetzt und ermöglichen die Nutzung zahlreicher flugzeuggebundener Messmethoden für die Glaziologie, Geophysik und Meteorologie. Zur Erforschung der Tiefsee wurde im Sommer 2003 ein autonomes Unterwasserfahrzeug (AUV) angeschafft, das seine ersten Probeeinsätze bereits erfolgreich absolviert hat. Die Planungen für den europäischen Forschungsicebreaker ‚Aurora Borealis‘ haben deutliche Fortschritte gemacht. So wurde der Wissenschaftsplan vom European Polar Board positiv begutachtet. Die Vorbereitungen des Neubaus der Neumayer-Station sind vorangeschritten. Der Wissenschaftliche Beirat des AWI hat den Wissenschaftsplan für die Station positiv bewertet.

Das umfangreiche Expeditionsprogramm des AWI konnte in den vergangenen zwei Jahren erfolgreich durchgeführt werden. In den Jahren 2002 und 2003 konnten viele herausragende wissenschaftliche Ergebnisse erzielt werden und viele Expeditionen und Forschungsvorhaben erfolgreich abgeschlossen werden. Unter den durchgeführten Expeditionen sind vor allem die ‚Polarstern‘- Expeditionen ANDEEP (2002 – Erforschung der Diversität der antarktischen Bodenlebensgemeinschaften), WARPS (2003 – Winteruntersuchung einer arktischen Polynja (freie Wasserfläche im Meereis) und VICTOR in the North (2003 – Tiefseerkundungen mit dem französischen Tauchroboter ‚VICTOR 6000‘) zu nennen. Die Bohrung des tiefen Eiskerns auf der antarktischen Kohnen-Station zur Erforschung des Klimas vergangener Zeiten wurde

investigations in regions from subpolar to tropical latitudes. Since 1997, the ‘Heincke’ has been part of a pool of medium-sized German research vessels. Apart from the research vessels, survey aircraft belonging to the AWI serve as important investigation platforms for German polar research. They are operated in the Arctic as well as in the Antarctic and enable the application of numerous aircraft-dependent measurement techniques for glaciology, geophysics and meteorology. In 2003, an autonomous underwater vehicle (AUV) was acquired for deep-sea investigations. It has already successfully completed several test dives. Clear progress has been made in planning for the European research icebreaker ‘Aurora Borealis’. In particular, the European Polar Board has filed a positive review of the scientific plan. Preparations for new construction at Neumayer Station have progressed. The scientific plan for the station has received a positive evaluation from the AWI scientific advisory board.

The AWI’s substantial expedition program over the last two years was successfully brought to completion. In 2002 and 2003, many first rate scientific results were obtained, and many expeditions and research enterprises were successfully brought to conclusion. Among the completed expeditions, the ‘Polarstern’ expedition ANDEEP (2002 – Research on Diversity of Antarctic Benthic Communities), WARPS (2003 – Winter Studies of an Arctic Polynia [ice-free waters within ice-covered seas]) and VICTOR in the North (2003 – Deep Sea investigations with the French remotely operated vehicle ‘VICTOR 6000’) are particularly notable. At the Antarctic Kohnen Station, drilling of the deep ice core for the purpose of research into the past climatic history, continued

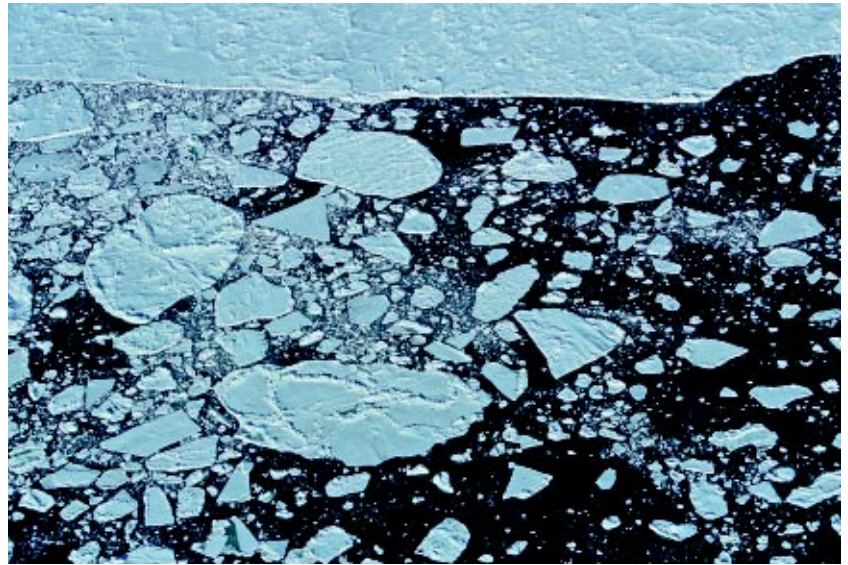
erfolgreich fortgesetzt. Logistisch werden die Arbeiten seit dem Winter 2001/2002 durch die Anreise der Wissenschaftler zu den antarktischen Stationen über die internationale Luftbrücke DROMLAN erleichtert. In der sibirischen Arktis wurden Forschungsarbeiten im Lena-Delta und am Elgygytgyn-See fortgeführt. Viele dieser Expeditionen haben großes Interesse in der Öffentlichkeit gefunden und die Ergebnisse sind über die wissenschaftlichen Publikationen hinaus Gegenstand zahlreicher Darstellungen in verschiedenen Medien gewesen. Als Wermutstropfen für die Forschung in der Antarktis wird die in den vergangenen Jahren praktizierte aufwendige und komplizierte Vergabe von Forschungsgenehmigungen durch das Umweltbundesamt (UBA) gewertet. Im internationalen Vergleich ist die Genehmigungspraxis des UBA überaus scharf und teilweise kontraproduktiv. Nach einem Fachsymposium im Juli 2002 und zahlreichen Gesprächen mit Vertretern des UBA erhoffen wir uns eine Wendung zum Besseren. Finanzielle Engpässe bei der Mittelvergabe führten 2003 bei FS ‚Heincke‘, wie bei den anderen mittelgroßen deutschen Forschungsschiffen auch, zu einer eingeschränkten Nutzung. Dieser Entwicklung soll ein von sieben Forschungseinrichtungen im Dezember 2003 gegründeter Verbund der Meeresforschungsinstitutionen entgegenwirken. Weitere Aufgaben des Verbundes liegen in der Weiterentwicklung des Forschungsprogramms für die Meeresforschung und die gemeinsame Vertretung der Anliegen der Meeresforschung bei den Mittelgebern und in der Öffentlichkeit.

Die Ausgestaltung und Umsetzung des Forschungsprogramms MARCOPOLI mit umfangreichen Forschungsaktivitäten in den Polar- und Meeresgebieten und im Küstenbereich wird die Arbeit des AWI in den kommenden Jahren prägen. Auf diese Aufgabe freuen wir uns.

successfully. Since winter 2001/2002 the international air service DROMLAN, transporting scientists to the Antarctic stations, has facilitated work logistically. Research efforts continued in the Lena delta and Elgygytgyn Sea in the Siberian Arctic. Many of these expeditions have raised great public interest, and the results were presented in a variety of different media, in addition to appearing as formal scientific publications. Unfortunately, one of the drawbacks for Antarctic research in recent years has been the lengthy and complicated process to obtain research permits for the Antarctic by the Federal Environmental Agency (Umweltbundesamt) – UBA. Compared to other – international – regulatory bodies, the research permit processing procedure of the UBA is overly strict, and, in part, counterproductive. However, following a special symposium in July 2002 and numerous communications with representatives of UBA, we have hope for improvement. Bottlenecks in capital funding led to limited use of RV ‚Heincke‘ and other medium-sized German research vessels in 2003. An association of marine research institutions founded in December 2003 by a group of seven scientific organizations should deflect this kind of development in the future. Further responsibilities of the new association include the advancement of marine research programs, and the joint representation of marine research issues towards funding agencies and the general public.

The work of the AWI in coming years will be shaped by the planning design and execution of the MARCOPOLI program, with extensive research activities in polar, marine and coastal regions. We are looking forward to this task.





2. Ausgewählte Forschungsthemen |
Selected research topics

Wer sind die POMORen?

Kirsten Tuschling, Heidemarie Kassens, Vladimir Troyan,
Jörn Thiede, Gerold Wefer

Die Pomoren? Das ist doch ein seefahrendes und Handel treibendes Völkchen im Norden Russlands. Ja und nein – für uns sind die Pomoren zwanzig wissbegierige Studierende, die seit Oktober 2002 im Masterprogramm für angewandte Polar- und Meereswissenschaften POMOR in St. Petersburg studieren. Den internationalen Studiengang haben deutsche und russische Kollegen gemeinsam konzipiert und gemeinsam unterrichten sie in den extra eingerichteten Räumen an der Staatlichen Universität St. Petersburg.

Praxisnah werden die Studierenden an die modernen Themen und Methoden der Polar- und Meereswissenschaften herangeführt. Dabei werden aufbauend auf den Disziplinen Ozeanographie, Meeresbiologie und Geowissenschaften neben natur-, ingenieur- und wirtschaftswissenschaftlichen Aspekten auch Kenntnisse in der Informationsvermittlung und Kommunikationstechnik vermittelt. Nach vier Semestern soll das Aufbaustudium in Anlehnung an einen Masterstudiengang der Universität Bremen mit einem Master of Science abschließen. Die ersten drei Semester sind dem Unterricht in St. Petersburg gewidmet. Jeweils zwei polar- und meereswissenschaftliche Module, dazu Wissenschaftsgeschichte, Sprachunterricht, Präsentationstrainings und Spezialkurse, z.B. zur Atmosphärenforschung, stehen auf dem Stundenplan. Die eine Hälfte des Unterrichts wird von russischen Dozenten, die andere von deutschen Kollegen des Alfred-Wegener-Instituts, der Universität Bremen und der anderen Hochschulen im Verbund Norddeutscher

Who are the POMORs?

Kirsten Tuschling, Heidemarie Kassens, Vladimir Troyan,
Jörn Thiede, Gerold Wefer

The pomors? Why, they are a small seafaring and trading people living in Russia's north, aren't they? Yes and no - for us the pomors are 20 eager students who have been studying in the framework of the Master Program for Applied Polar and Marine Sciences POMOR in St. Petersburg since October 2002. This international program was jointly planned by German and Russian colleagues. Together they give their lectures and courses on the premises especially furnished for this purpose at St. Petersburg State University.

In a practice-oriented way the students are introduced to the current topics and methods of polar and marine sciences. In addition to aspects of natural sciences, engineering and economy, knowledge in information and communication technologies is imparted on the basis of the technical fields of oceanography, marine biology and geosciences. After four semesters, the degree of Master of Science is conferred to the students of this postgraduate program in accordance with a master program offered by the University of Bremen. In the first three semesters lectures and courses are to be attended in St. Petersburg. The schedule comprises two modules each of polar and marine sciences as well as history of science, language courses, courses for presentation skills and special courses, e.g., in atmospheric research. One half of the courses and lectures is given by Russian colleagues, the other by German colleagues from the Alfred Wegener Institute, the University of Bremen and the other universities

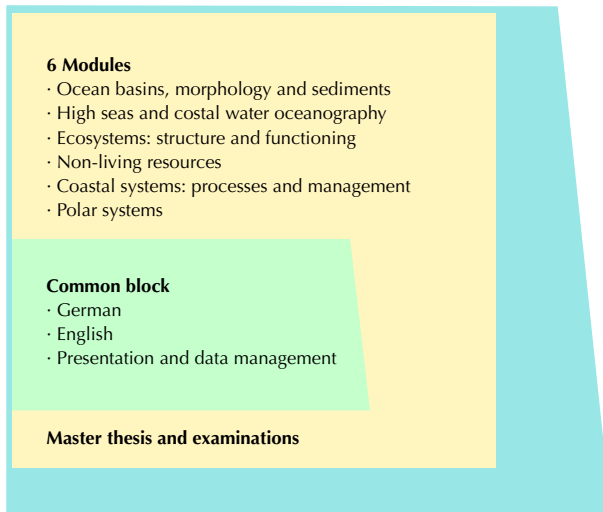


Abb. 1: Curriculum des zweijährigen Masterstudiengangs.

Fig. 1: Curriculum of the two-year master program.

Universitäten (Hamburg, Greifswald, Kiel, Oldenburg, Rostock) sowie des IfM-GEOMAR erteilt. Die Übungen werden teilweise am deutsch-russischen Otto-Schmidt-Labor für Polar- und Meeresforschung (OSL) in St. Petersburg durchgeführt. Damit die Praxis nicht zu kurz kommt, nehmen alle Studierenden nach zwei Semestern an Expeditionen oder Feldpraktika teil. 2003 schnupperten POMOR-Studierende auf Schiffs-Expeditionen in die Arktis See- und Laborluft. Eine weitere Gruppe besuchte die Koldewey-Station des AWI auf Spitzbergen um die Mess- und Auswertetechniken der Atmosphärenwissenschaften in der Praxis kennen zu lernen. Das vierte Semester steht dann

within the Consortium of Universities in Northern Germany (Hamburg, Greifswald, Kiel, Oldenburg, Rostock) and the IfM-GEOMAR. Some of the practical courses are given at the German-Russian Otto Schmidt Laboratory for Polar and Marine Research (OSL) in St. Petersburg. After two semesters all students take part in expeditions or field courses so that they are also provided with practical knowledge. In 2003 some POMOR students got a glimpse of arctic seas and ship laboratories during marine expeditions. Another group went to the Koldewey Station of the Alfred Wegener Institute on Spitsbergen to become practically acquainted with the measuring and processing techniques of atmospheric sciences. The fourth semester will focus on the master thesis and the preparation for the final examination.

As the cooperation of German and Russian colleagues in the framework of polar and marine research had continually intensified during the past ten years, the request for establishing a German faculty in St. Petersburg, expressed by undersecretary of state Catenhusen during his visit to the OSL in spring 2001, was eagerly taken up. The establishment of the joint program of studies, POMOR, is the first step in this direction and promotes the consolidation of the successful cooperation between Germany and Russia in the field of sciences and education as well as the internationalization of university education in both countries.

POMOR is funded by the German Academic Exchange Service (DAAD) in the framework of the program 'Export of German University Programs' as well as by the research institutions and universities involved.



unter den Zeichen „Masterarbeit“ und „Büffeln für das Examen“.

Nachdem sich die Zusammenarbeit mit russischen Kollegen in der Polar- und Meeresforschung während der letzten zehn Jahre beständig intensiviert hat, traf der bei seinem Besuch am OSL im Frühjahr 2001 geäußerte Wunsch des Staatssekretärs Catenhusen, eine deutsche Fakultät in St. Petersburg einzurichten, auf fruchtbaren Boden. Die Einrichtung des gemeinsamen Studiengangs POMOR ist ein erster Schritt in diese Richtung und dient neben der Vertiefung des erfolgreichen Zusammenwirkens Deutschlands und Russlands im Wissenschafts- und Bildungsbereich auch der Internationalisierung der Universitätsausbildung in beiden Ländern.

Finanziert wird POMOR vom Deutschen Akademischen Austauschdienst im Rahmen des Programms „Export deutscher Studienangebote“ sowie den beteiligten Forschungseinrichtungen und Universitäten.

Abb. 2: Praktisches Lernen im Polargebiet: Studentenexkursion nach Spitzbergen im September 2003.

Fig. 2: Practical course in polar sciences. Excursion of the students to Spitsbergen in September 2003. (Photo: H. Kassens)

Die deutsch-französische Polarforschungsplattform auf Spitzbergen

Roland Neuber, AWI, Franck Delbart, IPEV

Spitzbergen hat eine lange Tradition als Forschungsziel deutscher oder französischer Wissenschaftler. Die ersten beiden Nordpolar-Expeditionen unter der Leitung von Kapitän Carl Koldewey führten 1868-70 nach Grönland und Spitzbergen, ebenso wie französische Expeditionen in der gleichen Zeit. Anlässlich des internationalen geophysikalischen Jahres 1965 errichteten sowohl ostdeutsche Glaziologen als auch französische Wissenschaftler kleine Stationen im Inneren des Königsfjords an der Westküste von Spitzbergen. Zum Ende des 20. Jahrhunderts hielt die moderne Polarforschung Einzug in die ehemalige norwegische Bergwerkssiedlung Ny-Ålesund am Königsfjord, als neben Deutschland und Frankreich auch andere Nationen dort eigene Polar-Stationen einrichteten.

Mit norwegischer Gastfreundschaft und ausgezeichnete Infrastruktur gedeiht hier in den letzten Jahren eine weltweit wohl einmalige Zusammenarbeit vieler Nationen. In diesem Klima und aus Anlass des 40-jährigen Jubiläums des deutsch-französischen Freundschaftsvertrags wurden im Mai 2003 die beiden von dem deutschen Alfred-Wegener-Institut (AWI) und dem französischen Polarforschungsinstitut Institut polaire français Paul Emile Victor (IPEV) betriebenen Stationen in eine gemeinsame Forschungsplattform überführt.

Der besondere Vorteil der neuen Plattform entsteht dadurch, dass sich die bisherigen Einrichtungen von AWI und IPEV in Ny-Ålesund hervorragend ergänzen. Während an der deutschen Koldewey-Station

The French-German polar research platform on Spitsbergen

Roland Neuber, AWI, Franck Delbart, IPEV

Spitsbergen has a long research tradition for German or French scientists. The first two German expeditions to the Arctic lead by Captain Carl Koldewey headed for Greenland and Spitsbergen in 1868-70, as well as French expeditions during the same time. During the international geophysical year 1965 small research stations were established independently by East-German glaciologists and by French scientists at the Kongsfjord on the west coast of Spitsbergen. At the end of the 20th century, modern polar research was introduced at the former Norwegian mining settlement Ny-Ålesund at Kongsfjord. In addition to Germany and France also other nations, Norway ahead, established modern research stations there.

Building on Norwegian hospitality and an excellent infrastructure, a unique cooperation among many nations is growing here. In this spirit and on the occasion of the 40th anniversary of the French-German Agreement on Friendship in May 2003 the German Alfred-Wegener-Institut (AWI) and the French polar institute Paul Emile Victor (IPEV) merged their stations in Ny-Ålesund into one common platform.

The particular advantage of the new platform builds on the fact, that the recent installations of AWI and IPEV have been highly complementary. At the German Koldewey Station remote sensing methods for atmospheric research and marine biological investigations have been the main activities, while at the French station "Charles Rabot" terrestrial biological and atmospheric chemistry research are at the main focus.

Abb. 3: Ein Laserstrahl zur Untersuchung der polaren Atmosphäre wird von dem Atmosphären-Observatorium der deutsch-französischen Forschungsplattform in Ny-Ålesund ausgesendet.

Fig. 3: A laser beam to probe the polar atmosphere is being sent from the atmospheric observatory of the joint French-German research platform at Ny-Ålesund / Spitsbergen.

(Photo: R. Neuber)

vor allem Fernerkundungsmethoden für die Atmosphärenforschung sowie marin-biologische Untersuchungen im Vordergrund stehen, sind es an der Station „Charles Rabot“ die terrestrisch-biologischen und atmosphären-chemischen Untersuchungen.

Die neue Plattform hat vor allem die Aufgaben, die Forschungsmöglichkeiten in Ny-Ålesund für deutsche und französische Wissenschaftler zu erschließen, deren Forschungsprojekte gemeinsam zu begutachten und zu fördern. Dabei sollen insbesondere deutsch-französische Projekte initiiert und unterstützt werden. Besonderes Augenmerk gilt der gemeinsamen Nutzung von Personal, der Infrastruktur und der wissenschaftlichen Instrumente. Nach außen hin wird die Plattform einheitlich vertreten und nach innen gemeinsam verwaltet.

Von besonderer Bedeutung für die Forschungsplattform werden in den kommenden Jahren einige etablierte und viele neue Forschungsthemen sein. Dazu gehören die Untersuchungen zum stratosphärischen Ozonabbau oder die zur Belastung mit troposphärischen Aerosolen und ihrer Klimawirkung. Die Atmosphärenchemie wird vornehmlich die Wechselwirkung zwischen Schnee/Eis und der Atmosphäre untersuchen. Ein Höhepunkt wird die internationale



The main task of the new, joined research platform is to jointly provide working facilities for German and French scientists, to evaluate and support their proposals and to initiate and support particularly joint French-German projects. The platform allows a common utilisation of personnel, infrastructure, and scientific instrumentation in Ny-Ålesund. The platform has one common leader and is jointly managed.

Certain ongoing and many new research topics will be of particular importance for the research platform during the coming years. Amongst these are

Kampagne ASTAR 2004 sein, bei der zur Untersuchung des Klima-Effektes troposphärischer Aerosole auch beide Flugzeuge des AWI auf Spitzbergen zum Einsatz kommen.

Beide Institute wollen sich in den nächsten Jahren an dem neuen, internationalen Labor für Meeresforschung in Ny-Ålesund beteiligen und damit der marin-biologischen Forschung neue Impulse verleihen.

investigations on the stratospheric ozone loss or the climatic impact of tropospheric aerosols. Topics on atmospheric chemistry will concentrate on the interaction of the atmosphere with the snow and ice surface. An upcoming highlight will be the international campaign ASTAR 2004 for the investigation of the climate effect, chemical composition, and seasonal development of tropospheric aerosols, in the course of which the two research airplanes from AWI will be used.

AWI and IPEV will also contribute to the new international marine laboratory, which is being build in Ny-Ålesund and which will provide new impulse to marine biological research.

Auswirkungen der Elbeflutwelle August 2002 auf Muscheln und Fische im Wattenmeer

Sonja Einsporn, Katja Broeg, Angela Köhler

Mitte August 2002 ereignete sich im Einzugsgebiet der Elbe ein Hochwasser und führte zu großflächigen Überschwemmungen von Wohngebieten, industriellen Anlagen und kontaminierten Altlasten. Beträchtliche Mengen von Schad- und Nährstoffen wurden mobilisiert und mit der Flutwelle der Elbe auch in die Nordsee eingetragen.

Direkt nach dem Eintreffen der Flutwelle gingen wir mit dem Forschungskutter „Uthörn“ Flundern und Miesmuscheln an verschiedenen Stationen in der Elbemündung und untersuchten sie auf Schädigungen in den Entgiftungsorganen (Leber, Mitteldarmdrüse) durch erhöhte Einträge von Umweltschadstoffen. Weitere Probenahmen erfolgten einige Monate später,

Abb. 4: Blick in die Zelle mit dem Elektronenmikroskop bei 20 000-facher Vergrößerung
A: Lysosomen einer gesunden Leberzelle einer Flunder mit hoher Membranstabilität und
B: Vergrößertes Lysosom mit diversen Einschlüssen aus verdauten Zellbestandteilen und geringer Membranstabilität.

Fig. 4: Electron micrographs at 20 000-fold magnification

A: lysosomes in a liver cell from a healthy flounder with high membrane stability, and
B: an enlarged lysosome with low membrane stability resulting from digestion of diverse cell material and toxic substances.

(Photos: A. Koehler et al. 2002)

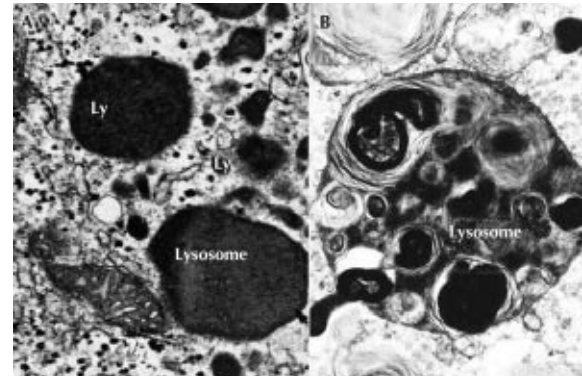
Health effects of the Elbe flood August 2002 on blue mussel and flounder in the German Wadden Sea

Sonja Einsporn, Katja Broeg, Angela Köhler

Very heavy rainfall in the middle of August, 2002, caused the drainage basin of the river Elbe to flood. Villages, industrial facilities and contaminated soils were inundated, resulting in mobilisation of persistent organic pollutants and nutrients. The Elbe transported these contaminants into the North Sea.

We sampled flounders and blue mussels, with the research vessel 'Uthörn', at different locations in the Elbe estuary directly after the flood wave had reached the German Bight, in order to investigate possible deleterious effects on detoxifying organs (liver, digestive gland) due to the higher input of environmental contaminants. Further sampling, some months later, allowed us to assess long-term damage or recovery.

Lysosomes are membrane-bound compartments of the animal cell where contaminants and other macromolecules are stored and recycled. Exposure



um mögliche Langzeitschäden oder Regenerationen in den Meerestieren zu erfassen.

In der tierischen Zelle werden Schadstoffe und andere Makromoleküle von spezifischen membranbegrenzten Zellkompartimenten, den Lysosomen, aufgenommen. Die Ansammlung der Schadstoffe führt zu einer Vergrößerung der Lysosomen und Schädigung der Membran. Als Folge der undicht gewordenen Lysosomenwand gelangen die giftigen Inhalte und Verdauungsenzyme der zellulären Recyclingapparate in die Zelle, wodurch es zu krankhaften Zellschädigungen und zum Zelltod kommen kann (Abb. 4). Die Schädigung der lysosomalen Membran kann mit Hilfe eines Enzymtests aus der Medizin gemessen werden und ist ein sensitiver Indikator für frühe Zellschädigungen und Funktionsstörungen der Entgiftungsorgane durch Umweltschadstoffe.

Im Vergleich mit Daten aus Untersuchungen von 1995-2000 stellten wir nach der Flut eine deutlich schlechtere lysosomale Membranstabilität in den untersuchten Fisch- und Muschelproben an bestimmten Standorten im Wattenmeer und der Deutschen Bucht fest. Eine geringere Lysosomenstabilität in der Leber zeigten Fische insbesondere im Bereich von Cuxhaven und in der Tiefen Rinne vor Helgoland (Abb. 5). Muscheln wiesen eine erhöhte Schädigung der Lysosomenmembran im Wattenmeer vor der Niedersächsischen Küste auf.

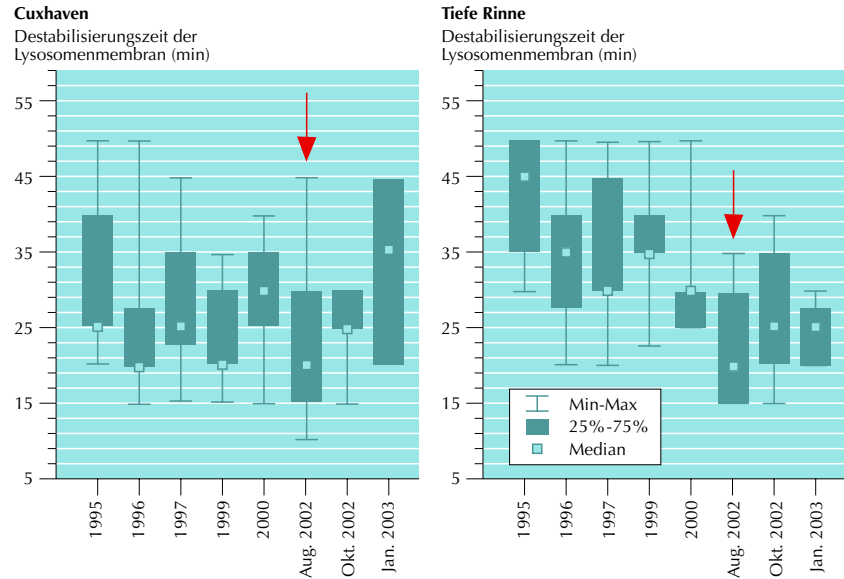
Parallel zu den zellulären Untersuchungen führten wir Schadstoffanalysen durch, die deutlich erhöhte Konzentrationen von Substanzen, die Abbauprodukte von Insektiziden darstellen, ergaben. Teilweise gelangten sie mit der Flutwelle in die Deutsche Bucht und reicherten sich in den Meerestieren an. Mit Ausnahme der Tiefen Rinne vor Helgoland wurde eine

to pollutants leads to their accumulation inside the lysosomes, and this is accompanied by lysosomal enlargement and damage done to the lysosomal membrane (Fig. 4). Lysosomal membrane damage causes leakage of the lysosome's toxic content and digestive enzymes into the cell, attack the cell's other organelles, and cause pathological cell damage up to cell death. This membrane damage can be measured by an enzyme-test originally employed in human medical science and is a sensitive marker of early cell damage and dysfunction of detoxifying organs caused by environmental pollutants.

In comparison to earlier data (1995-2000), we found a significant impairment of lysosomal membrane stability in fish and mussels at certain sampling sites in the Wadden Sea and German Bight after the flood. A decrease in lysosomal membrane stability was observed in fish livers from Cuxhaven and the Helgoländer Tiefe Rinne (Fig. 5). Impairment of lysosomal membrane stability was also measured in the digestive glands of mussels from the Wadden Sea coast of Lower Saxony.

Contaminants were analysed in parallel with these cellular investigations, and conspicuously raised concentrations of metabolites of insecticides were detected. Recovery of the cells and a clear reduction of contaminants were observed in fish livers five months after the flood at all sampling sites except at the Helgoländer Tiefe Rinne.

Lysosomal membrane stability is just one of the biomarkers that are applied by our working group in the framework of the Elbe flood project alongside with biochemical and histochemical tests to assess toxic effects at early cellular stages. Such biomarkers provide important early warnings for biological



Regeneration der Zellen und Abnahme der Schadstoffkonzentrationen fünf Monate nach der Flut in den Lebern der Fische von allen Standorten beobachtet.

Der Test der lysosomalen Membranstabilität ist nur ein Biomarker, der im Rahmen des Projekts Elbeflut untersucht wird. Neben anderen biochemischen und histochemischen Tests wenden wir ihn in unserer Arbeitsgruppe zur Bestimmung von toxischen Schäden auf früher zellulärer Ebene an. Diese Biomarker sind wichtige Frühwarnsysteme für biologische und biochemische Effekte durch toxische Substanzen in aquatischen Organismen und werden in internationalen Programmen zur Überwachung der Meere eingesetzt.

Abb. 5: Veränderungen der lysosomalen Membranstabilität in Leberzellen von Fischen aus dem Gebiet vor Cuxhaven und der Helgoländer Tiefen Rinne (1995-2003). Roter Pfeil: Daten der 1. Probenahme nach dem Eintreffen der Flutwelle.

Fig. 5: Lysosomal membrane stability in fish hepatocytes from the sampling areas Cuxhaven and the Helgoländer Tiefe Rinne (1995-2003). Red arrow: Data from the first samples taken after the flood.

and biochemical effects of toxic substances in aquatic organisms and are used in international marine monitoring programs.

Sylter Algenfarm: Makroalgen als Nährstoff-Filter für Fischfarmen und neues Nahrungsmittel in Deutschland

Klaus Lüning, Shaojun Pang, Carsten Pape, Petra Kadel

Die globale Jahresproduktion an marinen Fischen, Krebsen und Weichtieren (Muscheln, Schnecken) von ca. 120 Millionen Tonnen wird heute bereits zu etwa einem Viertel aus Aquakultur gewonnen, in Netzkäfigen in Küstennähe oder auf dem Land in Meerwasser-durchströmten Tanks. Seit Mitte der 1980er Jahre stagnierte der globale Fischfang aus natürlichen Beständen, während die Produktion aus Aquakultur jährlich um vier bis elf Prozent zunahm. Die rasche Entwicklung der intensiven, gefütterten Aquakultur trägt aber zur Überdüngung (Eutrophierung) der Küstengewässer bei. Aus nicht aufgenommenem Fischfutter und Ausscheidungen der Fisch-Monokulturen strömen im Fall von Lachs pro Tonne Fisch 35 Kilogramm Stickstoff und sieben Kilogramm Phosphat in das umgebende Meerwasser.

Diese Mineralien sind ideale Pflanzennährstoffe für marine Makroalgen und können durch Massenkultur von Algen herausgefiltert werden, bevor sie das Meer erreichen. Daher wird heute weltweit versucht, die Fisch-Monokultur durch die Polykultur Fisch/Algen zu ersetzen, so auch mit dem vom AWI auf Sylt koordinierten EU-Projekt SEAPURA. Nach dem Motto „Abfallstoff der einen Monokultur wird zum Rohstoff der zweiten Monokultur“ kombiniert man die Nährstoff extrahierende Algenkultur mit der gefütterten Fischkultur zur integrierten Aquakultur oder Polykultur. Hauptzielrichtung des SEAPURA-Projektes mit Algenforschern aus fünf Ländern ist die Erprobung einer größeren Artenzahl mariner Makroalgen, die

Sylt Algal Farm: marine macroalgae as nutrient filters for fish farms and as a new food resource for Germany

Klaus Lüning, Shaojun Pang, Carsten Pape, Petra Kadel

Aquaculture produces today one quarter of the global supply of 120 million tons of marine fish, crustaceans and molluscs, with production in cages in the sea or in sea-water tanks on land. Since the mid 1980s, aquaculture production increased annually by 4-11 %, while fish catches in the sea declined steadily. The rapid development of intensive aquaculture produced, however, also environmental problems, mainly eutrophication of coastal areas. As an example, a nutrient load of 35 kg nitrogen and 7 kg phosphate per ton of fish may be discharged from a salmon culture into the surrounding sea water.

These discharged minerals are ideal plant nutrients for marine macroalgae and can be filtered out by algal mass cultures before entering the sea. Hence, there are today world-wide research activities trying to replace fed fish monocultures by fish/algae polycultures, e. g. as an activity of the EU project SEAPURA coordinated by AWI on Sylt. Nutrient extracting algal cultures are combined with fish cultures to an integrated aquaculture according to the motto "The discharged waste of one monoculture becomes an important raw material for the next monoculture". In the SEAPURA project, algal researchers from 5 countries tested a variety of marine macroalgal (seaweed) species from different climatic zones as possible nutrient filters for fish farms. Appropriate algal candidates should fulfil the follo-

in verschiedenen Klimazonen als Nährstoff-Filter für Fischfarmen eingesetzt werden können. Erfolgreiche Algen-Kandidaten sollen folgenden Bedingungen genügen: (1) Kommerzieller Wert für die Nahrungsmittel-, Futter- oder Kosmetikindustrie, (2) gute Wachstumsraten über das Jahr hinweg, (3) hohe Nährstoff-Filterleistung und (4) aufwuchssarme, „saubere“ Algenbiomasse.

Sechs von etwa 40 im SEAPURA-Projekt untersuchten Algenarten genügten diesen Anforderungen. Als Spitzenreiter hinsichtlich Wachstumsrate und Filterleistung erwies sich die fädige Rotalge *Falkenbergia rufolanosa*. Extrakte dieser Alge sind zudem wegen des hohen Gehalts an Chlor-, Brom- und Jodsubstanzen als Basis eines Mikroben-abweisenden Hautkosmetikums geeignet, was zu einem Patentantrag seitens der SEAPURA-Partner führte. Der kommerzielle Wert anderer Algenkandidaten auf dem deutschen Nahrungsmittelmarkt wird in einem begleitenden Projekt der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) erprobt. Die Rotalge *Palmaria palmata* sowie die Braunalge *Laminaria saccharina* werden bereits in deutschen Restaurants als gesundes Meeress Gemüse angeboten.

Heute werden weltweit, vor allem für die Nahrungsmittelindustrie, jährlich etwa zehn Millionen Tonnen Frischgewicht an marinen Makroalgen verarbeitet, die je zur Hälfte aus Wildbeständen oder aus Aquakultur vor allem in Fernost stammen. Die Weiterentwicklung des „marinen Ackerbaus“ zur Erzeugung von Pflanzenbiomasse unter Verwendung von Meerwasser ist notwendig, um den Verbrauch des kostbaren und knappen Rohstoffs Süßwasser zu verringern.

wing conditions: (1) Commercial value of the alga for the food, feed or cosmetics industry, (2) good growth rates throughout the year, (3) high nutrient filtering capacity, and (4) epiphyte-poor, "clean" algal biomass.

*Six out of the 40 algal species investigated by the SEAPURA partners fulfilled these conditions, with the filamentous red alga *Falkenbergia rufolanosa* among the top candidates. The extract of this alga exhibits a high content of chlorinated, brominated or iodine containing substances and can be used as a basic material for microbe-deterrent cosmetics, which lead to a patent application presented by the SEAPURA partners. The commercial value of other algal candidates on the German food market is tested in the course of an accompanying project of the German Environmental Foundation (DBU). The red alga *Palmaria palmata* and the brown alga *Laminaria saccharina* produced in tank culture by the Sylt algal farm (Fig. 6) are already eaten as healthy sea vegetables in German restaurants.*

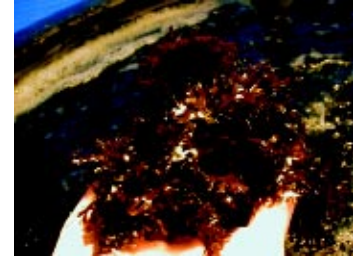


Abb. 6: In der Sylter Algenfarm werden marine Makroalgen im Gewächshaus ganzjährig in 2000-Liter-Tanks mit Luftumwälzung in lebensmittelsauberer Qualität gezüchtet. Die Rotalge *Palmaria palmata* sowie die Braunalge *Laminaria saccharina* sind bereits in Restaurants als gesundes Meeresgemüse erhältlich.

*Fig. 6: Marine macroalgae are cultivated all through the year in a greenhouse in the Sylt algal farm. Air-agitated 2000 litre tanks are used for cultivating seaweeds at life food quality standard. The red alga *Palmaria palmata* and the brown alga *Laminaria saccharina* produced by the Sylt algal farm are to be found already as healthy sea vegetables on the menu of German restaurants. (Photos: P. Kadel)*

Überleben unter hochantarktischen Bedingungen, Untersuchungen an Pectiniden

Daniela Storch, Olaf Heilmayer, Thomas Brey,
Christian Bock, Hans-O. Pörtner, Wolf Arntz

Kammuscheln (Pectiniden) sind außergewöhnliche Muscheln. Sie können mit ihren vielen kleinen Linsenaugen recht gut sehen und sie schwimmen gut und schnell, wodurch sie Boden lebenden Räubern, z. B. Seesternen, leicht entkommen können. Diese Fähigkeiten machen die Pectiniden zu einer der erfolgreichsten Muschelgruppen, die mit 400 Arten in allen Weltmeeren vorkommt. Auch die Antarktis wurde schon vor einigen Millionen Jahren erfolgreich von Kammuscheln besiedelt. *Adamussium colbecki* ist die häufigste der elf im Südpolarmeer vorkommenden Arten (Abb. 7). Sie gehört zu den streng wechsel-



Making a living in high-Antarctic waters, a study on pectinids

Daniela Storch, Olaf Heilmayer, Thomas Brey,
Christian Bock, Hans-O. Pörtner, Wolf Arntz

Scallops (pectinids) are exceptional bivalves. They can see well with their large number of little eyes and they are very good swimmers, thereby easily escaping bottom living predators like starfish. These abilities make the pectinids one of the most successful groups of bivalves, with 400 species in all oceans of the world. Even Antarctica was successfully colonised by scallops several million years ago. Adamussium colbecki is the most abundant of 11 species occurring in the Southern Ocean. They are cold-

Abb. 7: Die antarktische Kammuschel *Adamussium colbecki* kommt stellenweise in sehr hohen Dichten am Meeresgrund vor.

Fig. 7: The Antarctic scallop *Adamussium colbecki* has a high density though patchy distribution. (Photo: A. Starmans)

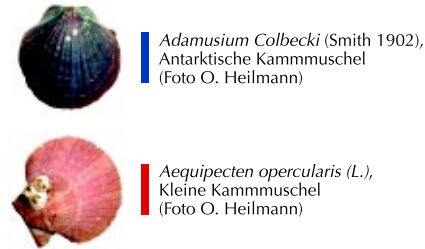
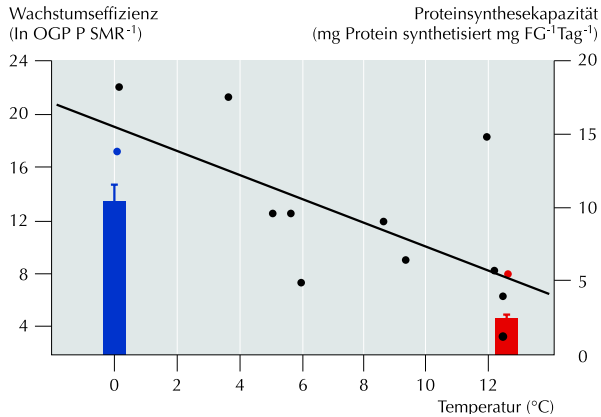


Abb. 8: Zusammenhang zwischen Umgebungstemperatur und Wachstumseffizienz (linke Achse: Quotient aus Gesamtwachstumsleistung und Standardstoffwechselrate) sowie Proteinsynthesekapazitäten (rechte Achse).

Fig. 8: Correlation between ambient temperature and growth efficiency (left axis: ratio of growth efficiency and standard metabolic rate) as well as protein synthesis capacities (right axis).

warmen Tieren, deren Körpertemperatur immer dem Umgebungswasser entspricht. In Zusammenarbeit mit dem British Antarctic Survey und dem italienischen Antarktisprogramm wollen wir herausfinden, wie es *Adamusium colbecki* schafft, den aus menschlicher Sicht gesehenen, „lebensfeindlichen“ Bedingungen der Antarktis, vor allem den niedrigen Wassertemperaturen, zu trotzen.

Anfang der 70er Jahre glaubte man, dass für wechselwarme Tiere das Leben in eiskaltem Wasser „teuer“ ist, da sie im Vergleich zu Tieren aus wärmeren Gebieten, wesentlich mehr Energie aufwenden müssen, um aktiv bleiben zu können. Heute wissen wir jedoch, dass das Leben im kalten Wasser sogar erhebliche energetische Vorteile mit sich bringen kann. Wechselwarme Tiere der Antarktis haben generell sehr

blooded animals, which means that their body temperature corresponds to the temperature of the surrounding sea-water. In cooperation with the British Antarctic Survey and the Italian Antarctic program we intended to explore, how *Adamusium colbecki* is able to live under conditions, which are, from an anthropocentric point of view, ‘hostile’, particularly due to very low water temperatures.

In the early 70s it was thought that living in ice-cold waters would be ‘expensive’ because cold-blooded animals would need much more energy to remain active than species living in warmer waters. At present we know that living in the permanent cold even can have energetic advantages. Poikilothermic animals from Antarctica generally have very low standard metabolic rates. At 0 °C the Antarctic scallop *Adamusium colbecki* spends half of the energy compared to the queen scallop *Aequipecten opercularis* from the French coast which was investigated at 10 °C. Nevertheless the swimming performance of both species is the same and also the growth performance scarcely differs. How does *Adamusium*

niedrige Stoffwechselraten. Die antarktische Kammmuschel *Adamussium colbecki* verbraucht bei 0 °C halb so viel Energie wie ihre an der französischen Küste lebende Verwandte *Aequipecten opercularis* bei 10 °C. Dennoch ist die Schwimmleistung der beiden Arten gleich, und auch in der Lebenswachstumsleistung unterscheiden sie sich kaum. Wie schafft *Adamussium* das, obwohl sie doch einen niedrigeren Stoffwechsel hat als *Aequipecten*? Der Vergleich vieler Kammmuschelarten aus allen Weltmeeren gibt uns einen Hinweis: Je niedriger die Temperatur ist, bei der eine Art lebt, desto effizienter wächst sie (Abb. 8, linke Achse und Gerade). Dies bedeutet, dass *Adamussium* einen größeren Anteil ihrer verfügbaren Energie für das Wachstum nutzt als *Aequipecten*. Aber welche Stoffwechselprozesse sind so gut an niedrige Temperaturen angepasst, dass dieser Vorsprung in der Wachstumseffizienz möglich wird? Auf zellulärer Ebene ist Wachstum eng an die Proteinsynthese (Eiweißaufbau) gekoppelt. Tatsächlich konnten wir beobachten, dass der isolierte Wachstumsapparat von *Adamussium* bei 0 °C schneller Proteine synthetisieren kann als der Proteinsyntheseapparat von *Aequipecten* bei ihrer Umgebungstemperatur (Abb. 8, rechte Achse und Balken). Die hohe Proteinsynthesekapazität der antarktischen Kammmuschel unterstützt also die auf ökologischer Ebene gefundene höhere Wachstumseffizienz im Kalten.

Weitere Studien werden zeigen, ob andere antarktische Weichtiere ähnlich hohe Wachstumseffizienzen erreichen und ob die evolutionäre Anpassung an die Kälte bei allen Arten auf den gleichen physiologischen Grundlagen beruht.

accomplish this, even though it exhibits a lower metabolic rate than Aequipecten? The comparison of many scallop species from around the world provides some evidence: The lower the temperature, at which the species lives, the more efficiently it grows (Fig. 8, left axis and straight line). This indicates that Adamussium allocates a larger fraction of metabolic energy to growth than Aequipecten does. However, which metabolic processes are optimised to support enhanced growth efficiency? At the cellular level growth is closely associated with protein synthesis. In fact we could observe that the isolated growth machinery of Adamussium at 0 °C synthesises proteins as fast as the protein synthesis apparatus of Aequipecten at their ambient temperature (Fig. 8, right axis and bars). Accordingly, high protein synthesis capacities of the Antarctic scallop corroborate higher growth efficiencies found at the ecological level.

Further studies will show, whether other Antarctic invertebrates attain similar growth efficiencies and whether the evolutionary adaptation to cold relies on the same physiological principles in all species.

Antarctica's cold freshwater sources

Hartmut H. Hellmer

Die „süßen“ kalten Quellen der Antarktis

Hartmut H. Hellmer

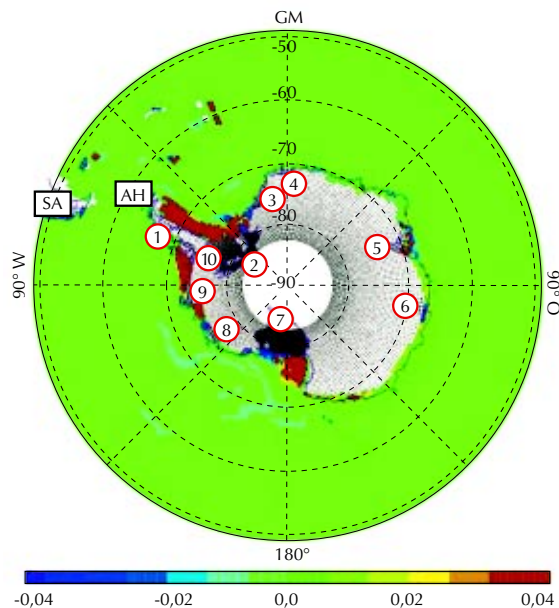
Einer der ersten Erforscher der Antarktis, James Clark Ross (1800-1862), traf bei seiner Suche nach dem magnetischen Südpol im Februar 1841 auf die Victoria Barrier, das heutige Ross-Schelfeis. Er resignierte: „Wir könnten mit ebensoviel Aussicht auf Erfolg versuchen, durch das Kliff von Dover zu segeln, wie durch diese Eismasse zu dringen“. Er wusste damals nicht, dass einer der größten „Kühlschränke“ der Antarktis – das Ross-Schelfeis – ihm den Weg versperrte. Das Volumen der sog. Kaverne (Wasserkörper zwischen Meeresboden, Schelfeis und Kontinent) beträgt ca. 100 000 Kubikkilometer. An der Basis schmelzendes Schelfeis modifizierte wohl schon damals Wassermassen des kontinentalen Schelfes derart, dass sie einen wesentlichen Bestandteil bei der Bodenwasserbildung darstellten und somit zur Kühlung der globalen Tiefsee beitrugen. Ein vollständiges „Abtauen“ wird dabei durch die ständige Zufuhr neuen Eises vom antarktischen Inlandeis verhindert.

Im Mittelpunkt der komplexen Kavernenprozesse steht die sogenannte „Eispumpe“. Um ihre Sensitivitäten und ihre natürliche Variabilität zu beleuchten, bleibt der Wissenschaft wegen der Unzugänglichkeit der Schelfeisregionen als einziges Werkzeug nur das numerische Modell. Am Alfred-Wegener-Institut bedient man sich dafür eines gekoppelten Eis-Ozean-Modells, dessen zirkumpolar gleichförmige Auflösung erlaubt, die wesentlichen Schelfeiskavernen des Süd-ozeans (Abb. 9) zu berücksichtigen. Die Analyse der Modelldaten ergab, dass auf dem Kontinentalschelf der Süßwassereintrag durch Schmelzen der Schelf-

In February 1841 the Antarctic explorer, James Clark Ross (1800-1862), encountered on his search for the south magnetic pole what he named Victoria Barrier, today's Ross Ice Shelf. Demotivated by its size he wrote: "We might with equal chance of success try to sail through the cliffs of Dover, as to penetrate such a mass (of ice)". He did not know that one of the biggest melting Antarctic "refrigerators" with a cavern volume of ca. 100 000 km³ was blocking his way to the south. Like today, this ice shelf certainly modified continental shelf waters to contribute significantly to the formation of deep and bottom waters and the ventilation of the global abyss. Ice shelf melting is roughly balanced by the steady flow of ice from the Antarctic ice sheet.

The central mechanism controlling the complex cavern processes is called "ice pump". Due to its inaccessibility, researches are forced to use numerical models to study the sensitivity and natural variability of the sub-ice shelf environment. At the Alfred Wegener Institute we use a coupled ice-ocean model with a circumpolar resolution high enough to resolve major Antarctic ice shelves (Fig. 9). The results show that the freshwater flux on the continental shelf due to melting at deep ice shelf bases amounts to 28 Milli Sverdrup ($1 \text{ mSv} = 1 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{s}$). This is a huge value considering that most freshwater from iceberg melting (70 mSv) is released to the ocean far away from the continent within the Antarctic Circumpolar Current.

The importance of the freshwater from the caverns is illustrated by comparing the results of two con-



eisbasis 28 Milli Sverdrup (1 mSv = 1000 Kubikmeter pro Sekunde) beträgt. Eine beträchtliche Rate, berücksichtigt man, dass Eisbergschmelzen (ca. 70 mSv) erst fern ab der Antarktis im Bereich des Zirkumpolarstroms große Süßwassermengen freisetzt.

Die Bedeutung des Süßwassereintrages durch Schelfeisschmelzen zeigt eine vergleichende Studie, in der der Strom aus der Kaverne unterbunden wurde. Dies führte zu einer Abnahme der Meereisdicke auf weiten Teilen des Kontinentalschelfs, verbunden mit einer Salzanreicherung in den Wassermassen des Schelfgebiets (Abb. 9) und einer Zunahme des Transports dichten Wassers gen Norden, durch den eine stärkere Ventilation der Tiefsee erfolgt. Fehlendes Süßwasser mindert die ohnehin nur geringe Stabilität der Wassersäule so weit, dass Meereisbildung verstärkt die Tiefenkonvektion anregt. Dieser Prozess bringt frisch belüftetes, dichtes Oberflächenwasser in die Tiefe, aber auch wärmeres Tiefenwasser an die Oberfläche. Letzteres führt zu der simulierten Abnahme der Meer-

Abb. 9: Salzgehaltsdifferenz in der Bodenschicht des Südozeans für September des 20. Integrationsjahres zwischen den Modellläufen ohne minus mit Schelfeiskavernen. Eingekreiste Zahlen markieren die Lage der im Modell berücksichtigten Schelfeise: 1-Larsen, 2-Filchner-Ronne, 3-Östliches Weddellmeer, 4-Fimbulisen, 5-Amery, 6-Shackelton, 7-Ross, 8-Getz, 9-Abbot, 10-George VI. SA-Südamerika, AH-Antarktische Halbinsel.

Fig. 9: Salinity difference in the bottom layer of the Southern Ocean for September of the 20th model year between configurations without minus with ice shelf caverns. Circled numbers mark the location of the ice shelves considered in the model: 1-Larsen, 2-Filchner-Ronne, 3-Eastern Weddell Sea, 4-Fimbulisen, 5-Amery, 6-Shackelton, 7-Ross, 8-Getz, 9-Abbot, 10-George VI. SA-South America, AH-Antarctic Peninsula.

trasting model configurations, with and without ice shelf caverns. A cessation of the freshwater causes a thinning of the ice cover for most of the continental shelf combined with a salinization of its water masses (Fig. 9) and an increase in dense water transport to the north which enhances the ventilation of the global abyss. These far-reaching consequences are related to the brine released during sea ice formation which destabilizes the weakly stratified water column causing deep convection. The latter transports cold surface waters to great depth forming dense shelf waters and warm deep waters to the surface causing a thinning of the ice cover.

Cavern processes influence the Southern Ocean deep water export and, therefore, are of global importance. Today both hemispheres host deep water sour-

eisdicke, ersteres zu den salzreicheren Schelfwassermassen und einer Zunahme der Produktion dichten Wassers.

Die Prozesse in den Schelfeiskavernen haben einen großen Einfluss auf den regionalen Tiefenwasserexport und sind damit sicherlich von globaler Bedeutung. Heutzutage befinden sich im Nordatlantik wie auch im Südozean gleich starke Quellen der globalen thermohalinen Zirkulation. Schon geringe Störungen im Süßwasserhaushalt der Südhemisphäre und insbesondere in der Konfiguration der Schelfeise könnten diese Balance ins Wanken bringen und globale Veränderungen verursachen.

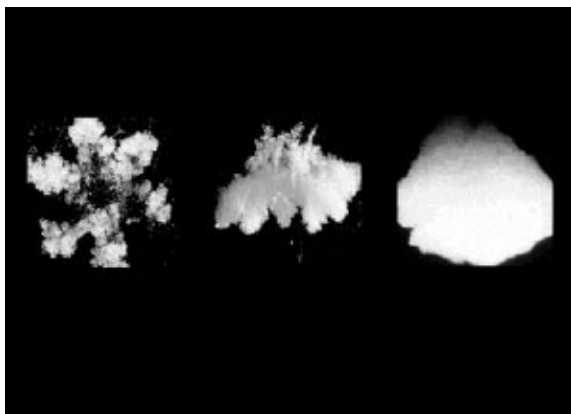
ces of equal strength. However, small disturbances in the freshwater fluxes due to, e. g., changes in Antarctica's ice shelf configuration might shake this balance – with global consequences.

Eigenschaften von Eisteilchen und ihre Auswirkung auf die Wolkenstruktur

Ulrike Wacker, Thorsten Reinhardt

In Wettervorhersagemodellen und in Klimamodellen werden Wolken berücksichtigt, um zum einen Niederschlag und Wolkenbedeckung zu simulieren, denn diese Größen prägen das Wetter und das Klima, und zum anderen um ihren Einfluss auf das Temperaturfeld zu erfassen. Eine Wolke besteht aus vielen Kondensateilchen, die sich hinsichtlich ihres Aggregatzustandes (Wassertropfen, Eisteilchen) und ihrer Größe unterscheiden. Außerdem treten atmosphärische Eisteilchen in vielen Formen auf, beispielsweise als hexagonale Dendrite, Schneeflocken oder Graupel. Entsprechend den Feuchte- und Temperaturbedingungen ändern die Teilchen nicht nur ihre Größe, sondern auch ihre Form (Abb. 10).

Zur Simulation von Wolken müsste im Prinzip die Lebensgeschichte jedes einzelnen Kondensateilchens beschrieben werden. Diese Vorgehensweise ist aber allein schon wegen des gigantischen Rechenauf-



Attributes of ice particles and their effects on the cloud structure

Ulrike Wacker, Thorsten Reinhardt

Clouds are considered in weather prediction and climate models to simulate precipitation and cloud cover, because these properties characterize weather and climate, and also to seize the impact of clouds on the temperature field. A cloud is composed of many condensate particles, which differ with respect to their state of aggregate (water drops, ice particles) and their size. Moreover, atmospheric ice particles appear in many different forms, e. g. as hexagonal dendrites, snow flakes or graupel. According to the moisture and temperature conditions, the particles do not change only their size, but also their form (Fig. 10).

To simulate clouds, in principle, the full life cycle of each condensate particle should be described. Such a procedure, however, is not feasible due to the large computational expense. Instead, the overall effect of the cloud microphysical processes is described. This requires many assumptions, amongst some related to the form of the ice particles. It is common procedure to assign the ice particles a certain shape,

Abb. 10: Übergang von einem leicht bereiften Eisteilchen durch Einsammeln und Anfrieren von Wolkenröpfchen zu einem Graupel.

Fig. 10: Transformation from a lightly rimed ice particle to a graupel due to collection and freezing of cloud droplets.

Source: http://www.essc.psu.edu/~dbabb/Chapter_12/ice2.html

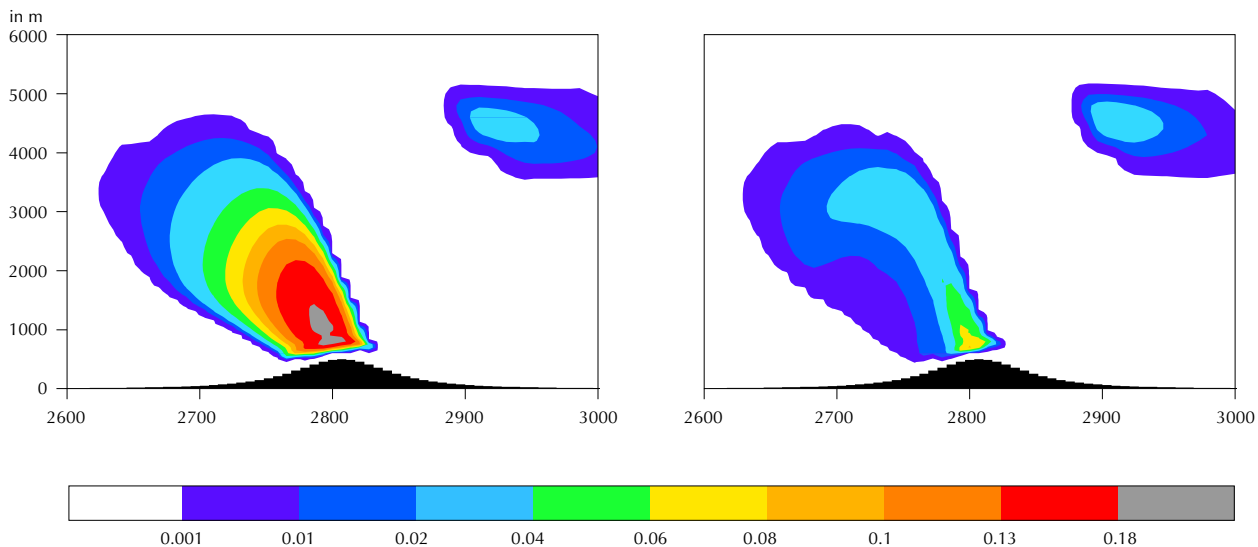
wandes unpraktikabel. Stattdessen wird die Wirkung der wolkenmikrophysikalischen Prozesse pauschal beschrieben. Dies erfordert eine Reihe von Annahmen, u. a. auch in Bezug auf die Form der Eisteilchen. Üblicherweise wird allen Eisteilchen eine bestimmte Form zugewiesen, und diese Form bleibt immer und überall gleich. Die natürliche Formenvielfalt und -variation können so nicht erfasst werden.

Wir haben in unseren Forschungsarbeiten zur Simulation von Wolken und Niederschlag mit dem operationellen mesoskaligen Wettervorhersagemodell ‚Lokal-Modell‘ (LM) des Deutschen Wetterdienstes u. a. die Auswirkung des vorzugebenden Eisteilchentyps untersucht. In der Abbildung 11 ist das Resultat einer Vergleichsstudie wiedergegeben. Bei der Überströmung eines Berges bilden sich in Aufwindbereichen Wolken, und zwar im Luv sowie in größerer Höhe auch im Lee des Berges. Die beiden Modellläufe unterscheiden sich allein darin, dass einmal die Eisteilchen als Graupel und einmal als flache, nahezu unbereifte Aggregate interpretiert werden. Da Wachstum und Fallgeschwindigkeit eines Eisteilchens von seinen geometrischen Eigenschaften abhängen, werden in den Simulationen Wolkenwasser und Wasserdampf in unterschiedlichem Umfang in Eis umgewandelt. Die Auswirkung ist in der Abbildung 11 zu erkennen: Der Wassergehalt der Wolke im Luv ist wesentlich höher, wenn die Eisteilchen als Graupel als wenn sie als Aggregate interpretiert werden. Unterschiedliche Ergebnisse erhält man auch für die Menge und die Phase des Niederschlags, in der Konzentration von Wasserdampf und infolge der unterschiedlichen Menge an freigesetzter latenter Wärme in der Temperatur. Die hohe Wolke im Lee ist zu schwach ausgebildet, als dass die Form der Eisteilchen einen

and this shape varies neither in time nor in space. In doing so, the natural diversity and variation in shape cannot be reproduced.

In our research on simulation of clouds and precipitation using the operational mesoscale weather forecast model 'Lokal-Modell' of the Deutscher Wetterdienst (DWD), we investigated, among others, the impact of the prescribed type of ice particles. In Figure 11, the result of a comparative study is presented. During the air flow over a hill, clouds are formed in regions with upwind, that are in the luff as well as in a high layer in the lee of the mountain. The two model runs distinguish only by the fact, that in one case the ice particles are interpreted as graupel, while in the other case they are interpreted as flat, nearly unrimed aggregates. Since growth and fall velocity of an ice particle depends on its geometric properties, different amounts of cloud water and water vapour are transformed to ice. The implication can be seen from Figure 11. The cloud water content of the cloud in the luff is considerably higher, if the ice particles are interpreted as graupel than in the case with ice particles interpreted as aggregates. Different results are also found for the concentration of water vapor and, due to differences in the amount of latent heat released, in the temperature. The high cloud in the lee of the mountain is too weakly developed to show a noteworthy influence of the ice particle type.

This example shows that the assumptions on the treatment of clouds may exert considerable impacts on the model results. The treatment of clouds is a significant source of errors, and it will remain a challenge in weather forecast and climate modeling for still some time.



nennenswerten Einfluss haben kann.

Dieses Beispiel zeigt, dass Annahmen zur Behandlung von Wolken erhebliche Auswirkungen auf die Modellresultate haben können. Die Behandlung von Wolken ist eine signifikante Fehlerquelle und wird noch für einige Zeit eine Herausforderung in der Wettervorhersage und Klimamodellierung bleiben.

Abb. 11: Vertikalschnitt der Verteilung des Wolkenwasserghaltes (in Gramm Wolkenwasser pro Kilogramm Luft) für Modellsimulationen einer Bergüberströmung mit Eisteilchen interpretiert als Graupel (links) bzw. als flache Aggregate (rechts). Die Abszisse bezeichnet den Abstand (in Kilometer) vom Einströmrand des Modellgebietes.

Fig. 11: Vertical cross section of the distribution of cloud water concentration (in gram cloud water per kilogram air) for model simulations of the flow over a hill; ice particles are interpreted as graupel (left) and as flat aggregates (right). The abscissa denotes the distance (in kilometer) from the inflow boundary of the model domain.

Warming the Arctic Ocean

Ursula Schauer, Eberhard Fahrbach, Gerd Rohardt

Wärme für das Nordpolarmeer

Ursula Schauer, Eberhard Fahrbach, Gerd Rohardt

Die arktische Atmosphäre ist erheblich wärmer als die antarktische, da sie durch den Ozean erwärmt wird. Der größte Anteil der Wärmezufuhr für das Nordpolarmeer kommt zwar durch die Sonneneinstrahlung im Sommer, er betrifft aber nur die obersten 20 Meter. Mehr als dieser sommerliche Gewinn geht im Winter wieder verloren. Die kleine Differenz zwischen Wärmegewinn und Verlust an die Atmosphäre muss dem Ozean also ständig nachgeführt werden. Der größte Einstrom an warmem Wasser führt durch die Framstraße, die über den Nordatlantik die einzige tiefe (2600 Meter) Verbindung zwischen Nordpolarmeer und dem Weltozean bildet.

Änderungen des ozeanischen Wärmeeintrags durch die Framstraße beeinflussen nicht nur, wie viel Wärme das Nordpolarmeer an die Atmosphäre abgeben kann, sondern auch, wie viel und wo Eis gebildet bzw. wieder geschmolzen wird. Eisbildung lässt einen Großteil des Salzes im Meerwasser zurück. Dadurch beeinflusst die ozeanische Wärme über die Eisbildung auch den Transport von Süßwasser, das als Eis andere Verfrachtungen erfährt als im flüssigen Zustand. Das im Meerwasser angereicherte Salz führt zum Absinken des Wassers, das sich daraufhin im tiefen Atlantik bis in die Südhemisphäre ausbreitet. Der Austausch durch die Framstraße ist also nicht nur für das arktische Klima wichtig, sondern auch für den globalen Tiefenwasseraustausch.

In der Vergangenheit wurde der ozeanische Wärmeeintrag durch die Framstraße meist indirekt aus Temperaturaufnahmen während einzelner Expeditionen abgeschätzt, die im Sommer stattfanden. Seit

The Arctic atmosphere is considerably warmer than the Antarctic atmosphere since it is heated from the underlying ocean. While the Arctic Ocean itself is mostly heated by summer solar insolation the radiation affects only the uppermost 20 m and more than this gain in summer is lost in winter. The difference between the two is only small – but in order to maintain the present state it must be continuously supplied by ocean currents. The largest inflow of warm water takes place through Fram Strait which, via the North Atlantic, constitutes the only deep connection between the Arctic and the world ocean.

Variation of the oceanic heat flow through Fram Strait does not only determine how much heat the Arctic Ocean might release to the atmosphere but also how much and at which location ice will be formed or melted. When ice forms the bulk of salt remains in the sea water. Hence, by affecting ice formation the oceanic heat also affects the fate of fresh water which takes different pathways as ice than as liquid. The salt accumulation leads to sinking of the respective sea water which spreads in the deep Atlantic to the southern hemisphere. Thus the exchange through Fram Strait is not only important for the Arctic climate but also for the global deep water exchange.

In the past, the oceanic heat flux through Fram Strait was estimated primarily by indirect methods using temperature distributions measured during individual cruises – thus providing typically a snapshot of a summer situation. To provide year-round observations, since 1997, a line of 14 moorings was

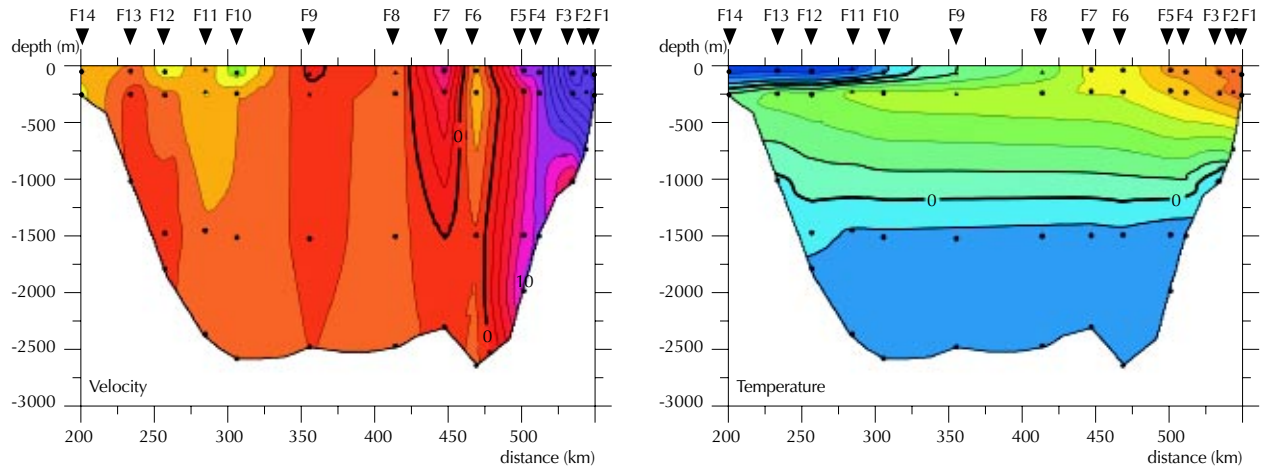
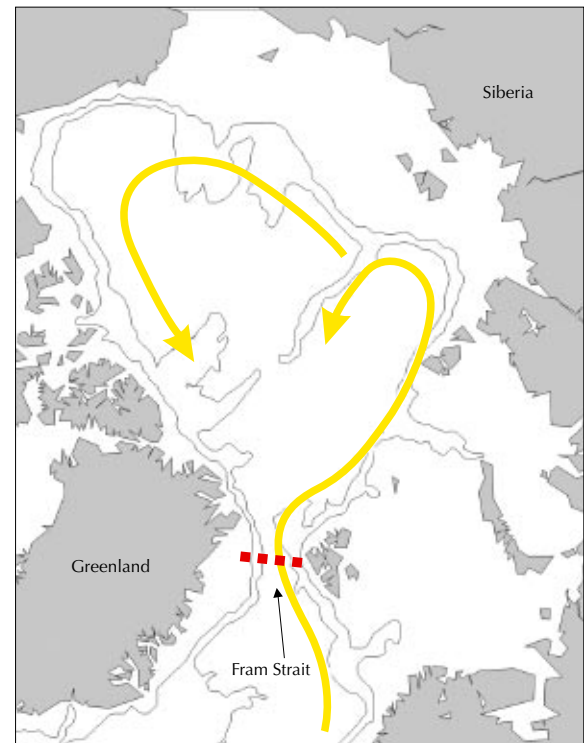


Abb. 12: Die Verteilung der Geschwindigkeiten (links) und Temperaturen (rechts) in der Framstraße im Winter aus verankerten Messgeräten (rote Linie in der Karte).

Fig. 12: The distribution of the cross-section velocities (left panel) and temperatures (right panel) in the Fram Strait in winter (December 1998) from moored instruments (see the red line in the map for location).



1997 wurde eine Verankerungslinie installiert, mit dem ganzjährig an 14 Positionen mit fast 50 Geräten die Strömung und die Temperatur gemessen wird (Abb. 12). Die Jahregänge zeigen, dass die Wärme-flüsse bemerkenswerter Weise im Winter höher sind als im Sommer, obwohl dann die Temperaturen höher sind. Der Grund sind die im Winter höheren Strömungsgeschwindigkeiten. Mehrere Messungen an verschiedenen Positionen vom Schiff aus bieten zwar eine höhere räumliche Auflösung als Verankerungen, umfassen aber nur einen kurzen Zeitraum. Deshalb können Aufnahmen der Temperatur und Strömung, vom Schiff aus im Sommer durchgeführt, das Bild verfälschen.

Die Jahresmittelwerte von 1997 bis 2000 zeigen einen drastischen Anstieg des Wärmeeinstroms. Wie ist dieser Anstieg zu bewerten? In der vergangenen Dekade sind in der Arktis erhebliche Veränderungen beobachtet worden: Neben dem Anstieg der Lufttemperaturen, der Reduzierung der Meereisdecke und einer veränderten Meeresströmung war Anfang der Neunzigerjahre auch eine starke Erwärmung der atlantischen Schicht im eurasischen Teil des Nordpolarmeers zu verzeichnen (Abb. 13). Unsere Messungen Ende der Neunziger Jahre belegen eine Erhöhung der Wärmezufuhr ähnlich der, die für die Erwärmung am Anfang der Neunziger Jahre notwendig war, so dass weiterhin mit sehr warmem Zwischenwasser in der Arktis zu rechnen ist. An den jährlichen Änderungen des Wärmetransports trägt die Verstärkung des Einstroms den gleichen Anteil wie die Erhöhung der Temperatur.

maintained with about 50 instruments measuring current and temperature continuously (Fig. 12).

It turned out that the temperature of the northward flow of Atlantic Water had a strong seasonality with a minimum in winter. Nevertheless, the northward heat transport was highest in winter caused by a winter maximum in northward velocity. Between 1997 and 2000 the northward heat flow increased considerably (Fig. 13). We can relate this increase to changes observed in the interior Arctic in the past decade: besides the rise of air temperature, the reduction of ice cover and a change in the ocean circulation, an extraordinary warming of the Atlantic layer in the interior Arctic Ocean was observed in the early nineties (Fig. 13). Our heat inflow observation 5 years later documents a similar input of heat as was necessary to have caused the earlier warming. Consequently, we can expect a continuing rise of the heat content available in the Arctic Ocean.

Our measurements show that the inflowing water became warmer in the late nineties but that the increase of the flow strength (i. e. more warm Atlantic water enters the Arctic) was of equal importance for the increased heat input.

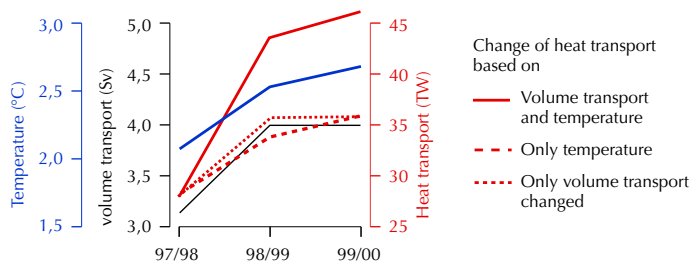
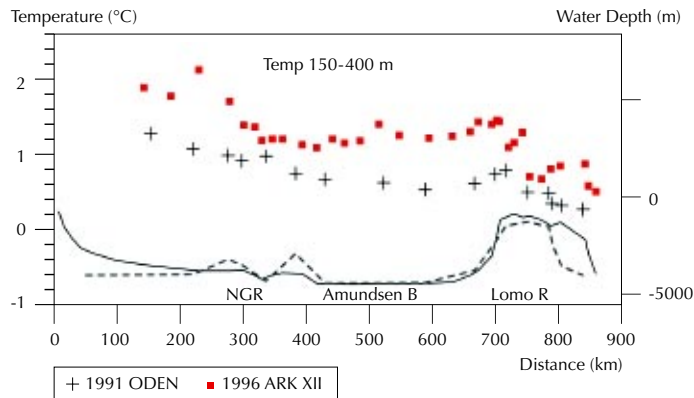


Abb. 13: Die Temperatur der atlantischen Schicht im Nordpolarmeer war 1996 ein halbes Grad höher als 1991 (oben). Der starke Anstieg des Wärmeeinstroms durch die Framstraße zwischen 1997 und 2000 (unten), verursacht sowohl durch höhere Temperatur als auch durch einen stärkeren Einstrom, könnte eine vergleichbare Erwärmung im Nordpolarmeer nach 2000 bewirken.

Fig. 13: The temperature of the Atlantic layer in the Arctic Ocean rose by half a degree from 1991 to 1996 (upper panel). The increase of northward heat transport through Fram Strait observed between 1997 and 2000 (lower panel) was of a corresponding magnitude.

Stratospheric ozone destruction: the ups and downs in the Arctic

Markus Rex, Peter von der Gathen

Stratosphärischer Ozonabbau: Das Auf und Ab in der Arktis

Markus Rex, Peter von der Gathen

Seit der Entdeckung des antarktischen Ozonlochs stehen die Polarregionen im Zentrum der Ozonforschung. Die wesentlichen Prozesse, die zum Ozonabbau führen, konnten aufgeklärt werden. In einer beispiellosen internationalen Zusammenarbeit im Bereich der Umweltpolitik wurden verpflichtende Verträge zur Begrenzung der Emission ozonschädigender Verbindungen geschlossen – mit dem beeindruckenden Erfolg, dass diese heutzutage weltweit kaum noch produziert werden. Es wird davon ausgegangen, dass die Belastung der Stratosphäre ihren Höhepunkt überschritten hat und über die kommenden 50 Jahre wieder auf unkritische Werte zurückgehen wird – so lange ist die Lebensdauer der Stoffe in der Atmosphäre. Ist damit auch der Höhepunkt des arktischen Ozonabbaus überschritten?

Das auffälligste Merkmal der arktischen Ozonverluste während der vergangenen 12 Jahre ist die enorme Variabilität von Jahr zu Jahr (Abb. 14a). Während es in einigen Jahren keinen Ozonverlust gab, wurden in anderen Jahren lokal bis zu 70 % des Ozons zerstört, die Ozonschichtdicke um bis zu 30 % verringert. Diese Variabilität erfolgt scheinbar willkürlich und steht nicht in Zusammenhang mit der langsamen Schwankung der Halogenbelastung. Sie wird ganz wesentlich von einem meteorologischen Parameter getrieben, den wir mit V_{PSC} bezeichnen (Abb. 14b). In der polaren Stratosphäre kann bei extrem tiefen Temperaturen im Winter eine Mischung aus Schwefelsäure und Salpetersäure ausfrieren – eine Art „Schnee“, der den Ozonverlust erst ermöglicht. V_{PSC} bezeichnet die

Stratospheric ozone research focussed on the Polar Regions since the discovery of the Antarctic ozone hole in the 1980ies. Today we have a general understanding of the key processes that result in chemical ozone destruction. Unprecedented intergovernmental cooperation quickly led to a series of international treaties to limit the emission of substances that harm the ozone layer. It is a dramatic success of this international cooperation that the global production of these substances has nearly completely ceased over the past decade. It is generally assumed that the concentration of ozone depleting substances in the stratosphere has already peaked and will slowly decline over the next decades to fall below harmful levels in about 50 years – the lifetime of the substances in the atmosphere. Does that mean that Arctic ozone destruction has already peaked?

The most prominent feature of Arctic ozone loss over the past 12 years is its enormous interannual variability (Fig. 14a). In some years loss did not occur at all, in others it reached 70 % loss locally and 30 % in the total column. The variability appears to be quite random and is not related to the slow variation of the stratospheric loading of ozone depleting substances. On these time scales the variability is entirely driven by a meteorological parameter termed V_{PSC} (Fig. 14b). If temperatures in the stratosphere drop to extremely low values a mixture of nitric acid and sulphuric acid condensates form a kind of 'snow', that plays a key role in the ozone destruction process. V_{PSC} is a measure of the extent of conditions

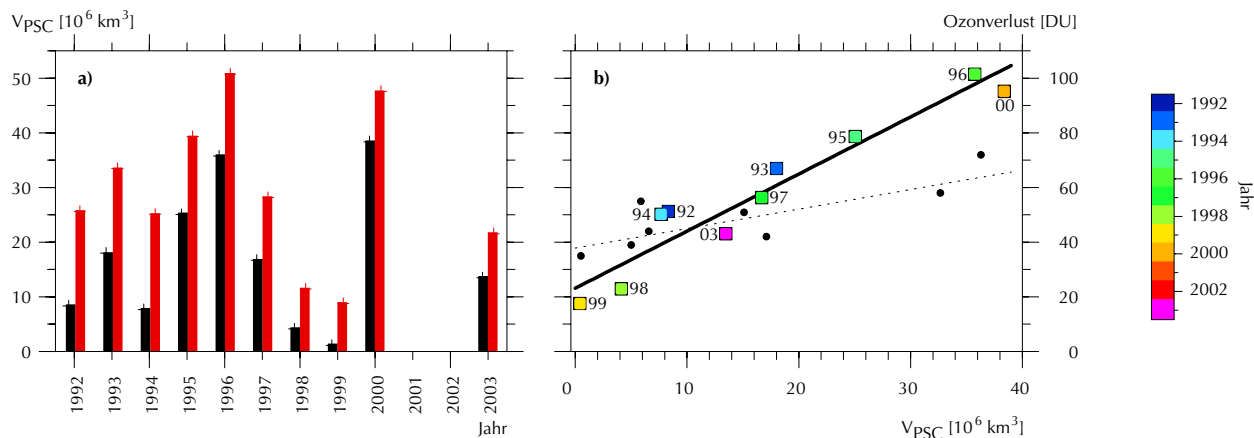


Abb. 14: (a) Ozonverlust (rote Balken) und Potenzial zur Bildung stratosphärischer Wolken (V_{pSC} , schwarze Balken) in der Arktis während der letzten 12 Jahre. (b) Auftragung von Ozonverlust über V_{pSC} . Die farbigen Quadrate sind Messergebnisse, die schwarzen Punkte stellen Ergebnisse aus Modellrechnungen dar. Die Steigung der jeweils durch die Punkte verlaufenden Geraden gibt die Empfindlichkeit des Ozonverlusts auf Klimaveränderungen an. Die Messungen zeigen, dass diese dreimal größer ist, als derzeitige Modellrechnungen vermuten lassen würden.

Fig. 14: (a) Ozone loss (red bars) and potential for the formation of PSCs (V_{pSC} , black bars), over the Arctic during the past 12 years.

(b) Ozone loss versus V_{pSC} . Coloured boxes represent measurements, black points model results. The slope of the linear through the points is a measure for the sensitivity of ozone loss on climate change. It is underestimated by the model by a factor of three.

cold enough for the formation of this 'snow'. The 'snow' is only present in some winters – in others it is too warm and ozone loss cannot occur. Increasing levels of greenhouse gases tend to cool the stratosphere – in contrast to climate warming in lower levels of the atmosphere. The empirical results show that the additional ozone loss caused by this cooling is about three times larger than current models predict.

The stratospheric sulphuric acid and nitric acid particles form iridescent Polar Stratospheric Clouds (PSCs). Their maximum extent in cold Arctic winters increased by about a factor of three over the past 40 years (Fig. 16). Had the climate conditions remained unchanged since the 1960ies, ozone loss in the Arctic would not be of much concern nowadays. Hence, the extensive destruction of stratospheric ozone as observed during some winters over the Arctic during the past decade, was also the result of long-term climate change. Should the cooling trend continue in future, even larger ozone loss can be



Abb. 15: Aufnahme einer Polaren Stratosphärischen Wolke (PSC) Ende Januar 2000 über Kiruna (Nordschweden). Das Auftreten dieser wegen ihres Aussehens auch Perlmutterwolken genannten Gebilde leitet den Ozonabbau in der arktischen Stratosphäre ein.

Fig. 15: Picture of a Polar Stratospheric Cloud (PSC) taken at Kiruna, Sweden, end of January 2000. Based on their appearance these clouds are sometimes termed "mother of pearl clouds". They trigger the ozone loss process. (Photo: M. Rex)

Bedingungen, die kalt genug für die Bildung dieses stratosphärischen Schnees sind. Nur in einigen Wintern bildet sich der „Schnee“ - in anderen Wintern ist es zu warm, der Ozonverlust bleibt aus. Im Gegensatz zur Klimaerwärmung in den bodennahen Schichten ist in der Stratosphäre bei zunehmender Treibhausgas-konzentration mit einer Abkühlung zu rechnen. Die Analyse der Messdaten zeigt, dass pro Grad Abkühlung der arktischen Stratosphäre mit einem dreimal höheren Ozonverlust gerechnet werden muss, als in derzeitigen Modellrechnungen gefunden wird.

Die in der Stratosphäre entstehenden Schwefel- und Salpetersäurepartikel bilden die in allen Farben schillernden Polaren Stratosphärischen Wolken (Polar Stratospheric Clouds, PSC, Abb. 15), deren maximale Ausdehnung in den kalten stratosphärischen Wintern der letzten 40 Jahre etwa um einen Faktor drei angestiegen ist (Abb. 16). Würden heutzutage in der Stratosphäre Klimabedingungen wie in den 1960er Jahren herrschen, würde es heute nur zu wenig Ozonverlust über der Arktis kommen. Die erhebliche Ozonzerstörung des vergangenen Jahrzehnts war also auch das Resultat langfristiger Klimaveränderungen. Sollte diese Abkühlung sich fortsetzen, könnte es in den nächsten Jahrzehnten noch zu einem erheblich stärkeren Ozonverlust über der Arktis kommen. Die nähere Zukunft der arktischen Ozonschicht hängt also wesentlich davon ab, ob die beobachteten Klimaveränderungen Teil einer natürlichen Variabilität sind oder den Beginn eines vom Menschen verursachten Trends darstellen.

expected over the Arctic during the next couple of decades. For the near future of the Arctic ozone layer it is crucially important, whether the observed changes in climate are due to natural long-term variability or represent the start of an anthropogenic trend.

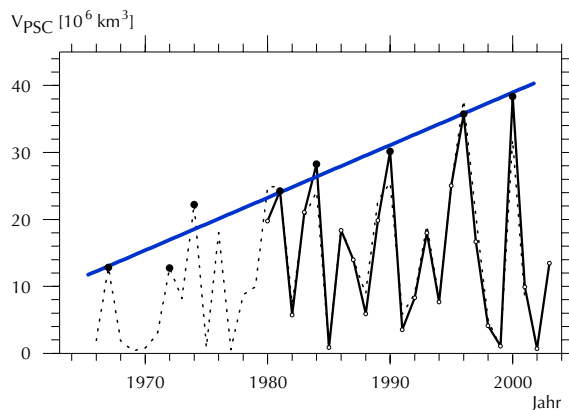


Abb. 16: Langzeitentwicklung der für PSC-Bildung ausreichend kalten Bedingungen in der arktischen Stratosphäre. Besonders die maximale Ausdehnung dieser Bereiche in den kalten Wintern hat während der letzten 40 Jahre um einen Faktor drei zugenommen, was die schweren Ozonverluste in den neunziger Jahren mit verursacht hat.

Fig. 16: Long term evolution of the extent of PSC conditions in the Arctic stratosphere. The maximum extent reached during the cold winters has increased by a factor of three over the past 40 years. This change contributed to the severe ozone losses in the Arctic in some winters during the 1990ies.

Permafrost coasts of the Arctic – frozen land drowns in the Sea

Volker Rachold, Hans-Wolfgang Hubberten

Permafrost-Küsten der Arktis – Gefrorenes Land versinkt im Meer

Volker Rachold, Hans-Wolfgang Hubberten

Die Küstenzone ist die Region der Arktis, in der sich Wechselwirkungen zwischen Land und Meer offenbaren. Arktische Küsten sind extrem variabel, sie können stabil, aber auch sehr dynamisch sein. Ihre Veränderlichkeit ist eine Funktion von Umwelteinflüssen (Wind, Wellen, Meeresspiegeländerungen, Meereis etc.) auf der einen Seite und Gestalt und geologischem Aufbau der Küste auf der anderen Seite (Abb. 17).

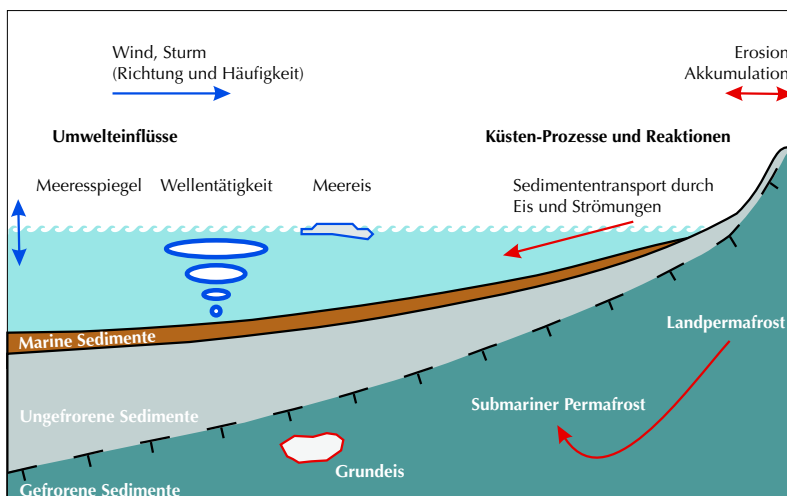
Die Küstendynamik in der Arktis wird insbesondere durch Arktis-spezifische Phänomene kontrolliert. Während des arktischen Winters (7-8 Monate im Jahr) wird die Küste durch eine mächtige und ausgedehnte Meereisdecke von hydrodynamischen Einflüssen abgeschirmt. Im Sommer dagegen, insbesondere

The coastal zone is the interface through which land ocean exchanges in the Arctic are mediated. Arctic coasts are highly variable, can be stable or extremely dynamic, and their dynamics are a function of environmental forcing (wind, waves, sea-level changes, sea-ice etc.) on the one hand and coastal morphology and geology on the other hand (Fig. 17).

Coastal processes in the Arctic are strongly controlled by Arctic-specific phenomena. During the winter season, comprising 7-8 months, a thick and

Abb. 17: Die Veränderlichkeit arktischer Küsten ist eine Funktion von Umwelteinflüssen und Morphologie und Geologie der Küste. Arktis-spezifische Phänomene (Meereis und Permafrost) sind dabei von besonderer Bedeutung (siehe Text).

Fig. 17: Arctic coastal dynamics as a function of environmental forcing and coastal morphology and geology. Arctic phenomena, i. e. sea-ice and permafrost, are of specific importance (see text).



nach dem Aufbrechen der Eisdecke im Frühjahr, bildet das Meereis ein wichtiges Transportmedium für die von der Küste erodierten (= abgetragenen) Sedimente.

Die arktische Küstenregion ist der Bereich, in dem die in ausgedehnten Festlandsgebieten der Arktis auftretenden, bis in eine Tiefe von 1000 Metern dauerhaft gefrorenen Ablagerungen (Permafrost) mit dem relativ warmen und salzreichen Meerwasser im Kontakt stehen. Da in der geologischen Vergangenheit während Meeresspiegeltiefständen weite Schelfgebiete der Arktis trocken lagen, konnte sich auch unter den heutigen Schelfmeeren in vielen Gebieten der Arktis (insbesondere in Sibirien) Permafrost bilden, der auch heute noch nach der Überflutung dieser Gebiete als submariner Permafrost vorliegt. Die Küstenregion ist der Übergangsbereich zwischen Landpermafrost

Abb. 18: Küste der Insel Muostakh in der südöstlichen Laptev-See (Sibirische Arktis). Das ca. 15 Meter hohe, aus gefrorenen und sehr eisreichen Ablagerungen – dem für die Region typischen, sogenannten Eiskomplex – bestehende Küstenkliff wird stark erodiert. Die Erosionsraten betragen mehrere Meter pro Jahr, so dass die Insel voraussichtlich in ca. 50 Jahren komplett verschwunden sein wird.

Fig. 18: Coastal section of the island Muostakh in the SE Laptev Sea (Siberian Arctic). The coastal cliff, which is ca. 15 metres high and composed of frozen, ice-rich deposits (so-called Ice Complex), is rapidly eroded. The coastal retreat rates are several meters per year and most probably the island will be completely destroyed within the next 50 years. (Photo: V. Rachold)

extensive sea-ice cover protects the coastline from hydrodynamic forcing. During the open water season, mainly after break-up in spring, the sea-ice is an important transport agent for sediments originating from coastal erosion.

Vast areas of the Arctic mainland are characterised by the occurrence of frozen ground (permafrost). In the coastal region the permafrost deposits, which can be frozen down to a depths of 1000 metres, are in direct contact with relatively warm and saline sea-water. In the geological past, during periods of lower sea-level, the shallow Arctic shelf seas (mainly the Siberian shelf seas) have been dry and permafrost could be formed, which today, after flooding of the shelves, still exists as submarine permafrost. The coastal region is the transition zone between onshore and offshore (submarine) permafrost and the degradation of permafrost, which can be connected with the release of permafrost-bound greenhouse gases, is concentrated in this zone.



und submarinem Permafrost und das Auftauen von Permafrost, das mit einer Freisetzung von eingefrorenen Treibhausgasen verbunden sein kann, konzentriert sich auf diese Zone.

Während der eisfreien Sommermonate werden die unverfestigten Permafrost-Küsten der Arktis extrem stark erodiert, der Rückgang der Küstenlinie beträgt in vielen Gebieten etliche Meter pro Jahr. Abbildung 18 zeigt ein Beispiel aus der sibirischen Laptew-See. Mit dem Rückgang der Küstenlinie ist die Abtragung von Landgebieten verbunden, die als biologische Lebensräume dienen oder von Menschen besiedelt werden, so dass in einigen Regionen der Arktis Maßnahmen zum Küstenschutz erforderlich sind. Das von der Küste abgetragene Material (Sedimente und organischer Kohlenstoff) wird durch Strömungen und mit dem Meereis in den Arktischen Ozean eingetragen und liefert einen wesentlichen Beitrag zur Stoffbilanz – in einigen Schelfgebieten ist der Eintrag durch Küstenerosion größer als der Flusseintrag.

Im Rahmen des Projektes „Arctic Coastal Dynamics (ACD)“, das vom AWI geleitet wird, beschäftigt sich ein internationales Team mit der zirkumarktischen Klassifizierung und Kartierung der Küsten und der Untersuchung von Küstenprozessen. Gegenwärtig beteiligen sich etwa 25 Institutionen aus neun Nationen. Weitere Informationen sind der Internet-Seite des ACD-Projektes zu entnehmen: <http://www.awi-potsdam.de/www-pot/geo/acd.html>.

During the short, ice-free period the unlithified ice-rich, permafrost-dominated coastlines are rapidly eroded (at rates of several meters per year). Figure 18 shows an examples from the Siberian Laptev Sea. Coastal retreat results in land and habitat loss and, thus, affects biological and human systems. Therefore, in some regions geotechnical measures for coastal protection have to be taken. The material released through coastal erosion (sediment and organic carbon) is transported to the Arctic Ocean via currents and sea-ice and its contribution plays an important role in the matter budget of the Arctic Ocean – in some shelf seas input from coastal erosion is larger than from rivers.

In the framework of the project 'Arctic Coastal Dynamics (ACD)', which is headed by AWI, an international team concentrates on circum-Arctic classification and mapping of the coastal zone and on the study of Arctic coastal processes. Currently ca. 25 institutions from 9 countries are involved. Further information can be found at the ACD internet page: <http://www.awi-potsdam.de/www-pot/geo/acd.html>.

Umweltrekonstruktionen mit Bioindikatoren in den polaren Landgebieten

Andrei Andreev, Frank Kienast, Thomas Kumke

In den im Spätquartär (60 000 Jahre v. H.) eisfreien arktischen Landgebieten gelten Bioindikatoren aus Land- und Seeablagerungen als die wichtigsten Werkzeuge für die Rekonstruktion der Klima- und Umweltgeschichte. Solche Rekonstruktionen sind gerade in polaren Gebieten sehr bedeutend, da sich hier Klimaschwankungen sehr schnell und intensiv auf die Umwelt auswirken. Grundlage für die Untersuchungen sind fossile Reste von Lebewesen, die zeitgleich zu ihrer Ablagerung konserviert wurden und über die Jahrtausende sehr gut erhalten bleiben. Dazu gehören z. B. Pollen, Kieselalgen oder Chironomiden (Zuckmückenlarven) in Seeablagerungen sowie Insekten und fossile Samen im Dauerfrostboden.

Pflanzen und Kleinstlebewesen in Seen haben für die Rekonstruktion den Vorteil, dass sie sehr schnell auf Klima- oder Umweltänderungen reagieren. Darüber hinaus kann man mit Hilfe statistischer Methoden den einzelnen Arten die Umweltbedingungen, unter denen sie leben können, zuordnen. Das ermöglicht eine sehr genaue Rekonstruktion der Umweltbedingungen in der Vergangenheit.

Überreste von Gefäßpflanzen, vor allem Samen und Früchte, besitzen je nach Pflanzenart unverwechselbare Kennzeichen und ermöglichen daher die Identifizierung der jeweiligen Arten. Aus den ökologischen Ansprüchen der nachgewiesenen Pflanzenarten lassen sich die lokalen Umweltbedingungen im Untersuchungsgebiet rekonstruieren. Zudem können durch botanisch-klimatologische Transferfunktionen anhand der Klimawerte in ihren heutigen Verbrei-

Fossil remains indicate paleoenvironments in the terrestrial Arctic

Andrei Andreev, Frank Kienast, Thomas Kumke

Fossil remains (bioindicators), preserved in terrestrial and limnic deposits, are considered as the most important tools for the reconstruction of the climatic and environmental history of the terrestrial Arctic since the Late Pleistocene (at least during the last 60 000 years). Paleoenvironmental reconstructions are particularly important in polar regions, because climatic fluctuations affect the arctic environment especially quickly. Reconstructions are based upon fossil remains of organisms that are preserved very well over millennia after their deposition. Most suitable bioindicators are pollen, diatoms and chironomids in limnic sediments as well as pollen, insects and seeds in permafrost deposits.

Plants and microorganisms in lakes are suitable subjects due to their quick reaction to environmental changes. More over it is possible to attribute optimum and tolerances of environmental conditions to every single species by means of statistical methods, which make possible detailed reconstructions of paleoenvironments.

Radiocarbon dated permafrost sediments at the Laptev Sea coast are excellent archives for paleobotanical studies. Vascular plant remains (first of all seeds and fruits) can be identified to the species level. Local environmental conditions in the study area can be derived from the ecological requirements of these plant species. Climate conditions can be reconstructed by botanical-climatological transfer functions on the basis of climate parameters occurring in the distribution areas of these plants today.

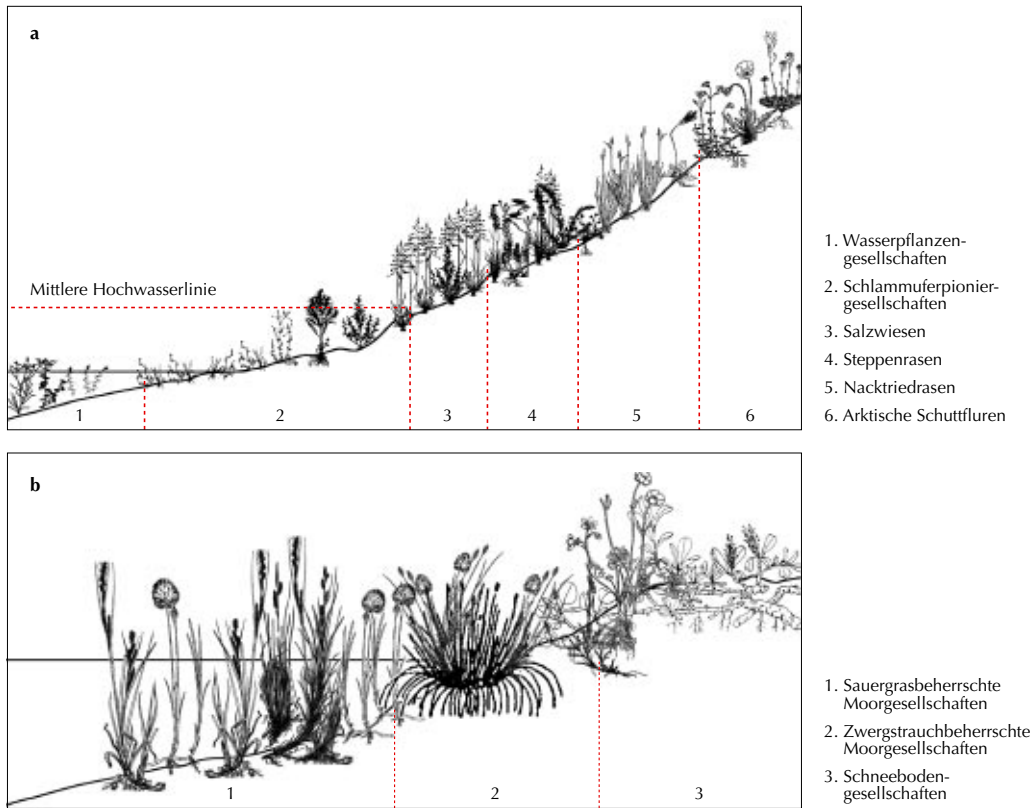


Abb. 19: Schematisches Profil des rekonstruierten Vegetationskomplexes a: im Spätpleistozän, b: im Holozän.

Fig. 19: A profile of reconstructed vegetation complexes a: Late Pleistocene, b: Holocene.

tungsgebieten Angaben zum Paläoklima gemacht werden.

Eine Gemeinsamkeit der meisten Proben aus dem Pleistozän (bis 10 000 Jahre vor heute) ist das Vorherrschen trockenheitsadaptierter Pflanzengesellschaften sowie das Vorkommen von salztoleranten Arten (Abb. 19). Beides belegt das Vorherrschen trockener Klimabedingungen. Erstmals konnte das zuvor heftig bestrit-

Both, the dominating dryness-tolerant plant communities and the occurrence of salt-tolerant species in most of the Pleistocene samples document prevailing dry climatic conditions (Fig. 19). The occurrence of steppe plants in the Arctic during the Late Pleistocene, previously strongly disputed, is paleobotanically proven. Steppe species and boreal aquatics, both no longer occurring in the Arctic today, indicate relatively warm summers during the late Pleistocene. Summer temperatures, significantly higher than

tene Vorkommen von Steppenpflanzen in der Arktis während des Pleistozäns paläobotanisch nachgewiesen werden. Steppenarten und boreale Wasserpflanzen, die in der Arktis heute nicht mehr vorkommen, weisen auf relativ warme Sommer hin. Auf der Basis ihrer heutigen Verbreitung konnten wesentlich höhere Sommertemperaturen als heute, z. B. während der warm-trockenen Interstadial-Periode zwischen den letzten beiden Kaltzeiten, rekonstruiert werden. Selbst während der letzten Kaltzeit waren die Sommer in der sibirischen Arktis wärmer als heute. Relativ günstige Phasen wurden aber immer wieder unterbrochen von kalten und trockenen Intervallen, in denen polarwüstenartige Vegetation vorherrschte. Das Phänomen relativ hoher Sommertemperaturen in der letzten Kaltzeit kann durch die stark erhöhte Kontinentalität erklärt werden. Wegen ihrer geringen Meeres-tiefe war die Küste der Laptev-See während des pleistozänen Meeresspiegelrückgangs etwa 500 Kilometer nordwärts verschoben, das Untersuchungsgebiet war somit durch ein ausgeprägtes Binnenklima gekennzeichnet. Die große Entfernung zum Meer führte neben der Abnahme der Niederschläge, zu starken jahreszeitlichen Temperaturschwankungen.

today during the warm and dry interstadial period between the last two cold stages, could be reconstructed based on the modern distribution areas of those plants. The mean summer temperatures rose above the modern level in the Siberian Arctic even during the last cold stage. Relatively favorable phases were, however, frequently interrupted by cold and dry intervals characterised by arctic-desert like vegetation. The phenomenon of relatively warm summers during the last cold stage can be explained by the extreme continentality. Due to the shallow bathymetry of the Laptev Sea, its coast was shifted ca 500 km northward during the Late Pleistocene marine regression. The study area was, consequently, characterised by a pronounced continental climate. The large distance to the temperature buffering sea resulted, beside a decrease of precipitation, in strong seasonal temperature fluctuations.

Feuer und Eis am Pol

Wilfried Jokat

Geowissenschaftliche Forschung der letzten fünf Dekaden hat gezeigt, dass das arktische Becken von drei rund 1800 Kilometer langen Gebirgsketten durchzogen ist. Alle drei, der Alpha-Mendeleyev-Rücken, der Lomonosow-Rücken und der Gakkel-Rücken, beginnen am sibirischen Schelf und enden vor der kanadischen/grönländischen Küste. Im Jahr 2001 wurde ein etwa 1000 Kilometer langes Segment des aktiven mittelozeanischen Gakkel-Rückens durch eine internationale Zwei-Schiff-Expedition untersucht. Daran waren das deutsche Forschungsschiff ‚Polarstern‘ und der Eisbrecher der amerikanischen Küstenwache ‚Healy‘ beteiligt.

Sollten die globalen Modelle für langsame Rücken-segmente stimmen, sollten wir einen mittelozeanischen Rücken vorfinden, der kaum vulkanische Aktivitäten zeigt. Was wir allerdings fanden, entsprach in keiner Weise den Theorien. Zu unserer Überraschung wurden überwiegend Basalte zu Tage gefördert. Vorhergesagt war ein Typ Gestein, der überwiegend direkt aus Material besteht, wie es im Erdmantel vermutet wird. Dieses war jedoch eher selten anzufinden. Was bedeutet dies? Die Proben zeigen, dass auch bei langsam spreizenden Rücken, derselbe Mechanismus aktiv ist, wie bei den schnelleren Rückensystemen auf dem Globus.

Die geophysikalischen Untersuchungen lieferten weitere Details über die generelle Struktur des Gakkel-Rückens. Aufgrund der geringen Spreizungsrate entlang des Gakkel-Rückens wurde dünne Kruste mit einer Mächtigkeit von weniger als 4000 Metern erwartet. Die entsprechenden seismischen Modelle

Fire and ice at the North Pole

Wilfried Jokat

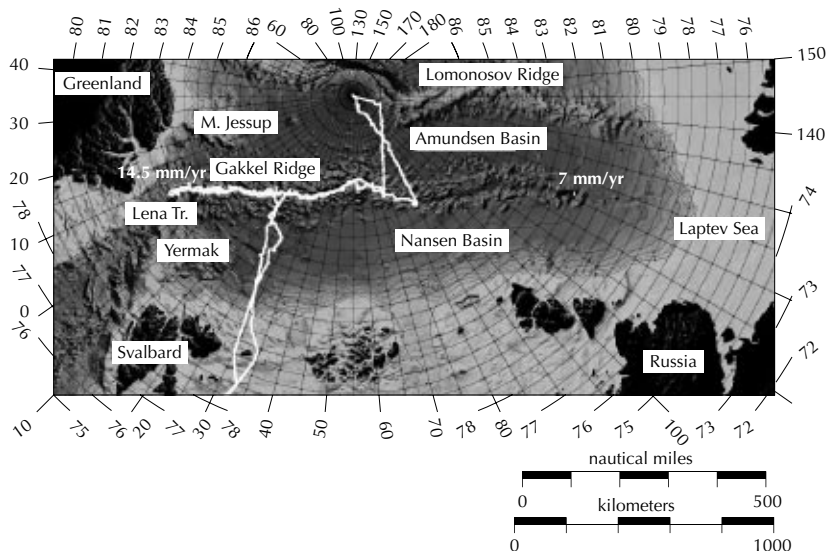
Geoscientific research in the last five decades has shown, that the Arctic Basin is separated by three approximately 1800 kilometers long submarine ridges. All ridges, Alpha-Mendeleyev Ridge, Lomonosov and, Gakkel ridges start at the Siberian shelves and terminate against the Canadian/Greenland coast. During the summer season 2001 a large part (approx. 1000 kilometers) of the mid-ocean Gakkel Ridge was investigated by an international two-ship experiment. From the German RV 'Polarstern' and the American US Coast Guard Cutter 'Healy' experiments were conducted to better understand the processes which formed this ultra-slow mid-ocean ridge.

If global models for mid ocean ridge are correct, no major volcanic activity should be expected along this Arctic ridge. To our surprise mainly basalts were recovered at the dredge positions along the rift valley. Peridotites, which represent mainly non-modified mantle material, were expected. The samples show that also along ultra-slow mid ocean ridges similar processes are active than beneath the faster ridges at the globe.

Geophysical investigations provided further details on the general structure of the Gakkel Ridge. Mainly seismic refraction and magnetic data were acquired to investigate the deeper crustal structure beneath the rift valley. The first method provides information on the crustal thickness. Thin oceanic crust around 4000 meters was expected, since the ultra-slow spreading is a result of limited magma production in the mantle. The seismic models based on our experiments show crustal thicknesses ranging between 1000 and 4000 meters.

Abb. 20: Fahrtverlauf der Expedition zum Gakkel-Rücken im Jahr 2001.

Fig. 20: Cruise track of the expedition in 2001 to the Gakkel Ridge.



zeigen Variationen in der Dicke der ozeanischen Kruste zwischen 1000 und 4000 Metern an.

Normalerweise findet man entlang eines mittelozeanischen Rückens eine starke positive magnetische Anomalie, die bei der Erstarrung der Basalte entsteht, da sich die magnetischen Minerale entsprechend dem heutigen Magnetfeld ausrichten. Dass dieses einfache Modell nicht für den Gakkel-Rücken zutrifft, hatten schon aeromagnetische Messungen Ende der 1970er Jahre gezeigt. Es zeigte sich keine kontinuierliche magnetische Anomalie. Ziel der magnetischen Messungen während der ersten Schiffs-Expedition zum Gakkel-Rücken war es, mehr Daten zu gewinnen. Schnell wurde deutlich, dass starke magnetische Anomalien sich auf wenige Gebiete beschränkten. Alle geophysikalischen Daten unterstützen die Interpretationen der Rücken als langle-

In general, a strong, continuous and positive magnetic anomaly is found along the rift valley. Here, the newly formed oceanic crust cools and the magnetic components of the basalts are aligned with the present day magnetic field. The rift valley does not have a continuous magnetic anomaly. Thus, one objective was to get more data for the magnetic network. It was obvious that regions with strong magnetic anomalies were scattered along the rift valley. The existing geophysical data support the interpretation that the traverse ridges are a consequence of a long-living magmatic centre in the mantle. They appear at a spacing of almost 100 kilometers along

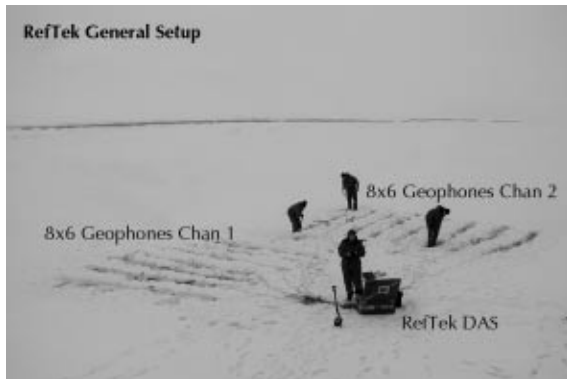


Abb. 21: Aufbau einer seismischen Station auf einer Eisscholle. Besondere Schwierigkeiten traten bei geringen Schneeauflagen auf den Schollen auf. Dann mussten die Sensoren in das Eis gedrückt/geschlagen werden.

Fig. 21: Installation of a seismic recording system on an ice floe. We had specific problems when little or no snow cover was present. Then, the geophones had carefully be hammered/pressed into the ice. (Photos: W. Jokat)

the ridge. Furthermore, the magnetic data showed that these centers were active for at least 25 million years. This finding is contrary to existing theories, which did not predict such features.

Existing global models fail to explain the results we obtained along the Gakkel Ridge. As a result of our investigation a new class of mid ocean ridges was introduced. The Gakkel and South West Indian ridges form the “ultra-slow” class of spreading ridges. According to the present knowledge the crustal and topographic peculiarities of ultra-slow ridges appear below a spreading rate of 1.2 centimeters per year. An explanation is still pending.

bigge magmatische Zentren, die in einem Abstand von ca. 100 Kilometern auftreten und mindestens 25 Millionen Jahre aktiv sind. Derartige magmatische Zentren wurden bisher wenig wahrscheinlich an extrem langsamen aber auch schnelleren Rücken gehalten.

Nahezu alle globalen Modelle für Prozesse an mittelozeanischen Rücken versagen in der Arktis. Als Konsequenz wurde daher eine neue Klassifikation für mittelozeanische Rücken eingeführt. Der Gakkel- und Südwest-Indische Rücken bilden eine eigene Klasse der „ultra-slow“ Spreizungsrücken. Nach bisherigem Wissensstand treten die beobachteten Phänomene bei vollen Spreizungsgeschwindigkeiten unterhalb von 1,2 Zentimeter pro Jahr auf. Die Ursachen hierfür sind noch unbekannt.

Die Polarflugzeuge als wissenschaftliche Messplattform

Uwe Nixdorf

Seit 1983 besitzt das Alfred-Wegener-Institut die beiden Forschungsflugzeuge ‚Polar 2‘ und ‚Polar 4‘ und nutzt diese für wissenschaftliche und logistische Aufgaben in beiden Polargebieten. Die zweimotorigen Maschinen sind Sonderversionen des Mehrzweckflugzeuges Dornier Do 228-101. Sie haben Rad-Skifahrwerke, mit denen sie auf Betonbahnen oder Schneepisten starten und landen können. Die Reichweite des ausgerüsteten Messflugzeugs beträgt ca. 1000 Kilometer. Das entspricht einer Flugzeit von etwa fünf Stunden. Mit der so zur Verfügung stehenden Messzeit können während des üblicherweise dreimonatigen Aufenthalts in der Antarktis große Flächen überdeckt werden.

Die Flugzeuge sind eine wichtige Messplattform zur Vorerkundung, zur landseitigen Ergänzung der von FS ‚Polarstern‘ ausgeführten Programme sowie zur Ergänzung von Messungen an den Observatorien des AWI und den Bodenaktivitäten entlang von Traversen. Darüber hinaus ist es nur mit Flugzeugen möglich, für meteorologische und atmosphärenchemische Fragestellungen so genannte in-situ Messungen zu machen, d. h. die Messsensoren in die jeweils zu beprobende Luftschicht einzubringen. Schließlich werden die Flugzeuge in zunehmendem Maße zur Validierung von Satellitenmissionen eingesetzt. In den vergangenen beiden Jahren betrug die Anzahl der Flugstunden für ‚Polar 2‘ und ‚Polar 4‘ zusammen etwa 800 Stunden pro Jahr. Damit gehören die Polarflugzeuge zu den best ausgelasteten Messflugzeugen der Welt.

Polar aircraft as platforms for scientific measurements

Uwe Nixdorf

The Alfred Wegener Institute has owned two research aircraft, ‚Polar 2‘ and ‚Polar 4‘, since 1983 and uses them for its scientific and logistical purposes in both polar regions. The twin-engined machines are special versions of the general purpose Dornier Do 228-101. Their undercarriages can be equipped with skis as well as wheels in order to allow take-off and landing on either conventional or snow runways. The range of one of these aircraft, when fully equipped, is around 1000 kilometers – or a flying time of approximately five hours. The measurement time thus available means that very large areas can be sampled during a typical three month campaign in Antarctica.

The aircraft are important reconnaissance platforms for extending surveys made by FS ‚Polarstern‘ over land areas as well as extending measurements made at AWI’s onshore observatories or by research parties working on ground traverses. Not only this, the aircraft afford the only possibility to make in situ measurements for meteorological and atmospheric studies – by flying sensors directly into different atmospheric layers. The aircraft are also being increasingly used to validate satellite mission data. In the last two years, ‚Polar 2‘ and ‚Polar 4‘ together flew around 800 hours per year, making them two of the most productive airborne science platforms in the world.

Scientific work for the aircraft is suggested by Universities, international research groups, and the research divisions in AWI. The thickness and inner

Die wissenschaftlichen Fragestellungen, zu deren Lösung die Flugzeuge eingesetzt werden, kommen aus Universitäten, internationalen Forschergruppen und allen Fachbereichen des AWI. Für die Geophysik und Glaziologie werden mit einem eisdurchdringenden Radarsystem die Eismächtigkeit und die innere Struktur der polaren Eisschilde erfasst. Darüber hinaus werden, meist gleichzeitig dazu, Anomalien des Erdschwere- und des Erdmagnetfeldes registriert. Daneben werden die Flugzeuge für luftchemische und meteorologische Messungen genutzt (siehe auch Kapitel 3.1.2 und 3.1.3): flugzeuggetragene Untersuchungen des Aerosolhaushaltes in den Polarregionen, die Messung der vertikalen Verteilung ausgewählter Spurenstoffe und die Untersuchung der Grenzschicht über dem polaren Ozean und dem Meereis. Die Aerosolmessungen beinhalten die Erfassung der optischen, mikro-physikalischen und chemischen Aerosolparameter. Dieses Programm wird mit internationaler Beteiligung (Gruppen aus Japan, Frankreich und Schweden) umgesetzt. In der Küstenforschung werden Informationen über Vorkommen, Menge und räumliche Ausbreitung von Arten und/oder Lebensgemeinschaften gesammelt (siehe auch Kapitel 3.2.3).

Die Polarflugzeuge sind in eine Vielzahl von nationalen und internationalen Programmen eingebunden. Die wissenschaftlichen Arbeiten an der tiefen Eiskernbohrung an der Kohnen-Station in Dronning Maud Land (Teil des Europäischen Projekts für Eisbohrungen in der Antarktis EPICA) und am Programm SEAL zur Quantifizierung von Meeresspiegeländerungen, die in mehrfacher Hinsicht vom Einsatz der Polarflugzeuge profitieren, sind im Kapitel 3.4.3 beschrieben.

Hier wollen wir beispielhaft VISA (Validierung, Verdichtung und Interpretation von Satellitendaten in der

structure of the polar ice sheet are studied using ice-penetrating radar techniques for glaciological and geophysical purposes. Gravity and magnetic anomalies can also be measured – often in parallel with the acquisition of radar data. Besides this, the aircraft are used for meteorological measurements and measurements of air chemistry, including airborne investigations of aerosol contents in the polar regions, measurements of the vertical distribution of certain trace elements, and exploration of the air layer over the border between the open polar ocean and sea-ice (see also chapter 3.1.2 and 3.1.3). Aerosol work involves the registration of optical, micro-physical and chemical parameters. This programme is undertaken as part of an international collaboration with groups from Japan, France and Sweden. Information about the occurrence, abundance, and spatial distribution of species and/or living communities are collected for coastal studies (see also chapter 3.2.3).

The polar aircraft are committed to numerous national and international research programmes. Chapter 3.4.3 describes scientific work at the Kohnen deep ice-core drilling station in Dronning Maud Land (part of the European ice-drilling project EPICA) and on the SEAL programme to quantify sea level change, that both benefit from use of the polar aircraft in many respects.

As an example, we would like to sketch the VISA (Validierung, Verdichtung und Interpretation von Satellitendaten in der Antarktis – Validation, Densification and Interpretation of Satellite data in Antarctica) programme, that concentrates on an understanding of ice sheet mass balance, in collaboration with the Technical University of Dresden. VISA will make repeat measurements with airborne and land-

Antarktis) – ein Programm, das auf die Bestimmung der Massenbilanz abzielt und in Zusammenarbeit mit der Technischen Universität Dresden durchgeführt wird, skizzieren. Es leistet mit wiederholten Flugzeug- und Bodengestützten Messungen einen Beitrag zur Validierung der Schwerfeld Satellitenmissionen CHAMP (gestartet 15. Juli 2000), GRACE (gestartet 17. März 2002) und GOCE. Ein Ziel ist dabei, etwaige Massenänderungen des Antarktischen Eisschildes als zeitliche Änderungen des Schwerfeldes der Erde zu registrieren. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Satelliten lediglich ein integriertes Schweresignal registrieren können, das auch von anderen Faktoren als der Massenbilanz der Antarktis beeinflusst wird. Solche Faktoren sind z. B. Änderungen in der Lithosphäre aufgrund von post-glazialen Ausgleichsbewegungen, tektonische Prozesse und schließlich langfristige Änderungen der Variation des atmosphärischen Druckes. Aus diesem Grund ist es notwendig, die einzelnen Anteile der Schweresignale aufzuzeichnen und zu quantifizieren, um die masseninduzierten Effekte zu bestimmen und die Fehler bei der Berechnung der Massenbilanz des Eisschildes zu minimieren. Ergänzend zu den Schweremessungen werden auch Messungen des Erdmagnetfeldes durchgeführt. Zusammen mit den Satellitendaten werden die Messungen dieses Programms zu einem verbesserten Modell der Potentialfelder der Erde (Schwere- und Magnetfeld), der Krustenstruktur und der Dynamik der Lithosphäre und der Massenbilanz und der Dynamik des Eisschildes im Untersuchungsgebiet führen.

based equipment to contribute to a validation of data from the satellite-based gravity field missions CHAMP (started 15th July, 2000), GRACE (started 17th March, 2002) and GOCE. One aim of VISA is to register temporal changes in Earth's gravity field and relate them to mass changes of the Antarctic ice sheet. It is important to consider also that the satellite-based measurements are of an integrated signal, that can also be influenced by other factors. These factors include post-glacial rebound of the lithosphere, tectonic processes and, finally, long-term changes in the variation of atmospheric pressure, so that it is necessary to isolate and quantify the effects of these other factors in order to minimise the errors in the calculation of mass-balance in the ice sheet. Magnetic anomaly measurements will be made alongside the gravity measurements. The measurements collected as part of VISA will, together with the satellite data, contribute to an improved model of Earth's potential fields (gravity and magnetic fields), that are important for studies of crustal structure, lithospheric dynamics, and mass-balance and dynamics of the ice sheet in the area of interest.



Abb. 22: ‚Polar 2‘ im Skibetrieb mit den speziell für diesen Flugzeugtyp entwickelten Radarantennen für geophysikalische und glaziologische Anwendungen.

*Fig. 22: ‚Polar 2‘ equipped with skis and the radarantennae that were specially developed in order to use the Dornier for geophysical and glaciological measurements with radar.
(Photo: AWI)*

Variabilität des Flusseintrags in die Arktis – Natürliche Klimaschwankungen?

Rüdiger Stein

Während der letzten Dekaden hat man signifikante Zunahmen von Temperatur und Niederschlägen in den Einzugsgebieten der sibirischen Flüsse und einen daraus resultierenden erhöhten Süßwassereintrag in den Arktischen Ozean gemessen. Parallel dazu wurden auch eine höhere Temperatur des Atlantikwassereinstroms in den Arktischen Ozean, eine Reduzierung der arktischen Meereisdecke, ein verstärktes Abtauen des Permafrostes und ein Rückzug von arktischen Gletschern festgestellt. Diese deutlichen Anzeichen für eine generelle Erwärmung der Arktis scheinen mit einer großskaligen Änderung der atmosphärischen Zirkulation, der sogenannten „Arktischen Oszillation (AO)“, einherzugehen. Die Zusammenhänge zwischen diesen Faktoren sind jedoch noch nicht klar. Hier kann unser Datensatz von einem Sedimentkern aus dem Jenisei-Ästuar (Abb. 23), der weit über die Zeitskala direkter Messreihen und anthropogener Einflüsse hinausreicht, zu einem besseren Verständnis natürlicher Klimavariationen und damit einer zuverlässigeren Vorhersage zukünftiger Klimaänderungen beitragen.

Für die Charakterisierung des von Land eingetragenen Sediments haben wir die Magnetische Suszeptibilität gewählt. Änderungen resultieren in erster Linie aus Änderungen im Gehalt an magnetischen Mineralen wie Magnetit und Titanomagnetit, die besonders in vulkanischen Gesteinen und deren Verwitterungsprodukten angereichert sind. Die Sedimentfracht des Jenisei stammt hauptsächlich aus den Basalten und

Variability of freshwater discharge in the Arctic – natural climate change?

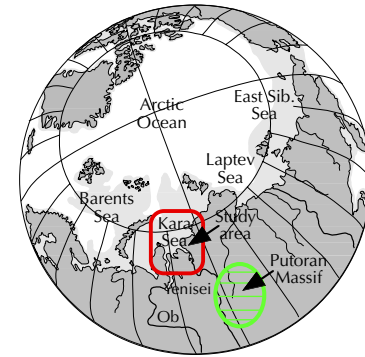
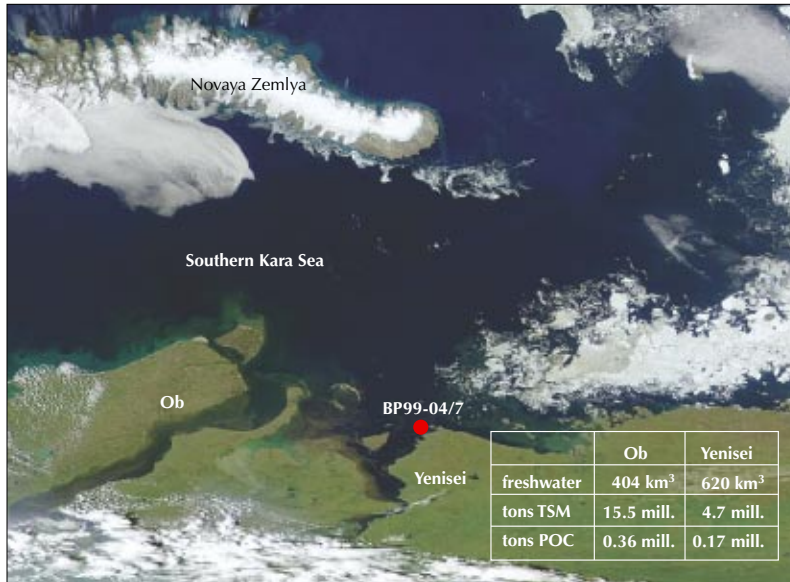
Rüdiger Stein

During the past decades, a significant increase in Siberian river discharge, associated with a warmer climate and enhanced precipitation in the river basins, has been observed. Contemporaneously, an increase in the temperature of Atlantic Water inflow into the Arctic, a reduced sea-ice cover, a thawing of permafrost and a retreat of small Arctic glaciers are obvious. All these environmental changes seem to be related to a cyclic variation of the Arctic atmospheric circulation pattern, i. e., the 'Arctic Oscillation (AO)'. The interaction between AO and climate change, however, is still not really understood. In this context, our record from a sediment core from the Yenisei Estuary (Fig. 23), going back beyond the time scale of direct discharge measurements and anthropogenic influence, may improve the understanding of natural Arctic climate variability as a necessary assumption for a more reliable prediction of future climate change.

As a parameter to characterise the composition of terrigenous sediments, the magnetic susceptibility was used. Changes are mainly controlled by variations in the content of ferrimagnetic matter (magnetite, titanomagnetite) which are enriched in volcanic rocks and their weathering products. Concerning the suspended matter load of the Yenisei River, a major source are the widespread Triassic plateau basalts and tuff deposits of the Putoran Massif.

Maximum values were recorded near the base of

Annual river discharge



Tuffen des Putoran-Plateaus.

Maximale Werte im unteren Kernabschnitt >8800 Jahre vor Heute (JvH) sind als Anzeiger für die finale Abschmelzphase des Putoran-Plateaus und den damit verbundenen Eintrag riesiger Mengen an feinkörnigem magnetitreichem Material in den Yenisei zu sehen (Abb. 24). Zu dieser Zeit war der Meeresspiegel ca. 30 Meter niedriger als heute, der Sedimentkern lag im Mündungsbereich des Flusses. Während der letzten 8000 JvH ist in den Werten eine zyklische Variabilität zu erkennen (Abb. 24). Maxima werden dabei als wärmere und feuchtere Klimaphasen mit einem dadurch verursachten höheren Eintrag von Material aus dem Putoran-Plateau erklärt. Die generelle Abnahme während der letzten 2500 JvH geschah zeitgleich mit einer Abkühlung über Grönland, einem Vorstoß der Gletscher in Norwegen und einer Zunahme der Meer eisbedeckung nördlich von Island.

Diese kurzfristigen Variabilitäten spiegeln wahrscheinlich natürliche Klimazyklen wider, die von uns

Abb. 23: Satellitenfoto der Ob- und Yenisei-Ästuar und der südlichen Kara-See (<http://www.visibleearth.nasa.gov/>). Der jährliche Flusseintrag (Süßwasser, Suspensionsfracht-TSM und partikulärer organischer Kohlenstoff-POC) und die Lokation des Sedimentkerns BP99-04/7 sind angegeben.

Fig. 23: Satellite photograph of the Ob and Yenisei estuaries and the southern Kara Sea (<http://www.visibleearth.nasa.gov/>). Annual discharge values (freshwater, total suspended matter-TSM, and particulate organic carbon-POC) and the location of Core BP99-04/7 are shown.

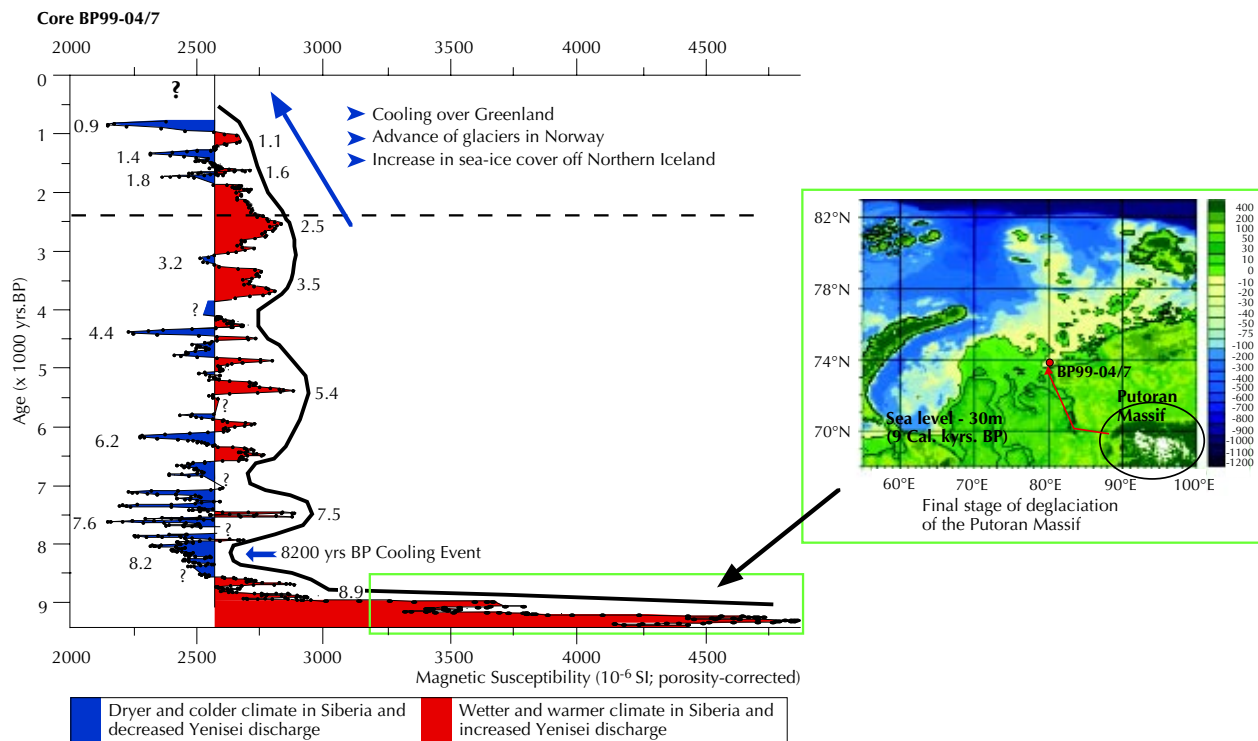


Abb. 24: Hochaufgelöster Datensatz der Magnetischen Suszeptibilität des Sedimentkerns für die letzten 9000 Jahre vor Heute und paläoumweltbezogene Interpretationen. Die schwarze geglättete Kurve gibt die niederfrequenten Änderungen der Werte wider. Die Zahlen an den Minima und Maxima sind Alter in „x 1000 Jahre vor heute“.

Fig. 24: High-resolution record of magnetic susceptibility (10^{-6} SI) of the sediment core for the last about 9000 years before present (BP) and its paleoenvironmental interpretation. The smoothed black curve next to the record indicates the lower-frequency variability (trend) of MS maxima. Numbers close to the minima and maxima are ages in „x 1000 years BP“.

the core >8800 years before present (yrs BP) (Fig. 24), related to the final stage of mountain deglaciation of the Putoran Massif and the subsequent release of huge amounts of fine-grained glacial debris enriched in ferrimagnetic minerals into the Yenisei River. At that time, the sea level was about 30 m lower than today the sediment core was probably situated close to the mouth of the Yenisei. During the last about 8000 yrs BP, a distinct short-term variability is obvious in the record (Fig. 24). The maxima are interpreted as periods of warmer and more humid climate and increased discharge of suspended matter

in Bezug zur Variabilität der Arktischen Oszillation gesetzt werden. Während einer positiven Phase der Arktischen Oszillation wird verstärkt warme, feuchte Luft nach Sibirien transportiert, was dort zu einer Zunahme von Temperatur, Niederschlag und Verwitterungsintensität und einem damit verknüpften erhöhten Eintrag von basaltischem Verwitterungsmaterial aus dem Putoran-Plateau geführt hat. Diese Hypothese, die einen wichtigen Beitrag zur Diskussion über natürliche oder vom Menschen beeinflusste Ursachen für Klimaveränderungen liefern kann, muss durch weitere Klimakurven aus sehr gut datierten Sedimentkernen bestätigt werden.

from the Putoran Massif. The general decrease in values starting at about 2500 yrs BP coincides with a cooling trend over Greenland indicated in ice core records, an advance of glaciers in Norway, and an increase in sea-ice cover off Northern Iceland.

The short-term variability may reflect natural cyclic Holocene climate variations such as the Arctic Oscillation (AO) pattern. Positive AO phases which brought warm and wet air to the Russian Arctic causing increased temperatures, precipitation, and weathering, may have been the trigger for increased riverine input of MS-rich matter from the Putoran Massif. Our still preliminary hypothesis which is important within the ongoing debate about naturally versus anthropogenically driven future climate change, has to be proven by further high-resolution multi-proxy Arctic climate records.

Von Tiefseekorallen über Schlammvulkane in die arktische Tiefsee – ,Victor 6000' an Bord der ,Polarstern'

Michael Klages, Thomas Soltwedel

Die deutsch-französische Zusammenarbeit auf dem Gebiet der Meeresforschung haben das AWI und das IFREMER (Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer) im Sommer 2003 erneut zu einer gemeinsamen Expedition mit dem Forschungsschiff ,Polarstern' und dem ferngesteuerten Unterwasserfahrzeug (Remotely Operated Vehicle, ROV) ,Victor 6000' zusammengeführt. Rund 150 Wissenschaftler aus sieben europäischen Ländern nahmen an einer außergewöhnlichen Reise in den Nordatlantik und den Arktischen Ozean teil, um Kaltwasserkorallen, Schlammvulkane und die arktische Tiefsee zu erforschen.

Nachdem die rund 140 Tonnen schwere Ausrüstung zum Betrieb des ROV in Brest installiert worden war, führte die Reise in die Porcupine Seabight, einem

Abb. 25: Tiefsee-Korallenriffe vor der Irischen Küste (oben: Schwimmkrabbe als Weidegänger; Mitte: Seefeder neben solitärem Korallenstock; unten: das Korallenriff beherbergt eine Vielzahl von Organismen, u. a. Seeanemonen, Seesterne, Seeigel und Fische).

Fig. 25: Deep-sea coral reefs west off Ireland (top: crab grazing on epizoans inhabiting corals; center: sea feather next to a solitary coral stock; bottom: corals accommodate lots of different organisms, e. g. sea anemones, star fish, sea urchins and fish).

Via deep-water corals and mud volcanoes into the Arctic deep sea – 'Victor 6000' onboard the RV 'Polarstern'

Michael Klages, Thomas Soltwedel

In summer 2003, the Remotely Operated Vehicle (ROV) 'Victor 6000', owned by the Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer (Ifremer), was installed onboard the German research vessel 'Polarstern', initiating another milestone in the Franco-German cooperation in marine sciences. About 150 scientists coming from seven European countries were invited to join an exceptional expedition into the northern North Atlantic and the Arctic Ocean aiming at investigations on deep-water corals, a mud





Abb. 26: Håkon Mosby Schlammvulkan (oben: Oberflächensediment mit Kolonien von kleinen Röhrenwürmern; Mitte: Entnahme von Wasserproben an Methanaustrittsstelle; unten: Gewinnung von Sedimentkernen in einem Bakterienmattenfeld).

Fig. 26: Håkon Mosby Mud Volcano (top: surface sediments with colonies of small tube worms; center: water sampling at a methane seep; bottom: sediment sampling at a bacterial mat site). (Photos: Deep-sea research)

volcano and general aspects in the biodiversity of the Arctic deep-sea benthos.

After installation of about 140 tons of equipment necessary for ROV operations, 'Polarstern' left the harbour of Brest for the first cruise leg into the Porcupine Seabight west off Ireland. For several years it is known that extensive deep-water coral colonies occur along the European continental margin, with some concentration in Irish deep water regions. Although deep-sea corals like *Lophelia pertusa* exhibit slow growth rates due to the low water temperature, mound formation generated by these corals may lead to structures which can elevate hundreds of metres in height. It is assumed that the reefs off Ireland are several 100 000 years old.

At the Håkon Mosby Mud Volcano, at about 1250 m water depth northwest of Norway, the greenhouse gas methane is escaping from the sediments and enters the Ocean. During their evolution various organisms, such as bacteria and tube worms, have adapted to utilise methane and its degradation products as energy sources. Using the two manipulator arms of the ROV, samples were taken with high accuracy at different habitats of this rather small mud volcano, measuring only 1.5 kilometers in diameter. For the first time, gas release was observed with 'Victor 6000' at various locations within this area. One objective of the scientists involved during this cruise leg was to calculate how much methane escapes from the sediments, finally entering the atmosphere.

The final cruise leg was dedicated to AWI-Hausgarten, a long-term deep-sea observatory installed in summer 1999 west off Svalbard. This observatory consists of a number of stations between 1000 and

Meeresgebiet westlich von Irland. Erst seit wenigen Jahren ist bekannt, dass dort ausgedehnte Tiefsee-Korallenriffe existieren, da Korallenriffe eigentlich typisch für tropische Meeresgebiete sind. Inzwischen weiß man, dass die bis über 1000 Meter tief lebenden Korallen weltweit auftreten, aber insbesondere entlang der Küsten Europas kommen Arten wie *Lophelia pertusa* in besonders großer Zahl vor. Obwohl Kaltwasserkorallen sehr langsam wachsen, können die Hügel, die durch abgestorbene Korallen entstehen, einige hundert Meter hoch sein. Es ist davon auszugehen, dass diese Riffe mehrere 100 000 Jahre alt sind.

Am untermeerischen Håkon Mosby Schlammvulkan nordwestlich von Norwegen tritt in rund 1250 Metern Tiefe das Treibhausgas Methan aus dem Meeresboden aus. Im Laufe ihrer Entwicklungsgeschichte haben sich Organismen wie Bakterien und Röhrenwürmer darauf spezialisiert, Methan und seine Abbauprodukte als Energiequelle zu nutzen. Mit Hilfe des ROV wurden gezielt Proben in dem sich nur wenige Meter vom Meeresboden abhebenden Krater des rund 1,5 Kilometer breiten Schlammvulkans genommen. Erstmals wurden dabei mit dem ROV auch Bereiche gefunden, an denen das Gas aus dem Meeresboden ausperlt. Ein Ziel der Untersuchungen war es, festzustellen, in welchen Mengen Methan aus dem Meeresboden austritt und letztlich in die Atmosphäre gelangt.

Der letzte Abschnitt der Reise führte zum Hausgarten, einem Tiefsee-Langzeitobservatorium des AWI, das 1999 westlich von Spitzbergen etabliert wurde. Der AWI-Hausgarten besteht aus einer Reihe von Stationen zwischen 1000 und 5500 Meter Wassertiefe, die seit dieser Zeit wiederholt beprobt werden. Neben experimentellen Forschungsarbeiten zu den

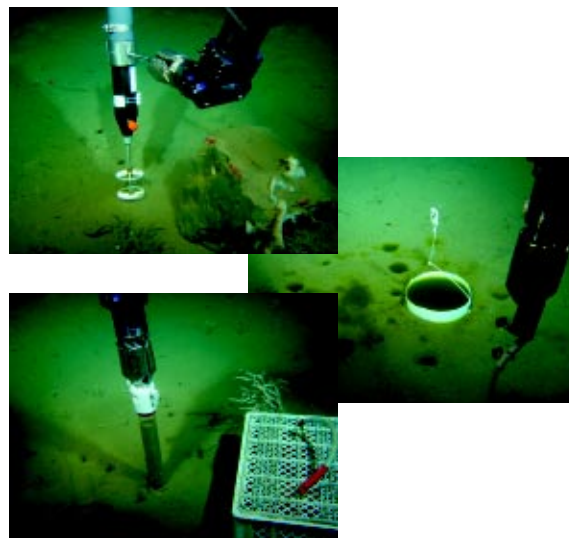


Abb. 27: Experimente im Bereich des AWI-Hausgarten (oben: Vermessung kleinskaliger Strömungsmuster im Bereich von ‚drop stones‘; Mitte: punktueller Nahrungseintrag am Meeresboden; unten: Entnahme von Sedimenten, die, geschützt durch Käfige, vier Jahre keiner Störung unterworfen waren).

Fig. 27: Experiments at AWI-Hausgarten (top: small-scale current measurements around a large ‚drop stone‘; centre: selective enrichment of the seafloor with organic matter; bottom: sampling of sediments protected to disturbances for four years by plastic cages).

5500 m water depth, which are sampled each year. Despite in situ experiments focusing on causes and effects of gradients at the sediment-water interface and their relevance for the observed high biodiver-

Ursachen der außerordentlich hohen Artenvielfalt in der Tiefsee wurden Langzeitmessungen fortgeführt, um die Variabilität in zahlreichen Umweltparametern im Verlauf der Jahreszeiten und im langjährigen Vergleich zu verfolgen. Unsere Untersuchungen werden dazu beitragen, natürliche von durch den Menschen verursachte Veränderungen in der Aktivität und Artenzusammensetzung von Tiefseelebensgemeinschaften zu unterscheiden. Vor dem Hintergrund der über die letzten Jahrzehnte festgestellten Abnahme der Eisbedeckung in der Arktis gewinnen derartige Untersuchungen zunehmend an Bedeutung.

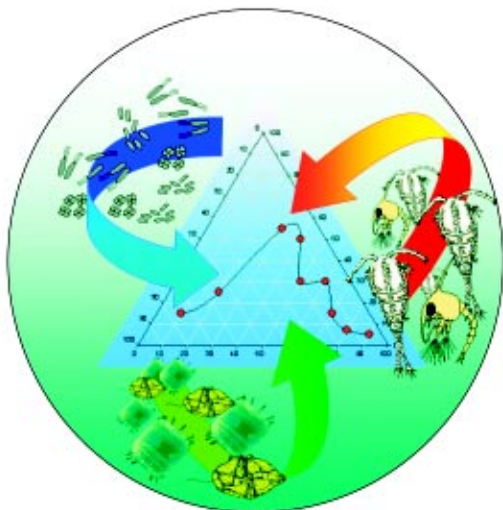
sity in deep-sea sediments, extensive sampling was conducted to continue time-series on various abiotic and biotic parameters. This kind of studies will elucidate variability in time, both seasonally and interannually. Our investigations will also help to discriminate between natural variability and alterations induced by humans in the otherwise pristine Arctic deep sea. Facing severe environmental changes in the Arctic over the past decades (i. e., a temperature increase and the reduction in ice-coverage), our long-term measurements become more and more important.

Nahrungsnetze – das Helgoland Foodweb Projekt

Karen Wiltshire, Maarten Boersma, Gunnar Gerdts, Reinhard Saborowski, Antje Wichels

Seit Ernst Haeckel im 19. Jahrhundert den Begriff Ökologie geprägt hat, wurden die Themen „Interaktionen von Organismen“ und „Nahrungsnetze“ vielschichtig diskutiert. Dies beinhaltet nicht nur Fragen nach „Wer frisst wen?“, sondern auch „Was bestimmt das Vorkommen von Organismen in einem Lebensraum?“. Diese Fragen sind nicht nur grundlegender wissenschaftlicher Natur, sondern auch für die Folgeabschätzung anthropogener Einflüsse relevant.

Obwohl das Auftreten von Organismen bereits über Jahrzehnte beobachtet wurde, ist das Wissen über deren biologische Funktion in marinen Systemen noch gering. In diesem Zusammenhang ist das Hel-



The Helgoland Foodweb Project

Karen Wiltshire, Maarten Boersma, Gunnar Gerdts, Reinhard Saborowski, Antje Wichels

Since Ernst Haeckel in the 19th century coined the term ecology, multifaceted thinking has been applied to studies on organism interactions and food webs. This not only includes questions on who eats whom, but also what governs the patterns of occurrence of organisms. These questions are not only relevant to fundamental science, but also a basic requirement to the understanding of human impacts.

Although scientists have monitored the occurrence of organisms for centuries, the understanding of biological function of marine systems is still small. The Helgoland Foodweb Project has been established to investigate interactions between microalgae, zooplankton, bacteria and larval fish. The main question is: what are the biological and environmental factors governing the seasonal succession of organisms in the sea. To answer this question bacterio-, phyto-, zooplankton populations and physical parameters are followed in situ, key organisms are isolated from the water column, and interactions between these organisms are studied in the laboratory.

*One of the intriguing results is that the shape and size of marine microalgae can be influenced by the presence of zooplankton, their consumers. The diatom *Thalassiosira rotula* occurs in chains or as single cells, and the algae increase the chain length with copepods present. Whether longer chains of*

Abb. 28: Logo des Helgoland Foodweb Projekts.

Fig. 28: Logo of the Helgoland Foodweb Project.

goland Foodweb Projekt initiiert worden, um Interaktionen zwischen Mikroalgen, Zooplankton, Bakterien und Fischlarven zu untersuchen. Eine wesentliche Frage ist, welche Faktoren die saisonale Abfolge der Organismen im Meer steuern. Um dies zu beantworten, werden Phytoplankton, Zooplankton, Bakterien und auch physikalische Parameter in situ erfasst. Schlüsselorganismen werden isoliert und Interaktionen zwischen den Organismen im Labor untersucht.

Ein faszinierendes Ergebnis der bisherigen Untersuchungen ist, dass die Gestalt und die Größe mariner Mikroalgen durch die Anwesenheit von Zooplankton, ihren Fressfeinden, beeinflusst werden kann. Die Kieselalge *Thalassiosira rotula* tritt als Einzelzelle oder in Ketten auf. In Anwesenheit von Copepoden (Ruderfußkrebse) verlängern sich diese Ketten. Ob die langkettigen Algen weniger gefressen werden und welche Kosten es für die Alge bedeutet, ihre äußere Gestalt zu ändern, wird zur Zeit untersucht. Erste Ergebnisse zeigen, dass der Energieaufwand und die notwendige Stoffwechselaktivität gering sind. Ob Bakterien einen Einfluss auf die morphologische Variabilität mariner Mikroalgen haben, ist unklar.

Die Anwesenheit von Bakterien ist allerdings für viele Mikroalgen lebensnotwendig. Die Bakterienzahlen, die in einer Algenkultur zu Beginn niedrig sind, nehmen während des Algenwachstums deutlich zu, auch über die Wachstumsphase der Alge hinaus. In der Natur können die Algen von Bakterien durch das Recycling von Nährstoffen profitieren. Die Schlüsselarten, die mit Mikroalgen vergesellschaftet sind sollen identifiziert werden, ihre Bedeutung im marinen Nährstoffkreislauf wird untersucht.

In der südlichen Nordsee treten die Frühjahrsblüten der Mikroalgen zunehmend verspätet auf. Dies

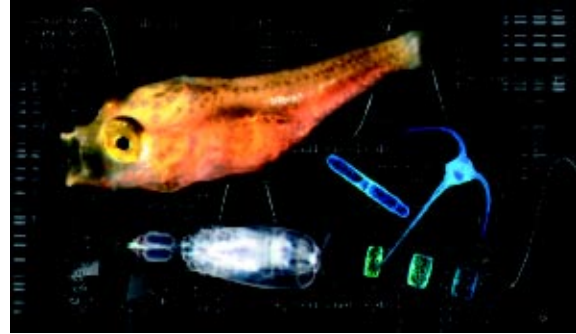
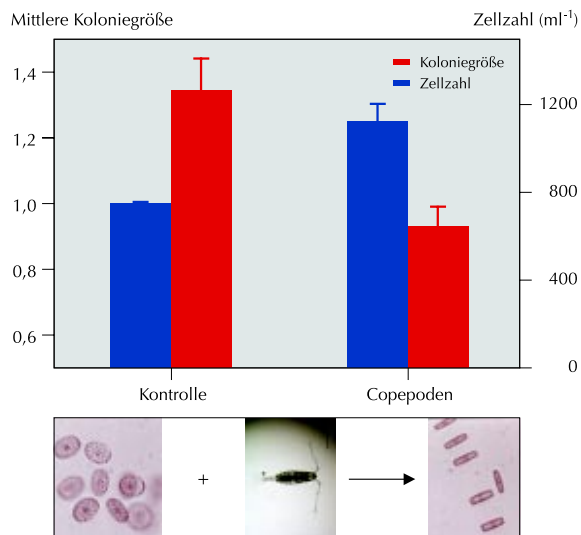


Abb. 29: Mikroalgen (*Ceratium horridum*, *Corethia hystrix*, *Thalassiosira rotula*), Zooplankton (*Corycaeus anglicus*), Ichtyoplankton (*Callionymus lyra*) und Bakterioplankton (symbolisch als Zahlen und molekularbiologische Symbole im Hintergrund).

Fig. 29: Microalgae (*Ceratium horridum*, *Corethia hystrix*, *Thalassiosira rotula*), zooplankton (*Corycaeus anglicus*), ichtyoplankton (*Callionymus lyra*) and bakterioplankton (symbolised as numbers and molecular biological symbols in the background).

cells are indeed grazed to a lesser extent, and the costs incurred by algae when they change shape are currently under investigation. First results suggest that the costs are low in terms of energy or metabolic activity. It is unclear whether bacteria play a role in morphological variance.

However, bacterial-algal interactions are vital for many microalgae. Bacterial numbers are low at the beginning of active algal growth, and densities increase when algal growth stagnates. In nature, these associated bacteria could benefit algal popu-



könnte ein Hinweis sein, dass die Interaktionen zwischen den Spielern im Nahrungsnetz gestört sind und sich somit die Produktivität des Ökosystems verändern könnte. Dieses Projekt soll dazu beitragen, Erkenntnisse über Folgen solcher Verschiebungen im Ökosystem zu gewinnen, insbesondere da Mikroalgen die Produktivität im System antreiben. Letztlich wollen wir erreichen, das Vorkommen und die Zusammensetzung des Planktons zu bewerten und damit unser Wissen über dieses faszinierende Ökosystem zu erweitern.

Abb. 30: Grafik zeigt die Zellzahlen und Koloniegröße von einer Mikroalge (Diatomee) gewachsen mit und ohne Wasser, wo vorher Frassfeinde (Copepoden) mit gehältert wurden. Schematisch ist die Reaktion der Alge unten aufgezeichnet.

Fig. 30: Diagram shows the cell number and colony sizes of a microalga (Diatom) grown with and without copepod incubation water. The schematic interpretation of this graph is depicted underneath.

lations by recycling nutrients. Key species of bacteria are identified in natural algal blooms, pointing in the direction of the remobilisation and sequestration of substances in the marine water-suspended matter regime.

In the southern North Sea, the spring bloom of microalgae now come progressively later in the year. Thus, the finely-tuned interactions between players in the food web may be disturbed and the productivity of the ecosystem might change. This project should yield insights into potential changes due to these shifts in phenology, especially as the microalgae drive most of the systems production. Ultimately, the aim is to be able to evaluate the patterns and occurrence of plankton, and increase our understanding of this fascinating ecosystem.

Changes in the faunal composition at Helgoland

Heinz-Dieter Franke, Lars Gutow

Faunenveränderung bei Helgoland

Heinz-Dieter Franke, Lars Gutow

Arealveränderungen von Arten gibt es seit es Arten gibt. Natürliche Umweltveränderungen wie Klimaschwankungen, Zufallereignisse, die Individuen in weit abgelegene Lebensräume verschlagen, aber auch die evolutive Entwicklung von Arten selbst sind die Ursachen. Tief greifende Umweltveränderungen durch den Menschen haben diese Prozesse stark beschleunigt. Bewusstes Neueinführen sowie unabsichtliches Verschleppen von Arten durch den Menschen haben zudem eine biologische Globalisierung angestoßen, an deren Ende eine extrem verringerte Biodiversität stehen könnte. Arealveränderungen von Arten können gravierende ökologische und ökonomische Probleme mit sich bringen. Die Forschung sollte deshalb frühzeitig hierauf aufmerksam machen und Ursachen sowie mögliche Schutzmaßnahmen benennen.

Faunenveränderungen lassen sich nur ermitteln, wo langfristige Vergleichsdaten vorliegen. Dies gilt z. B. für die seit mehr als 100 Jahren intensiv untersuchte Helgoländer Hartboden-Lebensgemeinschaft. Die dauerhafte Etablierung einer neuen Art hängt entscheidend von ihren komplexen Interaktionen mit potentiellen Feinden und Konkurrenten ab. Das lokale Auftreten der ersten Individuen einer neuen Art setzt somit ein Naturexperiment in Gang, dessen Analyse genauere Kenntnisse der Ökologie von Arten und Lebensgemeinschaften vermitteln kann als jedes Laborexperiment unter zwangsläufig stark vereinfachten Bedingungen.

Exotische Neubürger bei Helgoland sind bisher relativ selten. Hierzu zählen die neuseeländische Seepocke *Elminius modestus* (seit 1954), die in den

Changes in the geographic ranges of species, a phenomenon as old as species themselves, can be caused by natural processes such as changes in climate, incidental transport of individuals to remote locations, and the adaptive evolutionary development of species. The profound human impact on the environment has accelerated significantly these permanent changes in species distributions. Furthermore, intentional as well as accidental man-made introductions of species have initiated a biological globalisation which might result in an extreme reduction of local biodiversity. Changes in the geographic ranges of species might cause severe ecological and economic problems. Therefore, scientific research should address these problems early in order to point out appropriate preventive measures.

Changes in faunal composition can be identified only by comparing data sets from long-term observations such as those conducted for the Helgoland hard bottom community for more than 100 years. The permanent establishment of a new species depends largely on its complex interactions with potential predators and competitors. Thus, the local arrival of a few individuals of a species which was previously absent from the area, initiates a natural experiment that can provide a deeper insight into the ecology of species and communities than any laboratory experiment dealing with strongly simplified conditions.

*Up to date only relatively few exotic immigrants have been recorded for Helgoland: e.g. the barnacle *Elminius modestus* from New Zealand (since 1954),*



Abb. 31: Erstes bei Helgoland gefundenes (juveniles) Exemplar einer Pazifischen Auster (*Crassostrea gigas*), Frühjahr 2003.

Fig. 31: First record of a (juvenile) pacific oyster (Crassostrea gigas) at Helgoland, spring 2003. (Photo: U. Schilling)

letzten Jahren zunehmend ihren heimischen Hauptkonkurrenten *Semibalanus balanoides* zurückdrängt, und die Pazifische Auster *Crassostrea gigas* (seit 2003; Abb. 31). Diese wurde vor etwa 40 Jahren zu Kulturzwecken im friesischen Wattenmeer eingeführt, um die praktisch ausgestorbene heimische Auster zu ersetzen. Entgegen den Prognosen gelang es *Crassostrea*, sich auch außerhalb der Kulturlächen zu etablieren. Es war nur eine Frage der Zeit, bis die Art auch Helgoland erreichen würde. Ihr künftiges Schicksal und möglicher Einfluss auf die lokale Artengemeinschaft werden nun untersucht.

Seit den 1990er Jahren treten bei Helgoland immer mehr Arten auf, die zuvor nur atlantisch bis in den

which in recent years seems to progressively replace its competitor *Semibalanus balanoides*; and the pacific oyster *Crassostrea gigas* (since 2003; Fig. 31). The latter species has been introduced to the Frisian Wadden Sea for culturing about 40 years ago to substitute for the virtually extinct native oyster. Contrary to all expectations *Crassostrea* proved to be able to establish populations outside the culture areas. It was just a matter of time that the species reached Helgoland where its future status and possible impact on the local community will be investigated.

Since the early 1990s an increasing number of oceanic species has been recorded at Helgoland (e. g. the hermit crab *Diogenes pugilator*, the isopod *Idotea metallica*, the nudibranchs *Elysia viridis* and *Gleitorodoris planata*). The range extensions of these species obviously result from the increasingly oceanic character of the North Sea. Since the 1960s the average water temperature and salinity around Helgoland increased by 1.1 °C and 1 ‰, respectively, with the most profound changes occurring during the winter months of the past 15 years (Fig. 32). The predicted climate changes will most likely increase the biodiversity of the North Sea even if species that have their southernmost distributional limit in this region might go extinct here.

Bereich des Ärmelkanals verbreitet waren (z. B. der Einsiedlerkrebs *Diogenes pugilator*, die Assel *Idotea metallica*, die Nacktschnecken *Elysia viridis* und *Glebotodoris planata*). Ihre Arealausweitung hängt offensichtlich mit dem zunehmend ozeanischen Charakter der Nordsee zusammen. Seit den 1960er Jahren hat sich die Wassertemperatur bei Helgoland im Mittel um 1,1 °C, die Salinität um etwa 1 ‰ erhöht. Die wesentlichen Veränderungen entfallen dabei auf die letzten 15 Jahre und, im Jahresverlauf, auf die Wintermonate (Abb. 32). Die prognostizierten Klimaveränderungen werden vermutlich zu einer erhöhten Biodiversität in der Nordsee führen, wenngleich auch mit einem Verlust solcher Arten gerechnet werden muss, die hier den südlichen Rand ihres Verbreitungsgebietes aufweisen.

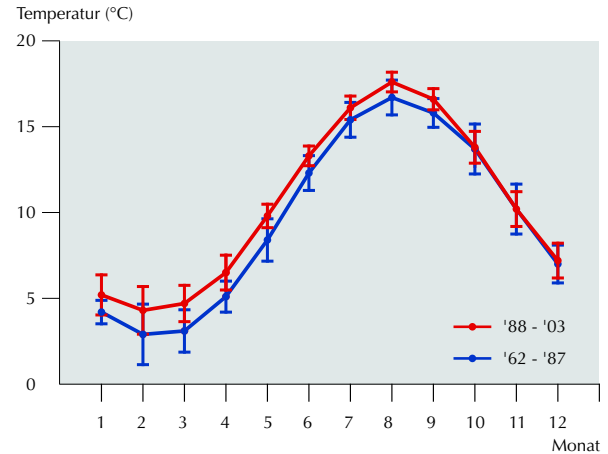


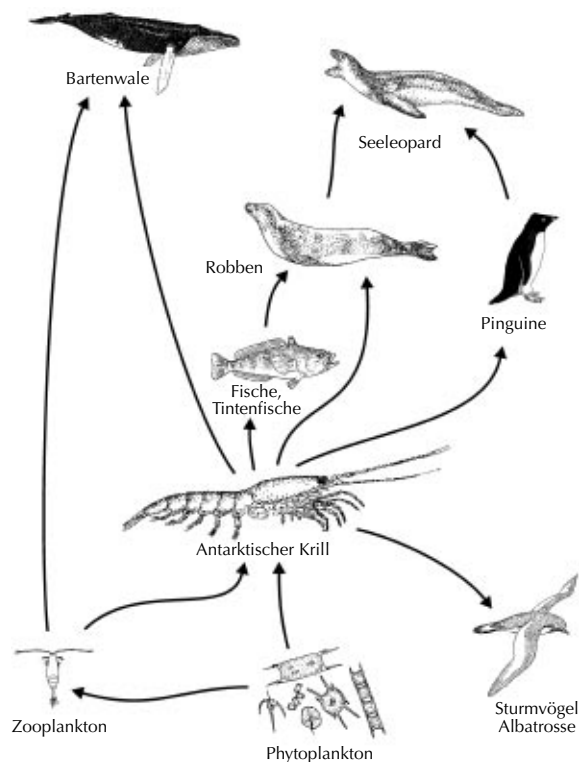
Abb. 32: Wassertemperaturen bei Helgoland (Monatsmittel und Standardabweichung) für den Zeitraum 1962-1987 und 1988-2003.

Fig. 32: Water temperatures at Helgoland (monthly means and standard deviations) for the periods 1962-1987 and 1988-2003.

Der antarktische Krill, ein Schlüsselorganismus im Südozean

Bettina Meyer

Krill ist ein Schlüsselorganismus im marinen antarktischen Ökosystem, da er die Nahrungsgrundlage für eine Vielzahl von Tieren darstellt (Abb. 33). Mit einer geschätzten Gesamtbiomasse von ca. 60-155 Millionen Tonnen stellt er ein enormes zukünftiges Potential für die Fischereiwirtschaft dar. Aufgrund seiner biochemisch interessanten Inhaltsstoffe ist Krill in den



The Antarctic krill, a key organism in the Southern Ocean

Bettina Meyer

Krill is a key organism in the marine Antarctic ecosystem, being a major food item for a large number of predators (Fig. 33). Its total biomass is estimated to be between 60 and 155 million tons, which makes it a enormous prospective resource for the fishing industry. Due to its interesting biochemical composition, krill has recently received increasing commercial interest. However, fundamental scientific knowledge is still required to develop self-sustaining management programs for the krill fishing industry. In conformity to provisional precautionary measures, the catch limits are being enacted conservatively before the commercial fishing of krill can be expanded and research is forced to react in hindsight. The open questions that need to be answered are:

- *How high is the krill abundance?*
- *Is there more than one population in Antarctica?*
- *How do krill survive during winter, when food supply is low?*

Since 1999, the krill working group at the AWI, supported by project funding from the BMBF, has focussed its research on the over-wintering mechanisms of krill in the Southern Ocean. A question that is essential to understand the population development of krill. Our work is imbedded in the international SO-GLOBEC Program (Southern Ocean-Global

Abb. 33: Stellung von *Euphausia superba* im Nahrungsnetz des Südozeans.

Fig. 33: Position of *Euphausia superba* in the food web of the Southern Ocean.

letzten Jahren zunehmend in das kommerzielle Interesse gerückt. Jedoch fehlen noch eine Reihe wissenschaftlich fundierter Grunddaten, um eine nachhaltige Bewirtschaftung zu ermöglichen. Entsprechend dem Vorsorgeprinzip wurden die Fangobergrenzen bisher konservativ gestaltet, bevor eine kommerzielle Fischerei auf Krill expandiert und die Forschung den dadurch entstehenden „Sachzwängen“ hinterherläuft. Zu den noch offenen Fragen zählen:

- Wie hoch ist die gegenwärtige Krillabundanz?
- Gibt es eine oder mehrere Populationen?
- Wie übersteht Krill den nahrungssarmen Winter?

Die Krillgruppe des AWI beschäftigt sich, mit Hilfe der finanziellen Projektförderung des BMBF, seit 1999 mit den Überwinterungsmechanismen des Krill im Südozean, eine Fragestellung, die für eine Abschätzung der Populationsentwicklung essentiell ist. Unsere Arbeiten sind eingebunden im internationalen SO-GLOBEC Programm (Southern Ocean-Global Ocean Ecosystem Dynamic), in dem Krill eine zentrale Rolle einnimmt.

Unsere Untersuchungen im antarktischen Herbst zeigen, dass im Vergleich zum Sommer ausgewachsener Krill bis zu 50% geringere Stoffwechselraten aufweist (Abb. 34) und die Tiere vorhandene, hohe Phytoplanktonkonzentrationen nicht nutzen (Abb. 35). Unterstützt werden diese Ergebnisse durch Aktivitätsmessungen der Citratsynthase, ein Schlüsselenzym des Stoffwechsels, dessen Aktivität im Herbstkrill gegenüber Krill aus den Sommermonaten deutlich reduziert ist. Bisher ist nicht geklärt, was diese Stoffwechselreduktion auslöst, jedoch stellt sie eine erhebliche Energieersparnis dar. In der Kombination mit dem hohen Lipidgehalt des Krill im antarktischen Herbst (ca. 40% pro Körpermasse) können die Tiere

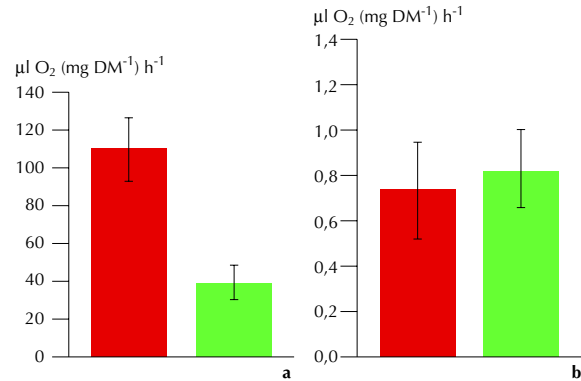
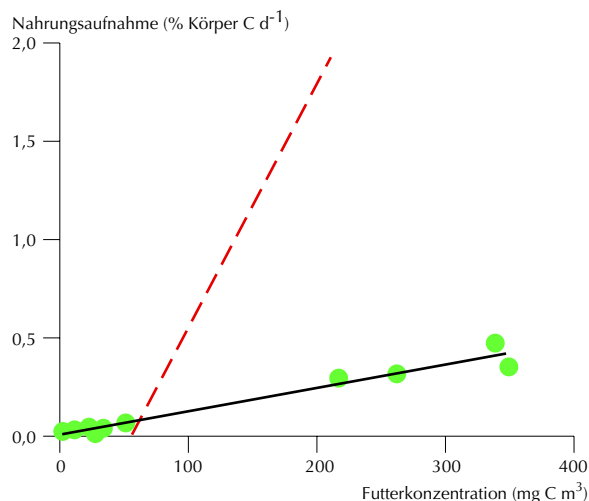


Abb. 34: Sauerstoffverbrauchsraten ($\mu\text{l O}_2$) pro mg Trockenmasse (DM-1) und Stunde (h-1) von adultem Krill (a) sowie den Larven des Stadiums Furcilia III (b) im Sommer (rot) und im Herbst (grün).

Fig. 34: Oxygen consumption rates ($\mu\text{l O}_2$) per mg dry mass (DM-1) and hour (h-1) of adult krill (a) and the larval stages Furcilia III (b) in summer (red) and autumn (green).

Ocean Ecosystem Dynamic), in which krill plays a central role.

Our studies, carried out in the Antarctic autumn have shown that during this period adult krill have a 50% lower metabolic rate than in summer (Fig. 34) and that the animals do not utilize high phytoplankton concentrations when they are available (Fig. 35). These results are confirmed by studies on the citrate synthase activity, a key metabolic enzyme. In autumn, the enzyme activity is significantly reduced compared to that of krill caught in the summer months. The reasons for these changes in metabolic activity are not yet clear, however, it appears to be a considerable energy saving mechanism. This process



über 200 Tage und somit den gesamten Winter ohne Nahrungsaufnahme überstehen.

Die Krilllarven schlüpfen im antarktischen Sommer und entwickeln sich zum juvenilen Tier bis zum kommenden Frühjahr. Im Gegensatz zum erwachsenen Krill zeigen sie keine Anpassungsmechanismen, um die nahrungsarmen Herbst- und Wintermonate zu überstehen. Die Ergebnisse der Nahrungsaufnahme, Stoffwechselraten sowie Enzymaktivitäten aus dem Herbst sind vergleichbar mit denen aus den Sommermonaten (Abb. 34). Um ihren Energiebedarf zu decken, müssen Krilllarven stetig Nahrung aufnehmen. Es ist bisher jedoch unklar, in wie weit die Larvenstadien lange Hungerperioden überstehen können.

Die Frage nach den möglichen Ursachen der Stoffwechselreduktion beim erwachsenen Krill sowie der Quantifizierung von Indikatoren zum Fitnesszustand des Krill im Jahresverlauf, die Aussagen zum Rekrutierungserfolg und der Sterblichkeitsrate einer Nachfolgegeneration ermöglichen, sind unsere zukünftigen Arbeitsschwerpunkte.

Abb. 35: Tägliche Kohlenstoff -(C)-aufnahme (DR) in % Körper C (body C) pro Tag (d-1) in Abhängigkeit der Futterkonzentration (food concentration) in mg C pro m³ des adulten Krill im Sommer (rot) und Herbst (grün). Die gestrichelte Linie stellt die tägliche C-Aufnahme von bis zu 36 % in den Sommermonaten, dar (Nahrungskonzentration 256-1164 mg C pro m³, Atkinson and Snýder 1997).

Fig. 35: Daily ration (DR) in % body Carbon (C) in relation to food availability in mg C m⁻³ of adult krill in summer (red) and autumn (green). The dotted line is the daily ration of up to 36 % in the summer months (food concentration 256-1164 mg C m⁻³, Atkinson and Snýder 1997).

combined with the high lipid content of the animals in the Antarctic autumn (ca. 40 % body mass) ensure a survival for up to 200 days, and hence the entire winter, without food.

Krill larvae hatch in the Antarctic summer and have developed to juveniles by the following spring. In contrast to adult krill, they do not appear to have adaptive mechanisms to survive the autumn and winter months of low food supply. In autumn, the ingestion, metabolic rates and enzyme activity of larval krill are comparable to those of the summer months (Fig. 34). They have to feed continuously to ensure their energy supply. It is not yet clear how larval krill survive long starvation periods.

Future research is aimed at investigating the likely reasons for a reduction in adult krill metabolism as well as quantifying fitness indicators which will permit the prediction of recruitment success and mortality rates of the following generation.

Ein Engel mit außergewöhnlicher Lipidbiochemie

Marco Böer, Martin Graeve, Gerhard Kattner

Wie ein Engel schwebt die Flügelschnecke *Clione limacina* (Abb. 36) in der Wassersäule. Sie ist schon sehr lange bekannt und hat bereits bei den frühen Polarforschern wegen ihres besonderen Aussehens und massenhaften Auftretens großes Interesse geweckt. Diese zum Zooplankton gehörende Art findet man sowohl in den nördlichen als auch in den südlichen Ozeanen, jedoch nicht in tropischen Gebieten.

Clione limacina ernährt sich ausschließlich von einer anderen Flügelschneckenart, *Limacina helicina* (Abb. 37), die wiederum von Phytoplankton lebt. Diese Nahrungsspezialisierung kann zu langen Hungerperioden führen, wenn die Nahrung einmal ausbleibt. Vermutlich hat *C. limacina* daher die Fähigkeit entwickelt, seltene Lipide (Fette), sog. Etherlipide, in größeren Mengen (Abb. 38a) zu synthetisieren, die eine Langzeitspeicherung von Fett und damit Energie ermöglichen. Diese Etherlipide, chemisch 1-O-Alkyl-diacylglycerinether (Abb. 38b) genannt, kommen in der Natur sehr viel seltener vor, als die Triacylglycerine, welche die üblichen Speicherlipide sind. Ein weiterer Vorteil der Etherlipide ist, dass sie einen besseren Auftrieb haben und *C. limacina* dadurch vermutlich das Schweben im Wasser erleichtern.

Zu den ungewöhnlichen Etherlipiden kommt noch eine weitere Besonderheit. Wir konnten feststellen, dass ein erheblicher Anteil der Fettsäuren, die zu dieser Verbindung gehören, eine ganz besondere Struktur aufweist. Es handelt sich um Fettsäuren mit einer ungeraden Anzahl von Kohlenstoffatomen. Solche Fettsäuren findet man sonst nur in Bakterien

An angel with exceptional lipid biochemistry

Marco Böer, Martin Graeve, Gerhard Kattner

Clione limacina is a “winged” pteropod with fascinating morphology and behaviour in that it appears to float like an angel in the sea (Fig. 36). This zooplankton species has long been known to polar researchers because of massive abundance in the northern and southern oceans. It is essentially restricted to temperate and high latitudes and does not occur in the tropics.

Clione limacina feeds exclusively on another pteropod species, *Limacina helicina* (Fig. 37), a phytoplankton mucous trapper. This specialisation in nutrition on a single species can result in long periods of starvation when food is scarce or even unavailable. We hypothesize that this dependence is the reason why *C. limacina* has evolved the ability to synthesise large amounts of unusual lipids, ether



Abb. 36: *Clione limacina* (max. Länge: 70-85 mm)

Fig. 36: *Clione limacina* (max. length: 70-85 mm)
(Photo: AWI)



Abb. 37: *Limacina helicina* (max. Durchmesser: 11-12 mm)

Fig. 37: *Limacina helicina* (max. diameter: 11-12 mm) (Photo: AWI)

in größeren Mengen. Auch bei der Biosynthese dieser Fettsäuren hat sich *Clione limacina* besonders spezialisiert. Sie nutzt wahrscheinlich einen Teil einer chemischen Verbindung, des Dimethylsulfoniumpropionats, das von Algen produziert und über die Nahrung von *C. limacina* aufgenommen wird. Dabei handelt es sich um das Propionat in dieser Verbindung, ein Molekül mit drei Kohlenstoffatomen, das für die Biosynthese dieser ungeradzahligen Fettsäuren benötigt wird.

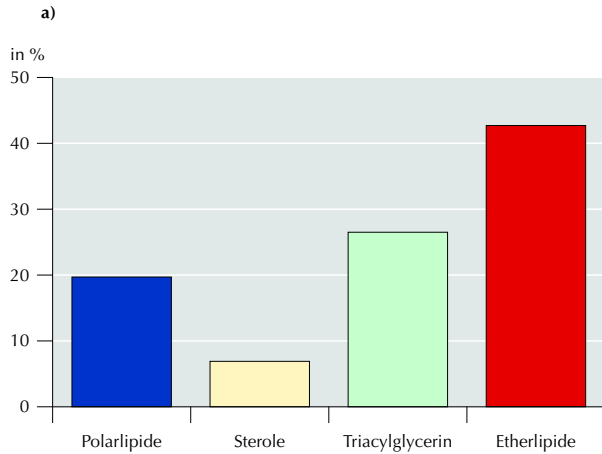
Es ist bekannt, dass ungeradzahlige Fettsäuren eine pilztötende Wirkung besitzen, so dass man annehmen kann, dass sich *Clione limacina* mit dieser sehr effizienten Ausnutzung der Nahrung nicht nur einen großen Fettspeicher anlegt, sondern sich auch noch gleichzeitig gegen den Bewuchs von Bakterien und Pilzen schützt. Da *C. limacina* ein sehr empfindliches

lipids, chemically called 1-O-alkyl-2,3-diacylglycerol ether (Fig. 38b). They serve as long-term storage products with high calorific value. In general, ether lipids are much rarer than triglycerols, which are the common deposit lipids. The increased buoyancy (lower density) of ether lipids is a further advantage that helps *C. limacina* to float in the water.

In addition to the unusual ether lipids, *Clione limacina* has developed another particularity in lipid biosynthesis. We found that a considerable proportion of the fatty acids are unusual in that they contain an odd number of carbon atoms – these structures are only common in bacteria. For biosynthesis of these odd-chain length fatty acids, *C. limacina* has developed a highly specialised pathway, probably depending on the use of a part of the compound, dimethylsulfoniopropionate, which is produced by microalgae and ingested via food. The propionate moiety, containing three carbon atoms, is a necessary precursor to synthesise these odd-chain length fatty acids.

Odd-chain length fatty acids are known to have fungicidal properties. We suggest, therefore, that this may be a protection against epizootic fungi and bacteria that may attempt to colonize the animal's surface. Since *Clione limacina* is also a very fragile organism with no protective shell (as have other pteropod species) it also has to defend itself against predatory animals. As a consequence, it produces another interesting compound, called pteroenone, which is a very effective feeding deterrent against fishes, for example.

The pteropod *Clione limacina* has evolved the ability to produce exceptional chemical compounds that enables it to survive the harsh conditions in



Lebewesen ist und kein schützendes Schneckengehäuse, wie andere Arten der Flügelschnecken besitzt, muss sie sich auch gegen Fraßfeinde wehren. So produziert sie eine Substanz, das so genannte Pteronon, das Fische davon abhält, sie zu fressen. Die Flügelschnecke *C. limacina* hat sich durch die Produktion von ungewöhnlichen chemischen Substanzen an die rauen Polarregionen angepasst und sichert sich so das Überleben. Diese Zusammenhänge und auch die Biosynthese der außergewöhnlichen Lipide sind noch nicht vollständig geklärt und werden weiter erforscht.

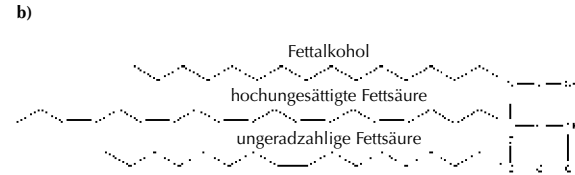
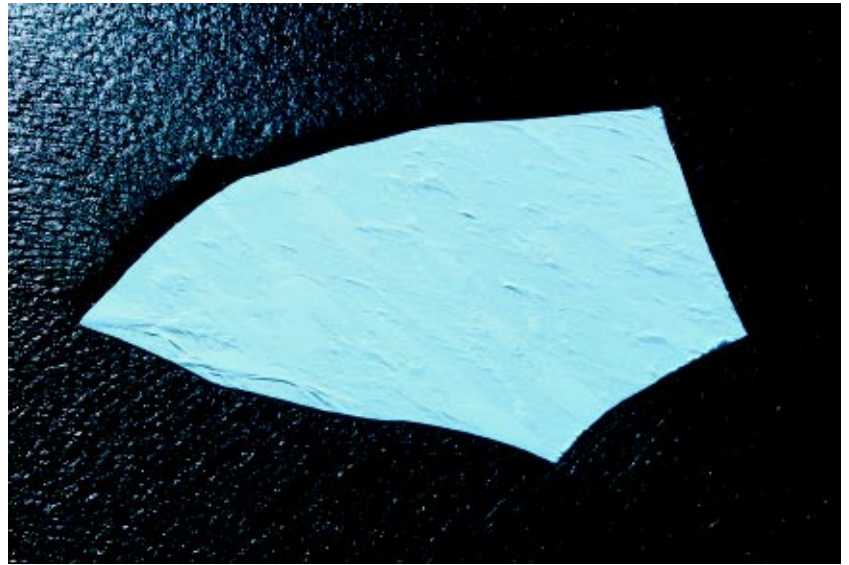


Abb. 38: Zusammensetzung und Struktur der besonderen Lipide in *Clione limacina*. a) prozentuale Anteile der Lipidklassen; b) Strukturformel von 1-O-Alkyl-diacylglycerinether.

Fig. 38: Composition and structure of the unusual lipids in Clione limacina. a) Percentage of lipid classes; b) chemical structure of 1-O-alkyl-diacylglycerol ether.

polar regions. This organism is able to very efficiently exploit its food resources to optimize storage of huge amounts of lipids and also to chemically protect itself. Nevertheless, the general and detailed mechanisms leading to the biosynthetic pathways of these exceptional lipids are not yet fully understood and are still under investigation.





3. Forschung | *Research*

3.1 Klimasystem

In den drei Sektionen des Fachbereichs ‚Klimasystem‘ werden physikalische und chemische Vorgänge erkundet, die im System Atmosphäre – Kryosphäre – Hydrosphäre an der Gestaltung des Erdklimas mitwirken. In der Sektion ‚Großräumige Zirkulation‘ wird die globale Skala des Klimasystems anhand aufwändiger Modelle untersucht mit dem Ziel, vergangene und rezente Klimaszenarien zu erarbeiten. Die Sektion ‚Regionale Zirkulation‘ hat ihren Schwerpunkt in der physikalisch-mathematischen Behandlung von kleinräumigen Prozessen und regionalen Zirkulationseigenschaften, die den Zustand des Klimasystems in Polarregionen steuern. Methodisch wird hier messend und modellierend gearbeitet. ‚Physikalische und chemische Prozesse in der Atmosphäre‘ werden in der dritten Sektion des Fachbereichs aufgeklärt, wobei die Schwerpunkte in Feldmessungen, Laborexperimenten und Modellsimulationen von troposphärischen und stratosphärischen Vorgängen und ihrer Wechselwirkung liegen.

3.1.1 Großräumige Zirkulation

Die Forschungsarbeiten in dieser Sektion betreffen schwerpunktmäßig großskalige Vorgänge im System Atmosphäre – Kryosphäre – Hydrosphäre und ihre Nachbildung mit physikalisch-mathematischen Modellen.

Die Entwicklung von großräumigen ozeanischen Strömungsmustern wurden anhand von Simulationen mit dem globalen Ozean-Modell MOM2 untersucht; dieses Modell basiert auf der Lösung der thermohydrodynamischen Gleichungen und ist rechentechnisch sehr aufwändig. Anhand von Sensitivitätsstudien

3.1 Climate system

The department ‘Climate System’ has a strong orientation towards the physical sciences oceanography and meteorology. We conduct extensive research programs in observation, modelling and theory, aimed at exploring the nature of physical and chemical processes in the system atmosphere-cryosphere-hydrosphere which are relevant for shaping the earth’s climate. The research activities are focused in the northern and southern polar regions but our modelling activities are also extended to larger scales to investigate interactions and teleconnection patterns in the global climate with global models of ocean and atmosphere circulation.

3.1.1 Large scale circulation

Research in this section is primarily done with regard to large scale processes in the system hydrosphere – atmosphere – cryosphere and their simulation using physical-mathematical models.

The evolution of large scale patterns of oceanic flow has been investigated with the help of simulations with the global ocean model MOM2; this model is based on the solution of the set of thermohydrodynamic equations. The hypothesis, that a weakening of the southeast monsoon in Asia will modify the North Atlantic Current (NAC), has been tested by sensitivity studies with MOM2. If different precipitation rates are prescribed for the Indic Ocean region, then the sea salt concentration in the near surface water layer is modified considerably. However, signals in other ocean basins were weak, and thus the above mentioned hypothesis has to be rejected.

mit MOM2 wurde die Hypothese geprüft, wonach eine Abschwächung des südostasiatischen Sommermonsuns den Nordatlantischen Strom verändert. Gibt man unterschiedliche Niederschlagsraten im Indischen Ozean vor, ändert sich dort die Salzgehaltsverteilung in der oberflächennahen Wasserschicht erheblich; dagegen waren die Signale in anderen Ozeanbecken so schwach, dass die o. g. Hypothese verworfen werden muss.

Sofern vereinfachte Modelle für spezielle Strömungskonfigurationen ähnliche Simulationsergebnisse liefern, erlauben sie Studien zu diesen Situationen mit erheblich weniger Rechenaufwand. Ein vereinfachtes „Low-Order-Modell“, das auf der Lösung der quasi-geostrophischen Gleichungen basiert, wurde für die Strömung in einem zirkumpolaren Kanal getestet; es zeigte sich, dass mit dem vereinfachten Modell die Resultate für die Strömung aus der MOM2-Simulation einigermaßen nachvollzogen werden konnten. Durch Variation der horizontalen Eddy-Viskosität war es sogar möglich, den Übergang des dynamischen Regimes von einer Balance zwischen Windschub und Reibung zu einer Balance zwischen Windschub und Bodendruckunterschieden an Unterwasser-Gebirgsrücken nachzubilden.

Zur genauen Diagnose der globalen thermohalinen Zirkulation wurden Simulationen mit einem großskaligen Ozeanmodell durchgeführt, indem in die laufende Simulation permanente Beobachtungsdaten assimiliert werden. Mit diesem Modell des AWI ist es möglich, zwischen der Volumenänderung des Meerwassers durch Erwärmung/Abkühlung und durch Massenänderung infolge Veränderungen im Süßwasereintrag durch Flüsse, Niederschlag und Eisschmelze zu unterscheiden. Wir können damit Veränderungen

Running the model MOM2 is computationally very expensive. As long as simplified models simulate particular flow configurations in close agreement to the results of more complex models, the simplified ones can be used to carry out studies on such flows at much less computational expense. A simplified low-order-model, based on the solution of the quasi-geostrophic equations, has been tested for the flow in a circumpolar channel. It followed that the results for the ocean current as they came out from MOM2-simulations could be reproduced fairly well with that simplified model. It was even possible to reproduce, simply by varying the eddy-viscosity, the transition of the dynamic regime from a balance between surface wind stress and friction forces to a balance between surface wind stress and pressure gradient forces for flows above underwater mountain ridges.

For the purpose of diagnosing the global thermohaline circulation, simulations have been carried out with a large scale ocean model, in which observation data are continuously assimilated during the current simulations. This model, which has been developed at the AWI, allows to distinguish between the change of the volume of seawater due to warming/cooling or due to variations of the freshwater input from rivers, precipitation, and ice melting. Hence, this procedure allows to separate changes in sea level as a result of warming from those resulting from changes in the mass influx. With regard to sea level changes within the last 50 years, we found that global trends are caused primarily by warming and not by the mass gain of the ocean owing to river input, precipitation and ice melting. Likewise, regional trends are caused primarily by a variation of heat content and regional ocean circulation. However, it should

des Meeresspiegels infolge von Erwärmung von denen als Folge von Veränderungen der Massenzufuhr durch Flüsse, Niederschläge und Eisschmelze trennen. Für die modellierten Schwankungen des Meeresspiegels in den letzten 50 Jahren ergab sich, dass globale Trends vor allem auf Erwärmung und nicht auf einen Massengewinn des Ozeans zurückzuführen sind. Auch regionale Trends sind in erster Linie die Folge von Variationen im Wärmehalt und der regionalen Ozean-Zirkulation. Andererseits ist die Süßwasserbilanz des Ozeans nicht genau genug aus Messungen bekannt, so dass sich auch bei der Modellierung eine entsprechende Unsicherheit ergibt. Die bisherige Kenntnis der altimetrisch bestimmten Topographie der Ozeanoberfläche reicht daher nicht aus, um fundierte Aussagen für die Klimatologie zu treffen. Neue und verbesserte Daten zur Höhe der Meeresoberfläche werden von Satelliteninformationen erwartet. Deshalb wurden Arbeiten zur Kombination von geodätischen und ozeanographischen Daten durchgeführt. Dabei bestätigte es sich, dass die bislang erreichte Genauigkeit des Schwerepotentials nicht ausreicht, um für den Ozean neue Erkenntnisse zu gewinnen.

Die Entwicklung des „Finite-Elemente-Ozean-Modells“ (FEOM) hat gute Fortschritte gemacht. Simulationen der Zirkulation im Nordatlantik zeigten, dass mit diesem Modell die Ablösung des Golfstroms von der amerikanischen Küste sowohl mit feiner als auch mit grober Auflösung reproduziert werden kann. Ferner wurde eine erfolgreiche Serie von Experimenten zur Überströmung von ozeanischen Schwellen mit dichtem Bodenwasser abgeschlossen. FEOM hat damit wesentliche Tests bestanden und kann nun als allgemeines Zirkulationsmodell global angewendet werden.

be noted that the fresh water budget of the ocean is not known to a sufficiently high degree of accuracy from observations, so that consequently an uncertainty in our modelling results is left. Therefore, the present knowledge of the geometry of the ocean, as determined from altimeter data, is not sufficient to make well-founded climatological statements. New and improved data on the height of the sea surface are to be expected from satellite information. For that reason, the potential of the combination of geodetic and oceanographic data was tested, and it could be confirmed that the present accuracy of the gravity potential is still insufficient to gain new information.

The development of the 'Finite Element Model' (FEOM) has considerably progressed. Simulations of the ocean circulation in the North Atlantic revealed, that the separation of the Gulf Stream from the American coast is reproduced in both the fine as well as the coarse resolution versions of the model. Moreover, a series of modelling experiments were successfully completed for the flow over ocean ridges. Thus, FEOM has passed the essential tests and is ready to be used as a model for global ocean circulation.

The model system BRIOS, developed at the AWI, was applied for simulating near coastal processes in the Antarctic coastal seas. The high quality of the model has been confirmed by studies on the influence of fresh water input from shelf ice caverns on sea ice thickness, shelf water modification, formation and export of bottom water (see also Chapter 2), as well as on sea ice drift in the southeastern sector of the southern ocean. As for the latter study, good agreement has been found between modelled trajec-

Das am AWI entwickelte Modellsystem BRIOS wurde zur Simulation von küstennahen Vorgängen in den antarktischen Randmeeren eingesetzt. Die hohe Qualität des Modells wurde bestätigt in Studien sowohl zum Einfluss des Süßwassereintrages aus den Schelfeiskavernen auf Meereisdicke, Schelfwassermodifikation und Tiefenwasserbildung und -export (siehe hierzu Kapitel 2) wie auch zur Meereisdrift im südostpazifischen Sektor des Südpolarmeers. In letzterer Studie wurde für den relevanten Zeitraum eine gute Übereinstimmung zwischen modellierten Trajektorien und den Trajektorien der im Amundsenmeer gedrifteten AWI-Meereisbojen erzielt. Erstmals konnte mit BRIOS eine langfristige Meereisbilanz für das Amundsenmeer erstellt werden. Diese zeigt, dass ein Großteil des Meereises küstennah nach Westen transportiert wird und somit im Rossmeer zu erheblichen regionalen Unterschieden in den Meereiseigenschaften wie Drift, Dicke und Alter führt. Meereisbildung im westlichen Rossmeer geschieht hauptsächlich durch Gefrieren in der Rossmeerpolyanja, die durch die lokalen atmosphärischen Gegebenheiten kontrolliert wird. Der regionale Unterschied in der Meereisproduktion durch Gefrieren führt zu einem starken zonalen Salzgehaltgradienten im Schelfwasser. Dieser kann als wesentlicher Antrieb der thermohalinen Zirkulation auf dem Kontinentalschelf, inklusive der Rossschelfeiskaverne, betrachtet werden und spielt somit eine wesentliche Rolle bei der Bildung des Rossmeerbodenwassers. Zeitliche Variabilitäten in der Bodenwasserbildung werden damit nicht nur von lokalen Veränderungen im Rossmeer, sondern auch von den Bedingungen in bisher als relativ unbedeutend geltenden angrenzenden Randmeeren bestimmt.

tories and trajectories of AWI sea ice buoys, which drifted within the Amundsen Sea. For the first time, a long-term budget could be made available for the sea ice in the Amundsen Sea. The result revealed that most of the sea ice is transported westward close to the coast, and this transport caused in the Ross Sea large regional differences in sea ice properties, such as drift, thickness, age etc. Sea ice formation in the western Ross Sea is primarily due to freezing inside the Ross Sea polynya, which is controlled by the local atmospheric conditions. These regional differences in sea ice formation by freezing cause a strong zonal gradient in salt concentration in the shelf water. This gradient is to be considered as the essential forcing of the thermohaline circulation on the continental shelf, including the Ross shelf ice cavern; hence it has considerable influence on the formation of bottom water in the Ross Sea. These findings prove that temporal variations in the bottom water formation are determined not only by local variations within the Ross Sea, but also by the conditions in the adjacent seas, which had been considered unimportant up to now.

To investigate lateral mixing induced by tides, a circumpolar tidal model of high spatial resolution was developed for the Southern Ocean. The simulation results show large regional differences: while at the shelf edge of the Ross Sea, the tidally induced mixing is generally strong, we found in the western Weddell Sea regions with sea water nearly unaffected by any mixing. It is for that reason, that water masses from the Weddell shelf participate nearly undiluted in the global deep water circulation, in contrast to the water masses from the Ross shelf, even though the water masses from the Ross shelf

Zur Untersuchung der durch Gezeiten induzierten lateralen Vermischung wurde ein hochauflösendes zirkumpolares barotropes Gezeitenmodell für den südlichen Ozean konfiguriert. Die Simulationen zeigten deutliche regionale Unterschiede: Während am Schelfrand des Rossmeeres die gezeitenbedingte Vermischung generell hoch ist, gibt es insbesondere im westlichen Weddellmeer nahezu vermischungsfreie Gebiete. Dies erklärt, warum im direkten Vergleich leichtere Wassermassen vom Weddellschelf nahezu unvermischt an der globalen Tiefenzirkulation teilnehmen im Gegensatz zu den schwereren Wassermassen des Rossschelfes.

In den folgenden Abschnitten werden Arbeiten zur Entwicklung der Atmosphäre vorgestellt: Zum Verständnis der Klimaänderungen ist die Kenntnis der natürlichen Schwankungsbreite und -ursachen unerlässlich. Ausgehend von der Hypothese, dass Klimavariabilität als Änderung in der Auftretenshäufigkeit bevorzugter atmosphärischer Zirkulationsregime interpretiert werden kann, wurde untersucht, inwieweit Zirkulationsmodelle in der Lage sind, atmosphärische Zirkulationsregime und ihre Übergänge zu simulieren. Hierzu wurden zum einen langzeitige Simulationen mit dem komplexen Atmosphäre-Ozean-Modell ECHO-G, das am MPI Hamburg und an der GKSS Geesthacht entwickelt wurde, analysiert. Dabei wurde nachgewiesen, dass die Übergänge zwischen positiven und negativen Phasen der Arktischen Oszillation (AO) die Folge von Änderungen in der Dynamik der Ausbreitung planetarer Wellen sind. Dies steht in Übereinstimmung mit Daten aus Beobachtungen der letzten 50 Jahre und aus paläoklimatischen Rekonstruktionen für die letzten 500 Jahre. Der Vergleich mit diesen Daten lässt vermuten, dass in den ECHO-

are denser than those from the Weddell Sea.

In the following paragraphs, research on certain aspects of the evolution of the atmosphere are presented: A prerequisite for the understanding of climate changes is the knowledge of the natural range of climate variation and its causes. Starting from the premises, that climate variability is to be interpreted as a change in the frequency of dominant atmospheric circulation regimes, it was investigated, how far atmospheric circulation regimes and their transitions can be reproduced by circulation models. For this purpose we analyzed long term simulations with the coupled atmosphere-ocean model ECHO-G, which has been developed at MPI Hamburg and at GKSS Geesthacht. It could be shown that transitions between positive and negative phases of the Arctic Oscillation (AO) are caused by changes in the dynamics of the propagation of planetary waves. This finding is in agreement with data from observations from the last 50 years, as well as with data from paleoclimatic reconstructions for the last 500 years. It is thus inferred from the comparison of the model and observation data, that the climate variability, in particular the frequency of the occurrence of blocking situations, is underestimated in the ECHO-G simulations.

In a second approach climate variability has been investigated, with the help of a model of low complexity, developed at the AWI. This model is of the type of a quasi-geostrophic atmospheric model with three vertical layers, and it is forced by certain idealized thermal and orographic driving conditions. A 1000 year simulation for a perpetual season was carried out, running the model with coarse horizontal resolution (T21). The results confirmed the hypothesis, that seasonally dependent forcing in combina-

G-Simulationen die Klimavariabilität, insbesondere die Häufigkeit des Auftretens von Blocking-Situationen, unterschätzt wird.

Zum anderen wurde die Klimavariabilität mit einem am AWI entwickelten Modell geringer Komplexität untersucht; dieses Modell ist ein quasi-geostrophisches atmosphärisches Dreischichten-Modell mit idealisierten thermischen und orographischen Antrieben. Mit diesem Modell wurden bei grober horizontaler Auflösung (T21) Simulationen über 1000 Jahre permanent für eine bestimmte Jahreszeit gerechnet. Die Ergebnisse bestätigen die Vermutung, dass der saisonal abhängige Antrieb zusammen mit nichtlinearen dynamischen Prozessen zur extratropischen niederfrequenten Variabilität auf Zeitskalen von Jahren bis Jahrhunderten beitragen kann, und zwar auch ohne zusätzliche externe Antriebe in diesem Periodenbereich. Simulationen mit verbesserten orographischen und thermischen Antrieben lassen den Schluss zu, dass das Muster der AO hauptsächlich durch die Orographie der Nordhemisphäre bestimmt wird. Für das letzte glaziale Maximum (20 000 Jahre vor heute) zeigen die Simulationsresultate ein AO-Muster, das aufgrund der geänderten Verteilung der Gletscher vor allem über dem Nordatlantik vom heutigen AO-Muster abweicht.

Die Parameter Bewölkung und Niederschlag prägen das Wetter und das Klima und beeinflussen den Massen- und Energiehaushalt des gekoppelten Klimasystems. Die derzeit gängigen Verfahren ihrer Behandlung in Wettervorhersage- und Klimamodellen bedeuten gravierend vereinfachte Beschreibungen der tatsächlich ablaufenden Vorgänge. Dies betrifft insbesondere die Eisphase. Anhand von Simulationsstudien mit dem hochauflösenden Wettervorhersage-

tion with nonlinear processes can contribute to the extratropic variability on a time scale of years to centuries, even though no additional external driving forces are allowed during these periods. Simulations with improved thermal and orographic forcing support the conclusion, that the pattern of the AO is mainly influenced by the orography of the northern hemisphere. As for the last glacial maximum (20 000 years before present), the simulation results show an AO-pattern, which due to differences in glacier distribution deviates in particular over the North Atlantic considerably from the present situation.

Cloud cover and precipitation are important parameters to characterize weather and climate; they also influence the mass and energy budget of the coupled climate system. Their present treatment in weather prediction and climate models is still a very simplified representation of the true processes. This holds in particular for the treatment of the ice phase. As an example, the type of ice particles (graupel, snow, etc.) has to be prescribed and then to be kept constant. From simulation studies with the high resolution operational weather forecast model 'Lokal-Modell' (LM) of the German Weather Service it could be shown for both idealized and real weather situations, that the choice of the shape of the ice particles influences the results to a non-negligible amount; e.g. the condensate concentration within the cloud can be modified many times over; for more information see Chapter 2. Of similar impact on the results are other model assumptions such as the number of ice crystals, which also has to be prescribed. These few examples already show that the treatment of clouds is still a significant source of errors in model simulations.

modell „Lokal-Modell“ (LM) des Deutschen Wetterdienstes sowohl für idealisierte als auch für reale Wetterentwicklungen wurde nachgewiesen, dass je nach Wahl des unvermeidbar vorzuziehenden Eisteilchentyps, sei es z. B. als Graupel oder als Schneeflocke, den Kondensatgehalt innerhalb der Wolke um ein Vielfaches variiert; siehe hierzu auch die Informationen in Kapitel 2. Von ähnlicher Konsequenz sind auch andere Modellannahmen wie die vorzuziehende Anzahl der Eisteilchen. Diese Beispiele zeigen, dass die Behandlung von Wolken noch immer eine signifikante Fehlerquelle darstellt.

Im Hinblick auf die Nutzung von LM, das für Wettersituationen in gemäßigten Breiten konzipiert ist, unter polarmeteorologischen Bedingungen wurden Testfälle für die Überströmung von Eisflächen und für Kaltluftausbrüche in der Eisrandzone durchgeführt. Sowohl für idealisierte als auch reale Bedingungen reproduzierte das Modell die charakteristische Struktur der atmosphärischen Grenzschicht und die hinter der Eiskante einsetzende Wolkenbildung zufriedenstellend. Fallstudien für polare Kaltluftausbrüche im Raum Svalbard/Framstraße, wie sie während der ARTIST-Kampagne beobachtet wurden, zeigten, dass die Ausdehnung und die Temperatur des Meereises die simulierte Grenzschicht erheblich beeinflussen, und infolgedessen Ungenauigkeiten in diesen Randbedingungen systematische Unterschiede zu den beobachteten Feldern verursachen. Die Modellsimulationen zeigten, dass die Meereisbedingungen nicht nur unmittelbar hinter der Eiskante, sondern auch noch im Abstand von mehreren hundert Kilometern stromabwärts die Temperatur in der atmosphärischen Grenzschicht beeinflussen.

Regarding the use of LM, a model which had been designed to simulate weather situations in mid latitudes, test simulations under polar meteorological conditions, have been performed for the air flow over ice and for cold air outbreaks in the marginal ice zone. For both idealized as well as real conditions the model worked well to reproduce the typical thermal structure of the atmospheric boundary layer and the cloud formation downstream of the ice edge. Case studies for polar cold air outbreaks in the region of Svalbard/Fram Strait, which has been observed during the ARTIST campaign in spring 1998, made clear, that the extent and the temperature of the sea ice strongly influences the simulated structure of the boundary layer; therefore, any inaccuracy in these boundary conditions will result in systematic differences between the modelled and the observed data. The simulation results also showed, that the sea ice conditions not only affect the temperature in the atmospheric boundary layer in the immediate neighborhood of the sea ice edge, but still at a distance of several hundred kilometers downstream.

From a basic theoretical study it was inferred, that the familiar formulation of the lower boundary condition for the vertical velocity in numerical prediction models for the atmosphere will lead to a systematic inconsistency in the mass budget. This deficiency can be circumvented by the correct treatment of mass fluxes due to precipitation and evaporation on the earth surface, and this fact should be considered in future model developments.

In einer theoretischen Grundsatzstudie wurde gezeigt, dass die gängige Formulierung der unteren Randbedingung für die Vertikalgeschwindigkeit in numerischen Vorhersagemodellen der Atmosphäre zu systematischen Inkonsistenzen im Massenhaushalt führen kann. Abhilfe ist durch präzise Berücksichtigung der Massenflüsse infolge Niederschlag und Verdunstung möglich und sollte bei der Neukonzeption von Modellen beachtet werden.

3.1.2 Regionale Zirkulation

Ziel der Arbeiten ist die Untersuchung regionaler Prozesse im Ozean, im Meereis und in der atmosphärischen, bodennahen Grenzschicht. Die polare Grenzschicht wird wesentlich durch die inhomogene Meereisbedeckung beeinflusst. Insbesondere im Winterhalbjahr erfolgen hohe Wärmetransporte aus Rinnen offenen Wassers zwischen den Eisschollen und jenseits der Packeisgrenze aus dem offenen Ozean in die oberflächennahe Atmosphäre. Auch für die zentrale Arktis könnten diese Transporte eine wichtige Rolle spielen, denn Rinnen existieren selbst im Winter und Frühjahr (siehe Abbildung 1). Daher konzentrieren sich die Arbeiten im Bereich der Grenzschichtmeteorologie in den vergangenen beiden Jahren vorwiegend auf die Untersuchung und Parametrisierung der mit den Energietransporten verbundenen atmosphärischen Prozesse.

Zur Untersuchung des Rinneneinflusses wurde eine Messkampagne im Frühjahr 2003 von ‚Polarstern‘ aus durchgeführt. Energietransporte wurden mit Hilfe des am Bug von ‚Polarstern‘ installierten meteorologischen Mastes sowie mit der Hubschrauberschleppsonde HELIPOD gemessen. Damit konnte ein bisher einzigartiger Datensatz erstellt werden. Eine erste Aus-

3.1.2 Regional circulation

The main emphasis of the research in this section is on the investigation of regional processes in ocean, sea ice and the atmospheric boundary layer. The polar boundary layer is mainly affected by the inhomogeneous sea ice cover. Especially in the winter season large heat and moisture exchanges with the atmospheric surface layer occur through leads and the open ocean off the ice margin. These exchanges play an important role also in the Central Arctic, since leads are present here even in winter and spring (see Figure 1). Therefore, activities concerning the boundary layer meteorology concentrated in the last two years on the investigation and the parameterization of processes associated with the energy exchanges.

To investigate the effects of leads, a field campaign was undertaken in spring 2003 with RV ‚Polarstern‘. Heat and momentum fluxes were measured from a meteorological boom at the bow of RV ‚Polarstern‘ and from the helicopter-borne turbulence probe HELIPOD. These measurements represent a unique data set. A preliminary analysis indicates that the data is highly suitable for validation of models and their parameterizations.

Investigations concerning the parameterization of convection off the ice margin have been further developed. In particular, new results from eddy-resolving models provided from other institutions have been used. These activities have shown that the hypotheses derived from measurements of the AWI research campaign ARTIST are in excellent agreement with the modeling results. Surprisingly, some statistical turbulence characteristics derived from these measurements are similar to those used in quite

wertung zeigt, dass sich die Daten sehr gut zum Test von Modellen und den darin benutzten Parametrisierungen eignen.

Parametrisierungen der Konvektion südlich des Packeisrandes wurden weiterentwickelt. Insbesondere standen hierfür neue Ergebnisse aus Wirbel auflösenden Modellen zur Verfügung, die an verschiedenen anderen Instituten betrieben werden. Es zeigte sich, dass die aus den Messungen der vom AWI mit den Polarflugzeugen durchgeführten Kampagne ARTIST abgeleiteten Hypothesen hervorragend mit diesen Modellergebnissen übereinstimmen. Besonders überraschend ist, dass bestimmte statistische Turbulenzgrößen, die sich aus den Messungen in der arktischen Konvektion abgeleiteten Parametrisierungen ergeben, in Modellen benutzbar sind, die eine gänzlich andere Art von Konvektion beschreiben, nämlich die Konvektion im Innern von Sternen. Die Ursache für dieses Phänomen soll in der Zukunft genauer untersucht werden.

Im Bereich der Meereisuntersuchungen wurde während zweier Expeditionen die Bildung von Aufeis (an der Schnee-Meereis Grenzfläche gefrorenes Schmelzwasser) und die damit verbundenen meteorologischen Randbedingungen bei Spitzbergen untersucht. Diese dienen zur Validierung eines eindimensionalen Aufeismodells, das zurzeit entwickelt wird.

Die Hubschrauber-Eisdickensonde (EM-Bird) wurde maßgeblich verbessert und erfolgreich unter Winterbedingungen in der Arktis und Antarktis sowie über der Ostsee eingesetzt. Dafür wurden die Auswerteverfahren wesentlich verbessert, so dass die EM-Bird nun zu operationeller Reife gelangt ist. Es wurden auch Messungen im Rahmen der internationalen CryoVex-Kampagne durchgeführt, die der Vorbereitung der



Abb. 1: Eisrinnen in der zentralen Arktis.

Fig. 1: Leads in the central Arctic.

(Photo: D. Olbers)

different convection models, namely those addressing the convection in the interior of stars.

Concerning sea ice activities the formation of superimposed ice and associated meteorological boundary conditions were studied during two expeditions to Svalbard. Results will be used to validate a one-dimensional model of superimposed ice formation currently under development. The performance of a helicopter-borne ice thickness sensor (EM Bird) was significantly improved. The bird was successfully operated in the Arctic and Antarctic under winter conditions, as well as over the Baltic Sea. Data processing was improved making the bird an operational tool for extensive sea ice thickness measurements. Thickness surveys were also performed during the international CryoVex campaign in preparation of ESA's CryoSat mission. Data allow an explicit comparison of ice thickness with ice free-

CryoSat-Satellitenmission diene. Dabei konnten erstmalig Eisdicken- und Freibordmessungen miteinander verglichen werden.

Während sämtlicher Expeditionen wurde ein umfangreicher Satelliten-Fernerkundungs-Datensatz gewonnen. Insbesondere wurde die Nutzung von Envisat-SAR-Daten operationalisiert. Aus diesen Daten sollen zukünftig Presseisrückenparameter extrahiert werden, um Modellergebnisse und CryoSat-Daten zu validieren.

Zur Unterstützung der Felduntersuchungen wurde die Auflösung des AWI-Arktis-Meereismodells auf ca. 27 km verfeinert und eine Festeis-Parametrisierung eingefügt. Auch wurde damit begonnen, ein Modul für die Bestimmung von Presseisrückenhäufigkeiten im Modell zu implementieren. Felduntersuchungen und Modellaktivitäten wurden maßgeblich durch drei EU-Projekte, ein BMBF- und ein DFG-Projekt gefördert.

Im Rahmen des langzeitigen Beobachtungsprogramms der Konvektion in der Grönlandsee wurde im Sommer 2002 von ‚Polarstern‘ aus ein kleinskaliger ozeanischer Wirbel detailliert vermessen. In diesem Wirbel reicht die winterliche Konvektion, die ansonsten nur die oberen 1500 m umfasst, etwa 1000 m tiefer (Abb. 2). Damit wurden dort die größten Konvektionstiefen der letzten Dekade angetroffen. Messungen mit dem schiffsgestützten ADCP zeigen eine konstante Winkelgeschwindigkeit im Kernbereich. Das Geschwindigkeitsmaximum liegt in etwa 2000 m Tiefe und die gesamte Wassersäule bis 3600 m ist in die antizyklonale Rotation eingeschlossen. Der Wirbel konnte im internationalen Kontext einige Jahre verfolgt werden. Die Bedeutung solcher Phänomene für die Tiefenwasserproduktion wird gegenwärtig intensiv diskutiert.

board along identical profiles. During all expeditions, extensive satellite remote sensing data were gathered. Usage of Envisat SAR imagery was established. These will be used to develop algorithms for the retrieval of ridge distributions and other ice parameters. Algorithms and results will be used for validation of model results and CryoSat thickness retrievals.

In support of these activities several improvements were applied to the AWI sea ice model for the Arctic. These include increased spatial resolution (ca. 27 km) and a fast ice parameterization. Also the implementation of a module to simulate pressure ridge distributions has started. Observational and modelling activities were significantly supported through funding from three EC and two German national projects.

In the framework of long term convection observations in the Greenland Sea a sub-mesoscale coherent vortex was investigated in detail by RV ‚Polarstern‘ in 2002. In the eddy core winter convection reaches 1000 m deeper than in surrounding waters, where convection is presently limited to 1500 m (Fig. 2). Thus, deepest convection of the last decade was observed in the eddy core. Ship-borne ADCP measurements showed constant angular velocity within a radius of 9 km. Maximum velocities are attained in about 2000 m depth, and the entire water column of 3600 m is incorporated into the anticyclonic rotation. With international cooperation, the eddy has been tracked for a number of years. The impact of such features on deep water production is presently under intense discussion.

For the field investigations in the Arctic Ocean the autonomous profiling deep sea moorings (Jojo-

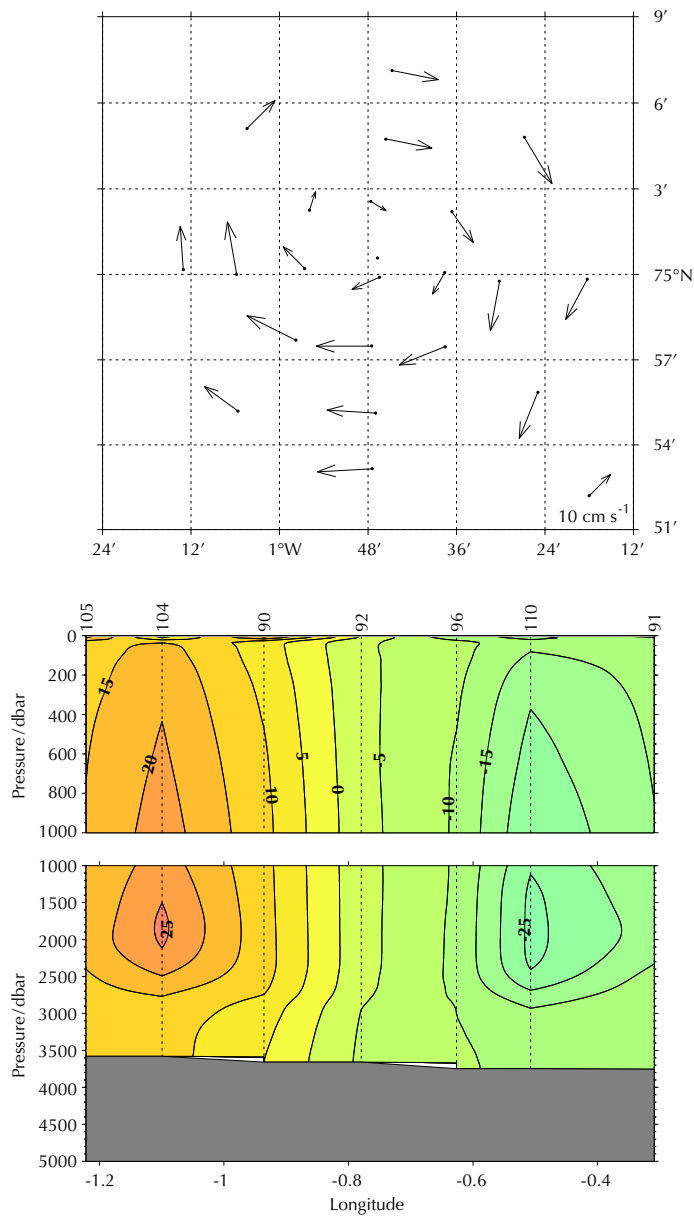


Abb. 2: Oben: Messungen der horizontalen Geschwindigkeit eines ozeanischen Wirbels von etwa 20 km Durchmesser in einer Tiefe von 150 bis 200 m. Der Punkt etwas nördlich von 75°N, 1°48'W ist ein Messpunkt, in dem die Strömung gleich Null ist. Unten: Vertikalschnitt der Geschwindigkeit in West-Ost-Richtung durch die Mitte des Wirbels. Im westlichen Teil zeigt die Strömung nach Norden und im östlichen Teil nach Süden. Das Maximum der rotierenden Strömung befindet sich in 2000 m Tiefe.

Fig. 2: Top panel: Measurements of the horizontal velocity in an oceanic eddy at a depth of 150 to 200 m. The small dot just northeast of 75°N, 1°48'W represents a measurement site with zero velocity. Bottom panel: Vertical west-east section of the velocity field through the middle of the eddy. In the western part the currents are heading north, and in the eastern part south. The maximum of the rotating current is located at a depth of 2000 m.

Für die Feldforschungen im Arktischen Ozean sind die autonomen profilierenden Tiefseeverankerungen (Jojo-CTD, tägliche Profile bis 4000 m über ein Jahr) ein wichtiges Instrument. Im Betrieb zeigte sich, dass Strömungsereignisse diesen unterbrechen können, wenn sie genügend stark sind. Die Analyse ergab, dass dies stets beim up-cast geschieht, welcher wegen der äußerst geringen angewendeten Kraft empfindlich für Störungen ist. Da das System bezüglich solcher Störungen selbstheilend ist, führen die Störungen nicht zu einem Ausfall, sondern nur zu einer Unterbrechung, sind aber trotzdem unerwünscht. Im Berichtszeitraum wurde ein Modul zur Sicherung der Strömungsfestigkeit soweit entwickelt, dass es nach unseren Spezifikationen im Auftrag gefertigt wird. Die Energie für die Bewegung kann nicht in elektrischer Form bereitgestellt werden, sondern wird der Strömung entnommen. Ein zweites, kleineres Flachwasser-Jojo, welches in den vom Hauptgerät nicht erfassten obersten 100 m messen soll, war zwar kommerziell verfügbar, erwies sich jedoch als im Auslieferungszustand nicht betriebssicher. Die mechanische Auslegung wurde komplett erneuert, die Software des Herstellers wird weiter benutzt. Die Erstausbringung des modifizierten Geräts fand 2003 statt, so dass 2004 Ergebnisse vorliegen werden.

Das seit 1997 laufende Verankerungsprogramm in der Framstraße zur Erfassung der jährlichen und dekadischen Veränderung des ozeanischen Austauschs zwischen Nordatlantik und Nordpolarmeer wurde im Rahmen des EU-Projekts ASOF-N (Arctic-Subarctic Ocean Flux Array for European Climate: North) fortgeführt und modifiziert („Polarstern“-Reisen ARKXVIII-2 und ARKXIX-4). Durch zusätzliche Verankerungen in kritischen Regionen wurden Unsicherheiten in der

CTDs), which provide daily profiles down to 4000 m for one year, currently represent important and very effective instruments. During their operation it became evident that strong current events in the ocean can interrupt the profiling schedule. Analysis revealed that interruptions always occur during up-casts. These are quite susceptible according to the very small forces acting. As the system is self-healing with respect to such interruptions, they do not lead to a breakdown of the performance but only to intermissions, which are, nevertheless, undesirable. During the reporting period a module has been developed, which will ensure resistance against current events. This module is currently being manufactured. As a special feature the energy for the motion of the Jojo-CTD is not supplied electrically, but is taken from the ocean current itself.

A smaller shallow water Jojo, intended to include the uppermost 100 m into the measurements, is commercially available. But field trials revealed that the instrument did not work reliably as delivered. While the mechanical design has been reworked completely, the use of the company's software is continued. A first deployment of the modified version was achieved in 2003, so that results will be expected in 2004.

The mooring program in Fram Strait, which is maintained since 1997 in order to obtain the interannual and decadal variation of the oceanic exchange between North Atlantic and Arctic Ocean, was continued and modified in the framework of the EU-Project ASOF-N (Arctic-Subarctic Ocean Flux Array for European Climate: North) (ARKXVIII-2 and ARKXIX-4). Addition of moorings in critical areas reduced the uncertainties of volume and heat transport estimates considerably.

Bestimmung des Volumen- und Wärmetransports erheblich reduziert.

Während der Winter Arctic Polynya Study-WARPS (ARKXIX-1) wurde die Entstehung schwerer Schelfwassermassen direkt während der Eisbildung in einer arktischen Polynja untersucht. Dieser Prozess hatte durch außergewöhnlich hohe Salzgehalte im Jahr 2002 zu einem Absinken vom flachen Storfjord (120 m) bis in 2500 m Tiefe geführt. Durch einen starken Süßwassereintrag aus dem zentralen Nordpolarmeer wurde die Tiefenwasserproduktion im Storfjord im Winter danach sofort wieder abgeschaltet.

Im Rahmen des deutsch-russischen Projektes SIRRO (Siberian River Run-Off) wurde das gekoppelte Eis-Ozean-Modell NAOSIM für ein besseres Verständnis des stark veränderlichen Austausches zwischen Schelf und tiefen Ozeanbecken eingesetzt. Der Einbau von $\delta^{18}\text{O}$ als Tracer für Flusswasser zeigt eine gute Übereinstimmung mit den wenigen Messdaten. Seine Ausbreitung im Modell lässt an der Vorstellung von der Transpolardrift als einem kontinuierlichen Band, welches Flusswasser von den Schelfen in Richtung Framstraße transportiert, zweifeln. Statt dessen geschieht der Transport in Form von intermittierenden Pulsen, die sich zeitweise weit von ihrem mittleren Pfad bewegen.

Für das Nordpolarmeer und die Ostsee wurden Oberflächenantriebsdaten des letzten Jahrhunderts statistisch rekonstruiert und in Integrationen mit den gekoppelten Meereis-Ozean-Modellen des Rossby Centers für die Ostsee (Kooperation mit dem SMHI, Schweden) und NAOSIM für das Nordpolarmeer benutzt. Im ersten Schritt konnte das Auftreten von Salzwassereinbrüchen in die Ostsee für das letzte

During the Winter Arctic Polynya Study WARPS (ARKXIX-1), the formation of dense shelf water masses in an Arctic Polynya was studied directly during ice formation. In 2002, extremely high salinities in the shallow Storfjord (150 m) have forced the water to sink down to 2500 m depth. This process was stopped in the following winter by a complete flushing of the fjord with fresh water from the central Arctic.

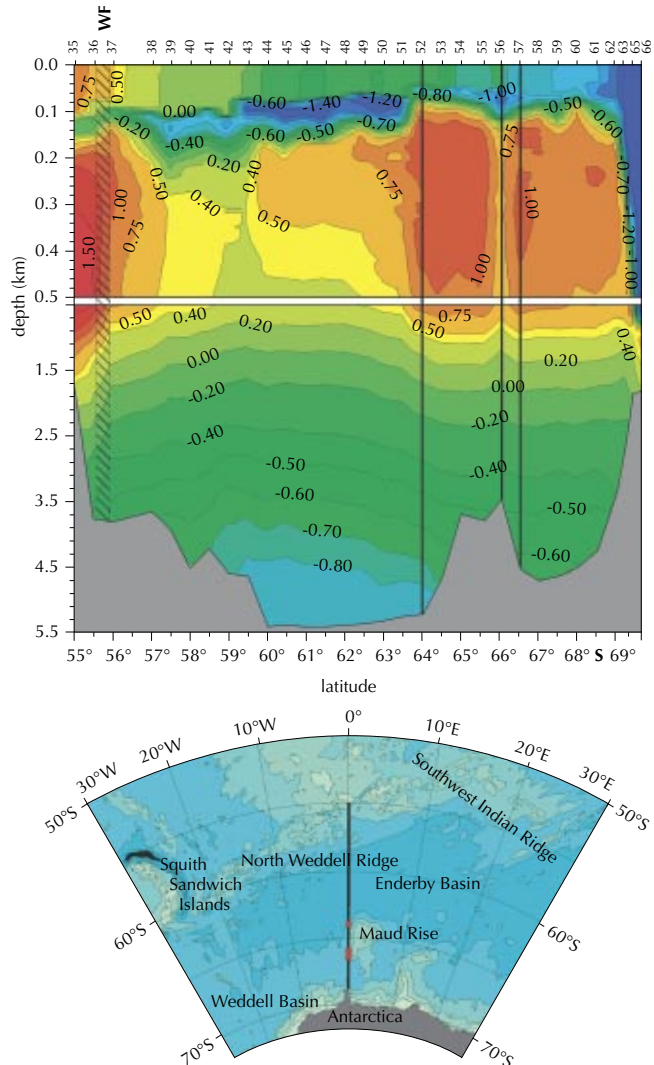
In the framework of the Russian-German project SIRRO (Siberian River Run-Off) the coupled ice-ocean model NAOSIM was used for a better insight into the highly variable shelf-basin exchange. The simulation of $\delta^{18}\text{O}$ as a tracer for river-runoff water showed good agreement with the available sparse observations. It indicated that river water flows in intermittent pulses with large lateral excursions towards Fram Strait rather than in a continuous band of a Transpolar Driftstream.

Atmospheric surface fields of the last century have been statistically reconstructed for the Baltic Sea and the Arctic and sub-polar oceans. They were used in integrations with the Rossby Center coupled sea ice – ocean model for the Baltic (cooperation with the SMHI, Sweden) and the coupled sea ice – ocean model NAOSIM for the Arctic. As a first step the occurrence of major salt inflow events in the Baltic during the last century was successfully reproduced.

Field investigations in the Southern Ocean concentrated on Maud Rise, which is a seamount in the southern part of the largescale Weddell gyre. It has a significant influence on the oceanic conditions, because it diverts the currents and gives rise to intensive mixing. This creates a front between the water masses on top and at the side of the rise. These

Abb. 3: Die Lage der Verankerungen im Weddellmeer westlich der Maudkuppe (unten, rote Punkte) und des hydrographischen Schnitts (schwarze Linie), der die Verteilung der potentiellen Temperatur im Weddellmeer zwischen der Weddellfront (WF) im Norden (links) und dem Antarktischen Kontinent im Süden (rechts) zeigt. Im Schnitt (oben) sind die Verankerungen bei der Maudkuppe als vertikale Linie gekennzeichnet. Über der Maudkuppe ist eine Unterbrechung des Kerns des Warmen Tiefenwassers (WDW) zu erkennen. Ebenfalls gekennzeichnet ist das Weddellmeer-Bodenwasser (WSBW).

Fig. 3: The location of the moorings (bottom panel, red dots) in the Weddell Sea west of Maud Rise and of the hydrographic section (black line) shown above. The vertical transect displays the potential temperature between the Weddell Front (WF) in the north (left) and the Antarctic continent in the south (right). The moorings west of Maud Rise are indicated on the transect as vertical lines. Above the top of Maud Rise the warm core of the Warm Deep Water (WDW) is interrupted. Additionally the Weddel Sea Bottom Water (WSBW) is marked.



Jahrhundert erfolgreich reproduziert werden.

Die Arbeiten im Südlichen Polarmeer konzentrierten sich auf die Maudkuppe, die im südlichen Teil des großräumigen Weddellwirbels liegt und die ozeanischen Bedingungen wesentlich beeinflusst, indem sie die Meeresströmung umlenkt und für verstärkte Vermischung der Wassermassen sorgt. Die unterschiedlichen Wassereigenschaften über und neben der Kuppe (Abb. 3) lassen eine ozeanische Front entstehen. Unter diesen Voraussetzungen kann es zur tief reichenden Konvektion kommen, die sich großräumig auf die Eigenschaften des Tiefenwassers auswirkt. In den 70er Jahren hat sich in diesem Gebiet eine riesige Polynja gebildet. Deshalb werden in der Nähe der Maudkuppe seit 1996 quasi-kontinuierliche Messungen mit verankerten Geräten ausgeführt. Allerdings können sich diese Messungen nicht bis an die Meeresoberfläche erstrecken, da die Verankerungen dann zu sehr von Eisbergen gefährdet wären.

Die Messungen aus einer Verankerung, die südwestlich der Maudkuppe lag (Abb. 3), zeigen in einer Tiefe von 100 m im Winter und Frühjahr normalerweise Temperaturen um den Gefrierpunkt bei $-1,9\text{ }^{\circ}\text{C}$. Doch diese kalten Phasen werden häufig durch warme Ereignisse unterbrochen, bei denen die Temperatur sprunghaft um bis zu $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ansteigt und die etwa 5 bis 10 Tage andauern. Manche der warmen Ereignisse treten in der ganzen Wassersäule auf, die meisten aber nur bis in etwa 2000 m Tiefe, wobei die Intensität mit der Tiefe stark abnimmt.

Es deutet sich an, dass das Auftreten der warmen Ereignisse mit einer Verlagerung der Front verbunden ist, die wiederum durch die Variabilität der großräumigen Wind- und Strömungsverhältnisse hervorgerufen werden kann. Da die warmen Ereignisse im

particular conditions can initiate deep convection, which can lead to the formation of the large Weddell Sea polynya as observed during the seventies. Since 1996 instruments have been moored in the Weddell Sea west of Maud Rise (Fig. 3). Unfortunately in order to avoid damage or loss by drifting icebergs, the moorings cannot be extended into the near-surface layer.

The measurements from the moored instruments display 'warm events' at a depth of about 100 m, where normally in winter and spring freezing point temperatures of $-1.9\text{ }^{\circ}\text{C}$ occur. During these events the temperature rises by about $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ lasting for about 5 to 10 days. Some of these events reach - with decreasing intensity - down to the bottom, but most of them reach only down to 2000 m.

The data suggest that the 'warm events' are induced by motions of the front which are related to the large scale wind and current conditions. Since the 'warm events' occur during winter and spring, they can transport heat from the Warm Deep Water (WDW) up to the ocean surface, which is then available to melt sea ice. Therefore, it is assumed that the occurrence of these events in sufficient quantity and correct phase can trigger a large Weddell polynya.

The exchange of heat, moisture, gases and momentum between the atmosphere and the ocean mainly affects the oceanic mixed layer with a depth of 10 to 100 m. The penetration into deeper layers is determined by exchange processes between the mixed layer and the underlying thermocline. These processes also affect the biological productivity by regulating the fluxes of nutrients from deeper ocean layers to the surface and the amount of light available for photosynthesis in planctonic algae.

Winter und Frühjahr Wärme vom Warmen Tiefenwasser (WDW in Abb. 3) an die Meeresoberfläche transportieren, können sie beim Schmelzen des Meereises eine Rolle spielen und unter bestimmten Umständen die auslösenden Ereignisse bei der Ausbildung einer Weddellmeer-Polynja sein.

Die Übertragung von Wärme, Wasser, Gasen und Impuls zwischen Atmosphäre und Ozean erfolgt zunächst mit der turbulent durchmischten Deckschicht, die üblicherweise nur die oberen zehn bis hundert Meter einnimmt. Für das Eindringen in die tieferen Schichten sind Austauschprozesse zwischen der Deckschicht und der darunter liegenden Sprungschicht von entscheidender Bedeutung. Auch die biologische Produktion hängt davon ab. Austauschprozesse regulieren die Rückführung von Pflanzennährsalzen in die Deckschicht, und die Vermischung innerhalb der Deckschicht bestimmt, wie viel Licht den planktischen Algen für die Photosynthese zur Verfügung steht.

Die Vermischungsprozesse aber sind nur unzureichend verstanden und zu kleinskalig, um in numerischen Modellen explizit beschrieben zu werden. Sie werden deswegen parametrisiert. Anhand der während der ‚Polarstern‘-Reise ANT-XVIII/2 EisenEx gewonnenen Mikrostruktur-Turbulenzmessungen wurden verschiedene, zurzeit benutzte Parametrisierungen für Schätzungen der vertikalen Diffusion im Antarktischen Zirkumpolarstrom auf ihre Brauchbarkeit hin untersucht. Der EisenEx-Datensatz umfasst daneben Messungen zur Spurenstoffausbreitung, die einen weitergehenden Vergleich erlauben. Erste Ergebnisse unserer Untersuchungen zeigen deutliche Abweichungen der vertikalen Diffusionsraten, die man mit den unterschiedlichen Parametrisierungsansätzen erhält.

Currently, mixing processes are poorly understood and occur on rather small-scales, which do not allow an explicit treatment in ocean models, but require specific parameterizations. Micro-structure turbulence measurements collected during the ‚Polarstern‘ cruise ANT-XVIII/2 EisenEx were used to test various parameterizations currently used to determine the vertical diffusion in the Antarctic Circumpolar Current. In addition, the distribution of tracers was measured and used in support of these activities. Preliminary analyses indicate significant differences between observations and current model parameterizations.

3.1.3 Physical and chemical processes of the atmosphere

In order to assess more reliably future climate changes and their possible anthropogenic impact, an improved understanding of natural climate variations is required. For the description of internally and externally driven climate variability, coupled climate models of the atmosphere – land – ocean – sea ice system have been used which generate their own internal variability, but also realistically simulate the impact of external processes. The low-frequency variability is mainly determined by transitions between several quasi-stationary regimes of the climate system. The leading mode of the variability in the tropo- and stratosphere of the northern hemisphere is the zonally symmetric pattern of the Arctic Oscillation (AO) connected with the variability mode of the North Atlantic Oscillation (NAO). The basic structure of the variability of the AO/NAO patterns results mainly from the internal dynamics of the atmosphere and represents internal modes of tropospheric and stratospheric variability. The currently observed up-

3.1.3 Physikalische und chemische Prozesse der Atmosphäre

Eine verlässliche Bewertung zukünftiger Klimaänderungen und deren mögliche anthropogene Beeinflussungen erfordert ein verbessertes Verständnis natürlicher Klimaschwankungen. Für die Beschreibung der internen und der extern angetriebenen Klimavariabilität werden gekoppelte Klimamodelle des Systems Atmosphäre-Land-Ozean-Meereis verwendet, die ihre eigene interne Variabilität erzeugen, aber auch den Einfluss externer Prozesse realistisch simulieren. Die niederfrequente Variabilität wird hauptsächlich durch irreguläre Übergänge zwischen verschiedenen quasistationären Zuständen des Klimasystems bestimmt. Das dominante Variabilitätsmuster der nordhemisphärischen Tropo- und Stratosphäre ist das zonalsymmetrische Muster der Arktischen Oszillation (AO), verbunden mit dem Variabilitätsmuster der Nordatlantischen Oszillation (NAO). Die wesentliche Struktur der Variabilität des AO/NAO-Musters resultiert aus der internen atmosphärischen Dynamik und repräsentiert so interne Moden der troposphärischen und stratosphärischen Variabilität. Der gegenwärtig beobachtete Aufwärtstrend des AO-Indexes stimmt mit Ergebnissen verschiedener Modellstudien überein. Diese Studien wurden mit gekoppelten Atmosphäre-Ozean-Zirkulationsmodellen durchgeführt und zeigten, dass anthropogen verursachte Antriebsfaktoren eine Erhöhung des AO-Indexes verursachen können. Das AO/NAO-Muster zeigt eine starke Verbindung zu langzeitlichen Klimatrends der Tropo- und Stratosphäre. Diese troposphärisch-stratosphärische Wechselwirkung wird durch natürliche Zirkulationsmuster und erhöhte Treibhausgase und/oder Ozonabbau induziert. Um die Darstellung der

ward trend in the AO is consistent with several GCM modelling studies, which have shown that anthropogenic forcing causes an increase in the AO index. These studies have been made with coupled atmosphere-ocean-sea-ice circulation models which showed that anthropogenic forcing factors could drive the increase of the AO index. The AO/NAO pattern has a strong link to long-term climate trends of the tropo- and stratosphere. This tropo-stratospheric interaction is induced by natural circulation modes and enhanced greenhouse gases and/or ozone destruction. To improve the nonlinear coupling between the long planetary waves and the synoptical storm tracks we currently develop a self-adaptive atmospheric model with two-way feedbacks between multiple spatial and temporal scales on the basis of finite elements.

Recent observations and climate modeling results have highlighted the Arctic as a region of particular importance and vulnerability to global change. To improve climate modeling of the Arctic, the Arctic Regional Climate Model Intercomparison Project (ARCMIP) has been initiated. Regional magnitudes and patterns of Arctic winter climate changes of the North Atlantic Oscillation (NAO) have been analyzed. It has been shown that the climate changes associated with the NAO are of the same order, and in some regions clearly stronger, than those attributed to enhanced greenhouse gases and aerosols. Understanding the seasonal and long-term variability of the Arctic climate requires the decoding of the interaction between the climate subsystems. Sea ice plays a crucial role, forced by and modulating in turn the atmospheric and oceanic processes and circulation. In order to investigate these interactions, a

nichtlinearen Kopplung zwischen den langen planetaren Wellen und den synoptischen Wettersystemen in Modellen zu verbessern, wird zur Zeit ein selbstadaptives atmosphärisches Modell auf der Basis von Finiten-Elementen entwickelt, welches Zwei-Wege-Rückkopplungen zwischen verschiedenen räumlichen und zeitlichen Skalen ermöglicht.

Um belastbarere Aussagen zu erzielen, müssen die globalen Klimamodelle besonders in der Arktis verbessert werden. Dazu wurde das internationale Projekt „Arctic Regional Climate Model Intercomparison Project“ gestartet. Es wurden regionale Änderungen der Zirkulationsmuster im arktischen Winterklima, die im Zusammenhang mit der Nordatlantischen Oszillation (NAO) stehen, untersucht. Es wurde gezeigt, dass Klimaänderungen, die mit der NAO zusammenhängen, von der gleichen Größenordnung, in einigen Regionen sogar stärker sind wie Klimaänderungen, die mit Änderungen der atmosphärischen Zusammensetzung (wie z.B. Kohlendioxid) zusammenhängen. Um die jahreszeitliche und langzeitliche Variabilität des arktischen Klimas zu verstehen, muss man die Wechselwirkungen zwischen den einzelnen Klimauntersystemen verstehen. Dem Meereis kommt dabei eine besondere Bedeutung zu, da es einerseits durch atmosphärische und ozeanische Prozesse angetrieben wird, aber gleichzeitig auch diese moduliert. Um diese Wechselwirkungen zu untersuchen, wurde ein gekoppeltes regionales Atmosphäre-Meereis-Ozean Modell weiterentwickelt und auf die Arktis angewendet. Es wurde gezeigt, dass der atmosphärische Antrieb die Bildung von Meereisanomalien bestimmt, aber auch dass die Meereisverteilung auf die atmosphärische Zirkulation rückwirkt. Ein anderes Untersystem, welches für langfristige Klimaschwankungen

regional coupled atmosphere - ice - ocean model has been developed further and applied for the Arctic. It has been shown that the atmospheric forcing strongly affects the formation of sea ice anomalies, although the sea ice distribution also feeds back to the atmospheric circulation. Another important subsystem involved in the seasonal and long-term time scale climate variability is the permafrost soil. Freezing and thawing of soil moisture play an important role in the thermal budget of large Arctic continental areas.

The direct and indirect radiative effects of aerosol particles have been identified as key uncertainties for the prediction of the future global climate. It has been shown that the aerosol has the potential to change large-scale teleconnection patterns like the 'Barents Sea Oscillation'. In order to improve our knowledge on the origin, transport pathways, vertical structure of aerosol physical and chemical properties as well as their impact on climate in the polar regions, a combined effort of surface-based, airborne and space borne measurements together with corresponding modeling approaches is needed. International campaigns have been performed to reduce the existing uncertainties, including the ASTAR 2000 and AAMP 2002 air craft campaigns. The ground based activities concentrate on the utilization of the polar stations and the long-term observations use lidar and photometer systems. A comprehensive aerosol data set for 'Arctic Haze' has been deduced from measurements during the ASTAR 2000 campaign, which has been incorporated as part of a new aerosol block within the HIRHAM model.

Seasonal variations of the aerosol distribution between 65 °S and 80 °N have been determined on the

von Bedeutung ist, ist der Permafrostboden. Das Frieren und Auftauen des Erdbodens spielt eine wichtige Rolle für die Wärmebilanz der arktischen Permafrostgebiete.

Die direkte und indirekte Wirkung von Aerosolteilchen wurde als eine Schlüssel-Unsicherheit für die Vorhersage zukünftiger globaler Klimaänderungen identifiziert. Es konnte gezeigt werden, dass das Aerosol großskalige Telekonnektionsmuster, wie z.B. die „Barents See Oszillation“ verändern kann. Die besonderen Bedingungen der Polargebiete mit hoher Bodenalbedo und niedrigem Sonnenzenithwinkel bewirken einen verstärkten Effekt von Aerosolen und Wolken auf Grund von Mehrfachstreuungen der Strahlung. Um unsere Kenntnis über Ursprung, Transportwege und Vertikalstruktur der physikalischen und chemischen Parameter der Aerosole sowie ihren Einfluss auf das Klima in den Polargebieten zu verbessern, ist ein kombinierter Einsatz bodengebundener, flugzeug- und satellitengetragener Messverfahren notwendig, zusammen mit korrespondierenden Modellsätzen. Zur Reduktion der Unsicherheiten über die Aerosoleigenschaften wurden internationale Kampagnen durchgeführt, wie die ASTAR 2000 und AAMP 2002 Flugzeugkampagnen. Die bodengebundenen Aktivitäten konzentrierten sich auf unsere Polarstationen. In den langjährigen Messungen werden Lidar- und Photometer-Systeme eingesetzt. Ein umfassender Datensatz für den ‚Arctic Haze‘ wurde aus den Messungen der ASTAR 2000 Kampagne abgeleitet und als Teil eines neuen Aerosolblocks in das HIRHAM Modell integriert. Die jahreszeitliche Variation der Aerosolverteilung zwischen 65 °S und 80 °N wurde auf der Grundlage von Sonnenphotometermessungen und mit dem Mobilten Aerosol Raman Lidar (MARL)

basis of sunphotometer measurements and with the Mobile Aerosol Raman Lidar (MARL) during ‘Polarstern’ voyages and they have been compared with satellite observations. During two transects with the research vessel ‘Polarstern’ (ANT-XXI/1, ANT-XVII/4) mineral dust layers could be detected at an altitude of 2 to 5 km, consisting of Saharan dust, which was blown by the trade winds across the Atlantic. On the basis of MARL measurements which were performed within the framework of the HGF strategy fund project PAZI (Particles from Jet Engines and their Influence on Contrails, Cirrus Clouds and Climate) in Punta Arenas (Chile) and in Prestwick (Scotland) the properties of cirrus could be determined and interhemispheric differences could be demonstrated. Large cloud areas with transparent cirrus could be observed in the tropical tropopause. These findings provide first contributions to the newly established research center ‘Ice Cloud Formation and Dehydration in the Tropical Tropopause Region’ in the framework of the HGF impulse and networking fund. Laboratory investigations with ion chromatography and ICP-MS spectrometry to characterize aerosols and snow samples from Antarctica, which have been collected during two field campaigns in Dronning Maud Land (central Antarctica) have been continued and completed to a large extent in 2003. The results obtained show that during summer the Antarctic aerosol is strongly dominated by sulphur compounds of biogenic origin. Based on trajectory calculations the high aerosol concentrations could be attributed to the subsidence of air masses from the free troposphere in regions of central Antarctica during the summer months.

auf ‚Polarstern‘ bestimmt und mit Satellitenbeobachtungen verglichen. Auf zwei Meridionalschnittfahrten (ANT-XXI/1, ANT-XVII/4) der ‚Polarstern‘ wurden nördlich des Äquators in einer Höhe von ca. 2-5 km Mineralstaubschichten detektiert. Hierbei handelte es sich um Sahara-Staub, der von den Passatwinden über den Atlantik verfrachtet wurde. Anhand der Messungen mit dem MARL, die im Rahmen des HGF-Strategiefondprojektes PAZI in Punta Arenas (Chile) und Schottland durchgeführt wurden, konnten die Eigenschaften von Zirruswolken bestimmt und interhemisphärische Unterschiede herausgearbeitet werden. Während zweier Meridionalschnittfahrten (ANT-XXI/1, ANT-XVII/4) mit ‚Polarstern‘ konnten im Bereich der tropischen Tropopause ausgedehnte Felder von transparenten Zirren nachgewiesen werden und erste Beiträge zu dem im Rahmen des HGF-Impuls- und Vernetzungsfonds seit Oktober 2003 geförderten Forschungszentrums ‚Eiswolkenbildung und Dehydratisierung in der troposphärischen Tropopausenregion‘ geliefert werden.

Laboruntersuchungen zur Charakterisierung antarktischer Aerosol- und Schneeproben, welche während zweier Feldkampagnen in Dronning Maud Land, in der zentralen Antarktis gesammelt wurden, konnten 2003 weitgehend abgeschlossen werden. Es zeigte sich, dass das Aerosol über der Antarktis während des Südsommers durch biogene Schwefelverbindungen dominiert wird, wobei mittels Trajektorien-Analysen hohe Aerosol-Konzentrationen dieser Verbindungen, entgegen bisherigen Vermutungen, hauptsächlich auf ein Absinken von Luftmassen aus der freien Troposphäre im Bereich der zentralen Antarktis während des Südsommers zurückgeführt werden konnten. Variabilitäten in der Größen- und Volumenverteilun-

A newly developed research focus is the atmospheric water cycle in the Arctic. Water vapor plays a key role in the radiation budget of the Earth's atmosphere, and it is the most important greenhouse gas for the natural greenhouse effect. Within the HGF strategy fund GPS Atmospheric Sounding Project (GASP) particularly the data products tropospheric water vapor and stratospheric temperatures of the CHAMP satellite have been analyzed and validated for the Arctic. It could be shown, that on the monthly average, the application of a high resolution regional model predicting horizontal gradients can considerably improve the retrieval of GPS occultation data.

With the help of the Match method, developed at AWI, which coordinates the ozone soundings at many stations, we were able to measure accurately the ozone loss in the stratosphere during the last 12 years in the Arctic. It appeared that under special conditions, i.e. low temperatures and simultaneously large solar zenith angles, as they appear preferentially in January, the models underestimate the actual ozone loss drastically. The experimentally retrieved data of Match campaigns had been compared in detail with many other methods to determine ozone loss. For the first time a Match campaign took place in the southern winter 2003 in the Antarctic, which quantitatively and qualitatively expanded the data basis, since the meteorological conditions differ considerably between the Antarctic and the Arctic. An algorithm for the automatic determination of all significant pathways in chemical reaction systems was developed. The changes of the ozone column density during the course of a winter taken as a mean over the Arctic vortex can be divided into a chemically and a dynamically induced part. A compari-

gen des Aerosols sind durch Änderungen in der chemischen Zusammensetzung erklärbar.

Ein neuer Themenschwerpunkt ist der atmosphärische Wasserkreislauf in der Arktis. Im Strahlungshaushalt der Erdatmosphäre spielt Wasserdampf eine zentrale Rolle und bildet den wichtigsten Beitrag für den natürlichen Treibhauseffekt. Innerhalb des HGF-Strategie-Fond-Projekts GASP (GPS Atmospheric Sounding Project) wurden insbesondere die Datenprodukte troposphärischer Wasserdampf und stratosphärische Temperaturen des CHAMP-Satelliten für die Arktis analysiert und validiert. Es konnte gezeigt werden, dass für das Monatsmittel die Anwendung eines hochauflösenden Regionalmodells zur Vorhersage von horizontalen Gradienten die Analyse von GPS-Okkultationsdaten erheblich verbessert.

Mit der von uns entwickelten Match-Methode, die die Ozonsondierungen an vielen Stationen koordiniert, konnte der Ozonabbau in der Stratosphäre in den letzten 12 Jahren in der Arktis genau gemessen werden. Es zeigte sich, dass unter besonderen Bedingungen – tiefe Temperaturen bei gleichzeitig großen Sonnenzenithwinkeln – wie sie bevorzugt im Januar auftreten, die Modelle den tatsächlichen Ozonabbau drastisch unterschätzen. Die experimentell ermittelten Daten der Match Kampagnen wurden mit vielen anderen Methoden, den Ozonabbau zu bestimmen, ausführlich verglichen, um die Grundlage der Studie abzusichern. Zum ersten Mal fand eine Match-Kampagne im Südwinter 2003 in der Antarktis statt. Da sich dort die meteorologischen Verhältnisse von denen der Arktis deutlich unterscheiden, hat sich die Datenlage dadurch auch qualitativ verbessert. Ein Algorithmus wurde zur automatischen Bestimmung aller signifikanter Pfade in chemischen Reaktionssys-

son of the total change with the derived chemical ozone loss reveals that chemical loss and transport processes have approximately the same influence on the column density in late winter. Also the dynamic influences of the troposphere on the winterly polar ozone distribution in the stratosphere has been investigated. Using satellite data sets (POAM II & III, ILAS) altitude resolved correlation maps were calculated between the ozone distribution at 65° N and several indices of the northern hemispheric atmospheric circulation. Lidar observations of the stratospheric aerosol content at the Koldewey-Station detected polar stratospheric clouds (PSCs), which have been analysed within the EU-project MAP-SCORE.

A new research topic focussed on the interaction between climate and stratospheric composition on time scales from years to decades. Long-term meteorological data sets and results from long-term integrations of chemistry climate models (CCMs) have been used in combination with trace gas measurements from the polar stations, RV 'Polarstern', and satellites. The overall goal is the quantification of the chemical and dynamical contribution to the observed ozone variability on interannual to decadal time scales and the identification of the climate processes that drive this variability. To analyze the coupling between stratospheric variability and circulation patterns in the troposphere, 500 hPa teleconnection patterns were identified by applying rotated 'Empirical Orthogonal Function' (EOF) decompositions to the geopotential fields. 'Transformed Eulerian Mean Calculations' based on long-term meteorological analyses (ERA 15, ERA 40, FUB) in combination with satellite and ground based measurements

temen entwickelt. Die Änderung der über den arktischen Wirbel gemittelten Ozonsäule im Verlaufe eines Winters setzt sich aus einem chemischen und einem dynamisch bedingten Anteil zusammen. Ein Vergleich dieser Gesamtänderung mit dem ermittelten chemischen Ozonverlust führt zu dem Ergebnis, dass chemischer Abbau und Transportprozesse einen etwa gleich großen Einfluss auf die spätwinterliche Ozonsäule haben.

Ferner wurden die dynamischen Einflüsse der Troposphäre auf die winterliche polare Ozonverteilung in der Stratosphäre untersucht. Dazu wurden mit den vorhandenen Satellitendaten (POAM II & III, ILAS) höhenaufgelöste Korrelationskarten zwischen der Ozonverteilung auf 65° nördlicher Breite und verschiedenen Indizes der nordhemisphärischen atmosphärischen Zirkulation berechnet. Während der regelmäßigen Lidarmessungen stratosphärischen Aerosols an der Koldewey-Station in den Wintermonaten wurden polare Stratosphärenwolken (engl. PSCs) beobachtet, die im Rahmen des EU-Projekts MAPS-CORE analysiert wurden.

Ein neuer Schwerpunkt wurde auf die Untersuchung der Wechselwirkung zwischen Klimaprozessen und stratosphärischer Zusammensetzung auf der interannualen bis dekadischen Zeitskala gelegt. Zu diesem Zweck wurden langfristige meteorologische Datenreihen der stratosphärischen Zirkulation und Ergebnisse von gekoppelten Chemie-Dynamik-Modellen (chemical climate models – CCMs) für die Arbeiten zugänglich gemacht. Diese werden nun zusammen mit Spurengasmessdaten von den Polarstationen, der ‚Polarstern‘ und Satellitendaten ausgewertet. Das Ziel der Arbeiten ist die Quantifizierung der Variabilität chemischer und dynamischer Einflüsse auf die Ozon-

of the total ozone columns were used to analyze the impact of tropospheric wave activity on the ozone layer at high latitudes. A high correlation between the tropospheric variability and the total ozone column in high latitudes was found.

The influence of the surface snow on concentrations of reactive trace compounds in the troposphere was investigated during several field experiments (Summit, Greenland; ‚Polarstern‘ cruise ARK XIX/1). Reactive trace compounds can be present at high levels in the snow or are produced by photochemical reactions initiated by sunlight. These compounds can be exchanged between the snow and the atmosphere. To investigate the effect of this exchange on the composition of the atmospheric boundary layer, concentration measurements of nitrogen oxides (NO_x), nitrous acid (HONO), hydrogen peroxide (H₂O₂), and formaldehyde (HCHO) were performed. Emissions from the snow surface caused increased levels of these compounds in the atmosphere, thus leading to an enhanced formation of radicals like OH- and HO₂. The interstitial air of the surface snow (firn air) acts like a magnifying glass for the observation of the exchange of trace compounds between the snow and the atmosphere. Concentrations in the firn air depend on processes like photochemical reactions (e.g. NO_x), physical equilibria (e.g. formic and acetic acid), or a combination of both (e.g. HCHO). For the first time, concentrations of several species (e.g. H₂O₂ and HCHO) were measured in the sea ice and the snow cover of several arctic ice floes.

schicht, ihrer Variabilitäten auf der interannualen bis dekadischen Zeitskala und die Identifizierung der Klimaprozesse, die diese Variabilität antreiben. Zur Analyse der Ankopplung stratosphärischer Variabilität an stabile Zirkulationsmuster in der Troposphäre wurden Telekonnektionsmuster auf dem 500hPa Niveau mit Hilfe der rotierten EOF-Analyse bestimmt. Zur Quantifizierung des Einflusses troposphärischer Wellenaktivität auf die Ozonschichtdicke in hohen Breiten wurden meteorologische Datensätze (ERA 15, ERA 40, FUB) in ‚Transformed Eulerian Mean Formulierung‘ ausgewertet und die Ergebnisse mit Satelliten- und Stationsdaten der Ozonschichtdicke kombiniert. Es konnte eine hohe Korrelation zwischen troposphärischer Variabilität und der Ozonschichtdicke in hohen Breiten nachgewiesen werden.

Der Einfluss des Oberflächenschnees in der Arktis auf Konzentrationen reaktiver Spurenstoffe in der Troposphäre wurde in Feldexperimenten (Summit auf Grönland und ‚Polarstern‘-Fahrt ARK XIX/1) untersucht. Reaktive Spurenstoffe können einerseits im Neuschnee in hohen Konzentrationen vorhanden sein oder unter der Einwirkung des Sonnenlichtes photochemisch gebildet werden. Diese Spurenstoffe können mit der Atmosphäre über der Schneedecke ausgetauscht werden. Um die Auswirkungen auf die Zusammensetzung der atmosphärischen Grenzschicht zu untersuchen, wurden an der Station Summit in Grönland reaktive Spurenstoffe wie Stickoxide (NO_x), salpetrige Säure (HONO), Wasserstoffperoxid (H₂O₂) und Formaldehyd (HCHO) gemessen. Durch Emissionen vom Oberflächenschnee sind die Konzentrationen dieser Verbindungen in der Atmosphäre erhöht. Dadurch tragen sie ebenfalls zur vermehrten Bildung von Radikalen wie OH und HO₂ bei. Austauschpro-

zesse von Spurenstoffen zwischen der Atmosphäre und dem Schnee können im Porenraum des Oberflächenschnees (Firnluft) wie unter einem Vergrößerungsglas beobachtet werden. Die Konzentrationen in der Firnluft werden durch photochemische Reaktionen (z.B. NO_x), durch physikalische Gleichgewichte (z.B. Ameisen- und Essigsäure) oder ein Zusammenspiel beider Vorgänge (z.B. HCHO) bestimmt. Erstmals wurden Konzentrationen verschiedener Spurenstoffe (u.a. H₂O₂ und HCHO) im Meereis und in der Schneeauflage verschiedener Schollen in der Arktis bestimmt.

3.2 Pelagische Ökosysteme

Die Arbeiten des Fachbereichs ‚Pelagische Ökosysteme‘ konzentrieren sich auf Untersuchungen zur Wechselwirkung zwischen der Biologie pelagischer Organismen und der Biogeochemie des Ozeans. In der Sektion ‚Biologische Ozeanographie‘ steht die Klärung, Quantifizierung und Modellierung der vielfältigen Zusammenhänge zwischen den marinen Stoffkreisläufen und der Biologie im Vordergrund des Interesses. In der Sektion ‚Schelfmeerökologie‘ konzentrieren sich die Arbeiten auf Fragen zur Biodiversität und der Anpassung mariner Organismen an ihre Umwelt. Hierbei ermöglichen Langzeitmessreihen Erkennen und Prognosen von Auswirkungen sowohl systemisch bedingter als auch anthropogener Umweltveränderungen. In der Sektion ‚Chemie mariner Spuren- und Naturstoffe‘ wird neben der Verteilung, Wirkung und Anreicherung persistenter organischer Substanzen die Struktur, Funktion und Dynamik von Naturstoffen aus Organismen polarer und gemäßigter Breiten bearbeitet.

3.2.1 Biologische Ozeanographie

Das langfristige Vorhaben der ‚Sektion Biologische Ozeanographie‘ ist, die Evolution und Ökologie des Planktons mit der Biogeochemie des Ozeans in Beziehung zu setzen. Diese übergeordnete Fragestellung wird mit einer Reihe von Herangehensweisen bearbeitet, die sich von mesoskaligen Eisendüngungsexperimenten, Feldbeobachtungen des Planktons, experimentellen Studien an ausgesuchten Arten bis hin zur Ermittlung von molekulargenetischen Eigenschaften ausgesuchter Algengruppen erstrecken.

3.2 Pelagic ecosystems

Research work in the department ‘Pelagic Ecosystems’ focusses on the reciprocal action and interrelationship between the biology of pelagic organisms and the biogeochemistry of the ocean. In the section ‘Biological Oceanography’ the quantification and modelling of the various links between metabolic pathways and biology are of primary interest. Work in the section ‘Shelf Sea Ecology’ is concerned with topics on biodiversity and the adaptation of marine organisms to their aquatic environment. In this context long-term data are used for the recognition and prognostics of the effects of systemic as well as anthropogenic changes in the environment. The section ‘Chemistry of Trace Elements and Natural Products’ investigates accumulation and distribution of chlorinated hydrocarbons as well as structure, function and dynamics of natural products from marine organisms.

3.2.1 Biological oceanography

The long-term mission of the section ‘Biological Oceanography’ is to link evolutionary ecology of the plankton with the biogeochemistry of the ocean. A variety of approaches are being applied for this purpose ranging from mesoscale in situ experiments, field observations, detailed studies of individual species and the reconstruction of the phylogenetic relationships of phytoplankton lineages, particularly diatoms.

Analysis of the samples and interpretation of the data collected during the in situ iron fertilization experiment ‘EisenEx’ have yielded a range of interesting insights. 1) Budgetary analyses of the inorganic/

Die Analyse der Proben und Interpretation der Daten, die während des ersten, dreiwöchigen Eisen-düngungsexperiments EisenEx im Südpolarmeer gesammelt wurden, haben eine Reihe von Einsichten erbracht: 1) Die Bilanzierung der Elemente Kohlenstoff, Stickstoff und Silizium in der Oberflächenschicht zeigt, dass ein beträchtlicher Teil (>50%) der aufgenommenen Nährsalze nicht in den organischen Pools (gelöst und partikulär) wieder erscheint. Die nahe liegende Erklärung, dass die „fehlenden“ Elemente in partikulärer Form aus der Deckschicht herabgesunken sind, wird durch die Thoriummethode nicht bestätigt. Den Verlusten dieser Elemente werden im zweiten Düngungsexperiment EIFEX besonderes Augenmerk geschenkt. 2) Große Diatomeen reagierten auf die Düngung mit der Erhöhung ihrer photosynthetischen Leistung und der Akkumulation von Biomasse. Nur zwei Arten unterschiedlicher Gattungen zeigten gleich hohe Akkumulationsraten, die zweifach höher lagen als die der anderen Arten während des ganzen Experiments. Die anderen Arten akkumulierten entweder mit gleichmäßigen, niedrigeren Raten oder zeigten Wachstumsschübe unterbrochen von Pausen. Die stark silifizierte Art *Fragilariopsis kerguelensis* gehörte zur zweiten Gruppe. 3) Phytoplankton fressende Protozoen nahmen zunächst zu, um in der zweiten Hälfte des Experiments wieder abzunehmen; vermutlich wegen des Wegfraßes durch Copepoden. 4) Die Copepodenpopulationen nahmen während des Experiments zu; offensichtlich durch Zuwanderung aus umgebenden Wassermassen. Ein einfaches Modell, in dem das Zooplankton sein vertikales Wanderverhalten in Bezug zum Strömungsfeld in tiefen Schichten ändert, konnte diesen Effekt erklären.

*organic and dissolved/particulate pools of the elements carbon, nitrogen and silica clearly show that a substantial portion (>50 %) of the nutrients taken up cannot be accounted for without invoking loss from the surface layer via vertical flux. This magnitude of vertical flux is, however, not supported by Thorium losses. These unaccounted losses of biogenic elements are receiving particular attention in the second fertilization experiment EIFEX. 2) Large-celled diatoms responded to fertilization by increasing their photosynthetic efficiency and accumulating biomass. Only two species from disparate genera exhibited consistently high accumulation rates, approximately double those of all other species throughout the three weeks of the experiment. The other dominant species either accumulated at lower rates or exhibited spurt growth followed by apparent inactivity. The heavily silicified species *Fragilariopsis kerguelensis* belonged to the latter group. 3) Protistan grazers increased at first and later declined, presumably due to heavy grazing pressure exerted by metazooplankton. 4) Copepod populations increased during the experiment presumably due to congregation from surrounding waters. A simple model in which changes in zooplankton vertical migration behavior in relation to current fields at depth can explain this effect.*

Studies of defense mechanisms in selected plankton species have shown that reducing mortality rates can be crucial in determining the dominance of relatively few species in biogeochemical cycles and maintaining biodiversity in the pelagial. Thus the long-standing debate on the function of diatom frustules could be resolved by showing that their structure has evolved to withstand external pressure such

Untersuchungen der Verteidigungsmechanismen ausgewählter Planktonarten haben gezeigt, dass diese eine entscheidende Rolle bei der Dominanz bestimmter Arten in Stoffkreisläufen und der Aufrechterhaltung hoher Artendiversität im Pelagial spielen können. Die langjährige Debatte über die Funktion der kieselligen Schalen von Diatomeen konnte geklärt werden, indem gezeigt wurde, dass die Schalen konstruiert sind, um hohen Druck von außen auszuhalten. Mikro-manipulatoren und „Finite Element Modelle“ wurden verwendet, um zu zeigen, dass die stark verkieselten Schalen von *F. kerguelensis* sechsfach höheren Druck aushalten können, als die Schalen von durchschnittlichen Diatomeen. Diese hohe Festigkeit erklärt, warum die Schalen dieser Art den Diatomeenschlamm, der unterhalb des Antarktischen Zirkumpolarstroms akkumuliert, beherrschen.

Im Rahmen des EU Projektes BIOHAB (Biological Control of Harmful Algal Blooms in European Waters) wurden in Laborexperimenten die Interaktionen zwischen toxischen Algen und einzelligen Fraßfeinden untersucht. Dabei konnten eine Reihe von Verteidigungsmechanismen toxischer Algen gegenüber ihren Fraßfeinden herausgearbeitet werden.

Bei der Raphidophyceae *Fibrocapsa japonica* stellt die Motilität einen wirksamen Schutz gegen palliumfressende heterotrophe Dinoflagellaten dar. Darüber hinaus wurde ein mechanischer Schutz durch Ausschleudern von Trichozyten beobachtet.

In einem Vergleich eines toxischen und eines nicht-toxischen Stammes der Killeralge *Chrysochromulina polylepis* zeigte sich, dass die Toxine einen wirksamen Fraßschutz gegenüber Fraßfeinden darstellen.

Arten der Gattung *Alexandrium* produzieren noch nicht weiter charakterisierte lytische Toxine, die ein-

as from grazers. We used micro manipulative tests coupled with finite element models to show that the heavily silicified frustules of the pennate diatom *F. kerguelensis* can withstand six fold greater pressures than those of average centric diatoms. The mechanical strength of the frustules of this species can explain why it dominates the siliceous ooze underlying the ACC.

Other defense mechanisms studied pertain to escape reactions and chemical compounds. The toxic flagellate *Fibrocapsa* escapes from dinoflagellate predators by well developed escape responses and another toxic flagellate *Prymnesium* can even kill and eat its potential predator. These properties also help explain how these species can build-up large blooms that threaten caged fish.

Six EU projects were funded in the last 2 years, one of which is a partner in the 'Network of Excellence of Marine Genomics'. As part of our contribution, we have proposed that the entire genome of a polar diatom be sequenced. We have selected *Fragilariopsis cylindrus* for this project as we already have an EST library from that species. If this project is accepted, then we will have an annotation workshop here at the AWI to annotate the genome for public release. In the EU project ALGINET, we have helped to develop a new program (GeneLynx) for annotating genome sequences which will provide online search access for all algal genes stored in public databases. A prototype is running and public release is imminent. For the EU project ALGADEC. We have applied for a patent for our hand-held device for toxic algae. We are now at the stage where we have applied for a US/Canadian patent. Field tests of the instrument are being conducted in the US now and

zelligen Fraßfeinde abtöten. Diese Toxine unterscheiden sich von den bei dieser Gattung bekannten neurotoxischen Saxitoxinen, welche die Symptome der paralytischen Muschelvergiftung beim Menschen hervorrufen.

Toxine der Haptophyceae *Prymnesium parvum* wirken ebenfalls lytisch auf einzellige Fressfeinde. Die abgetöteten Fressfeinde dienen dann wiederum der zur Phagotrophie befähigten Algen als Beute, so dass es hier aufgrund der Toxinwirkung zu einer Umkehrung der „normalen“ Nahrungskette kommt.

Ein weiterer Selektionsmechanismus ist die Kälteanpassung. Von der Eis-Diatomee *Fragilariopsis cylindrus* wurden für molekularbiologische Untersuchungen zur Kälteanpassung zwei Genbanken erstellt, die auf cDNS basierten. Von ca. 2000 Sequenzen konnten 30 % über einen Genbankvergleich einer Funktion zugeordnet werden. Von diesen sind ca. 30 Gene direkt an Kälteanpassung und an die Anpassung hoher Salzgehalte, wie sie in den Solekanälen des Meeres vorherrschen, beteiligt. Studien zur Genexpression mittels Northern Blot und MacroArray, die durch photo-physiologische Fluoreszenzmessungen ergänzt wurden, konnten zeigen, dass die Photosynthese dieser Diatomee sehr empfindlich gegenüber tiefen Temperaturen ist. Auftretende Lichtschäden werden von ihr besonders gut behoben, wenn die Algen nur sehr geringen Lichtintensitäten ausgesetzt sind oder ein ausgeprägter Hell:Dunkel Zyklus vorhanden ist.

Weitere molekularbiologische Themen sind im Rahmen von 6 europäischen Projekten inklusive einem „Network of Excellence“ (Marine Genomics) bearbeitet worden. Im EU-Projekt ALGINET sind wir an der Entwicklung eines neuen Programms zur Deutung von Genomsequenzen beteiligt. Dieses Gene-

later this year in the UK. In the EU project DETAL, we have successfully adapted FISH hybridisation to the ChemScan machine. With this machine, we are able to rapidly scan a filter in 30 seconds for rapid cell counting, with visual retrieval of all positive probe signals for verification. In the EU project MICRO-PAD, we have successfully adapted our rRNA FISH probes to a microarray format. Our first generation of DNA chips has probes for all algal classes on it. Field tests will begin in 2004. In the BMBF project ALGATERRA, we are nearing completion of a compilation of a database of diatom species: their morphology with live, light and electron microscopic images and their molecular identification collected at the same sites where Hustedt made his collection for the Hustedt diatom collection. Our goal in this project is to make an on-line terrestrial diatom identification system, using Hustedt species as a basis.

*Three diploma theses and 2 PhD dissertations were completed in this time period. Among the group, 23 publications were realised and 20 invited lectures, of which the most prestigious invitation was an invitation to annotate the entire genome of *Thalassiosira pseudonana* at the University of Washington.*

*The obligate psychrophilic diatom *Fragilariopsis cylindrus* is an important primary producer in the Arctic and Antarctic and particularly in sea ice. This diatom was used as a model organism to study molecular cold adaptation. Two gene libraries (cDNA) were constructed, one under freezing conditions (-2 °C) and the other under salt stress (8 % salt concentration). Thirty percent of the sequences (ca. 2000) could be identified by gene bank comparison. Among these we detected ca. 30 genes involved in psychrophily and adaptation to high salt concentra-*

Lynx genannte Programm wird die Online-Suche nach allen in öffentlichen Datenbanken gespeicherten Algen-Genen unterstützen. In ALGADEC wurde ein Patent für unser Handgerät zur Identifizierung von toxischen Algen beantragt; in der jetzigen Phase zunächst für die USA und Kanada. Freilandtests des Geräts laufen in den USA und werden noch in diesem Jahr auch in Großbritannien durchgeführt. In DETAL wurde die FISH-Hybridisierung erfolgreich an das ChemScan-Gerät angepasst. Mit diesem Gerät sind wir nun in der Lage, die Algenzellen auf einem Filter innerhalb von 30 Sekunden für eine schnelle Zellzählung zu erfassen, wobei für eine spätere Überprüfung sämtliche positiven Probensignale optisch wieder abzurufen sind. MICROPAD passt darüber hinaus unsere rRNA FISH-Proben erfolgreich an das Microarray Format an.

In dem BMBF-Projekt ALGATERRA ist die Erstellung einer Datenbank für Diatomeen nahezu abgeschlossen: Neben deren Morphologie mit Lebendfotos sowie licht- und elektronenmikroskopischen Aufnahmen ist auch die molekulare Identifizierung dargestellt. Die Probenahme erfolgte an denselben Stellen, die auch Hustedt für seine Diatomeensammlung beprobt hat. Das Ziel in diesem Projekt ist die Erstellung eines Online Bestimmungssystems für limnische Diatomeen mit Hustedt-Arten als Basis.

Die Datenbank der Friedrich-Hustedt-Diatomeen Sammlung ging im Sommer 2003 online (<http://www.awi-bremerhaven.de/Research/hustedt1-d.html>). Die Sammlung ist eine der größten der Welt und beinhaltet über 30 000 Proben sowie ca. 80 000 Präparate. Daten von 11 000 Proben des zuvor genannten Rohmaterials, 35 000 Mikroskop-Präparate und alle Taxa, sind in die Datenbank eingegeben worden. Begon-

tions. Gene expression analysis by Northern Blots and MacroArrays, which were paralleled by fluorescence induction experiments, revealed a high sensitivity of photosynthesis to low temperature. Recovery from photo damage was enhanced if a daily dark period occurred. The proportion of absorbed energy utilized for growth is therefore higher under extreme low light or a light: dark cycle instead of 24h light.

Chemical analysis and characterization of water samples and the subsequent interpretation and publication of the data derived from the Russian-German project SIRRO (Siberian River Runoff) is funded by the BMBF. Our subproject in the framework of SIRRO deals with the transport and transformation of inorganic nutrients and dissolved organic carbon in the Arctic rivers Yenisei and Ob, and the adjacent Kara Sea. Biomass, species composition and sedimentation in the plankton were described simultaneously. Our major interest is to gain a better understanding of biogeochemical processes in Arctic shelf seas and their impact on the Arctic Ocean. Arctic shelf ecosystems covering a significant portion (35 %) of the Arctic Ocean are strongly influenced by their terrestrial catchment sites and are likely to experience major changes due to their susceptibility to climate change. Our data was the basis of various scientific publications addressing the carbon budget of the Kara Sea and the Arctic Ocean, interaction of bacteria and terrestrially/autochthonously-derived dissolved organic carbon, and the fate of terrigenous carbon in the Arctic Ocean. Major findings are: (1) Dissolved organic carbon of terrigenous origin mixes conservatively, i. e. no significant losses due to physico-chemical (e. g. photooxidation, flocculation) or biological activity (e. g. uptake by bacteria) occurs.

nen wurde mit lichtmikroskopischen Aufnahmen der von Hustedt neu beschriebenen Arten nebst Informationen bezüglich ihrer Beschreibung, Lokalisierung, Habitat, Publikation, etc. Unter anderem können nun koexistierende Taxa innerhalb der Datenbank verglichen werden. Die Eingabe der taxonomischen Daten der Hustedt-Sammlung ist noch nicht abgeschlossen. Es werden noch Typen-Daten anderer Diatomeenforscher aufgenommen. Kürzlich konnten wir unserem Bestand einen Satz Präparate der Sammlung von Prof. Grethe Hasle, aus Oslo, hinzufügen, die den marinen Planktonteil ganz hervorragend ergänzt. Da ein großer Teil der Taxa von Professor Hasle selbst beschrieben wurde, dienen diese Präparate als zuverlässige Grundlage für die Lehre und als Referenz.

In einem vom BMBF geförderten deutschen Beitrag zum internationalen Programm SO-GLOBEC (Southern Ocean – Global Ocean Ecosystem Dynamics) wurde die Überwinterungsphysiologie von adultem Krill und Larven bearbeitet (siehe Einzelbeitrag in den Forschungsthemen).

Der Transport und die Transformation von Nährsalzen und gelöstem organischen Kohlenstoff in den arktischen Flüssen Jenisei und Ob in die angrenzende Karasee wurden untersucht, um biogeochemische Transformationsprozesse in arktischen Schelfmeer-ökosystemen, welche stark von terrestrischen Einzugsgebietsparametern beeinflusst werden, besser zu verstehen. Biomasseverteilung und Artenzusammensetzung des Phytoplanktons und Sedimentationsereignisse in der südlichen Karasee wurden vergleichend beschrieben. Wichtige Erkenntnisse unserer bisherigen Forschungsaktivität sind: (1) Der durch Flüsse eingetragene terrigene organische Kohlenstoff verhält sich konservativ, d. h. Verluste durch physikalisch-

(2) *Phytoplankton biomass is between 0.2 and 5 µg Chlorophyll a per litre with a distinct south-north gradient.* (3) *Phytoplankton growth starts as early as April/May (indicated by sediment trap data).* (4) *Heterotrophic carbon demand in the Kara Sea is higher than the existing estimates of primary production.* (5) *Export of labile dissolved organic carbon from the Kara Sea to the central Arctic Ocean is unlikely.*

The participation on a cruise to Fram Strait/East Greenland Current in April/Mai 2003 on the research vessel, 'Polarstern' aimed at measuring the volume transport of terrigenous dissolved organic material from the Arctic Ocean to the North Atlantic. During this cruise the use of a fluorescent probe specific for terrigenous material allowed to measure high resolution depth profiles.

Final preparations for the launch of the Databank for the Friedrich Hustedt Diatom Collection were completed and the database went online during the summer of 2003 (<http://www.awi-bremerhaven.de/Research/hustedt1-d.html>). The reference collection is one of the largest of these ecologically important microscopic algae in the world and comprises over 30 000 items of material and some 80 000 microscope slides. Data for 11 000 of the items of material, all taxa on 35 000 of the microscope slides have now been entered together with 4000 light microscope images. We have started with the type specimens of the species that Hustedt described as new and information regarding the description, authority, locality, habitat, and publication, taxa co-occurring etc. can now be searched and cross searched in a manner more versatile than previously possible or with any existing diatom database. Entering data

chemische (z. B. Photooxidation, Flokkulation) oder biologische Vorgänge (Verwertung durch Bakterien) sind vernachlässigbar. (2) Die Phytoplankton Biomassen bewegten sich zwischen 0,2 und etwa 3-5 µg Chlorophyll a pro Liter im Mittel (Ausnahme eine Phytoplanktonblüte 1999 im Ob Ästuar), ein Süd-Nord Gefälle ist erkennbar. (3) Die Wachstumsperiode im Pelagial beginnt schon im April/ Mai (abgeleitet aus Sinkstofffallendaten). (4) Der heterotrophe Kohlenstoffbedarf der Karasee wird durch die bisherigen Primärproduktionsschätzungen nicht gedeckt. (5) Export von labilem Kohlenstoff aus der Karasee in den zentralen Arktischen Ozean ist unwahrscheinlich.

Während einer Forschungsfahrt im April/Mai 2003 (FS ‚Polarstern‘) im Ostgrönlandstrom wurde der Volumen-transport von terrigenem Kohlenstoff aus der Arktis in den Nordatlantik untersucht. Hierzu wurde eine Fluoreszenzsonde eingesetzt, welche eine hohe Spezifität für terrigenen Kohlenstoff besitzt und eine hohe Auflösung im Tiefenprofil garantiert.

3.2.2 Chemie mariner Spuren- und Naturstoffe

In der Sektion ‚Chemie mariner Spuren- und Naturstoffe‘ stehen Forschungen zur ökologischen Chemie der Meere im Vordergrund. Fragen nach Zusammensetzung, Stabilität, ökologischen Funktionen und den beteiligten Verbindungen bei der chemischen Kommunikation, z. B. in Symbiosen, sind überwiegend ungeklärt. Exemplarisch konnten die beteiligten Prokaryonten für eine Manteltierart sowie einige Schwammspezies ermittelt werden, und es gelang, zelluläre Wirkmechanismen für natürlich vorkommende, bromierte Schwammalkaloide (Fraßschutz-Substanz gegenüber räuberischen Fischen) zu klären.

Symbiosen sind in der Natur weit verbreitet und

will continue for some years, soon include types deposited here by other workers and move on to include the other taxa in the collection. Recently a set of duplicate slides from the collection of Professor Grethe Hasle, Oslo has been added and compliments greatly the marine plankton element. As a great number of the taxa are identified by Professor Hasle these slides will serve as a reliable foundation for reference and teaching.

The 'Friedrich Hustedt Arbeitsplatz' was the focus of a meeting of German-speaking diatomists in March, 2003. Over three days of talks, posters and discussion, more than 70 researchers visited the collection and were able to see the database shortly before it went online and to appreciate its value and condition and how it might be able to help them in their research. Annually, about 200 specific requests are dealt with and range from requests for slides and material to help with literature, making use of the large diatom library or with taxonomic problems.

3.2.2 Chemistry of trace elements and natural products

Symbiosis, the close interaction of organisms for mutual benefit, plays a vital role in the development and maintenance of communities in marine ecosystems. Knowledge of symbiotic relationships is rather limited, particularly in temperate marine zones. The tunicate Diplosoma migrans, a typical colonial ascidian that occurs in waters around Helgoland (German Bight, North Sea), harbours stable and seasonally independent symbiotic bacterial communities in the interstitial space of its tunical matrix. The communities display different bacterial morphotypes, with the dominant type represented by extremely high num-

spielen eine zentrale Rolle in der Evolution. Die Kenntnisse über Symbiosen zwischen marinen Organismen sind jedoch noch sehr begrenzt. Bakterien im Manteltier *Diplosoma migrans*, eine typische koloniebildende Ascidie der Helgoländer Gewässer (Deutsche Bucht, Nordsee) beherbergt stabile, saison-unabhängige, symbiontische Bakteriengemeinschaften in den interstitiellen Zwischenräumen ihrer Tunika. Die bakteriellen Gemeinschaften umfassen unterschiedliche Morphotypen. Dominant sind lange, nadelförmige Stäbchen, deren monotriche Geißeln schnelle Bewegungen erlauben. Da diese Bakterien auch in unterschiedlichen Larvalstadien vorkommen, ist anzunehmen, dass sie während der sexuellen Vermehrung von der Elternkolonie auf die Nachkommen transferiert werden. Außerdem wurden noch weitere Bakteriengruppen gefunden. Vorläufige phylogenetische Daten lassen vermuten, dass es sich kurioser Weise bei zwei Bakteriengruppen um Rhizobien handelt, die als terrestrische stickstofffixierende Knöllchenbakterien von Bedeutung sind. Die Aufklärung ihrer ökologischen Funktionen sowie ihre Isolierung sind in Vorbereitung.

Bakterien sind auch mit Schwämmen assoziiert. Die Art der Assoziation (Symbiose, Kommensalismus, Parasitismus/Infektion) von marinen Schwämmen kaltemäßigter Gewässer mit Mikroorganismen ist in der Regel unbekannt. Beim Helgoländer Brotkrumenschwamm *Halichondria panicea* konnte eine permanente und spezifische Assoziation mit Bakterien der Rhodobacter-Gruppe aber auch temporäre Besiedelungen durch eine Vielzahl weiterer Proteobakterien beobachtet werden. Während einer Forschungsfahrt zu den Orkney Inseln (Nord Schottland) wurden Schwämme gesammelt und anschließend auf Helgo-

bers of long, needle-like rods. These bacteria are already present during the larval stages of the tunicate, therefore it is assumed that they are transferred during sexual propagation from the parental colony to the offspring. Additional two morphotypic groups of bacteria were also found in association with this tunicate. Preliminary phylogenetic data suggest that two of the endosymbiotic groups are members of the nitrogen-fixing Rhizobia. Their isolation and the elucidation of the ecological functions are in progress.

Bacteria are also associated with marine sponges, although the exact nature of the association (symbiosis, commensalisms, or parasitism/infection) is ambiguous in most cases. The bread-crumbs sponge Halichondria panicea from Helgoland harbours a permanent specific association of bacteria belonging to the Rhodobacter group, accompanied by temporarily changing populations of proteobacteria. On the basis of cloned 16S rDNA data, the stability of sponge-associated bacterial communities in Pachimatisma johnstonii was investigated over one year. Freshly collected sponge tissue was compared with material cultured in the laboratory on Helgoland. Changes in the composition of the bacterial communities in P. johnstonii were particularly striking within the cultivation period as replacement of the bacterial populations was observed. In their natural habitat, the main associated bacterial groups were the Acidobacteria and Chloroflexi, but one year after spawning these bacteria had been replaced by other groups (e. g., Actinobacteria and α -Proteobacteria).

Budding and prosthecate bacteria from the γ -Proteobacteria are abundant in polar seas. Bud and prosthecate formation are regarded as common strat-

land kultiviert. Auf der Basis von 16S rDNA Klondatenbanken wurden in einem 1-Jahres-Experiment gewebeassoziierte Bakteriengesellschaften des Elefantenohrschwammes *Pachymatisma johnstonii* auf ihre Stabilität hin untersucht.

In antarktischem Meerwasser wurden mehrere Isolate als *Alteromonas stellipolaris* sp. nov. klassifiziert, die zu den kälteadaptierten, obligat aeroben und fakultativ oligotrophen Bakterien gehören. Die mit peritrichen Fortsätzen versehenen Organismen gehören zu neuen knospen- und fortsatzbildenden γ -Proteobakterien. Auch der Typstamm, *A. macleodii*, sowie der erst kürzlich beschriebene *A. marina* bilden Knospen und Fortsätze aus. Weitere psychrotrophe Isolate wurden der Gattung *Glaciecola* bzw. deren neuen Arten *G. polaris* sp. nov. und *G. mesophila* zugeordnet. Fortsatzbildende Bakterien sind in den Polarmeeen in großen Mengen vertreten. Die Ausbildung der Fortsätze dient der Vergrößerung der Oberfläche und kann als Strategie zur verbesserten Substrataufnahme an oligotrophen Standorten erklärt werden.

Im Meereis beider Polarmeere wurde ein nahezu gleiches Bakterienspektrum gefunden. Es handelt sich um spezifische an die Meereisstandorte angepasste Organismen, der α - und γ -Proteobakteriengruppe sowie der Cytophaga/Flavobakteriengruppe. Unterschiede zeigten sich aber in der quantitativen Zusammensetzung. In aktiven Bakteriengemeinschaften im Meereis wurden auch Bakteriophagen gefunden. Unterschiedliche Phagen/Wirt-Systeme konnten isoliert und charakterisiert werden. Außergewöhnlich war, dass die Phagen eine noch extremere Kälteanpassung als ihre Wirtsbakterien aufwiesen. In Zusammenhang mit der zunehmenden Gefahr von Ölfällen in arktischen Meereisregionen wurde das Ölabbau-

egies to enhance their surface to volume ratios, thus enabling more efficient substrate uptake in oligotrophic habitats. In Antarctic seawater, several isolates of cold-adapted, strictly aerobic and facultative oligotrophic bacteria were identified as Alteromonas stellipolaris sp. nov. *These bacteria represent a novel type of budding prosthecae bacteria, belonging to the γ -subclass of Proteobacteria. The type strain of A. macleodii and the recently described A. marina also produce buds and prosthecae. Other isolates were determined to be members of the genus Glaciecola and the novel species G. polaris* sp. nov. *or G. mesophila.*

Very similar bacterial spectra were found in sea ice of both polar oceans. Both specific habitats harbor well-adapted subgroups of α - and γ -proteobacteria and the cytophaga/flavobacteria group. Several phage/host systems were isolated and characterized. The ability of the phages to adapt to extreme cold was particularly noteworthy. In the context of possible oil tanker accidents in the polar regions, oil degradation potential of sea ice bacteria was evaluated in enrichment experiments. Cold-adapted oil-degrading bacteria of the γ -subgroup of proteobacteria were detected.

The antibiotic activity of sponge extracts against 30 different bacterial isolates was similar to that of sponges from the tropics. This is particularly true for Pachymatisma johnstonii, Phakellia ventilabrum and Isodictya palmata. The extracts of the ascidians were active against cancer cells; in particular, extracts of Dendrodoa grossularia showed a high activity. All these activities will also be tested with pure compounds. The tropical sponge Agelas is chemically protected against predatory fish by the production

tential von Meereisbakteriengemeinschaften näher untersucht. In Anreicherungsexperimenten konnten kälteangepasste, ölabbauende Bakterien der γ -Proteobakteriengruppe nachgewiesen werden.

Marine Organismen sind eine hervorragende Quelle für bioaktive und neurotoxische Substanzen. Besonders Schwämme sind eine reiche Quelle für interessante Sekundärmetaboliten. Bei Untersuchungen von Schwämmen und Ascidien von den Orkney-Inseln geht es um die Charakterisierung der Hauptmetaboliten und deren ökologische Funktion. Die Schwammextrakte und -fraktionen wurden in einem antibakteriellen Tests gegenüber 30 verschiedenen Mikroorganismen getestet und zeigten vergleichbare Aktivitäten wie Extrakte aus warmen oder tropischen Gewässern. Insbesondere *Pachymatisma johnstonii*, *Phakellia ventilabrum* und *Isodictya palmata* fielen durch ihre hohe Aktivität auf. Die Ascidien-Extrakte waren gegenüber Krebszellen aktiv. Besonders *Dendrodoa grossularia* zeigte eine hohe Aktivität bei den Extrakten und den aufgereinigten Fraktionen. In beiden Fällen muss die Aktivität noch für die Reinstoffen überprüft werden.

Schwämme der tropischen Gattung *Agelas* schützen sich chemisch durch bromierte Pyrrol-Alkaloide gegen räuberische Fische. Die Mechanismen dieser fraßabschreckenden Wirkung sind jedoch bisher nicht verstanden. Wir testeten bromierte Pyrrol-Alkaloide auf ihre zell-physiologischen Effekte in einer Zelllinie sowie in olfaktorischen Neuronen aus Rhinophoren-Schnitten des Seehasen *Aplysia punctata*. 4,5-Dibrompyrrol-2-carbonsäure hatte einen starken Einfluss auf die Kalziumsignale beider Zelltypen. Die Kalzium-Mengen wurden mittels fluoreszierender Kalzium chelatisierender Farbstoffe bestimmt. Gene-

of brominated pyrrole alkaloids. Nevertheless, the cellular mechanisms of bromopyrrole alkaloids as a feeding deterrent are not understood. Brominated pyrrole alkaloids were tested for physiological effects in a cell line and in olfactory neurons from sliced rhinophores of Aplysia punctata. The derivative 4,5-dibromopyrrole-2-carboxylic acid affected cellular calcium signals in both cell types. In general, cellular calcium plays a crucial role in many physiological processes. Interference by 4,5-dibromopyrrole-2-carboxylic acid with calcium signals in taste and olfactory receptors of snails, fish and other predators may be one reason for the feeding-deterrent activity.

In a chemical ecological assay of marine invertebrates, the sponge Haliclona viscosa showed a high activity. By following up the activity, four new natural products, belonging to the class of 3-alkylpyridinium alkaloids, were identified. These compounds are the subject of an organic synthesis project to provide sufficient material for biological testing.

Additional studies on natural products have focussed on interesting species from various regions. For example, field analyses of natural products in Antarctic gorgonians revealed a biochemical primitive 10-ring sesquiterpene lactone, which was later extensively characterized in the laboratory by appropriate spectroscopic methods. This compound is suspected to exhibit a high bioactivity, based upon structural elements and the high concentrations detected. In higher plants, similar compounds act as deterrents against insects. Among benthic invertebrates from the North Sea, an annelid worm was found containing high levels of an unknown monobrominated derivative of ordinary cinnamic acid. Growth inhibition of test bacteria and yeast was

rell kommt Kalzium eine zentrale Rolle in vielen zellulären Signalprozessen zu. Eine Interaktion von 4,5-Dibrompyrrol-2-carbonsäure mit zellulären Kalziumsignalen in chemorezeptiven Zellen von Schnecken, Fischen oder anderen Tieren ist möglicherweise ein Grund für deren fraßabschreckende Wirkung.

Auch aus dem Schwamm *Haliclona viscosa* aus der Arktis (Spitzbergen) konnten vier neue Naturstoffe isoliert werden, bei denen es sich um Substanzen der Klasse 3-Alkyl-pyridinium-alkaloide handelt. Diese Verbindungen zeigten eine große Aktivität im Fraßabschreckungs- und antimikrobiellen Test, die auch für die Reinsubstanzen reproduziert werden konnte. Diese vier Verbindungen werden zurzeit synthetisiert.

Weitere Untersuchungen zu Naturstoffen konzentrieren sich auf interessante Organismengruppen aus unterschiedlichen Regionen. In einer antarktischen Hornkoralle wurde das biochemisch primitive 10-Ring Sesquiterpenlactone gefunden und weitgehend identifiziert. Aufgrund der hohen Konzentrationen ist zu vermuten, dass diese Substanzen eine ökologische Funktion besitzen und ähnlich wie in höheren Pflanzen vor Fraß schützen. In benthischen Wirbellosen der Nordsee wurde eine Ringelwurmart gefunden, die hohe Gehalte eines bislang unbekanntes, monobromierten Zimtsäurederivats enthält. Eine deutliche Wachstumshemmung von klassischen Testbakterien und Hefen durch diesen Stoff wurde nachgewiesen. Strukturell ähnliche Verbindungen verhindern in Seegras den Aufwuchs. In Bakterien aus den Polarregionen wurden neue Naturstoffe u. a. mit antibiotischen Wirkungen (z. B. Phenazostatin D, Parimycin, 2- und 4-Chartreusinmonoacetat) entdeckt. Für deren Bildung waren insbesondere *Streptomyces* spp. verantwortlich. Phenazostatin D wird wahrschein-

observed with this compound. A structurally similar compound in sea-grass functions as an anti-fouling agent and prevents biofilm formation.

Bacterial isolates from polar regions displayed a wide activity spectrum including antibiotic activity (e. g., phenazostatin D, parimycin, 2- and 4-chartreusin-monoacetate). The producer of phenazostatin D is presumably a member of a new genus of actinomycetes. Polar macroalgae from Spitsbergen were also investigated for habitat effects on secondary metabolites.

Studies on lipids in polar organisms have progressed during the last years and investigations have been supplemented by species from the tropics. It is now possible to compare the lipid biochemistry of similar species from very different regions. During a RV 'Polarstern' expedition from Bremerhaven to Cape Town, 400 samples were collected and analysis was initiated. Preliminary results showed that the pronounced storage of lipids known from species of polar regions is much less in tropical waters. Pteropods were studied in detail because of their exceptional composition of lipids, as found in species from the polar regions. In particular, in the pteropod Clione limacina unusual ether-lipids and fatty acids with an odd number of carbon atoms were found in high amounts. To elucidate function and biosynthetic pathways, experiments were performed in Ny Ålesund (Spitsbergen). In cooperation with the Norsk Polar Institute in Tromsø, the lipid biochemistry of additional species, such as Mertensia ovum and Beroe cucumis was investigated.

Phytosterols with unconventional structures were identified in Antarctic surface water, attributable to cell-wall sterols of the diatom genus Corethron.

lich von einer neuen Gattung der Actinomyceten gebildet. Bei polaren Makroalgen von Spitzbergen wird der Einfluss von Umgebungseffekten auf den Sekundärmetabolismus untersucht.

Die Analytik von Lipiden in polaren Organismen wurde fortgesetzt und durch Untersuchungen von tropischen Arten ergänzt. Während einer ‚Polarstern‘-Expedition von Bremerhaven nach Kapstadt konnten ca. 400 Proben gesammelt werden. Damit besteht die Möglichkeit eines direkten Vergleichs der Lipidbiochemie von ähnlichen Arten aus sehr verschiedenen Meeresgebieten. Erste Ergebnisse zeigen, dass die Speicherung von Lipiden, die besonders ausgeprägt in den Polargebieten erfolgt, weit weniger in Organismen aus den tropischen Regionen auftritt. Pteropoden (Flügelschnecken) werden schwerpunktmäßig untersucht, da sie sich in den Polargebieten durch eine ungewöhnliche Zusammensetzung ihrer Lipide auszeichnen. Spezielle Ether-Lipide in Verbindung mit seltenen Fettsäuren, die eine ungerade Anzahl von Kohlenstoffatomen besitzen, treten in erheblichen Mengen in *Clione limacina* auf. Um die Funktion und Biosynthese der Etherverbindungen und Fettsäuren zu klären, wurde eine Reihe von Versuchen in Ny Ålesund (Spitzbergen) durchgeführt. In Kooperation mit dem Norsk Polar Institut in Tromsø wurde das Artenspektrum erheblich erweitert und die Lipidbiochemie von Arten wie *Mertensia ovum* und *Beroe cucumis* untersucht.

Phytosterine mit ungewöhnlichen Strukturen wurden in antarktischem Oberflächenwasser gefunden und konnten Zellwandsterinen der Diatomeengattung Corethron zugeordnet werden. Bei der Analyse taxonomisch verwandter Arten waren jeweils aufeinander folgende Zwischenprodukte der Cholesterinbiosyn-

Analyses were extended to taxonomic relatives of Corethron from laboratory cultures. The fact that consecutive intermediates of cholesterol biosynthesis were found as major products provides evidence for an evolutionary sequence of the molecular structure of cholesterol and the function of sterols in the cell wall in this diatom group.

Investigations on the distribution of natural and anthropogenic trace compounds in the open ocean and polar areas were conducted to determine processes of physical transport, chemical degradation and bioaccumulation of substances in the global environment. Chlorinated pesticides – transported from the northern hemisphere to Antarctica via the atmosphere – were found in Antarctic animals according to trophic levels. The highest concentrations of these compounds were measured in Weddell seals. Concentrations of hexachlorocyclohexanes (HCHs) have been followed in surface waters of the North and South Atlantic for more than twenty years. Since the worldwide ban on production and usage of this industrial chemical a decade ago, a four-fold decrease was observed in the remote ocean surface waters. The measured geographic and temporal gradients verify results from global distribution models.

Considerable progress was also achieved within the framework of studies on chemical characteristics of dissolved organic matter (DOM). The persistent fraction of DOM is an important sink in the global carbon cycle. Until now, the chemical stability of DOM prevented an extensive identification of the component structures. By means of size exclusion chromatography (SEC), approximately 40 % of the aged dissolved organic carbon in the deep sea was found to consist of low molecular (<300 g mol⁻¹)

these als Hauptprodukte nachweisbar. Offensichtlich zeigt sich in dieser Diatomeengruppe die Evolution der molekularen Struktur des Cholesterins.

Untersuchungen zur Verteilung von natürlichen Spurenstoffen und Schadstoffen im offenen Ozean und in den Polargebieten werden durchgeführt, um den physikalischen Ferntransport, chemischen Abbau und Bioakkumulation in der globalen Umwelt besser verstehen zu können. In antarktischen Tieren verschiedener trophischer Ebenen wurden Spuren von chlorhaltigen Pestiziden gefunden, deren Hauptquellen sich in der Nordhemisphäre befinden und die nur über die Atmosphäre in die Antarktis gelangt sein können. Die höchsten Gehalte dieser Stoffe wurden in Weddell-Robben gemessen. Im Oberflächenwasser des Süd- und Nordatlantiks haben wir die Konzentrationen einer Industriechemikalie (Hexachlorcyclohexan, HCH) über 20 Jahre bestimmt und seit ihrem weltweitem Produktions- und Anwendungsstopp vor 10 Jahren eine Abnahme im offenen Ozean um 75 % beobachtet. Die gemessenen geographischen und zeitlichen Gradienten im Atlantik bestätigen die Ergebnisse von globalen Transport- und Verteilungsmodellen zufriedenstellend.

Im Rahmen der Arbeiten zur chemischen Charakterisierung des marinen gelösten organischen Materials (DOM) konnten erhebliche Fortschritte erzielt werden. Der Anteil des DOM, der sehr resistent gegen Abbauprozesse ist, stellt ein wichtiges Kompartiment im globalen Kohlenstoffkreislauf dar. Atmosphärisches CO² wird damit dem aktiven Kohlenstoffkreislauf auf Jahrtausende entzogen. Die chemische Stabilität verhinderte bislang eine umfassende Identifizierung der Strukturen des DOM. Mit Hilfe von Größenausschluss-Chromatographie (GPC) konnte festgestellt

amphiphilic substances (having both hydrophobic and hydrophilic characteristics). The increasing age of the samples was correlated with a decrease in the amount of organic acids and in the molecular size of DOM molecules. On the basis of SEC measurements, chemical characteristics of DOM and their changes over time (diagenesis) can be examined. In this manner, water masses of different age could be characterised in the Weddell Sea. The ability to measure DOM in original water samples is a major advantage of the SEC method, since many other analytical techniques require higher DOM concentrations, involving isolation and enrichment from the sea water matrix. New methods based on the use of organic adsorbents were developed and tested on marine samples from the Arctic and Antarctic deep sea. The effort required for DOM extraction was significantly reduced and an enrichment efficiency of up to 70 % was achieved. In cooperation with Bruker Daltonics (Bremen), the enriched sample material was measured with an ultra-high resolution Fourier-transform ion cyclotron resonance mass spectrometer. Several thousand chemical formulas were identified in samples from Antarctica, the north Brazilian shelf, and from a photodegradation experiment. These are the first extensive molecular data for DOM in marine samples. A few days of photodegradation, for example, resulted in a significant loss of DOM and in a radical modification of its chemical characteristics. In the near future, nuclear magnetic resonance spectroscopy (NMR) and liquid chromatography coupled with mass spectrometry (LC-MS) will also be applied to identify source and process indicators on a molecular level.

werden, dass ca. 40 % des alten gelösten organischen Kohlenstoffs in der Tiefsee in Form von niedermolekularen ($<300 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$) Molekülen mit amphiphilen, d. h. mit gleichermaßen wasserlöslichen wie -unlöslichen Eigenschaften vorliegt. Des Weiteren zeigte sich, dass mit zunehmendem Alter der Proben der Anteil der organischen Säuren und die Molekülgrößen abnehmen. Somit lassen sich anhand dieser Messmethode sowohl Aussagen über die chemischen Eigenschaften des DOM als auch über deren Änderung mit der Zeit (Diagenese) treffen. Im Weddell Meer ließen sich auf diese Weise Wassermassen unterschiedlichen Alters charakterisieren. Die GPC-Methode hat den Vorteil, dass sie an originalen Wasserproben angewendet werden kann. Viele andere analytische Techniken setzen eine höhere Konzentration des DOM in den Proben voraus, so dass eine Anreicherung aus dem Seewasser erforderlich ist. Hierzu wurden neue Extraktionsmethoden mit organischen Adsorbermedien entwickelt und auf ihre Eignung für marine Proben aus der arktischen und antarktischen Tiefsee getestet. Die Extraktion des DOM konnte deutlich vereinfacht und eine Anreicherungs-effizienz von bis zu 70 % erreicht werden. An dem angereicherten Material wurden in Zusammenarbeit mit der Firma Bruker Daltonics (Bremen) Messungen an einem hochauflösenden Ionen-Zyklotron-Resonanz-Massenspektrometer durchgeführt. In Proben vom nordbrasilianischen Schelf und der Antarktis sowie in Proben eines Photoabbauexperimentes konnten mehrere tausend Summenformeln identifiziert werden. Dies sind die ersten umfassenden molekularen Daten über DOM in marinen Proben. Der Photoabbau, zum Beispiel, führte innerhalb von wenigen Tagen zu einem deutlichen Abbau und einem radikalen Umbau der

3.2.3 Shelf sea ecology

One project of the section 'Shelf Sea Ecology', the biotope mapping of the littoral zone of Helgoland, is nearly completed. For the first time, a geo-referenced map with quantitative biotope areas is available and will serve as a basis for studies of changes in biodiversity. In this context a geographical information system (GIS Helgoland) is being established. In cooperation with the DLR (Oberpfaffenhofen) a digital, geo-referenced aerial photograph of the littoral zone of Helgoland was created by using the hyper spectral scanner ROSIS. First analyses showed that some biotope complexes may be monitored with this remote sensing technique in a most promising way. It will facilitate the quantification of biotopes (see Fig.) and may be used as a monitoring tool in future investigations.

In the current evaluation of the long term series at Helgoland Roads a mathematically conceivable relation between a warm autumn with an increase in temperature of $1.1 \text{ }^\circ\text{C}$ within 40 years and a later start of spring plankton blooms became evident. The patterns of appearance of all the determined algal species at Helgoland Roads during the last 40 years were evaluated. During the last 18 months, a newly established way of detailed identification of living phytoplankton from net catches showed that of the 208 species identified (119 diatoms and 89 dinoflagellates) 57 (30 diatoms and 27 dinoflagellates) were registered at Helgoland for the first time. We were able to isolate several seasonal key species of phytoplankton, maintain them in cultures, and experimentally examine their growth requirements concerning nutrients, light, and temperature. The results were summarized in a catalogue. These species of different

chemischen Merkmale des DOM. Mit der zusätzlichen Anwendung von Kernresonanzspektroskopie und Flüssigkeitschromatographie-Massenspektrometrie soll in Zukunft versucht werden, Quellen- und Prozessindikatoren auf molekularer Ebene zu identifizieren.

3.2.3 Schelfmeerökologie

In der ‚Sektion Schelfmeerökologie‘ wurde die Biotopkartierung der Helgoländer Gezeitenzone weitgehend abgeschlossen. Erstmals entsteht daraus eine georeferenzierte Karte mit quantitativen Flächenbezügen, die für die weitere Beobachtung der Biodiversität des Naturschutzgebietes Helgoländer Felssockel als Grundlage dient. In diesem Zusammenhang wird ein GIS (Geographisches Informationssystem) Helgoland aufgebaut. In Zusammenarbeit mit dem DLR Oberpfaffenhofen wurde der Gezeitenbereich von Helgoland unter Einsatz des hyperspektralen Scanners ROSIS überflogen. Erste Analysen zeigen, dass sich einige Biotopkomplexe vielversprechend mit dieser Fernerkundungsmethode erfassen lassen, was eine Quantifizierung der Bestände erheblich vereinfachen würde (siehe Abb. 4). Die Anwendbarkeit der Methode als Monitoring Werkzeug wird deshalb geprüft.

Im Rahmen der Langzeituntersuchungen an der Helgoland Reede zeigte sich, dass ein mathematisch beschreibbarer Zusammenhang zwischen einem warmen Herbst (Temperaturerhöhung von 1,1 °C in 40 Jahren) und einem späteren Beginn der Frühjahrs-Planktonblüten besteht. Die Erscheinungsmuster aller erkannten Algenarten an der Helgoland Reede über 40 Jahre wurden ausgewertet. Eine neu etablierte, detaillierte Phytoplankton-Artenerhebung an leben-

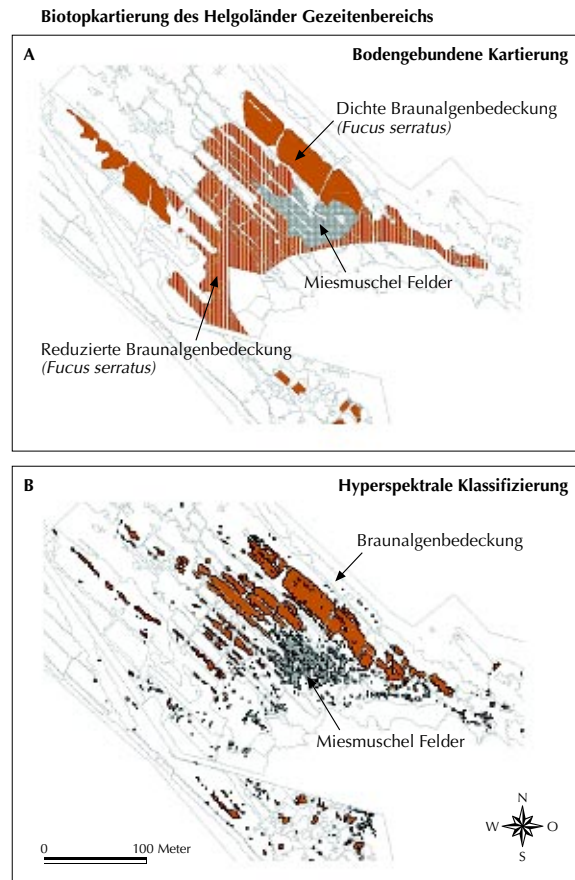


Abb. 4: Biotopkartierung des Helgoländer Litorals (Ausschnitt) und Umsetzung in eine Karte mit Hilfe von GIS. Die klassische bodengebundene Biotop-Kartierung kommt ohne Generalisierungen nicht aus (A), während eine Klassifizierung über hyperspektrale Luftbilder auch die Fleckenhaftigkeit von Beständen zeigt (B).

Fig. 4: Biotope mapping example from the Helgoland littoral zone and corresponding GIS based map. The traditional biotope mapping techniques using field observations result in a generalized map (A), while computer classification using hyperspectral airphotos more clearly document the true patchiness of the stands (B).

den Netzfängen ergab, dass von den 208 in den letzten eineinhalb Jahren nachgewiesenen Arten (119 Diatomeen und 89 Dinoflagellaten) 57 Erstregistrierungen (30 Diatomeen und 27 Dinoflagellaten) für Helgoland vorliegen. Wir konnten mehrere Schlüsselphytoplanktonarten für verschiedene Jahreszeiten isolieren, in Kultur bringen und ihre Wachstums-eigenschaften (Nährstoff-, Licht-, Temperaturbedürfnisse) experimentell bearbeiten und in einem Katalog darstellen. Diese Arten unterschiedlicher Nahrungsqualität werden auch als Futteralgen für Zooplanktonversuche eingesetzt (siehe Foodweb-Bericht in den Sonderthemen, Kap. 2). Bei den neu begonnen Untersuchungen zum Einfluss von Grazern auf Mikroalgen-diversität und auf die Abwehrmechanismen der Mikroalgen zeigte sich, dass Mikroalgen ihre Wachstumsstrategien in der Gegenwart von Fraßfeinden ändern, wie zum Beispiel, Kettenbildung oder Bildung sehr großer Zellmengen. Auch die Futterpräferenzen von Mikrozoobenthos für verschiedene benthische Mikroalgen wurden bearbeitet, wobei bestimmte Organismen sich als sehr wählerisch entpuppten und andere wiederum alle Arten fraßen.

In Zusammenarbeit mit der ‚Biologischen Ozeanographie‘ wurden neue Photosynthese-Pigment-Modelle erstellt und diese in die Entwicklung einer neuen Sondentechnologie (kommerziell) eingebracht, wodurch eine bessere Mikroalgenunterscheidung in Gewässern möglich werden soll. Weitere neue Technologien sind die automatische Messanlagen (FERRYBOX) zur Unterstützung des Foodweb Projektes und eine Messboje für die Erfassung von Nährstoffen, Salzgehalt, Trübung, Sauerstoff, pH und Algenklassen. Diese Parameter sollen Basisdaten zu Phytoplankton-sukzession und zu Blütenereignissen liefern.

nutritional quality were also utilized as food organisms for experiments in zooplankton (cf. report on the Helgoland Food Web project, in special topics). The influence of grazers on microalgal diversity and on defense mechanisms of microalgae was tested in a new approach: It was shown that in the presence of predators microalgae follow different growth strategies, like forming chains or great quantities of cells. Experiments on the food preferences of microzoobenthos revealed some of them as very selective while others fed on all species of microalgae.

New models on phytosynthetically active pigments were developed in cooperation with the section Biological Oceanography and introduced into a new commercial sensor technology allowing a better differentiation of microalgae in the field. Additional new technologies are the automatic measuring system ‘FERRYBOX’ supporting the Foodweb project and an automatic buoy measuring nutrients, salinity, turbidity, oxygen, pH and algal classes. The data are collected to serve as a basis for recording phytoplankton successions and blooming events. Moreover, these techniques are being tested for their applicability in the management of coastal waters.

In the course of the investigations of the rocky intertidal of Helgoland the detailed inventory of the hard bottom fauna from 1984 was repeated. At first, drastic changes concerning the macroalgae became evident. Mussel beds spread considerably. A total of 161 species of macrofauna were found. In comparison to 1984, 29 species could be added and 46 were missing. In order to evaluate the role of climatic or other reasons for these changes, studies of inter-annual variability are planned. There is a continuous exchange of data with the parallel running

Ferner werden die Techniken auf ihre Tauglichkeit für ein Küstengewässermanagement getestet.

Im Rahmen der Untersuchungen der Hartbodenfauna des Gezeitenbereichs Helgolands wurde die eingehende Bestandsaufnahme von 1984 wiederholt. Es zeigten sich drastische Veränderungen, zunächst die Makroalgen betreffend. Muschelbänke haben sich erheblich ausgebreitet. Von insgesamt 161 Arten der Makrofauna kamen 29 hinzu und 46 sind verschwunden. Um ursächliche, insbesondere klimatische Zusammenhänge besser beurteilen zu können, sind jetzt Studien der interannuellen Variabilität geplant. Ein Abgleich mit den parallel laufenden Makroalgen-Aufnahmen findet ständig statt.

Seit Beginn der 1990er Jahre werden bei Helgoland zunehmend Arten von Invertebraten beobachtet, die zuvor auf das atlantische Gebiet bis zum Eingang des Ärmelkanals beschränkt waren. Ihre Arealausweitung steht offensichtlich mit dem zunehmend ozeanischen Charakter (Anstieg von Temperatur und Salinität) der Nordsee in Zusammenhang. Diese Tendenz hat sich auch in den letzten beiden Jahren fortgesetzt; Beispiele für ozeanische Arten, die in diesem Zeitraum erstmalig bei Helgoland auftraten, sind der Einsiedlerkrebs *Diogenes pugilator* und die Nacktschnecken *Elysia viridis* und *Gleitodoris planata*. Im Sommer 2003 wurden bei Helgoland die ersten Exemplare der Pazifischen Auster (*Crassostrea gigas*) entdeckt. Das weitere Schicksal dieser Art bei Helgoland und ihr möglicher Einfluss auf die lokale Hartboden-Biozönose werden nun untersucht.

Die Biodiversität und Ökologie der Bewohner des Helgoländer Felssockels wurden beispielhaft an Asseln der Gattung *Idotea* untersucht. Die Arten *I. pelagica* (im oberen Eulitoral) und *I. granulosa* (im

inventory of macroalgae in the rocky intertidal.

*Since the early 1990s, a growing number of invertebrate species are recorded at Helgoland that were formerly restricted to the Atlantic Ocean up to the Channel entrance. The extension of their occurrence obviously depends on the increasingly oceanic character of the North Sea with a higher temperature and greater salinity. This tendency continued in the last two years. Examples for oceanic species that have been recorded for the first time at Helgoland during this period are the hermit crab *Diogenes pugilator* and the nudibranchs *Elysia viridis* and *Gleitodoris planata*. The first specimens of the Pacific oyster (*Crassostrea gigas*) were discovered at Helgoland in the Summer of 2003. The further fate of this species at Helgoland and its possible influence on the local hard bottom fauna will be monitored.*

*The biodiversity and ecology of the rocky shore fauna at Helgoland were investigated on isopods of the genus *Idotea* as a model. In experiments, the species *I. pelagica* (in the upper eulitoral) and *I. granulosa* (in mid- and lower eulitoral) showed hardly any higher tolerance against desiccation as well as changes in temperature and salinity than the sublittoral species *I. baltica*. The spatial separation and therefore co-existence of these species is less determined by their physiological adaptation than by direct competition. *Idotea granulosa* and *I. baltica* showed an interesting modification of their reproductive strategy. If they were exposed to wet and dry phases instead of continuous submersed conditions they produced less, but larger juveniles, this way reducing juvenile mortality.*

*The oceanic isopod *Idotea metallica* is associated with all kinds of floating substrates and has been*

mittleren und unteren Eulitoral) zeigten im Experiment kaum höhere Toleranzen gegenüber Trockenheit sowie Temperatur- und Salinitätsschwankungen als die sublitorale Art *I. baltica*. Die räumliche Trennung und damit Koexistenz dieser Arten wird weniger durch ihre physiologischen Anpassungen als durch direkte Konkurrenz bestimmt. *Idotea granulosa* und *I. baltica* zeigten eine interessante Modifikation ihrer Reproduktionsstrategie, wenn sie anstatt ständiger Wasserbedeckung täglichen Trockenphasen ausgesetzt wurden: Sie produzierten weniger, aber größere Jungtiere und reduzierten dadurch die Juvenilmortalität.

Die mit treibenden Objekten aller Art assoziierte ozeanische Assel *I. metallica* tritt seit 1994 bei Helgoland auf. Die Art kann in der Nordsee aber nicht überwintern, sondern rekrutiert sich hier jedes Jahr erneut vermutlich aus einer nordatlantischen Metapopulation. In Küstennähe tritt der Immigrant *I. metallica* auf treibenden biotischen Objekten (losgerissenen Makroalgen) mit der heimischen Art *I. baltica* in Konkurrenz. Alle Untersuchungen weisen darauf hin, dass letztere nicht durch die neue Art verdrängt werden kann. Dennoch wird sich *Idotea metallica* vermutlich stärker küstenfern an beständigen abiotischen Substraten (z. B. Holz, Plastikmüll) als neues Element der Nordseefauna etablieren. Durch eine ausgeprägte Toleranz gegenüber Nahrungslimitierung ist *I. metallica* an diesen Habitaten praktisch ohne Konkurrenz. Weitgehend unabhängig vom Nahrungsangebot erreichen die Tiere in kurzer Zeit (wenn auch bei sehr unterschiedlicher Körpergröße) die Geschlechtsreife.

Im Rahmen der Studien zur funktionellen Biodiversität der helgoländer Fauna zeigte sich, dass der Hummer bei Helgoland in seiner Entwicklung extrem temperaturabhängig ist. Leichte jahreszeitliche Tem-

*found close to Helgoland since 1994. Not able to endure the winters in the North Sea this species is probably recruited annually from a North Atlantic metapopulation. Nearshore the immigrant *I. metallica* floating on biological objects like detached macroalgae has to compete with the local *I. baltica*. All investigations have indicated that the latter will not be displaced by the new species. Nevertheless, *I. metallica* will probably establish itself as a new element of the North Sea fauna in areas somewhat more distant from the shore and on abiotic substrates like floating wood or plastic. Due to a pronounced tolerance against nutritional limits *I. metallica* is practically lacking competitors in these habitats. Almost independent of the available food, these animals reach the reproductive stage in a short time, even though at a very variable body size.*

Studies on the functional biodiversity of the Helgoland fauna revealed the larval development of the Helgoland lobster as an extremely temperature dependent process. Small seasonal shifts in the ambient temperature regime could therefore lead to severe consequences in the development of the local population. The investigation is partly funded by the regional state of Schleswig-Holstein aiming at the revelation of the causes for the strong decline in the lobster population at Helgoland and to assess the feasibility of restocking it. Repetitive catches of tagged lobsters amount to more than 15 % and allow first assessments towards the establishment of the population dynamics of the Helgoland lobster.

Experiment with penaeid shrimp revealed that the metabolic key enzyme citrate synthase may serve as a suitable proxy to assess the metabolic activity and capacity during larval development. The cooperation

peratur-Verschiebungen im Feld könnten daher schon zu gravierenden Beeinträchtigungen in der Populationsentwicklung führen. Die langfristig angelegten Untersuchungen, die von der Landesregierung in Schleswig Holstein gefördert werden, befassen sich mit den Ursachen des Populationsrückgangs und mit der Abschätzung der Machbarkeit einer Wiederaufstockung der Population. Wiederfänge markierter Zuchthumme liegen über 15 % und erlauben erste Erkenntnisse einer Populationsdynamik.

Experimente mit penaeiden Garnelen zeigen, dass das Schlüsselenzym Citratsynthase als gutes Maß für die Abschätzung der Stoffwechselaktivität dienen kann. Die Kooperation mit der Universität Sao Paulo wird fortgesetzt, vor allem im Hinblick auf die Anwendung dieses Ergebnisses in der Aquakultur.

Die Bewohner von Schelfmeeren und Küstengewässern sind nicht nur marinen, sondern auch limnischen und terrestrischen Einflüssen ausgesetzt. Das Leben in ökologisch-klimatischen Übergangsbereichen erfordert jedoch spezifische Anpassungen im Lebenszyklus, insbesondere in Fortpflanzung und Entwicklung. An ausgewählten Modellarten, die in ihrer Evolution unterschiedlich erfolgreich bei der Besiedlung von Brack- und Süßwasser oder festem Land gewesen sind, wurden vergleichende ökophysiologische Untersuchungen durchgeführt, um Adaptationen an nicht-marine Bedingungen zu erkennen. Wie beispielsweise an der Strandkrabbe (*Carcinus maenas*) experimentell gezeigt werden konnte, setzt eine erfolgreiche Larvenentwicklung unter Bedingungen reduzierten Salzgehalts ein ontogenetisch frühes Auftreten osmoregulatorischer Fähigkeiten voraus, die ihrerseits auf einer frühzeitigen Expression des Schlüsselenzyms Na⁺-K⁺-ATPase in speziellen ionen-

with the University of Sao Paulo is being continued, particularly with respect to an application of results from this work in aquaculture.

*Invertebrates of shelf and coastal seas are not only exposed to marine influences but also to limnetic as well as terrestrial impacts. Life in ecological-climatic transition zones requires specific adaptations of life cycles, particularly in reproduction and development. Selected model species which had been differently successful in the colonization of brackish and fresh water systems were used for comparative eco-physiological experimentation in order to elucidate specific non-marine adaptations. As could be experimentally shown in the green crab *Carcinus maenas* successful larval development under conditions of reduced salinity requires an early ontogenetic appearance of osmo-regulatory capacities. These are based on the early expression of the key enzyme Na⁺-K⁺-ATPase located in specific ion-regulatory cells. By application of immuno-histochemical and electron-optical methods such 'iono-cytes' were localized in larval transport epithelia in the prospective gill areas for the first time.*

*The ctenophore *Pleurobrachia pileus* is an important predator in the zooplankton. It appears in high numbers in spring time. Their over-wintering strategy is unknown. We found individuals of the ctenophore close to the sea-bottom when temperatures were low. Their behavior changed drastically, however, when benthic predators like *Carcinus maenas* were present. The jelly-fish detected the presence of crustaceans even if they were only exposed to maintenance water devoid of these predators. Consequently, they migrated from the bottom to the higher water strata. This was seen as a good example for chemical com-*

regulierenden Zellen beruhen. Mit Hilfe immunhistochemischer und elektronen-mikroskopischer Methoden konnten solche Ionocyten erstmals in larvalen Transportepithelien innerhalb des prospektiven Kiemenbereichs lokalisiert werden.

Die Rippenqualle *Pleurobrachia pileus* ist ein wichtiger Räuber des Zooplanktons. Sie erscheint im Frühjahr in größeren Mengen in der Wassersäule. Ungeklärt ist aber wie sie überwintert. Wir haben festgestellt, dass Individuen der Rippenqualle bei niedrigen Temperaturen sich in Bodennähe aufhalten, dass aber dieses Verhalten sich ändert, wenn benthische Räuber wie *Carcinus* anwesend sind. Die Quallen nehmen die Anwesenheit der Crustaceen wahr, auch wenn sie nur mit dem Hälterungswasser in Berührung kommen und wandern vom Boden in höhere Wasserschichten. Dieses ist ein gutes Beispiel für chemische Kommunikationsprozesse im Meer.

Im Mittelpunkt der Untersuchungen zur Ernährungsphysiologie von Krebsen standen die Wechselwirkung der beiden wichtigsten Verdauungsorgane der Krebse, der Magen und die Mitteldarmdrüse. Verdauungsenzyme werden in der Mitteldarmdrüse synthetisiert und dann in das Magenlumen entlassen. Als Modellorganismus wurde der heimische Taschenkrebs, *Cancer pagurus* ausgewählt. Aufgrund der Größe des Tieres konnten ausreichende Mengen an Magenflüssigkeit für umfangreiche biochemische Untersuchungen gewonnen werden ohne das Tier zu schädigen. Die chromatographische Auftrennung der Magenflüssigkeit erbrachte rund 20 enzymatisch aktive Proteine von 5 bis 150 kDa. Die meisten waren Endopeptidasen, Glucosidasen und Esterasen. Darunter wurden drei Trypsin- und eine Chymotrypsin-Isoform identifiziert. Die proteolytischen Enzyme wiesen

munication in the sea.

Investigations on the digestive physiology of crustaceans were centered at the interactions between the two most important digestive organs of the crabs, the stomach and the midgut gland. The native crab, Cancer pagurus, was chosen as a model organism. Due to its size, sufficient amounts of gastric fluid could be obtained for extensive biochemical investigations without injuring the animal. Digestive enzymes are synthesized in the midgut gland and then released into the stomach.

The chromatographic separation of the gastric fluid revealed about 20 enzymatically active proteins of 5 to 150 kDa. Most were endopeptidases, glucosidases, and esterases. Among them three trypsin- and one chymotrypsin-isoform were identified. Beside their high activities the proteolytic enzymes showed also extraordinary high stabilities.

In the framework of a cooperation with the Centro des Investigaciones Biologica del Noroeste (CIBNOR), which was funded by the German and Mexican Federal Ministries of Science and Technology, a comparative study of proteinases in crustaceans from the North Sea and the Gulf of California was carried out. Active enzymes were separated electrophoretically. Each crustacean species showed an individual proteinase pattern. This zymogramm could also be used as an 'enzymatic fingerprint' for the distinction of morphologically similar species.

The results illustrate a high variety and intraspecific variability of digestive enzymes in crustaceans. The extracellular enzymes ensure the efficient and rapid degradation of the food already in the stomach. In the midgut gland nutrients are resorbed and provide for further metabolic processes. First clues

indicate that different enzymatic feeding strategies evolved within the various crustacean groups which will be subject of future research.

neben ihrer hohen Aktivität auch eine außerordentlich hohe Stabilität auf. Im Rahmen einer durch das BMBF und das mexikanische Forschungsministerium geförderten Kooperation mit dem „Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste“ (CIBNOR) wurden vergleichend die Proteinase verschiedener Krebsarten aus der Nordsee und dem Golf von Kalifornien untersucht. Die aktiven Enzyme wurden dabei elektrophoretisch aufgetrennt. Jede Krebsart wies ein individuelles Proteinase-Spektrum auf. Diese Zymogramme konnten sogar als enzymatische Fingerabdrücke für die Unterscheidung morphologisch ähnlicher Arten herangezogen werden. Die Ergebnisse verdeutlichen, dass marine Krebsarten eine große Vielfalt von Verdauungsenzymen aufweisen, die auch von Art zu Art unterschiedlich sind. Die abgesonderten extrazellulären Enzyme bewirken bereits im Magen einen effizienten und schnellen Abbau der Nahrung. In der Mitteldarmdrüse werden die Nährstoffe in die Zellen aufgenommen und den weiteren Stoffwechselprozessen zugeführt. Erste Hinweise deuten darauf hin, dass sich innerhalb der verschiedenen Krebsgruppen unterschiedliche enzymatische Ernährungsstrategien entwickelt haben die zukünftig detaillierter untersucht werden.

3.3 Benthische Ökosysteme

Die Arbeiten des Fachbereichs beinhalten ökologische, physiologische und ökotoxikologische Labor- und Freilanduntersuchungen, überwiegend mit engem Bezug zum marinen Benthal. Regionale Schwerpunkte sind die Schelfe und Küstengewässer der Polarmeere sowie der Küstenbereich der Nordsee. Die Arbeiten umfassen einen weiten Bereich, von physiologisch-biochemischen Ansätzen auf molekularem und zellulärem Niveau über Organismen, Populationen und Lebensgemeinschaften bis hin zu Teilökosystemen und übergreifenden Fragen des Stoff- und Energieflusses. Die Dynamik benthischer Ökosysteme, ihrer Gemeinschaften, Populationen und Organismen wird bestimmt sowohl durch abiotische Umwelteinflüsse als auch durch die Wechselwirkungen zwischen Organismen.

Ökologische Befunde bedürfen zu ihrer Erklärung vielfach sowohl physiologischer als auch struktureller Kausalanalysen. In vielen Vorhaben sind die Fragen, Ziele und Perspektiven komplementär. Worin unterscheiden sich benthische marine Ökosysteme? Welche Faktoren sind dafür verantwortlich? Wie haben sich die Organismen angepasst? Welche natürlichen und anthropogenen Einflüsse verändern Artengemeinschaften und Biodiversität? Welche Auswirkungen sind bei steigender anthropogener Einflussnahme oder globalen Temperaturschwankungen zu erwarten? In den drei Sektionen ‚Vergleichende Ökosystemforschung‘, ‚Küstenökologie‘ und ‚Ökophysiologie und Ökotoxikologie‘ werden Antworten auf diese Fragen gesucht.

3.3 Benthic ecosystems

Research work in the benthic sections incorporates ecological, physiological and ecotoxicological topics. Shelf and coastal waters of the polar seas as well as coastal areas of the North Sea are the areas of major interest. Work is organized rather broad incorporating physiological and biochemical investigations on a molecular and cellular scale, dealing with reactions of individuals, populations and communities towards external influences as well as questions relating to energy fluxes. In this context the dynamics of all parts of the benthic ecosystem and their reactions towards external influence is of particular interest.

Ecological findings may be explained on the basis of physiological as well as structural cause-effect relationships. Most of the questions arising from general ecological interest are similar, given that aims and objectives are overlapping even when the areas are different. Common questions are the following ones: What are the differences between marine ecosystems? Which are the factors responsible and what are the adaptive mechanisms? What are the natural and anthropogenic effects responsible for changes in communities and biodiversity? What may be the ecological effects of large-scale temperature changes? The three sections 'Comparative Ecosystem Research', 'Coastal Ecology' and 'Ecophysiology and Ecotoxicology' are trying to provide answers for the above questions.

3.3.1 Vergleichende Ökosystemforschung

Die im Rahmen des BMBF-Projekts SIRRO in enger Zusammenarbeit mit russischen Kollegen durchgeführten biologischen Untersuchungen spiegeln nachhaltig den Einfluss saisonaler Veränderungen in der südlichen Karasee wider. Die biologischen Prozesse in der Wassersäule und am Meeresboden werden durch die jährliche Süßwasserzufuhr der Flüsse Ob und Jenisei stark beeinflusst. Dieser Eintrag spielt eine entscheidende Rolle bei der Strukturierung des pelagischen Lebensraums, sowohl in der vertikalen Ausbreitung durch die Halokline, als auch in der horizontalen Verbreitung durch die Ausdehnung des salzarmen Oberflächenwassers. Insbesondere in der Biomasseverteilung und Artenzusammensetzung des Phytoplanktons waren deutliche Unterschiede zwischen Ob und Jenisei, deren Ästuarbereichen sowie der sich südlich anschließenden Karasee erkennbar. Das Zooplankton setzt sich überwiegend aus opportunistischen Arten zusammen, die an den raschen Wechsel in Salzgehalt und Nahrungsangebot unter dem Eis und im freien Wasser angepasst sind. Dagegen deuten die Berechnungen des makrobenthischen Kohlenstoffverbrauchs darauf hin, dass der aus beiden Flüssen eingetragene organische Kohlenstoff nicht ausreicht, um die benthischen Gemeinschaften der untersuchten Region zu ernähren. Sie müssen daher andere Kohlenstoffquellen erschließen, die nach unserer Einschätzung direkt auf die Primärproduktion in der südlichen Karasee zurückzuführen sind. Dieser Eindruck bestätigt sich auch nach der Untersuchung der Speicherlipide ausgesuchter makrobenthischer Arten. Die in der internationalen Literatur beschriebene Oligotrophie der Karasee kann anhand unserer Untersuchungen nicht

3.3.1 Comparative ecosystem research

Biological investigations carried out within the framework of the BMBF-Project SIRRO in cooperation with Russian colleagues reflect the influence of seasonal variation in the southern Kara Sea. The biological processes in the water column and on the sea floor were influenced by the annual intrusion of fresh water from the rivers Ob and Yenisei. These fresh water discharges were decisive for the structure of the pelagic habitat, both in vertical extension through the halocline and in horizontal distribution by the expansion of low-salinity surface water. Notably the phytoplankton biomass and species distribution show distinct differences between Ob and Yenisei, the estuaries, and the adjacent southern Kara Sea. The zooplankton assemblages were composed predominantly by opportunistic species, which were adapted to the rapid changes in salinity and food-supply under the sea ice and in the open water. In contrast the calculation of the macrobenthic carbon demand indicated, that the organic carbon originating from both rivers is insufficient to feed the benthic assemblages in the investigated area. They have to tap new carbon resources, which in our opinion originated directly from the primary production in the southern Kara Sea. This was confirmed by investigations of the lipid content of selected macrobenthic species. Based on our investigations we cannot confirm the oligotrophy of the Kara Sea described in international publications. The SIRRO-Project opens only a short temporal and spatial window. An extension of the investigation to other seasons as well as in northern direction is strongly recommended for the comprehensive understanding of the ecology.

Copepods play a major role in the energy fluxes

bestätigt werden. Das SIRRO-Projekt öffnete jedoch nur ein kleines zeitliches und räumliches Fenster. Eine Ausdehnung der Untersuchungen auf andere Jahreszeiten sowie auf weiter nördlich gelegene Seegebiete ist dringend erforderlich für ein umfassenderes Verständnis der Ökologie.

Copepoden sind eine Schlüsselgruppe der Stoffflüsse zwischen Meereis, Pelagial und Benthos. Ihr Fressverhalten ist daher von besonderem Interesse. Bei acht antarktischen Copepodenarten wurden die morphologischen Strukturen der Mandibel-Gnathobasen, die bei der Nahrungsaufnahme der Copepoden eine wichtige Rolle spielen, verglichen (Abb. 5). Die Form der Gnathobasen reflektiert den Ernährungstyp: Bei Phytoplanktonfressern sind sie kompakt gebaut, bei Zooplanktonfressern sind sie spitz und zeigen deutlich längere zahnartige Strukturen, die zum Aufspießen und Auseinanderreißen der Beute dienen. Die theoretische Stabilität der Gnathobasen von Phytoplanktonfressern wurde über dreidimensionale Finite-Elemente-Modelle berechnet. Die Belastungen, die beim Zerbrechen der stabilen Schalen vieler antarktischer Diatomeen auftreten, sind hoch und können zu Abnutzung und Brüchen im Material der Gnathobasen führen.

Die Untersuchungen zur trophischen Struktur des Weddellmeer-Ökosystems haben wesentliche neue Erkenntnisse ergeben. So ist die pelagische Nahrungskette von den planktischen Primärproduzenten zu den Robben durchschnittlich 2,5 trophische Schritte lang, während die benthischen Top-Prädatoren etwa 3,5 Schritte entfernt sind. An der Spitze der benthodemersalen Nahrungskette stehen die Nemertinen, gefolgt von Bodenfischen und Amphipoden. Die Echinoiden sind eng an die pelagische Primärproduktion

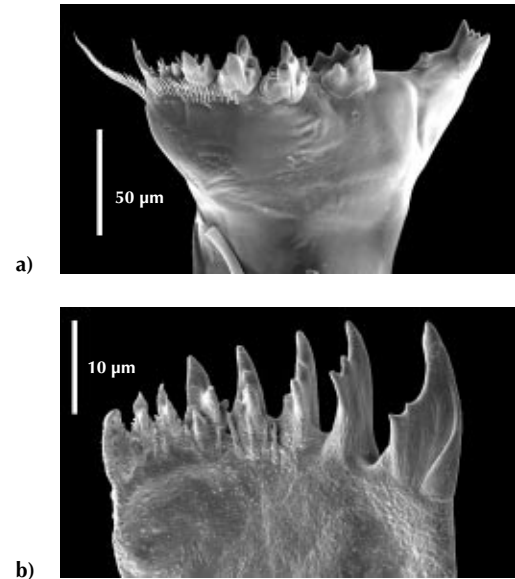


Abb. 5a: Linke Mandibel-Gnathobase von *Calanoides acutus*, Copepodidstadium V, von caudal. Mit den relativ kompakten zahnartigen Strukturen der Gnathobase können stabile Kieselalgenschalen zerbrochen werden.

Abb. 5b: Rechte Mandibel-Gnathobase eines *Microcalanus pygmaeus*-Weibchens von cranial. Die relativ langen und spitzen zahnartigen Strukturen der Gnathobase können zum Aufspießen und Zerkleinern von Beuteorganismen eingesetzt werden.

Fig. 5a: Caudal view of the left mandibular gnathopod of a Calanoides acutus copepodite stage V. The relatively compact teeth-like structures of the gnathopod can be used to crack stable diatom frustules.

Fig. 5b: Cranial view of the right mandibular gnathopod of a Microcalanus pygmaeus female. The relatively long and pointed teeth-like structures of the gnathopod can be used for spearing and mincing prey organisms.

gekoppelt, sie fressen bevorzugt sedimentiertes Phytoplankton, während sich die Cidaroiden hauptsächlich von Schwämmen und Hydrozoen ernähren. Epibenthische Suspensionsfresser nutzen ein sehr breites Nahrungsspektrum bei effizienter Aufteilung der verfügbaren Ressourcen; viele Arten scheinen ganzjährig Nahrung aufzunehmen. Auch Anthozoen können sich von Zooplankton ernähren; die Art *Anthomastus* hatte an der Antarktischen Halbinsel große Mengen von Salpen gefressen.

Die Weddellrobben im Drescher-Inlet finden ihre Nahrung nicht nur in der Sprungschicht und am Meeresboden, sondern auch an der Unterseite des Schelfeises. Aufnahmen einer Videokamera, mit der die Robben ausgerüstet wurden, zeigten eine größere strukturelle Diversität unter dem Schelfeis als erwartet. Dort siedelnde Hydrozoen ziehen Wirbellose sowie Fische an, denen die Robben nachstellen. Pelagische Fänge während ANT XXI/2 bestätigten die diurnale Vertikalwanderung pelagischer Fische zwischen Sprungschicht und Meeresboden.

Die Thematik ‚Biogeographie und Biodiversität‘ hat in den vergangenen Jahren an Bedeutung gewonnen: Es gibt deutliche Anzeichen klimabedingter biogeographischer Arealverschiebungen, und Biodiversität wird auch in marinen Lebensgemeinschaften verstärkt als schutzwürdig gesehen.

Langzeit-Untersuchungen des Nordseebenthos zeigen besonders bei wärmeliebenden Arten Arealverschiebungen während der letzten 20-30 Jahre. Die Entwicklung der benthischen Gemeinschaften der Deutschen Bucht ist signifikant mit dem Index der Nordatlantischen Oszillation korreliert, wie unter anderem am Rückgang von Artenzahlen und Individuendichten nach strengen Wintern zu sehen ist. Für

between the sea ice, pelagic and benthic habitats. It is therefore very important to know the feeding behavior of the different copepod species. Detailed investigations of the morphology of the mandibular gnathobases that are very significant for feeding were conducted in eight Antarctic copepod species and showed a relationship between the gnathobase morphology and the diet of the particular species (Fig. 5). Copepod species that mainly feed on phytoplankton possess gnathobases with relatively short and compact tooth-like structures. These structures are long and pointed in the gnathobases of zooplankton feeders and they can be used for skewering and mincing the prey. The theoretical stability of the gnathobases was calculated by means of three-dimensional finite element models created using confocal laser scanning micrographs. The calculated stress that occurs during the theoretical disruption of the stable frustules of many Antarctic diatom species is very large and can result in considerable damage to the gnathobase material.

New insight into the trophic structure of the Weddell Sea ecosystem was made. The pelagic food chain from primary producers to seals has on average a length of 2.5 trophic steps, whereas the benthic top predators show a distance of about 3.5 trophic steps. Nemertean are situated at the top of the benthodemersal food chain, followed by demersal fish and amphipods. Echinoid sea urchins are closely coupled to the pelagic primary production, as they feed on sedimentated plankton. Cidaroid urchins, however, primarily feed on sponges and hydrozoans. Epibenthic suspension feeders show a wide food spectrum albeit efficient resource partitioning, many species feed year-round. Anthozoans are able to feed on

das europäische Schutzgebietsystem NATURA 2000 wurden Vorkommen und Wertigkeiten sandbank- und steinrifftypischer Lebensgemeinschaften in der Nordsee bestimmt.

Als Grundlage zur Beurteilung künftiger klimabedingter Veränderungen wurden mit russischen Wissenschaftlern Verbreitungsmuster von Zooplankton und Bodentieren vom Barentsmeer bis zur Ostsibirischen See beschrieben. Der Lomonossowrücken im Zentrum des Arktischen Ozeans ist entgegen früheren Annahmen keine Trennungslinie für die stark atlantisch geprägten Lebensgemeinschaften in den angrenzenden Meeresbecken. Besonders das Plankton deutet an, dass hier der pazifische Wassereinfluss durch den verstärkten atlantischen Zustrom zurückgedrängt wird.

Auf zwei ‚Polarstern‘-Reisen wurde mit Probenahmen im Scotia-Bogen und bei der Insel Bouvet die großräumige Bestandsaufnahme der benthischen Gemeinschaften auf dem Gradienten zwischen der Magellanregion und der Hochantarktis vorläufig abgeschlossen und auf einer zweiten IBMANT-Konferenz diskutiert. Die Polarfront trennt im Scotia-Bogen grundsätzlich einen nördlichen magellanischen von einem südlichen antarktischen Arm, zwischen denen es allerdings zoogeographische Querverbindungen gibt. Bouvet weist eine Mischbesiedlung aus antarktischen Elementen der Halbinsel und des Weddellmeerschelfs auf, aber auch magellanische Beziehungen. Zurzeit werden latitudinale Gradienten von Artenreichtum, Diversität, Biomasse und Abundanz sowie biogeographische Beziehungen für die EASIZ-Abschlussstagung im Herbst 2004 zusammengestellt. In Kooperation mit verschiedenen Instituten wurde begonnen, die Frage der zirkumantarktischen Verbrei-

zooplankton as shown by Anthomastus specimens from the Antarctic Peninsula that were found to be filled with salps.

The Weddell seals in the Drescher Inlet find their food not only in the pycnocline and at the seafloor but also underneath the shelf ice. Images of a seal-mounted digital still picture camera documented aggregations of amphipods and isopods directly at the base of the shelf ice. The crustaceans attract fishes, which are chased by the seals. Pelagic trawling during ANT XXI/2 confirmed diurnal vertical migration of pelagic fishes between the pycnocline and the seafloor.

In recent years the subjects biogeography and biodiversity have become more and more important as there are clear indications of climate driven shifts in biogeographic distributions with a resulting interest in marine environmental protection. Long-term studies of the North Sea benthos reveal shifts in the distribution areas, in particularly of warm-adapted bottom animals during the last 20 to 30 years. The development of benthic communities in the German Bight is significantly correlated with the trend-like changing Index of the North Atlantic Oscillation, as shown by reductions of species numbers and individual densities during very cold winters, but also by increases of warm-adapted species in other years. For the European coherent network of protected areas (‘NATURA 2000’), the distribution and qualities of communities typical for sandbanks and stony reefs were identified in the southeastern North Sea. As baselines for an evaluation of future climate-induced alterations, distribution patterns of zooplankton and bottom animals from the Barents- to the East Siberian Seas have been described in cooperation

tung von Schlüsselarten molekulargenetisch zu untersuchen.

Lebenszyklen wichtiger Arten wurden über einen weiten Breitengradienten vergleichend untersucht, um Anpassungen unter gegenwärtigen Klimabedingungen vor dem Hintergrund fortgesetzter globaler Erwärmung aufzudecken.

Kalt adaptierter Kabeljau wächst langsamer als in wärmeren Breiten, erreicht jedoch aufgrund seiner höheren Lebenserwartung größere Länge und Gewicht. Die optimale Wachstumstemperatur liegt bei allen Populationen (Nordsee, Norwegische See, Arktischer Ozean) zwischen 10 und 12 °C, d. h. eine genetische Adaptation an das jeweilige Klimaregime hat offenbar noch nicht stattgefunden. Bei den Pilgermuscheln nehmen maximales Lebensalter und Größe mit der geographischen Breite ebenfalls zu, während die Gesamtwachstumsleistung abnimmt. Sie ist bei den polaren Arten *Adamussium colbecki* und *Chlamys islandica* am niedrigsten und empirisch stark von der jährlichen Sonnenlichtenergie abhängig, weniger von der Umgebungstemperatur. Die Wachstumsleistung der Brandungsmuschel *Donax serra* vor Namibia ist der von Donaciden aus kalttemperierten Gewässern und anderen Auftriebszonen vergleichbar, aber höher als bei tropischen und subtropischen Verwandten. Schwefelwasserstoff in der Sauerstoffminimum-Zone des Benguelastroms wird von den Muscheln zu ungiftigem Thiosulfat oxidiert. Darüber hinaus vermögen sie anaerob Energie zu gewinnen, überleben längere Expositionszeiten jedoch nicht.

Sessile epibenthische Suspensionsfresser der Hochantarktis reproduzieren sich meist im Herbst und nicht zurzeit hoher Primärproduktion im Frühsommer. Die meisten Arten, besonders Schwämme, wachsen

with Russian scientists. It was verified that the Lomonosov Ridge in the central Arctic Ocean does not separate the strongly Atlantic determined communities in the adjacent deep basins. It is indicated, particularly by the plankton, that the influence of the Pacific water masses is being repressed by the increased Atlantic advection beyond the Ridge.

An overview of the benthic community on a gradient from the Magellan area to the Antarctic was made during two 'Polarstern' cruises, and discussed during a second IBMANT conference. The polar front divides the Scotia Arc into a northern Magellan and a southern Antarctic area, with transverse zoogeographical connections. Bouvet is characterized by a mixed colonization from both the Antarctic Peninsula and the Weddell Sea shelf, and also has Magellan attributes. Data on species abundance, diversity and biomass along latitudinal gradients and on biogeographical interrelationships are now being collected for the final EASIZ meeting in autumn 2004. The circumantarctic distribution of key species is being investigated via molecular genetics in cooperation with a number of research centers.

Comparative studies of the life cycle of key species from a wide latitudinal gradient were made to investigate their adaptation to the prevailing climatic conditions with reference to continuously changing global warming.

Cold adapted cod has a slower growth than that of lower latitudes. However, due to its higher life expectancy it is, on average, longer and heavier. The optimal growth temperature is between 10° and 12 °C for all populations (North and Norwegian Seas and Arctic Ocean). A genetic adaptation to the prevailing climatic conditions does not appear to exist.

sehr langsam, Ausnahmen sind Pioniere in Eisbergkratzern, darunter Ascidien, Bryozoen und Gorgonarien. Im Wattenmeer ist das Verhalten von Larven benthischer Tiere als Anpassung an einen hochvariablen Lebensraum zu verstehen. Für mobile Arten ist die postlarvale Drift der Larven wahrscheinlich ebenso bedeutend wie die Erstansiedlung.

Caridea (Garnelen) sind neben wenigen Steinkrabben (Anomura, Lithodidae) die einzigen Vertreter der artenarmen hochantarktischen Decapodenfauna. Die Wiedereinwanderung nach der letzten Vereisung ist nur wenigen Taxa gelungen. Garnelen passen ihre frühen Lebensstadien radikal an die schwierigen Bedingungen der Antarktis an. Aus wenigen, großen Eiern schlüpfen große, weit entwickelte Larven mit ausgeprägter Hungerresistenz. Die Zahl der Larvenstadien nimmt polwärts ab, d. h. die Investition in Exuvien wird geringer. Die reptanten Krebse sind weit weniger gut angepasst, am besten noch die Lithodiden. Auch in der Karasee (Arktis) werden Zehnfüßerkrebse weitgehend durch Brutpflegende Peracariden, v. a. Cumaceen und Amphipoden ersetzt. Das übrige Makrozoobenthos entwickelt überwiegend pelagische Larven. Ein bedeutender Teil des Meroplanktons in diesem System wird aus dem angrenzenden Barentsmeer importiert. Viele Holoplankter der Kara- und Barentssee beginnen schon zeitig im Frühjahr mit der Reproduktion. *Calanus hyperboreus* bildet riesige Schwärme von Überwinterungsstadien direkt über dem Meeresboden in 2500 m Tiefe, und Weibchen dieser Art können über 1,5 Jahre Eier produzieren. Der häufige Copepode *Limnocalanus macrurus* aus der Karasee ist ein extremer Opportunist mit omnivorer Ernährung, hoher Salzgehaltstoleranz und flexibler Reproduktionsphase. Damit ist er für die

*In scallops maximal age and size increase with geographic latitude, while the overall growth performance decreases. The overall growth performance is lowest in polar species, such as *Adamussium colbecki* and *Chlamys islandica*, i. e. it is strongly coupled to annual solar energy input but weakly coupled to average annual water temperature.*

*The Namibian surf clam *Donax serra* has growth performance values similar to those of donacids from cold-temperate and upwelling areas and higher than those from tropical and subtropical zones. However, the productivity of the Namibian *D. serra* is similar to that of the warm temperate South African population. The clams are able to oxygenize hydrogen sulphide, regularly found inshore of the Benguela Current during 'sulphide eruptions', to non-toxic thiosulphate. In addition, they are able to switch to anaerobic energy production, but do not survive long periods of exposure. Research is being conducted to reveal whether surf clams of the Humboldt Current possess comparable adaptations.*

*The main reproductive period of sessile, epibenthic suspension feeders in the Antarctic is in autumn and thus does not coincide with the peak in primary production in early summer. In contrast to the very slow growth of a number of species, particularly the majority of the sponges, pioneer settlers on scours (including *Ascidiae*, *Bryozoa* and *Gorgonians*) have higher growth rates. Blastogenesis could also contribute to an acceleration of the recolonization rate.*

In the Wadden Sea the behavior of larvae of benthic organisms can be considered to be an adaptation to a very variable habitat. The postlarval drift of mobile taxa is probably as important as the initial colonization.

Besiedlung glazialer Lebensräume besonders geeignet. Die Lebensbedingungen von *Pseudocalanus acuspes*, der in der Ostsee an den Grenzen seiner Salzgehaltstoleranz lebt, werden vom Wechsel zwischen Einstrom salzreichen Nordseewassers und mehrjährigen Stagnationsphasen geprägt. In der deutschen Bucht wurden erstmals Artzugehörigkeit und saisonales Schlupfverhalten von Copepodendauereiern untersucht; auf Helgoland wurden die Langzeitserien fortgesetzt. Schwerpunkt ist auch hier die Populationsdynamik dominanter Copepodenarten in Abhängigkeit von der Klimavariabilität.

Die Wiederbesiedlung des antarktischen Meeresbodens nach Eisbergstrandungen wurde erstmalig mit Hilfe des Landscape-Verfahrens in Kombination mit Unterwasserfotografie analysiert. Im Gegensatz zur Feldstudie geben einige Parameter Hinweise auf die kleinskalige Anwendbarkeit der Intermediate-Disturbance-Hypothese, die bei mittlerer Störungsintensität ein Diversitätsmaximum vorausagt. Im Rahmen der Diversitätsforschung wird ein räumlich explizites Simulationsmodell entwickelt, um relevante Faktoren und Schlüsselprozesse zu identifizieren. Ein theoretischer Ansatz zeigt, dass schon die schwarmweise Ausbreitung von Larven- oder Jugendstadien der Schlüssel für die Koexistenz vieler Arten sein kann. In einer weiteren Entwicklungsstufe mit realitätsnahem Bezug zum antarktischen Benthos wird die Rolle von Störungen durch Eisbergstrandungen analysiert. Erstmals in der Antarktis wurde ein Störungsexperiment im Benthos durchgeführt, bei dem ein Eisbergkratzer simuliert wurde. Auf einer von benthischer Epifauna freigeräumten Fläche sollen Art und Geschwindigkeit der Wiederbesiedlung in den nächsten Jahren verfolgt werden. Im Gegensatz zu natürlichen Störun-

Caridean shrimps have evolved early life history adaptations, which allow them to thrive under the harsh Antarctic conditions. Larvae are large and already advanced in development at hatching, and show a high capability to resist periods of starvation. The amount of larval stages and consequently moults declines with latitude, and the energy investment into exuviae is strongly reduced. Reptant crabs do not show such features in early life history adaptation; similar tendencies are only found in the lithodid crabs. Decapods are also not dominant in the Kara Sea (Arctic) and are replaced by brood care Peracaridae, mainly Cumacea and Amphipoda. The remaining macrozoobenthos showed mainly pelagic larval development. A significant amount of this systems' meroplankton is imported from the neighboring Barents Sea.

Many holozooplankton species in the Kara and Barents Seas begin to reproduce in early spring. Calanus hyperboreus forms huge swarms of overwintering stages directly over the sea floor at 2500 m, and females of this species produce eggs for more than 1.5 years, supporting our earlier suggestions that these species are multi-annual iteroparous. The abundant copepod Limnocalanus macrurus in the Kara Sea is an extreme opportunist, which can feed in both herbivorous and carnivorous modes. Its salinity tolerance and flexibility of timing of reproduction characterize it as a species extremely adapted to the colonization of glacial habitats. In the Baltic, Pseudocalanus acuspes is found at the limits of its salinity tolerance. Its habitat is influenced by the interaction of the inflow of high salinity North Sea water and long stagnation periods. Species identification and seasonal hatching behaviour of resting

gen durch Eisberge ist bei diesem Ansatz die Stunde Null bekannt. Moderne Ortsbestimmungsverfahren erleichtern das Auffinden der gestörten Fläche.

In der Potter Cove und bei Livingston warten von uns eingebrachte benthische Hart- und Weichsubstrate auf ihre Hebung, für die jedoch die Wiederaufnahme der Taucherei Vorbedingung ist. Ähnliche Substrate, welche die Flexibilität der Benthosgemeinschaft messen sollen, wurden nach einem Jahr Exposition in Spitzbergen geborgen, um die Resilienz in beiden Polargebieten vergleichend zu betrachten. In der Deutschen Bucht ist die Studie der Rekrutierung des Zoobenthos in die ökologische Begleitforschung zum BeoFINO-Programm eingebunden, die potentielle Auswirkungen von künftigen Offshore-Windenergieanlagen auf die marine Umwelt untersucht. Die im Boden verankerten Pfeiler der Windenergieanlagen führen zu Veränderungen des hydrodynamischen Umfelds und des Sediments, die Ansiedlung und Rekrutierung der Larven auf Weichböden beeinflussen werden. Zudem stellen die Pfeiler ein künstliches Hartsubstrat dar, dessen Konsequenzen für die benthische Gemeinschaft und das gesamte Ökosystem noch nicht abzusehen sind.

In Zukunft soll v. a. von einer Forschungsplattform gearbeitet werden, die sich an der 30 m Tiefenlinie 45 km nördlich vor Borkum befindet. Die Dokumentation an der Plattform erfolgt mit einem neu entwickeltem Unterwasser-Foto/Videosystem, das vom AWI über eine Richtfunkstrecke ferngesteuert wird.

3.3.2 Küstenökologie

Forschungen zur Küstenökologie konzentrierten sich auf Austauschprozesse zwischen Meeresboden und Gezeitenwasser, Funktionen des Nahrungsnetzes Wat-

eggs from the German Bight were investigated for the first time. Long-term series were continued on Helgoland, with main emphasis on the influence of climate variability on the population dynamics of the dominant copepod species.

Benthic biodiversity research used for the first time landscape techniques in combination with underwater photography to analyze the recolonization of Antarctic sea bed following iceberg stranding. In contrast to a classical field study some parameters indicate small-scale applicability of the 'Intermediate-Disturbance Hypothesis' that predicts maximum diversity by medial disturbance. This approach resulted in the development of a spatially explicit simulation model for the identification of relevant environmental factors and ecological key processes. It was shown that only by a patchy dispersal e.g. of larvae or juveniles the co-existence of many species can be explained. A further development of relevance to Antarctic benthos will be the analysis of the role of various disturbance regimes and additional biological traits. A disturbance experiment was conducted for the first time in the Antarctic whereby a scours was simulated. The modus and speed of recolonization of the resulting epifauna-free area will be registered during the following years. In contrast to natural disturbances by icebergs this experiment has a known, defined zero situation. The disturbed area can be located using modern orientation systems.

The study of the recruitment of the zoobenthos in the German Bight is part of the ecological monitoring BeoFINO program, which examines potential effects of future offshore-wind-farms on the marine environment.

The introduction of the wind-generator piles will

tenmeer, die Bedeutung der Habitatvielfalt für Fische und auf langfristige Veränderungen im Ökosystem sandiger Wattküsten. Dazu gehören auch die Auswirkungen der aus Übersee eingeschleppten Organismenarten. Das Artenspektrum der Küstenorganismen unterscheidet sich nicht nur zwischen klimatischen Zonen, sondern auch von einem Kontinent zum anderen. Jedoch bewirken Schiffsverkehr und Transporte für die Aquakultur eine zunehmende globale Durchmischung der im Verlauf getrennter Evolution entstandenen Lebensgemeinschaften. Werden endogene Arten durch die verschleppten Exoten verdrängt und Ökosysteme in ihren Funktionen verändert oder kommt es lediglich zu einer Addition von neuen Arten?

Diese Fragen werden gegenwärtig weltweit untersucht, um die Notwendigkeit präventiver Maßnahmen zu ermitteln. Im Sylter Seegebiet haben sich bisher von solchen exotischen Organismenarten vierzehn wirbellose Tiere und elf Algen sowie eine Blütenpflanze fest etabliert. Letztere entstand neu in England aus der Kreuzung einer afrikanisch-europäischen und einer aus Amerika eingeführten Schlickgrasart. Dieses Gras erhielt den Namen *Spartina anglica* und wurde um 1930 zur schnelleren Landgewinnung im Wattenmeer angepflanzt. Es breitete sich dann selbständig in Salzwiesen und auf dem Watt aus, wo es jetzt landseitig den Queller und seeseitig das Zwergseeegras verdrängt. Kartierungen entlang der Wattufer der Insel Sylt von 1985 und 2001 zeigen eine starke Zunahme innerhalb der vergangenen fünfzehn Jahre. Bei dieser schnell wachsenden Pflanze fördern erhöhte Temperaturen die Saatbildung und das Wachstum. Da auf Sylt die Tagestemperaturen im Frühjahr in den fünfzehn Jahren nach 1985 deut-

change the hydrodynamic regime and the sedimentary environment and will thus affect larval settlement and recruitment on the soft bottom. Furthermore the piles represent an artificial hard substrate. Resulting consequences for the benthic community and the entire ecological system cannot yet be predicted.

The study will mainly be accomplished in the German Bight from a research platform, situated at the 30 m depth contour 45 km north of the island of Bornum. The documentation at the platform pile is done using a newly developed underwater photo/video system remotely controlled online from the AWI in Bremerhaven.

3.3.2 Coastal ecology

Work in coastal ecology focussed on exchange processes between the bottom and the tidal waters of the coastal sea, functions of the food web 'Wadden Sea', role of habitat variety for fishes and on long-term change in the ecosystem of sedimentary coasts. This includes the effects of introduced species. Species spectra not only differ between climate zones but also between continents. However, shipping as well as transfers of aquaculture organisms contribute to an increasing global mix in the composition of separately evolved species communities. Will the exotic ones displace endogeneous species and change the functions of ecosystems or do they merely constitute an addition?

These questions are currently under investigation to explore the necessity of preventive measures. In the waters around the island of Sylt in the North Sea, fourteen introduced invertebrate and eleven algal species as well as one flowering plant have become



lich höher waren als davor, ist dies möglicherweise die Ursache der verstärkten Ausbreitung. So könnte mehrere Jahrzehnte nach dem ersten Auftreten des Schlickgrases der Klimawandel dieser durch den Menschen neu entstandenen Pflanze zur Vorherrschaft in der Ufervegetation verhelfen.

Ähnliches bahnt sich bei der ursprünglich aus Amerika stammenden Pantoffelschnecke *Crepidula fornicata* an. Sie wurde erstmals 1934 auf Sylter Austerbänken gefunden. Dorthin gelangte sie mit holländischen Saataustern. Diese wiederum waren mit aus England stammenden Pantoffelschnecken besetzt. Dorthin waren sie mit amerikanischen Austern verfrachtet worden. Heute haben sich die Pantoffelschnecken vor allem auf den Muschelbänken im Wattenmeer ausgebreitet. Nahe der Niedrigwasserlinie liegt die Siedlungsdichte bei 150 Schnecken pro Quadratmeter. Nur strenge Eiswinter dezimieren vorübergehend den Bestand. In südlicheren Bereichen ihrer europäischen Ausbreitung (Frankreich und England) kommt die Art in noch höheren Dichten vor und verursacht dort wirtschaftliche Probleme in den

Abb. 6: Amerikanische Pantoffelschnecke (*Crepidula fornicata*) auf einer Miesmuschel (*Mytilus edulis*). Die Schnecke wurde mit amerikanischen Austern eingeschleppt.

Fig. 6: The American slipper limpet (*Crepidula fornicata*) on top of a blue mussel (*Mytilus edulis*). The gastropod was unintentionally introduced with imported oysters. (Photo: D. Thieltges)

Austernkulturen. Unsere Untersuchungen auf Sylt lassen vermuten, dass auch hier höhere Siedlungsdichten zu erwarten sind, wenn im Zuge einer globalen Erwärmung die strengen Winter ausbleiben. In Experimenten wurde nachgewiesen, dass Pantoffelschnecken bei Miesmuscheln, auf denen sie sich im Watt meist festsetzen, das Wachstum verringern und die Sterblichkeit erhöhen.

Miesmuscheln im Wattenmeer geraten zunehmend durch eine weitere, eingeführte Art unter Druck. Nachdem Anfang des 20. Jahrhunderts die Bestände der Europäischen Auster *Ostrea edulis* durch Raubbau zusammengebrochen waren, wurden als Ersatz vermehrt Austern aus Übersee im Wattenmeer künstlich angesiedelt. Dabei stellte sich die Pazifische Auster *Crassostrea gigas* als besonders geeignet heraus. Vor Sylt existiert seit 1986 eine Kulturanlage. Von dort hat sich diese Auster zunächst um Sylt und dann im gesamten nördlichen Wattenmeer selbst ausgebreitet. Das geschieht über Larven, die im Plankton über weite Strecken verdriften. Da die Austern zum Festwachsen auf Hartsubstrate angewiesen sind, besiedeln sie im Watt vornehmlich Miesmuschelbänke. Wiederholte Bestandserhebungen haben ergeben, dass die Zahl der Austern rapide zunimmt. Im Sommer 2003 wurden bis zu 300 Austern pro Quadratmeter Muschelbank gezählt. Da die Austern im Watt kaum Feinde haben, ist damit zu rechnen, dass sie die Muschelbänke nach und nach in Austernriffe umwandeln, in denen sich dann die Austern direkt aneinander kitten.

Mit den pazifischen Zuchtaustern wurde der japanische Beerentang *Sargassum muticum* an europäische Küsten verschleppt. Diese Braunalge breitete sich schnell aus und erreichte vor zwanzig Jahren

well established. The latter originated in England from a cross between an Afro-European and an American cordgrass. The new grass was named Spartina anglica, and was transplanted into the Wadden Sea in the 1930s to support land reclamation. It spread by itself into salt marshes and tidal flats, where it displaced Salicornia and Zostera. Mapping along the shores of Sylt from 1985 and 2001 shows a strong spread during the last fifteen years. In this C-4 plant increased temperatures favor seed production, germination and growth. Since at Sylt day-time temperatures in spring were significantly warmer after 1985 than in the fifteen years before, this may explain the strong recent spread of the cord grass. In this way, climate change may help an introduced species to achieve dominance in the shoreline vegetation several decades after its first appearance.

A similar development may take place with the American slipper limpet Crepidula fornicata. It was first recorded in the northern Wadden Sea on oyster beds in 1934. The snail arrived with Dutch seed oysters. To these slipper limpets were attached which came from Britain, where they had been introduced unintentionally with American oysters. In the Wadden Sea, limpets are found mainly on mussel beds. Close to low water line, abundance is about 150 snails per square meter. Only severe winters decimate the stock intermittently. At more southern coasts in Europe the species may attain a much higher abundance, causing economic problems in oyster cultures. Our studies at Sylt suggest that such super abundances is to be expected as well if in the wake of global warming severe winters are phased out. In field experiments it has been shown that slipper limpets negatively affect mussel growth and enhance mortality.

Helgoland und Sylt. Am Felsufer Helgolands nehmen die Bestände des Beerentanges weiterhin zu. Im nördlichen Wattenmeer wächst der Beerentang zusammen mit den Austern und den amerikanischen Pantoffelschnecken auf den Bänken der Miesmuscheln. Die große und sehr verzweigte Alge bietet einer Vielzahl von weiteren Algenarten und Tieren einen Lebensraum, auf dem sie wachsen, kriechen oder fressen. Eine Untersuchung im Helgoländer Felswatt zeigte, dass sich die gefundenen Begleitorganismen kaum von denen an einer anderen ähnlich gebauten Großalge unterscheiden (*Halidrys siliquosa*). Im Wattenmeer dagegen liegt die Artenzahl der mit *S. muticum* vergesellschafteten Algen und Tiere weit über der anderer Makroalgen. Insgesamt konnten über 80 verschiedene Arten nachgewiesen werden. Dazu gehören auch Organismen, die im Wattenmeer bisher nicht oder nur selten vorkamen. Der japanische Beerentang führt damit im Wattenmeer zu einer Erhöhung der Biodiversität. Negative Effekte auf heimische Arten wurden bisher nur im Felslitoral beobachtet.

Neben eingeschleppten Arten wandern auch Organismen aus südlichen Breiten in das Wattenmeer ein. Vor allem aktiv schwimmende, südliche Fisch- und Krebsarten wurden während des warmen Sommers 2003 beobachtet. Der Ährenfisch *Atherina presbyter* und die Sardelle *Engraulis encrasicolus* wurden in Untersuchungen zur Habitatpräferenz von Fischarten der Seegraswiesen in großer Anzahl erfasst. Im Bereich des Lister Tiefs wurden Meerbarben (*Mullus surmuletus*), Paganellgrundeln (*Gobius paganellus*) und die Garnele (*Pandalus montagui*), die letzteren in großer Anzahl, beobachtet. Analysen des Nahrungsnetzes im Sylter Wattenmeer mit und ohne eingeschleppte und eingewanderte Arten werden zeigen,

*Mussels in the Wadden Sea are coming under pressure also from another introduced mollusc species. Early in the 20th century overfishing resulted in a dramatic decline of the native oyster *Ostrea edulis*. This prompted the introduction of oysters from overseas, with the Pacific *Crassostrea gigas* being the most profitable species. On the island of Sylt an aquaculture farm with these oysters started in 1986. From there Pacific oysters spread around Sylt and soon throughout the entire northern Wadden Sea by larval dispersal. As oysters need hard substrates to attach to, they are found mainly on mussel beds in the tidal zone. Monitoring revealed a rapid increase in the population of oysters. Densities up to 300 oysters per square meter of mussel beds have been counted in the summer of 2003. As these oysters experience little predation pressure on the tidal flats in the Wadden Sea, we expect that mussel beds will eventually be turned into oyster reefs where the oysters attach to each other.*

*The Japanese seaweed *Sargassum muticum* was accidentally introduced together with Pacific oysters into European waters. Here the brown algae rapidly spread and arrived at the islands of Helgoland and Sylt some 20 years ago. At the rocky shore of Helgoland the algae is still expanding. In the sedimentary tidal zone of Sylt the seaweed occurs on mussel beds together with Pacific oysters and American slipper limpets. This large, branched macroalgae provides a habitat to several other algae and invertebrates. A survey at Helgoland showed little difference in associated organisms to similar macroalgae such as *Halidrys siliquosa*. In the Wadden Sea, by contrast, the number of species associated with *S. muticum* was much higher than on other macroalgae. More*

ob und wie sich der Charakter dieses Gebietes durch dieses Phänomen verändert.

Warum können sich gebietsfremde Arten überhaupt in einer neuen Region etablieren? Einer der möglicherweise verantwortlichen Faktoren ist eine geringe oder sogar fehlende Parasitierung. Wird eine Art in ein neues Gebiet verschleppt, kommen dabei wahrscheinlich nur selten die im Heimatgebiet vorkommenden Parasiten mit zu den neuen Ufern. Ohne belastende Parasiten mag eine solche Art einen Konkurrenzvorteil gegenüber den heimischen Arten haben. Diese Zusammenhänge wurden anhand einheimischer und eingeschleppter Mollusken im Sylter Wattenmeer untersucht. Dabei wurde festgestellt, dass die eingewanderten Arten tatsächlich keine Makroparasiten aus ihrer Heimat mitgebracht haben. Andererseits zeigte sich, dass im Sylter Watt vorkommende Parasiten durchaus auch die eingewanderten Muscheln und Schnecken befallen. Die Befallsstärken sind allerdings geringer als in den vergleichend untersuchten heimischen Arten. Ob eine solche geringere Parasitierung eingewanderter Arten tatsächlich Konkurrenzvorteile gegenüber heimischen Arten bringt, muss als nächster Schritt untersucht werden.

Die bisherigen Ergebnisse zur Ausbreitung und zu den ökologischen Folgen der eingeschleppten Küstenorganismen raten zur Vorsorge. Klimatische Veränderungen können dazu führen, dass fremde Arten von zunächst marginaler zu dominanter Rolle avancieren und dann unerwartet schnell das Ökosystem verändern. Im Wattenmeer sind das neue Schlickgras und die eingeführten Austern dabei, andere Arten zu verdrängen. Die Auswirkungen auf die Lebensgemeinschaften ändern sich mit den Umweltbedingungen. Während im Felswatt der japanische Beerentang

*than 80 species of algae and invertebrates were found associated with this seaweed, including species that otherwise are rare or absent in the Wadden Sea. Thus, *S. muticum* enriches the biodiversity in the Wadden Sea ecosystem. So far negative effects on native species have only been observed at rocky shores where other algae become shaded.*

*In addition to introduced species, organisms from southern regions invade the Wadden Sea. Particularly fishes and crustaceans characteristic of warmer waters have been observed during the hot summer 2003. Sand smelt *Atherina presbyter* and anchovies *Engraulis encrasicolus* were recorded in large numbers during investigations on habitat preferences of fish species in seagrass beds. In a tidal inlet red mullets (*Mullus surmuletus*), Paganells gobies (*Gobius paganellus*) and high numbers of Montague's shrimps (*Pandalus montagui*) were observed.*

Why are non-native species able to establish enduring populations in new regions? One of the potentially responsible factors is a lack of parasites. When entering a new region, an introduced species might leave its parasites behind. Without a parasite burden, these species may have an advantage in the competition with native species. A potential lack of parasites in introduced species was tested in three introduced molluscs compared to three natives in the Wadden Sea around Sylt. The study revealed, that the introduced species did indeed not bring over any parasites from their original coasts. However, parasites native in the Sylt area were noticed to also infest introduced molluscs, yet infestation intensities were lower compared to the native species. If this lower parasite burden actually results in a competitive advantage for introduced molluscs remains to be investigated.

andere Großalgen verdrängt, bewirkt dieser Tang im Wattenmeer eine erhöhte Biodiversität. Als eine Ursache für den ökologischen Erfolg eingeschleppter Arten im Empfängergebiet wird der dort verringerte Parasitenbefall geprüft.

Von der molekulargenetischen Arbeitsgruppe wurde begonnen, die Populationen der Sandklaffmuschel *Mya arenaria* im zirkum-arktischen Verbreitungsgebiet zu untersuchen. Gesucht wird nach Hinweisen, ob die postulierte Verschleppung dieser Muschelart von Amerika nach Europa durch die Wikinger stimmen kann. An der marinen Rotalge *Kappaphycus alvarezii* wurden die Tag- und Nachtgänge sowie die von der inneren Uhr gesteuerte freilaufende Rhythmik der Boten-RNA von zwei Photosynthese-Genen untersucht. Es handelt sich hier um den Erstbefund für circadiane Kontrolle von Genprodukten bei marinen Makroalgen.

3.3.3 Ökophysiologie & Ökotoxikologie

Im Hinblick auf globale Erwärmung wurden die physiologischen Mechanismen untersucht, die zu einer Begrenzung der Temperaturtoleranz und der damit verbundenen geographischen Verbreitungsgrenzen wechselwarmer mariner Organismen beitragen. Die an Wirbellosen erarbeiteten Prinzipien wurden auch auf ihre Anwendbarkeit bei Fischen, vor allem Kabeljau, überprüft. Dabei ergab sich, dass die Funktion isolierter Mitochondrien auch bei Fischen noch jenseits der oberen kritischen Temperatur des Ganztiers gewährleistet ist. Die Tiere gehen jedoch oberhalb dieser Temperatur vom aeroben zum anaeroben Stoffwechsel über, und ein Überleben ist nur noch innerhalb einer begrenzten Zeit möglich. Daher ist die temperaturbedingte Limitierung des Stoffwechsels des

*The results obtained so far on the invasion and the ecological effects of the introduced species call for cautionary preventive measures. Climate change may cause species to take over several decades after their introduction and only then they may begin to transform the recipient ecosystem. In the Wadden Sea, the new cordgrass and the introduced oysters are about to displace native species. The effects on the native communities may differ with environmental conditions. While *S. muticus* displaces other algae at the rocky shores, it increases biodiversity on mussel beds in the Wadden Sea. As one of the potential causes for the success of invaders we suggest that low parasite load may play an important role of the process.*

*The working group of molecular genetics started to investigate populations of the clam *Mya arenaria* in its circum-arctic range. Evidence is looked for whether the postulated introduction from America to Europe by the Vikings is true. In the marine red alga *Kappaphycus alvarezii*, the diurnal and circadian rhythms of mRNA in two photosynthetic genes were studied. For the first time, evidence for a circadian transcriptional control in marine macroalgae was discovered.*

3.3.3 Ecophysiology and ecotoxicology

The physiological mechanisms limiting thermal tolerance and geographical distribution of ectothermal marine invertebrates have previously been investigated in the light of global warming. These studies were extended to investigations in fish, esp. Atlantic cod. Studies of isolated mitochondria revealed that these organelles remain functional also beyond the critical temperature limit of the whole animal as long

Ganztiers auf eine verminderte Sauerstoffversorgung der Gewebe zurückzuführen. Anhand von temperaturinduzierten Änderungen der Herzfrequenz, des venösen Sauerstoffpartialdrucks und des arteriellen und venösen Blutflusses konnten für den Kabeljau (*Gadus morhua*) der Nordsee Grenztemperaturen nachgewiesen werden, die den ökologisch relevanten Toleranzbereich mit maximaler aerober Leistungskapazität beschreiben. Die Befunde deuten darauf hin, dass die limitierte Kapazität des Herz-Kreislaufsystems zur Begrenzung der saisonalen Verbreitungsgebiete des Nordsee-Kabeljaus beiträgt und darüber hinaus zu einer Verschiebung der Verbreitungsgrenzen aufgrund globaler Erwärmung führen kann.

Im Unterschied zu den bislang an Wasseratmern erhobenen Befunden ist die Bedeutung der O₂-Limitierung für die Temperaturtoleranz von Luftatmern weniger gut untersucht. An winterschlafenden Säugern wurde ermittelt, daß die O₂-Versorgung des Gehirns trotz starker Änderungen der Körpertemperatur gewährleistet bleibt. Die vergleichende Betrachtung weist auf eine große Bedeutung unterschiedlich breiter Temperaturfenster für den Energieumsatz von Tieren hin. Die Ergebnisse lassen auf eine zentrale Rolle von Klimaschwankungen für die Evolution der Tiere bis hin zur Entstehung der Warmblütigkeit bei Säugern und Vögeln schließen.

Wechselwarme Tiere müssen in der Kälte für den Erhalt ihrer Mitochondrien, der zellulären Kraftwerke, mehr Energie aufwenden. Diese Abhängigkeit scheint aber bei antarktischen Tieren um den Preis erhöhter Wärmeempfindlichkeit sekundär kompensiert worden zu sein. Ein molekularbiologischer Vergleich saisonal kälteangepasster Aalmuttern (*Zoarces viviparus*) aus der Nordsee mit antarktischen, über lange Evolutions-

*as oxygen delivery is sufficiently high. Above this temperature, however, intact animals switch from aerobic to anaerobic metabolism and survival becomes time limited. Therefore, thermal limitation of whole animal metabolism is set by oxygen supply to tissues rather than by mitochondrial dysfunction. The hypothesis of an oxygen limited thermal tolerance (pejus temperature) due to limitations in cardiovascular performance was tested in Atlantic cod, *G. morhua* by recording the temperature dependency of heart rate, arterial and venous blood flow and venous oxygen tension during an acute temperature change. The temperature induced limitation in cardiovascular performance might contribute to the geographical distribution limits found for *G. morhua* in nature and might be the reason for the predicted northward shift in the distribution of North Sea cod with global warming.*

Little is known about the significance of oxygen limited thermal tolerance in air breathers. In hibernating mammals we found that oxygen delivery to the brain is maintained despite wide changes in body temperature. The relevance of wide temperature windows and their energetic consequences was investigated for the pathways of animal evolution. The respective results indicate a central role for climate oscillations in evolutionary history including a central role in the evolution of warm body temperatures in mammals and birds.

In cold environments marine ectotherms usually face higher energy requirements for maintenance of their cellular power plants, the mitochondria. This basic requirement may have been compensated for in Antarctic animals at the expense of enhanced stenothermy. A molecular comparison of seasonally

zeiträume kaltangepassten Tieren zeigte, in welcher Weise mitochondriale Schlüsselenzyme durch die Kälte reguliert werden. Expressionsstudien der beteiligten Gene deuten darauf hin, dass die Anpassung mitochondrialer Eigenschaften an saisonale Kälte vor allem auf der Proteinebene stattfindet. In der Leber kommt es dabei zu einer Umorientierung des Stoffwechsels hin zu der für kalte Tiere üblichen verstärkten Lipidsynthese. Der Vergleich beider Tierarten deutet auf eine Kältekompensation des mitochondrialen Stoffwechsels auch bei den polaren Aalmuttern hin. Parallel dazu wurden die vollständigen Gene von mitochondrialen Entkopplerproteinen entschlüsselt, die als Verursacher der Protonenleckströme diskutiert werden. Expressionsstudien belegen, dass die Boten-RNA dieser Gene sowohl in der saisonal wie auch in der permanent kälteangepassten Aalmutterart temperaturabhängig reguliert wird. Die funktionelle Bedeutung dieses Befundes für die mitochondriale Energiegewinnung wird gegenwärtig untersucht.

Vergleichende Wachstumsstudien an Aalmuttern zeigten einen in der Kälte kompensierten Proteinsynthese-Apparat der antarktischen Art. Die Tiere wurden sowohl bei ihrer jeweiligen Umgebungstemperatur als auch bei 5 °C über lange Zeit (ungefähr 1 Jahr) im Aquarium gehalten. Hier zeigte sich unerwartet die Fähigkeit der antarktischen Aalmutter, sich an wärmere Temperaturen anzupassen. Der Ribosomengehalt wurde erniedrigt und gleichzeitig die Geschwindigkeit der Proteinsynthese reduziert. Der zelluläre Wachstumsapparat der antarktischen Art reagiert demnach flexibel gegenüber Temperaturschwankungen. Auch bei der Nordsee-Aalmutter war eine Anpassung des Proteinsynthese-Apparates an die verschiedenen Temperaturen zu beobachten. Bei Käl-

cold adapted North Sea eelpout and their Antarctic congeners illustrates the pattern by which mitochondrial key enzymes are regulated in the cold. Expression studies of the respective genes indicate that mitochondrial adjustments to seasonal cold occur at the protein level. Reorganization of metabolic functioning in the liver reinforces lipid synthesis, a common feature in cold animals. The comparison of the two eelpout species argues for a cold compensation of mitochondrial metabolism in the polar eelpout. In addition, entire genes, encoding for mitochondrial uncoupling proteins could be sequenced. These proteins are discussed to be a cause of the mitochondrial proton leak. Expression studies indicate that the messenger RNA of these genes is thermally regulated in both the seasonally as well as the permanently cold exposed eelpout. The functional implications of these findings are currently investigated.

Comparative growth studies revealed cold compensation of the protein synthesis machinery in the Antarctic eelpout. For these investigations, animals were kept at the natural habitat temperature as well as at 5 °C for about 1 year. The results demonstrate an unexpected ability of the Antarctic eelpout to acclimate to warmer temperatures. Adaptation of the protein synthesis machinery manifested in a lower ribosomal content and a simultaneous reduction in the rate of protein synthesis, indicating flexible adjustment of growth rate in response to changes of temperature. Cold acclimation of the protein synthesis machinery in North Sea eelpout occurred by an increase of ribosomal numbers. This increase presumably compensates for the decreased activity of the individual ribosome. In spite of distinctly diffe-

teanpassung an 5 °C kam es zu einer deutlichen Erhöhung des Ribosomengehaltes. Diese Erhöhung kompensiert wahrscheinlich die gleichzeitig beobachtete niedrigere Leistungsfähigkeit der einzelnen Ribosomen. Trotz unterschiedlicher Ribosomen-Gehalte bei 5 °C war die Kinetik der Proteinsynthese in den Muskelgeweben beider Arten identisch. Dies könnte ein weiteres Indiz dafür sein, dass die Ribosomen der antarktischen Art bei gleicher Temperatur wesentlich schneller arbeiten als die Ribosomen der Nordsee-Aalmutter. In diesem Zusammenhang sollen weitere Studien zeigen, ob beide Arten bei gleicher Temperatur unterschiedlich oder gleich schnell wachsen können.

Auch die Rate der physiologischen Alterung wird durch den Energiebedarf und damit den Sauerstoffverbrauch moduliert, aber auch durch die Menge an Sauerstoff, der ins Gewebe eines Tieres eindringen kann. Da die Körperoberflächen mariner Wirbelloser relativ gut durchlässig für Sauerstoff sind, ist die physiologische Alterungsrate bei ihnen in hohem Maße abhängig von den Umgebungsbedingungen und vom Vermögen der Tiere, das oxidative Milieu ihrer Zellen zu kontrollieren. Untersuchungen altersabhängiger Veränderungen oxidativer Stressparameter bei Meerestieren geben erste deutliche Hinweise darauf, dass polare Muscheln bessere Redoxpufferung durch das redoxaktive Peptid Glutathion und generell bessere antioxidative Ausstattung besitzen als vergleichbare Nordseetiere. Dies könnte den Polarmuscheln dazu verhelfen, ihre Zellen länger fit zu halten, und ihnen eine höhere Lebensspanne gewähren, während Vergleichsarten aus der Nordsee schneller altern. Auch polare Aalmutter erwiesen sich als besser mit antioxidativen Vitaminen und Schutzenzymen aus-

rent ribosomal densities at 5 °C the kinetics of protein synthesis in the muscle tissues of both species were identical. This represents further evidence that polar eelpout ribosomes synthesize proteins at higher rates than ribosomes from North Sea eelpout at equal temperature. Further studies will investigate whether growth rates are similar or different in both species at equal temperature.

The physiological rate of ageing also depends on energy turnover and associated oxygen demand. Moreover, it is influenced by the amount of oxygen that enters the tissue and the efficiency with which the cellular levels of noxious reactive oxygen species (ROS) can be controlled. In contrast to higher, air breathing animals, marine invertebrates cope with highly changeable oxygen levels in their immediate environment and their surface barriers do not allow for a similarly tight control of oxygen diffusion into peripheral tissues. Physiological ageing in marine invertebrates is therefore thought to be largely influenced by environmental conditions, which act on the oxidative milieu inside their cells. A study of oxidative stress parameters in Antarctic and temperate bivalves yielded first indications of a better redox balance and ROS control in polar clams, that may maintain their cellular machinery viable over longer time and enable longer life spans in these animals, whereas temperate eurythermal clams age at a faster rate. Antarctic eelpout were also found to be better equipped with tissue antioxidants, namely the redox buffer glutathione and ROS quenching enzymes, than closely related North Sea eelpout. The Antarctic fish appeared stunningly resistant to oxidative stress following warming to 5 °C and, moreover, able to initiate a molecular signalling cascade, which indu-

gestattet als die verwandte Nordseeart. Die Tiere überstanden schnelle Erwärmung auf bis zu 6°C, ohne Schaden zu nehmen, und waren darüber hinaus in der Lage, eine molekulare Signalkette zu aktivieren, die die Stressantwort bei akuter Erwärmung verbessert.

Die Verbreitung einiger Meeres- und Süßwassertiere wird nicht nur von der Temperatur, sondern auch von ihrer Wechselwirkung mit der Salinität und mit der spezifischen Wirkung einzelner Ionen bestimmt. Der Fähigkeit zur Aufnahme bzw. Abgabe von bestimmten Ionen kommt damit eine zentrale ökologische Bedeutung zu. Durch die gezielte Modulation der Konzentration einzelner Ionen, hier sind insbesondere Magnesium und Kalium zu nennen, kann das Aktivitätsniveau mariner Tiere (Fische, Mollusken und Crustaceen) gesteuert werden. Magnesium zeigt konzentrationsabhängig anaesthetisierende Wirkung vor allem in der Kälte, während Kalium möglicherweise als Magnesium-Antagonist wirkt. In ersten Experimenten mit Cephalopoden konnten wir nachweisen, dass durch Magnesiumgabe die Aktivität von Sepia (*Sepia officinalis*) erniedrigt wird. Die Erhöhung der Kaliumkonzentration im Medium führte kompensatorisch zu einer Abschwächung der durch Magnesium induzierten Aktivitätshemmung und damit zu einer Steigerung der Ventilationsraten und des Sauerstoffverbrauchs. Das Aktivitätsniveau hat unmittelbaren Einfluss auf das Wachstum und auch auf das Verhalten der Tiere. Dementsprechend wurde durch moderate Magnesiumgaben ($5 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$ in das Seewasser) der hälterungsbedingte Stress gemindert. Einerseits führte dies zu geringerer Verletzungshäufigkeit und Mortalität, andererseits schlug es sich in stärkerem Wachstum nieder.

ces a cellular stress response to support survival at elevated temperatures.

*The geographical distribution of some marine and fresh water animals is dependent not only on temperature but also on the temperature dependence of salinity effects and of the specific effect of ions. The capacity for uptake or extrusion of certain ions is therefore relevant for ecological patterns. The selective adjustment of ion concentrations, especially magnesium and potassium, leads to a modification of the activity of marine animals (fish, molluscs, crustaceans). Magnesium has an anaesthetic potential especially in the cold whereas potassium presumably acts as a magnesium antagonist. The anaesthetic potency of magnesium was demonstrated in a preliminary experiment with cephalopods. An increase in potassium mitigated the anaesthetic effect of magnesium and resulted in elevated oxygen consumption and increased ventilation rates. The activity of an animal should directly influence growth rate and behaviour. Through a moderate increase in magnesium (in the water by $5 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$) we could reduce experimental stress and mortality, resulting in higher growth rates in cuttlefish (*Sepia officinalis*).*

The last few years have seen increasing awareness for global climatic change and its effect on marine ecosystems. The above mentioned temperature effects are relevant in this context. In addition, there is rising concern with respect to the ongoing accumulation of atmospheric CO_2 in oceanic surface waters and its impact on the structure and function of marine ecosystems. This is also true once policy plans to dump anthropogenic CO_2 into the deep sea are implemented. In this context, investigations of CO_2 effects become relevant in animals which are adapted to

In den letzten Jahren hat sich zunehmend ein Bewusstsein dafür entwickelt, dass der globale Klimawandel tiefgreifende Auswirkungen auf die Struktur mariner Ökosysteme haben wird. Die oben genannten Auswirkungen der Temperatur spielen in diesem Zusammenhang eine wichtige Rolle. Darüber hinaus sind auch durch die atmosphärische Akkumulation von CO₂ und den Eintrag in die Oberflächenschichten der Weltmeere Auswirkungen auf marine Organismen zu erwarten. Dies gilt auch bei der Umsetzung von Plänen zur Entsorgung von anthropogenem CO₂ in der Tiefsee. Entsprechend wichtig sind Untersuchungen an Tieren, die in unterschiedlichem Maße an wechselnde CO₂ Konzentrationen ihrer Umgebung angepasst sind. Der im Sediment der Gezeitenzone lebende Wurm *Sipunculus nudus* erfährt wechselnde CO₂-Belastungen innerhalb des natürlichen Lebensraumes. Er reagiert auf diesen Stressparameter mit einer vorübergehenden Drosselung des Energiestoffwechsels. Chronische Exposition führt jedoch zu einem Anstieg der Mortalität. Bei Tieren (z. B. Fischen), die in gut belüftetem Meerwasser mit konstant niedrigen CO₂-Konzentrationen leben, ergibt sich ein etwas anderes Bild. So konnte bei zwei antarktischen Fischarten (*Pachycara brachycephalum* und *Lepidonotothen kempii*) zwar auf zellulärer Ebene eine ähnlich flexible Reaktion auf CO₂ festgestellt werden – Hepatozyten zeigten unter CO₂-Stress einen Rückgang des Sauerstoffverbrauches, verbunden mit einer gleichzeitig fast vollständigen Einstellung der Proteinbiosynthese, jedoch führte dieses auf Ganztierebene nicht mehr zu einer Senkung der Stoffwechselrate. Es kam vielmehr zu einem Anstieg des aeroben Energieumsatzes, der auf eine erhöhte Regulationstätigkeit zur Stresskompensation schließen lässt. Die momentane

variable or constant CO₂ levels in their natural environment. Animals from intertidal sediments, like the marine invertebrate Sipunculus nudus, are adapted to short periods of CO₂ exposure. They react with a drastic cut-down of their rate of energy metabolism. Metabolic depression enables survival under transient exposure to high CO₂ levels, however mortality increases under chronic hypercapnia. This response is different in animals, which live in constantly low environmental CO₂ levels like two Antarctic fish species (Pachycara brachycephalum and Lepidonotothen kempii). They display similar flexibility at the cellular level - hepatocytes showed a decrease in oxygen consumption in line with a complete shut down of protein synthesis. At the whole animal level, however, the species failed to induce a coordinated metabolic shut down. An increased energy turnover rather reflects higher energy requirements to support metabolic reorganization under stress. Our momentary data basis indicates that there would be virtually no animal group capable of long term adaptation to largely elevated CO₂ concentrations in the oceans. It therefore seems imperative to determine species-specific critical concentration limits for different groups of marine animals. Moreover, a more detailed understanding of the hazardous effects of high CO₂ concentrations seems highly warranted.

Oxygen deficiency typically accompanies several stress conditions, as shown in recent years for example for temperature stress. Experiments on hypoxia tolerance at various temperatures of the freshwater turtle Trachemys were conducted in cooperation with universities in Vancouver, Canada and Aarhus, Denmark. The turtles can cope without oxygen for months during wintertime and are believed to be

Datenlage deutet darauf hin, dass kaum eine marine Tiergruppe in der Lage zu sein scheint, sich langfristig ansteigende CO₂-Konzentrationen im Meerwasser anzupassen. Um so wichtiger ist es, Grenzwerte für die Gefährdung verschiedenster Meeresorganismen zu ermitteln. Entsprechend wichtig sind Untersuchungen an Tieren, die in unterschiedlichem Maße an wechselnde CO₂-Konzentrationen ihrer Umgebung angepasst sind. Gleichzeitig müssen Studien zum besseren Verständnis der Wirkungsweise von CO₂ vorangetrieben werden.

Die Untersuchungen der letzten Jahre belegen, dass Sauerstoffmangel eine typische Begleiterscheinung von Stresssituationen ist, z. B. bei Extremtemperaturen. Im Rahmen einer Kooperation mit den Universitäten Aarhus, Dänemark, und Vancouver, Kanada, wurden Experimente zur Hypoxietoleranz bei verschiedenen Temperaturen an der Schildkröte *Trachemys* durchgeführt. Diese Tiere sind in der Lage, im Winter über mehrere Monate unter Wasser fast ohne Sauerstoff auszukommen. Mit Hilfe der Kernspintomographie konnten Energiestoffwechsel, Säure-Basen-Regulation sowie Herz-Kreislaufparameter der Tiere unter experimenteller Hypoxie verfolgt werden. Dabei zeigten sich die Tiere bei einer Temperatur von 5 °C wesentlich toleranter gegenüber Hypoxie als bei 20 °C, was den Schluss zulässt, dass tiefe Temperaturen wesentlich zur Toleranzfähigkeit der Tiere gegen Sauerstoffmangel beitragen.

Auch bei Makroalgen zeigen sich Auswirkungen des Klimawandels. Die Untersuchungen zur Regulation der Reproduktion (Sporogenese) großer mariner Braunalgen wurden fortgesetzt. Die optimale Reproduktionstemperatur der von der Arktis bis in die Bretagne verbreiteten Art *Laminaria digitata* liegt bei

the most hypoxia tolerant higher animals worldwide. Animals were acclimated to 5° and 20 °C under hypoxic and normoxic conditions. Time changes in energy metabolism, acid base regulation as well as circulatory performance were measured with in vivo MR imaging and spectroscopy. Animals acclimated to 5 °C were much more tolerant under hypoxic conditions than animals at 20 °C, indicating that deep temperatures support survival and hypoxic tolerance in these animals.

*Macroalgae are also affected by climate change. In this context, the investigation into the reproduction (sporogenesis) of sub-marine forest forming brown algae was continued. The reproductive success of the dominant kelp species *Laminaria digitata*, which is distributed between the Arctic and Brittany, is adapted to low temperatures between 10 and 1°C. Lower temperatures retard reproduction by 1-2 months compared to 10 °C. Relatively high temperatures of 18°C and more limit or totally suppress reproduction. Unusually high summer temperatures as observed in 2002 and 2003 at Helgoland may thus drastically change the seasonal occurrence of recruits. The relevance of these observations at the ecosystem level remain uninvestigated.*

*Even in times of increasing interest in micro array- and real time PCR-techniques for the assessment of pollution-induced effects in marine vertebrates and invertebrates access to gene sequence data is still limited. Facing this problem and to speed up data collection, we constructed a genomic library of the blue mussel *Mytilus edulis* to get full length and 5'promotor sequence information of some major detoxification genes of the mussel and to provide access to genomic sequence information for the*

10 °C, während um 1 °C niedrigere Temperaturen eine 1-2 monatige Verzögerung der Fortpflanzung gegenüber der Optimaltemperatur bewirken. Bei Temperaturen von 18 °C und mehr wird die Fortpflanzung fast völlig unterdrückt. Damit können überdurchschnittlich warme Sommer wie in den Jahren 2002 und 2003 das jahreszeitliche Auftreten der Nachkommenschaft deutlich verändern. Der Einfluss solcher Verschiebungen auf das Ökosystem ist noch unbekannt.

Zurzeit gibt es einen regelrechten Boom im Bereich der Microarrays und der Realtime PCR Techniken, um schadstoffinduzierte Effekte in marinen Organismen zu analysieren. Jedoch herrscht noch immer ein Mangel an Sequenzinformationen für diese Organismen. Um diesem Problem zu begegnen und die Datenerhebung für toxiko-genomische Studien zu beschleunigen, wurde in unserem Labor eine genomische Bibliothek der Miesmuschel *Mytilus edulis* erstellt. Ziel dieser Bibliothek ist die Aufdeckung der genetischen Sequenz und der Sequenz regulatorischer Bereiche einiger wichtiger Detoxifizierungsgene. *Mytilus edulis* ist aufgrund der weiten geographischen Verbreitung, der Bedeutung als Nahrungsmittel und als Indikator-Organismus in Monitoring-Programmen von besonderem Interesse.

Für die Entwicklung von Verfahren zur Abschätzung schadstoffbedingter Veränderungen in Meeresorganismen der Ostsee (Wismarer Bucht, Danziger Bucht, Litauische Küste, Schwedische Küste) wurde im Rahmen des EU-Projekts „BEEP“ umfangreiches Probenmaterial gesammelt und analysiert. Um Informationen über toxische Schädigungen von subzellulären Veränderungen bis hin zur Suppression der Immunabwehr zu integrieren, wurde der Bioeffect Assessment Index (BAI) entwickelt. Ziel dieses

toxic genomic approach. Mytilus edulis is a study object of high relevance due to its wide geographic distribution, its use as seafood and as an indicator organism for monitoring pollution effects.

Biological samples were taken for the development of methods and concepts to assess pollution induced alterations in marine organisms of the Baltic Sea (Wismar Bight, Gulf of Gdansk, Lithuanian and Swedish coast) in the framework of the EU funded project 'BEEP'. To obtain basic information about toxically induced alterations from the subcellular level to the suppression of the immune response, several biological tests were integrated by the application of the 'Bioeffect Assessment Index' (BAI). Aim of this index, which has been presented at the annual meeting of the International Council of the Exploration of the Sea (ICES) at Tallin 2003, is the distinction between areas with different quality and quantity of anthropogenic impact as already seen in flounders from the German Bight in earlier studies.

Index ist die Bewertung der Umweltqualität durch die Zusammenfassung von zahlreichen biologischen Tests, die jeweils an individuellen Fischen (Flundern) durchgeführt wurden. Die Fischgesundheit fungiert dabei als ein Indikator für den Umweltzustand. Wie bereits in der Deutschen Bucht wurden mit Hilfe des BAI auch in der Ostsee klare Unterschiede zwischen Meeresgebieten unterschiedlicher anthropogener Belastung ermittelt.

3.4 Geosystem

In den drei Sektionen des Fachbereichs ‚Geosystem‘ werden die geogenen Prozesse, die in komplexem Zusammenspiel die natürliche Entwicklung von Umwelt und Klima auf der Erde bewirken, untersucht. Die Spuren dieser Entwicklung sind in den Sedimenten der Ozeane, den limnischen und lakustrischen Ablagerungen der Kontinente und in den polaren Eismassen gespeichert, so dass aus ihnen die Klima- und Umweltgeschichte der Vergangenheit auf unterschiedlichen Zeitskalen rekonstruiert werden kann.

In der Sektion ‚Paläoumwelt aus Meeressedimenten‘ werden aus der Zusammensetzung und Verteilung von Meeressedimenten mittels geeigneter geochemischer, mikropaläontologischer und mineralogischer Näherungsparameter (Proxys) die natürliche Variabilität der Umwelt, des Klimas und der ozeanischen Hydrologie in geologischer Vergangenheit auf unterschiedlichen Zeitskalen rekonstruiert. Zur Entwicklung und Eichung der Proxys werden rezente Prozesse in der Wassersäule und am Meeresboden untersucht und modelliert sowie entsprechende Transferfunktionen entwickelt.

In der Sektion ‚Dynamik der Periglazialräume‘ werden die Stoff- und Energieflüsse in Permafrostlandschaften untersucht und quantifiziert. Dabei liegt ein besonderes Gewicht auf dem terrestrischen Methankreislauf und den zugrunde liegenden mikrobiellen Prozessen hinsichtlich ihrer Bedeutung für den atmosphärischen Methanhaushalt. Eng mit dieser Thematik verbunden sind weiterführende Studien zu den mikrobiellen Lebensgemeinschaften und deren Überlebensstrategien in extremen Habitaten. Im Vergleich mit der rezenten Situation wird die Reaktion der Peri-

3.4 Geosystem

The general research theme of the three sections of the ‘Geosystem’ department is geogenic processes, which, through a complex interplay, cause the natural evolution of earth’s environment and climate. Traces of this evolution are stored in marine sediments, polar lacustrine sediments, permafrost sequences, and in polar ice sheets and glaciers. This information is used to reconstruct changes in climate and environment from different time scales in the past.

The section ‘Paleoenvironmental Reconstructions from Marine Sediments’ deals with the composition and distribution of marine sediments. By means of appropriate geochemical, micropaleontological and mineralogical proxy parameters, the natural variability of the environment, climate and oceanic hydrology of the geological past is reconstructed on various time scales. For the development and calibration of proxies, recent processes in the oceanic water column and at the sea floor are investigated, modeled and appropriate transfer functions developed.

Investigation and quantification of material and energy fluxes of permafrost regions is the major research topic of the section ‘Dynamics of Periglacial Regions’. In this context, also microbial processes and their significance for the atmospheric methane budget are studied. In a realistic approach use is made of modern processes and conditions to identify the reaction of periglacial regions to natural climatic variations in the geological past. Special emphasis is given to the reconstruction of the paleoclimate from polar lacustrine sediments and ice rich permafrost sequences.

glazialgebiete auf vergangene, natürliche Klimavariationen charakterisiert. Einer der Schwerpunkte liegt dabei auf der Rekonstruktion des Paläoklimas aus limnischen Sedimenten und eisreichen Permafrostabfolgen der Polargebiete.

In der Sektion ‚Struktur und Dynamik der Lithosphäre und polarer Eisschilde‘ wird die geologisch-tektonische Entwicklungsgeschichte sowie die Dynamik der polaren Lithosphäre und der Eisschilde erforscht. Die Erfassung des dynamischen Verhaltens der Eismassen auf Änderungen äußerer Faktoren und die Erschließung des Klimaarchivs Eis stellt dabei einen wesentlichen Schwerpunkt dar.

3.4.1 Paläoumwelt aus Meeressedimenten

Schwerpunkte unserer wissenschaftlichen Arbeiten waren die Rekonstruktion von Klimaveränderungen und die Untersuchung von Transportwegen von partikulärem und gelöstem Material in der Wassersäule und im Sediment. Während zahlreicher Schiffsexpeditionen wurden hierfür Sediment- und Wasserproben in den hohen südlichen und nördlichen Breiten gewonnen und analysiert.

Ein Beispiel für diese Arbeiten sind die im Rahmen des russisch-deutschen SIRRO-Projekts durchgeführten Untersuchungen in der Karasee. Die detaillierten sedimentologischen, geochemischen und mikropaläontologischen Untersuchungen ermöglichten eine genaue Rekonstruktion der letzten 12 000 Jahre. Die Ergebnisse zeigen die kurzfristige Variabilität des fluvialen Sedimenteintrags in die Karasee und dessen Bezug zum postglazialen Meeresspiegelanstieg. Unter Einbezug von Echograph-Profilen von mehr als 6000 km Länge ließ sich zum ersten Mal ein genaues Sediment- und Kohlenstoffbudget für die Karasee bestim-

The geologic-tectonic evolution and dynamics of polar ice sheets is the topic of the section ‘Structure and Dynamics of the Lithosphere and Polar Ice Sheets’. Seismic and aerogeophysical studies of the lithosphere and sediments are undertaken to understand the geological history and relevant tectonic processes. Special emphasis is placed on the dynamic behavior and budget of ice masses with the variation of external factors. The main effort lies on the exploration of ice sheets as paleoclimatic archives.

3.4.1 Paleoenvironmental reconstructions from marine sediments

The major objectives of our research are related to reconstructions of climatic change and investigations of transport pathways of dissolved and particulate matter through water column and sediments. For this purpose, sediment and water samples were collected during several research cruises to high northern and southern latitudes.

The Russian-German SIRRO Project (Siberian River Run-Off) is one example for climatic and environmental studies in the north. Detailed sedimentological, geochemical, and micropaleontological investigations allowed a high-resolution reconstruction of short-term variability in river discharge and its relationship to climate change and postglacial sea level rise during the last 12 000 years before present. Based on an intensive sediment echograph profiling survey (total length of profiles > 6000 km) and sediment core data, for the first time a detailed sediment and organic carbon budget could be obtained. Furthermore, the unknown extent of the eastern margin of the Barents-Kara-Sea Ice sheet during the Last Glacial Maximum (LGM) was mapped in detail. This

men. Weiterhin ermöglichten die Echograph-Profile die Kartierung der bisher nicht genau bekannten östlichen Ausdehnung des Barents-Karasee-Eisschildes während der letzten quartären Vereisung (Last Glacial Maximum). Diese Untersuchungen stehen im engen Zusammenhang zu Fragestellungen der Vereisungsabfolge und Untersuchungen, die in heutigen Permafrostgebieten durchgeführt werden.

Die im SIRRO-Projekt erhobenen Daten und die internationale Kooperation mit anderen Arbeitsgruppen ermöglichten es, für den gesamte Arktischen Ozean einschließlich aller Randmeere ein Budget für den im Oberflächensediment eingebetteten partikulären organischen Kohlenstoff zu berechnen. Obwohl der Arktische Ozean flächenmäßig nur etwa 2,5 % des Weltozeans einnimmt, beträgt die Einbettungsrate von organischem Kohlenstoff ca. 10 % des globalen Wertes. Diese hohe Einbettungsrate von organischem Kohlenstoff in der Arktis geht auf den im Vergleich zum Weltozean deutlich höheren Anteil terrigener organischer Substanz zurück.

Für den atlantischen Sektor des Südozeans wurden anhand von Diatomeen- und Radiolarien-vegetationsgesellschaften Meereisverbreitung und Oberflächenwassertemperaturen während des Letzten Glazialen Maximums (LGM) quantitativ rekonstruiert. Diese Arbeiten sind Teil des nationalen ‚Glacial Atlantic Ocean Mapping‘ (GLAMAP-2000) Projektes (Beteiligung: Univ. Bremen, Univ. Kiel, GEOMAR, AWI) mit dem der gesamte Atlantik (Nordpol bis 60°S) auf LGM-Zeitscheiben paläoozeanographisch bearbeitet worden ist. Die Rekonstruktionen wurden in den internationalen ‚Multiproxy Approach for the Reconstruction of the Glacial Ocean Surface‘ (MARGO) eingebracht, der 2004 abgeschlossen wird. MARGO

study provides essential information for considerations of the sequence of ice sheet formation and retreat and for investigations of present permafrost regions.

The data derived within SIRRO and the international cooperation with other research groups allowed computation of spatial budgets of particulate organic carbon (POC) accumulation in surface sediments for the whole Arctic Ocean including the marginal seas. Although the Arctic Ocean accounts for only 2.5 % of the global ocean area, the Arctic POC burial rate accounts for about 10 % of the global budget. This high burial efficiency is caused by the high proportion of terrigenous organic carbon in Arctic Ocean sediments.

Paleoceanographic investigations in the Atlantic sector of the Southern Ocean estimated sea surface temperature (SST) and sea ice extent by quantitative studies of diatoms and radiolarians. This allowed to reconstruct environmental conditions during the last glacial maximum (LGM). The study is part of the national ‘Glacial Atlantic Ocean Mapping’ (GLAMAP-2000) project (contributing groups at Univ. Bremen, Univ. Kiel, GEOMAR, AWI) for the paleoceanographic reconstruction of the LGM Atlantic Ocean between the North Pole and 60 °S. This set of data has been included in the international ‘Multiproxy Approach for the Reconstruction of the Glacial Ocean Surface’ (MARGO), which will be completed in 2004. MARGO presents a data set for the description of global ocean conditions during the LGM, based on modern dating and estimation methods. MARGO will replace the CLIMAP data set generated during the seventies and will present a milestone for further paleoceanographic studies and modeling.

stellt eine mit modernen Datierungs- und Rekonstruktionsverfahren erarbeitete Datenbasis für die globale Beschreibung eines glazialen Zustandes des gesamten Weltozeans bereit.

Diese Datenbasis löst die aus den siebziger Jahren stammende CLIMAP-Rekonstruktion für das LGM ab und wird, wie bislang CLIMAP, für weiterführende paläoklimatologische und modellierende Arbeiten von außerordentlicher Bedeutung sein.

Durch Definition von Schlüsselarten (key-species) und Erfassung der Prozesse, die mit der Produktion und Verbreitung dieser Arten in Verbindung stehen, wurden neue paläobiologische Werkzeuge entwickelt, mit denen komplexe biologische und physikalische Prozesse im Paläoozean rekonstruiert werden können. Dabei werden Diatomeen der Gattung *Chaetoceros* mit Eisendüngung und hoher Produktivität, die Radiolarie *Cycladophora davisiana* mit der Ausbildung von Zwischenwassermassen und hohem Export organischen Materials in den tiefen Ozean in Beziehung gesetzt. Die innovative Anwendung dieser paläobiologischen Werkzeuge zeigt ein durch Eisendüngung hervorgerufenen glaziales Hochproduktionsregime an, das auch in der saisonal meereisbedeckten Zone des Südozeans ausgebildet war. Damit können kontrovers diskutierte paläoozeanographische Ergebnisse zum Produktionsgeschehen im glazialen Ozean hoher Breiten und der Abspeicherung von atmosphärischem CO₂, die sich bislang überwiegend auf geochemische Ergebnisse gestützt haben, unter neuen Aspekten interpretiert werden.

Um die pleistozäne Klimaentwicklung und ihren Bezug zu Prozessen im Südozean zu erfassen, wurden physikalische (Temperatur, Meereis) und biologische (Nährstoffnutzung, Produktionsregime) Parameter aus

The definition of key-species and the knowledge about processes, which leads to the production and distribution of these species allows us to establish new paleobiological tools, to be used to reconstruct complex biological and physical processes in the paleo-ocean. The relation of the diatom genus Chaetoceros to iron induced high productivity and that of the radiolarian Cycladophora davisiana to high export of organic matter into a cold mesopelagic environment has been used to detect an iron fertilized glacial high productivity regime in the seasonal sea ice covered Southern Ocean. These results contribute new aspects to the ongoing debate about the productivity and CO₂ sequestration in the glacial Southern Ocean.

To study Pleistocene Southern Ocean climate development and its impact on global climate evolution we combined reconstructions of the physical (hydrography, sea ice) and biological (nutrient utilisation, productivity regimes) environment. The information was derived from the diatom species association and stable isotope ($\delta^{18}\text{O}$, $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$) record, the latter being accomplished in cooperation with Weizmann Institute (Israel). High resolution timeseries of such paleoceanographic parameters that document the past 30 000 years from sediment cores recovered in the Indian, Atlantic and Pacific sector show distinct differentiations in the different sectors of the Southern Ocean.

The highly productive coastal upwelling area off southwestern Africa is a sensitive area to study the nutrient transport from the Southern Ocean into the tropical Atlantic in the geological past. This task is investigated in cooperation with the Research Centre Ocean Margins (RCOM, Bremen). Based on a de-

der Diatomeenarten Zusammensetzung und Messungen der stabilen Isotope ($\delta^{18}\text{O}$, $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$) aus Diatomeenopal abgeleitet. Die Isotopenuntersuchungen wurden in Kooperation mit dem Weizmann Institut (Israel) durchgeführt. Zeitlich hochauflösende Serien der Umweltparameter, welche die Entwicklung der letzten 30 000 Jahre im indischen, atlantischen und pazifischen Sektor des Südozeans dokumentieren, weisen auf deutliche Differenzierungen in den einzelnen Sektoren hin.

Das Hochproduktionsgebiet im küstennahen Auftrieb vor Südwesafrika ist ein sensibles Gebiet, um Transportmechanismen von Nährstoffen aus dem Südozean in den tropischen Atlantik in der geologischen Vergangenheit zu studieren. Auf der Basis einer detaillierten Radiolarienanalyse wurden Oberflächenwassertemperaturen, Auftriebsintensität und Einfluss bestimmter Wassermassen auf das Auftriebsgeschehen während der letzten 300 000 Jahre in einem Sedimentkern vor Lüderitz rekonstruiert. In Zusammenarbeit mit dem Forschungszentrum Ozeanränder (RCOM, Bremen) konnte gezeigt werden, dass die Produktion antarktischer Zwischenwassermassen zu bestimmten Zeiten (Isotopenstadium 3, 6, 8) einen starken Einfluss auf Auftriebsgeschehen und Produktivität gehabt haben.

Die Analyse der Sedimenttextur, Korngrößen- und Mikrofossilverteilung an nunmehr 20 Sedimentkernen, die während FS „Polarstern“-Expeditionen (1995, 2001) im Einschlaggebiet des Eltanin-Asteroiden (Bellingshausenmeer, Südozean) gewonnen werden konnten, erlaubt eine genaue Beschreibung der durch den Einschlag ausgelösten physikalischen Prozesse. Diese Untersuchung, die in nationaler und internationaler Kooperation (u. a. Univ. Bremen, Univ. of California

tailed radiolarian analysis, sea surface temperatures, upwelling intensity and the impact of specific water masses on upwelling have been reconstructed for the last 300 000 years at a sediment core located off Lüderitz. The data show that Antarctic intermediate water masses (Antarctic Intermediate and Antarctic Mode Waters) had a strong impact on the upwelling activity and biological productivity during specific time intervals (marine isotope stages 3, 6, 8).

Investigation of more than 20 sediment cores collected during RV 'Polarstern' cruises (1995, 2001) in the Eltanin-Asteroid impact area (Bellingshausen Sea, Southern Ocean) including sediment texture analyses, studies of sediment composition including grain size and microfossil distribution, reveal in great detail the pattern of impact-related sediment disturbance and the sedimentary processes immediately following the impact event. This study, achieved in close national and international cooperation (e. g. Univ. Bremen, Univ. of California Los Angeles) represents the first comprehensive documentation of a deep ocean impact of an asteroid. In a region in the vicinity of the Freedom Seamounts comprising at least 20 000 km² the average amount of meteoritic material (87 % melted, 13 % unmelted) deposited is >1 g/cm² (at two sites >6 g/cm²). This makes the area clearly the meteorite-richest region known on the surface of the Earth. The data indicate that the Eltanin asteroid was larger than 1 km in diameter, thus bigger than previously assumed. This places the energy released by the impact at the threshold of those considered to cause environmental disturbance at a global scale. New high resolution integrated magnetobiostratigraphic analyses have set the Eltanin impact age to 2.511±0.07 Ma. During this

Los Angeles) durchgeführt wird, stellt damit die erste detaillierte Dokumentation eines Asteroideneinschlages in den tiefen Ozean dar. In einem ca. 20 000 km² großen Gebiet um die Freeden Tiefseekuppe wurden >1g/cm² (an zwei Lokationen >6g/cm²) meteoritisches Material abgelagert (87 % geschmolzen, 13 % ungeschmolzen). Dies stellt die bislang höchste Konzentration von Meteoritenmaterial auf der Erde dar.

Der Transfer von organischem Material von der Wasseroberfläche zum Sediment wurde im Südozean unter anderem im Bereich des östlichen Weddellwirbels untersucht. Diese Feldarbeiten standen in enger Beziehung zu vorherigen biogeochemischen Modellierungen der Verteilung von Nährstoffen im Ozean. Gegenüber einer Abschätzung anhand von Satellitenaufnahmen, weisen diese Modellierungen für das Untersuchungsgebiet auf eine deutlich erhöhte Exportproduktion hin. Durch die Analyse natürlicher radioaktiver Isotope wie ²³⁴Th, Nährstoffanalysen sowie Chlorophyllbestimmungen konnten diese Modellergebnisse bestätigt werden.

Untersuchungen von Transportwegen und Austauschprozessen zwischen Sediment und Wassersäule wurden im nördlichen Nordatlantik im Bereich von Spitzbergen und dem Kontinentalrand der Barentssee durchgeführt. Porenwasseruntersuchungen, die im Bereich des AWI-Hausgarten (zwischen Spitzbergen und Grönland) mittels eines in situ O₂-Profilers durchgeführt wurden, ermöglichten die Berechnung des Transfers von frischem organischem Material von der Wasseroberfläche zum Meeresboden. In Verbindung mit Untersuchungen der Bodenwasserzusammensetzung, konnten die chemischen Gradienten näher bestimmt werden, die am Meeresboden für die benthische Besiedlung relevant sind.

period major glaciation processes commenced in the northern hemisphere.

The export of organic matter from the sea surface to the seafloor was studied in the eastern Weddell Gyre of the Atlantic sector of the Southern Ocean. For this region, biogeochemical models, considering ocean circulation and nutrient distribution in the water column, suggest high export production, which is not supported by Remote Sensing of primary production. During research cruises particle export was supported by naturally occurring radio nuclides such as ²³⁴Th, nutrient analysis, and studies on chlorophyll distribution. All investigations revealed enhanced export and chlorophyll maxima in water depths not visible by remote sensing.

Transport pathways and exchange processes between sediment and water column were studied in the northern North Atlantic off Svalbard and at the continental margin of the Barents Sea. Pore water studies by an in situ O₂ profiler were applied for calculations of fluxes of reactive organic matter reaching the seafloor of the AWI-Hausgarten area (between Svalbard and Greenland). Combined with investigations of bottom water composition, chemical gradients in the lower water column and in surface sediments that are relevant for benthic organisms were studied in close cooperation with biologist. This long term study, operated annually since several years, aims at the characterization of shifts in the benthic environment.

The release and fate of methane in the marine environment was investigated in the Svalbard area. Especially in the vicinity of the Fjord system enhanced methane concentrations (plumes) were observed. Admixture and degradation processes within the

Für die Region um Spitzbergen wurde die Verteilung von Methan (CH_4) in der Wassersäule untersucht. Speziell im Bereich der Fjorde wurden lokal erhöhte CH_4 -Konzentrationen (sog. Plumes) gemessen. Die Vermischungs- und Umsetzungsprozesse, denen Methan in der Wassersäule unterliegt, ließen sich mit Hilfe der CH_4 -Isotopie quantifizieren.

Ein weiteres Zielgebiet für Untersuchungen des CH_4 -Kreislaufs war der Haakon Mosby Schlamm Vulkan (HMMV). Der Einsatz des ferngesteuerten Unterwasserfahrzeugs (ROV, Remotely Operated Vehicles), 'Victor 6000', das mit Greifarmen, Videosystemen und Sensoren ausgestattet ist, ermöglichte eine sehr gezielte Sediment- und Wasserbeprobung sowie eine detaillierte Kartierung des Schlammvulkans.

Diese Kartierung umfasste eine micro-bathymetrische Vermessung, mit der die Sedimenttopographie auf wenige Zentimeter genau bestimmt wurde. Deutliche Unterschiede zwischen dem Nord- und Südteil des HMMV weisen auf eine unterschiedliche Genese hin. Ein weiteres Mittel der Kartierung war das Videomosaiking. Die georeferenzierten Videodaten werden genutzt um unterschiedliche biogeochemische Habitate zu charakterisieren. Hierzu zählen die Bereiche des HMMV, die durch benthische Organismen wie Pogonophoren oder durch Bakterienmatten bedeckt sind sowie die zentral gelegenen Schlammablagerungen.

Der Transfer von Methan in die untere Wassersäule wurde mit speziellen Bodenwasserschöpfern bzw. Systemen des 'Victor 6000' untersucht. Deutlich erhöhte Konzentrationen an gelöstem CH_4 sind zu verzeichnen. Neben der gelösten Fraktion konnten erstmals aktive Methanausgasungen beobachtet und erfasst werden. Die Videobeobachtungen zeigen den

water column were investigated by isotopic studies on CH_4 .

A major target area for studies on storage of methane in sediments, release of CH_4 from the seafloor and identification of methane plumes in the water column was the Haakon Mosby Mud Volcano (HMMV). Operation of the ROV, 'Victor 6000', equipped with manipulators, video systems and sensors allowed very accurate sampling of sediments, microbial mats and positioning of our in situ profilers as well as mapping. For example, micro-bathymetric studies, with a vertical resolution of a few centimeters, provided detailed information on the topography for the entire structure. This revealed distinct differences between the northern and southern part of the Mud Volcano, providing information on the sequence and locations of mud discharge. Based on the video stream derived from the bottom camera of 'Victor 6000', video mosaicking of the seafloor was an additional mapping technique. The georeferenced mosaikes allowed a characterization of different habitats and spatial calculations of e. g., coverage by bacterial mats. As major habitats, from a microbiological as well as geochemical perspective, areas covered by Pogonophora, bacterial mats or uncovered mud were identified.

The transfer of methane into the bottom water was investigated by a specific horizontal bottom water sampler as well as by water samples obtained by 'Victor 6000'. Significantly enhanced concentrations were observed at several sites. In addition to the release of methane dissolved in seawater, active bubble escape from the mud volcano was observed for the first time. Video observation allowed the observation of the ascent of bubbles and a quanti-

Aufstieg der Gasblasen und dienen zur Quantifizierung der CH_4 -Freisetzung. Weiterhin wurden an mehreren Lokationen Gashydrate gefunden und beprobt.

Küstenregionen der Nord- und Ostsee sind ein weiteres Zielgebiet für Untersuchungen zum Methankreislauf in organikreichen Sedimenten. Diese Arbeiten werden im Rahmen des EU-Projektes METROL zusammen mit dem MPI für Marine Mikrobiologie (Bremen) und weiteren Partnern durchgeführt. Die Kartierung von freiem Gas in Sedimenten gehört zu den Zielsetzungen. Als Pilotstudie wurde eine hydroakustische Kartierung mit dem AUV Maridan M600 ausgeführt. Die hochauflösenden Daten, die im Abstand von 5 m über dem Meeresboden registriert wurden, ermöglichen eine 3D Kartierung von freiem Gas im Bereich von Pockmarkfeldern. Dies erlaubt Rückschlüsse auf mikrobiologische Umsatzraten und die potentielle Freisetzung von CH_4 .

Für eine effiziente Archivierung und Bereitstellung von Geodaten wurde das Informationssystem PANGAEA in das hierarchische Speichersystem des AWI integriert und um eine grafische Oberfläche erweitert. Im Internet können über eine Karte Profilschnitte ausgewählt und die Daten in den üblichen Standardformaten auf den Rechner des Nutzers geladen werden.

Auf Anfrage von JGOFS wurden in PANGAEA ein wesentlicher Teil der international erhobenen Daten archiviert (40 000 Datensätze aus 12 Ländern) und über das Internet der wissenschaftlichen Gemeinschaft zur Verfügung gestellt. Die Dokumentation des ‚Polarstern‘-Sedimentkernarchives in Form von Fotos, Röntgenaufnahmen und Kernbeschreibungen von ca. 1000 Kernen wurde digitalisiert und über PANGAEA allgemein verfügbar gemacht.

fication of the CH_4 -release. At several other sites gas hydrates were sampled.

The methane cycle in coastal regions of the North and Baltic Sea are the objectives of the EC Project METROL. In cooperation with the MPI of Marine Microbiology and other partners the formation, decomposition, and flux of CH_4 for organic-rich coastal sediments is investigated. This includes detection of free gas in sediments and calculation of spatial budgets. Based on an AUV (Autonomous Underwater Vehicle) survey with the ‚Maridan M600‘ the 3D distribution of free gas around a pockmark field was identified. This provides information on the turn-over of CH_4 by microbial activity in the muddy sediment and the potential release of methane to the bottom water.

To archive seismic data from ‚Polarstern‘ cruises the information system PANGAEA was integrated into the hierarchical storage system of the AWI and extended by a graphical interface. Segments of profiles can be selected and the data downloaded in standard formats to a local computer. Following a request from JGOFS, most of the internationally available data have been archived in PANGAEA (40 000 data sets from 12 countries). Data are accessible by the scientific community via the Internet. The documentation of the ‚Polarstern‘ sediment core repository, consisting of photos, x-ray films and core descriptions of about 1000 cores have been digitized and are accessible via PANGAEA.

An example for scientific application of geodata bases such as PANGAEA and the Geo-Information-System (GIS) is the project MarGIS, within the framework of the BMBF/DFG Special Program Geotechnology. Within this project extensive data sets

Ein wissenschaftliches Anwendungsbeispiel für die Koppelung von Geodatenbanken wie PANGAEA mit Geo-Informationssystemen (GIS) sind die Arbeiten zur Charakterisierung von Meeresbereichen. Hierfür werden in dem Projekt MarGIS (BMBF/DFG Schwerpunkt-Geotechnologien) unterschiedliche Datentypen und Informationsebenen (u. a. bathymetrische Datensätze, sedimentologische Rohdaten und Karten, Benthos-Vergesellschaftungen sowie meereschemische Informationen) zusammengefasst und in ein Geo-Informationssystem integriert.

3.4.2 Dynamik der Periglazialräume

Die feuchten Niederungsgebiete der arktischen Permafrostlandschaft sind natürliche Quellen für das klimarelevante Spurengas Methan. Dabei ist die Stärke der Methanquellen vor allem für die durch kontinuierlichen Permafrost gekennzeichneten sibirischen Permafrostgebiete eine immer noch unzureichend bekannte Größe im globalen Methanhaushalt. Um Aussagen zur Entwicklung der Kohlenstoffdynamik der Permafrostlandschaften, im Zuge von sich ändernden Umweltbedingungen und den Auswirkungen auf den globalen Methankreislauf treffen zu können, wird von der Sektion ‚Dynamik der Periglazialräume‘ im Rahmen des Themas Terrestrischer Methankreislauf ein multidisziplinärer, integrierter Forschungsansatz zum Verständnis der mikrobiologisch gesteuerten Kohlenstoffdynamik verfolgt.

Durch die Kombination von Spurengasmessungen, boden- und vegetationskundlichen Untersuchungen sowie den Prozessstudien zur Bildung und Oxidation von Methan konnten die Methanflüsse in Permafrostböden erstmals quantifiziert und der saisonale Verlauf der Methanfreisetzung für einen typischen Boden-

(e. g., bathymetry, sedimentological maps and raw data, benthic communities, bottom water chemistry) were gathered for the North Sea and incorporated into the GIS environment.

The combination of process studies, interpretation of paleo-records, calculation of budgets, and mapping of past and present distribution patterns of ice sheets allows the reconstruction of environmental changes on different time scales.

3.4.2 Dynamics of periglacial regions

The wet lowlands of the Arctic permafrost landscapes are natural sources of the climate relevant trace gas methane. The importance of permafrost areas as a source of methane is a still insufficiently estimated size in the global methane budget, especially for the Siberian Arctic characterized by continuous permafrost. In order to predict the development of the carbon dynamics in the course of changing environmental conditions and its impact on the global methane cycle, multidisciplinary integrative research is pursued by the Section 'Dynamics of Periglacial Regions' in the scope of the topic 'Terrestrial Methane Cycle' to understand the microbially controlled carbon dynamics. This concept contains high-resolution long-term measurements of trace gas fluxes, micro-biological process studies as well as molecular-ecological investigations of the structure, function and diversity of microbial communities in permafrost habitats.

The methane fluxes in permafrost soils could be quantified for the first time and the seasonal process of the methane release from a typical soil vegetation complex could be understood by the combination of trace gas measurements, soil and plant investi-

Vegetations-Komplex verstanden werden.

Beide mikrobiellen Prozesse zeigen dabei eine erstaunliche Anpassung an die extremen Bedingungen des Permafrostes. Für die Methan oxidierende Mikroflora konnte beispielsweise anhand der Aktivitätspotenziale bei unterschiedlichen Temperaturen und Substratkonzentrationen eine sehr gute Anpassung an die Temperatur- und Methankonzentrationsgradienten in arktischen Böden beobachtet werden. In den oberen Horizonten der Permafrostböden dominieren dabei Methan oxidierende Bakterien mit einer hohen Substrataffinität und einer maximalen Aktivität oberhalb von 20 °C, während die Organismen im Übergangsbereich zum Permafrost durch eine niedrige Substrataffinität und einer maximalen Aktivität bei 4 °C gekennzeichnet sind. Dies ist von großer ökologischer Bedeutung, weil die mikrobielle Methanoxidation eine wichtige Senkenfunktion für den atmosphärischen Methanhaushalt darstellt.

Im Jahr 2002 wurde darüber hinaus im Bereich ‚Terrestrischer Methankreislauf‘ ein mikrometeorologisches Eddy-Kovarianz-Messsystem etabliert, das die kontinuierliche Erfassung der turbulenten Flüsse von Impuls, Wärme, Wasser, Kohlendioxid und Methan in der bodennahen Atmosphäre ermöglicht. Erstmals eingesetzt wurde das aufwendige Messsystem während der Expeditionen LENA 2002 und LENA-ANABAR 2003 im nordsibirischen Lenadelta. Insgesamt wurden die Flussmessungen, parallel zur Erfassung von standardmeteorologischen und bodenphysikalischen Messgrößen, über fünf Monate in den Vegetationsperioden 2002 und 2003 durchgeführt.

Die Arbeitsgebiete zur Untersuchung von Permafrostsequenzen als Paläoumweltarchive wurden in den vergangenen zwei Jahren regional ausgedehnt. Durch

gations as well as process studies of the microbial methane formation and oxidation.

Both microbial processes show an amazing adaptation to the extreme conditions of permafrost soils. On the basis of the methane oxidation potentials at different temperatures and with different substrate concentrations a very good adaptation of the methane-oxidizing microflora for instance to the natural temperature and methane concentration gradients in arctic soils could be observed. In the upper horizons of the permafrost soils methane oxidizing bacteria dominate with a high substrate affinity (= low methane concentrations can be used by the bacteria for growth) and a maximum activity above 20 °C, while the organisms in the boundary layer to the permafrost are characterized by a low substrate affinity (= low methane concentrations cannot be used by the bacteria for growth) and a maximum activity at 4 °C. This is of great ecological significance, because the microbial methane oxidation represents an important sink for the atmospheric methane budget.

In 2002, a micrometeorological eddy covariance measurement system was established, which was designed to continuously determine the turbulent fluxes of momentum, heat, water, carbon dioxide, and methane in the atmospheric boundary layer. The elaborate measurement system was applied for the first time during the expeditions LENA 2002 and LENA-ANABAR 2003 in the Lena Delta, Northern Siberia. The flux measurements were conducted in parallel to the monitoring of standard meteorological and soil physical data for a total of five months during the vegetation periods of 2002 and 2003.

For the investigation of permafrost sequences as

eine schiffsgestützte Expedition zu den Neusibirischen Inseln, eine Expedition an die Küste der westlichen Laptevsee (Untersuchungsgebiet Mamontovy Klyk) und Fortführung der Studien im Gebiet um Tiksi und im Lenadelta von 1998 bis 2003 liegen inzwischen Paläoumweltinformationen von 15 verschiedenen Untersuchungsstandorten im Gebiet um die Laptevsee vor. Die Paläoumweltrekonstruktionen belegen die weite Verbreitung einer speziellen Kaltsteppenvegetation (Tundrastepe) und der dort lebenden reichen Mammutfauna in den während des Spätpleistozäns wegen des gefallenen Meeresspiegels trocken liegenden Ebenen des heutigen Laptevseeschelfes. Die multidisziplinäre Erforschung von Paläoökologie, Geokryologie/Sedimentologie, Hydrochemie und Isotopengeochemie des Grundeises wurde gemeinsam mit russischen Kollegen fortgesetzt. Sommerindikatoren (Pflanzenmakroreste) und Winterindikatoren belegen, dass das letzte Glaziale Maximum nicht der kälteste Abschnitt der Weichselkaltzeit in diesem Gebiet war. Mit Hilfe fossiler Bioindikatoren wie Pollen, Insekten und Rhizopodien und anhand von Eiskeilpseudomorphosen und Seesedimenten konnte eine pleistozäne Warmphase an verschiedenen Untersuchungsstandorten nachgewiesen werden, die dem Eem-Interglazial vor ca. 105 000 Jahren zugeordnet wurde. Die spezifischen Aspekte der Bioindikatoren in Permafrostabfolgen sind im Beitrag ‚Biologische Paläoumweltindikatoren in den polaren Landgebieten‘ bei den ausgewählten Forschungsthemen (Kap. 2) dargestellt.

Von zunehmender Bedeutung innerhalb der Paläoumweltuntersuchungen an Permafrostablagerungen ist die Einbindung moderner Umweltprozessstudien in Periglazialgebieten. Diese Studien erfolgen zum

paleoenvironmental archives, the working areas were regionally extended during the last two years. Paleoenvironmental information of 15 study sites around the Laptev Sea is now available. These are the results of a ship-based expedition to New Siberian Islands in 2002, an expedition to the western coast of the Laptev Sea (site Mamontovy Klyk in 2003) and continued studies in the area around Tiksi and in the Lena Delta during 1998-2003.

The paleoenvironmental reconstructions prove a wide-spread cold steppe vegetation (the so-called tundra-steppe) and a corresponding large mammoth fauna, widely distributed during the late Pleistocene, also on the modern Laptev Sea shelf areas, which were subsequently flooded in the Holocene due to the global sea level rise. The multidisciplinary studies of paleoecology, geocryology, sedimentology as well as hydrochemistry and isotope geochemistry of ground ice were continued in close cooperation with Russian colleagues. Both, summer (plant remains) and winter indicators (ice wedges) point to the fact that the Late Glacial Maximum was not the coldest period in this area in Weichselian times. A Pleistocene warming period is evident in different sites according to fossil bioindicators like pollen, insects, rhizopods as well as ice wedge casts and lake deposits. These were assigned to the Eemian interglacial of about 105 000 years before present. The specific aspects of bioindicators in permafrost sequences are presented in the article 'Biological paleoenvironmental indicators of polar terrestrial areas' (see chapter 2 'Selected research topics').

Studies related to modern environmental processes in the periglacial areas are of increasing importance for the understanding of the paleoenvironmental

einen zur Eichung dessen, was in den Paläoumweltarchiven als Kalt-Warm-Wechsel der Umweltbedingungen studiert wird, zum anderen zur Abschätzung zukünftiger Umweltveränderungen in heutigen Permafrost-Gebieten.

Für die Beobachtung und Rekonstruktion der periglazialen Landschaftsgenese werden in verstärktem Maße Fernerkundungsdaten genutzt. Die Kombination von verschiedenen Satellitendaten, geologischen Daten russischer Partner, aktuellen Feldbeobachtungen und digitalen Geländemodellen (DGM) ermöglicht die Charakterisierung der reliefbildenden Prozesse und die Bestimmung von Phasen der Landschaftsentwicklung.

Durch die Kombination eines Schneebilanzmodells und Feldmessungen wurden charakteristische Prozesse während der winterlichen Schneebedeckung und der Frühling-Schneeablation an einer Station auf Spitzbergen identifiziert. Es zeigt sich, dass der auf kalten, thermisch-stratifizierten Schnee fallende Regen innerhalb der Schneedecke zum Gefrieren und zur Bildung von Eislinsen führt. Regen, der auf temperierten Schnee fällt, perkoliert durch den Schnee hindurch bis zur Bodenoberfläche; durch erneutes Gefrieren entstehen dem Boden aufliegende Eislinsen (basal ice).

Das Schneebilanzmodell wurde für eine zirkumpolare (Sibirien, Alaska, Spitzbergen) und regionale Analyse (Alaska) der Prozesse während der Schneeschmelze angewandt. Der zirkumpolare Vergleich zeigt, dass die Ablation der Schneedecke durch unterschiedliche Prozesse dominiert wird: Strahlung an den Standorten auf Spitzbergen und Council (Seward Halbinsel) und durch fühlbare Wärme bei Ivotuk (Alaska).

situation archived in older permafrost deposits. Such studies are conducted on one hand in order to calibrate the temperature alternations studied in paleo-environmental archives, on the other hand to predict future environmental change in present-day permafrost areas.

Remote sensing is used to an increasing degree for the observation and reconstruction of periglacial landscape genesis. The combination of various satellite data, geological records (provided by the Russian partners), ground truthing and digital terrain models permit the characterization of relief forming processes and the determination of stages of landscape development.

An energy balance model was applied for snow pack accumulation and ablation at a continuous permafrost site on Spitsbergen. The balance yields two distinct types of snow ablation: winter and spring ablation. Energy transferred by sensible heat and rain input reduces the snow cover during the winter, creating internal ice lenses and basal ice. These ice layers can block winter grazing, thus have fatal consequences for the Svalbard caribou herd. Water that reaches the soil surface or infiltrates into the frozen ground freezes and warms the soil.

The snowpack ablates during spring in two stages. During the first stage, surface melting and subsequent internal freezing compact and reduce the snow cover, but no runoff is produced ('pre-melt'). During the second stage, runoff is produced and melt rates from the snowpack are represented well using the energy balance model.

Spring snow ablation is modeled at sites in Spitsbergen, Siberia and Alaska using the volume energy balance model. The main components of the energy

Die Pilotstudien in Vorbereitung auf eine im Rahmen des ICDP-Programms angestrebte kontinentale Tiefbohrung im Elgygytgyn-Kratersee auf Tschukotka, NO-Sibirien, wurden 2003 durch eine viermonatige Expedition fortgesetzt. Dabei wurde erstmals auch das dem Permafrost unterliegende Einzugsgebiet des Sees mit geophysikalischen und geokryologisch-sedimentologischen Methoden erkundet.

Die Untersuchungen zur Dynamik arktischer Küsten bildeten im Berichtszeitraum einen wichtigen Schwerpunkt der Sektion ‚Dynamik der Periglazialräume‘. Die Feldarbeiten wurden im Rahmen von zwei Expeditionen in den Jahren 2002 und 2003 im Küstenbereich der Laptev-See fortgeführt und konzentrierten sich zum einen auf den Materialeintrag in den Arktischen Ozean durch Küstenerosion und zum anderen auf Prozessstudien zur Transformation von terrestrischem in submarinem Permafrost in der Küstenzone. Die Sektion hat auf diesem Forschungsgebiet eine international führende Rolle. Das vom International Arctic Science Committee (IASC) und von der International Permafrost Association (IPA) getragene Projekt Arctic Coastal Dynamics (ACD) wird von der Sektion geleitet. Detaillierte Informationen zu diesem Forschungsthema sind dem Beitrag ‚Die Permafrost-Küsten der Arktis – Gefrorenes Land versinkt im Meer‘ unter den ausgewählten Forschungsthemen (Kap. 2) zu entnehmen.

Im Rahmen des Forschungsprojekts ‚Jungquartäre Klima- und Landschaftsentwicklung im Werchojansker Gebirge und in der Zentraljakutischen Tiefebene‘ fanden 2002 und 2003 zwei dreiwöchige Geländekampagnen statt. Die Feldarbeiten erfolgten mit Schlauchbooteinsatz entlang der Lena- und Aldan-Nebenflüsse Tumara und Djanuschka. Die Arbeiten

balance are atmospheric fluxes (radiative, turbulent), but their percentage differs significantly between sites. On Spitsbergen and Siberia ablation energy is mostly provided by net radiation, on Alaska by sensible heat and net radiation.

The pilot studies in preparation of a continental deep drilling in the Elgygytgyn crater-lake (Chukotka, Northeast Siberia) planned in the framework of the ICDP-program were continued in 2003 during a four-month expedition. For the first time, the drainage area of the lake, which is subject to permafrost conditions was explored with geophysical, geocryological and sedimentological approaches. The used equipment, a combination of a GeoRadar system with a newly developed permafrost drill was successfully tested near the Koldewey Station on Svalbard before.

Studies on the dynamics of Arctic coasts have been a main focus of the section ‘Periglacial Dynamics’ during the period under review. Field work in the coastal region of the Laptev Sea continued in the framework of two expeditions in 2002 and 2003. The investigations concentrated on the material input to the Arctic Ocean through coastal erosion on the one hand, and on process studies on the transition of onshore to offshore permafrost in the coastal zone on the other hand. In these research fields the section has a leading role on the international level. The Arctic Coastal Dynamics (ACD) project which is supported by the International Arctic Science Committee (IASC) and the International Permafrost Association (IPA) is headed by the AWI section ‘Periglacial Dynamics’. Detailed information on this research field can be found in the article ‘Permafrost Coasts of the Arctic – Frozen Land Drowns in the Sea’ which is presented in this volume in chapter 2 on selected research topics.

werden über ein Verbundprojekt der Deutschen Forschungsgemeinschaft finanziert, unter Beteiligung in- und ausländischer Kollegen (AWI Potsdam, RWTH Aachen, Universität Bayreuth, Permafrost-Institut Yakutsk, Geologisches Institut Yakutsk). Ziel der Arbeiten ist die chronologisch detaillierte Rekonstruktion der spätquartären Vereisungsgeschichte und Klimaentwicklung des Werchojansker Gebirges und seines Vorlandes unter Nutzung von geomorphologischen Befunden, limnischen Sedimentarchiven und geokryologischen Merkmalen des Dauerfrostbodens. Erste Befunde belegen Gletschervorstöße, die – entgegen den häufig global nachgewiesenen kaltzeitlichen Vorstößen – an feuchtere interstadiale Perioden gebunden waren, während die kalttrockenen Stadiale durch Lössakkumulation bestimmt waren.

Die Schwerpunkte des Themenbereiches ‚Numerische Paläoklima- und Umweltrekonstruktion‘ lag in den letzten beiden Jahren auf der Durchführung von Paläoklimarekonstruktionen mittels Diatomeen und Pollen aus verschiedenen Seen in Zentral- und Ostsibirien im Rahmen des Projektes KIHZ (Klima in historischen Zeiten) sowie in der Etablierung eines Kalibrationsdatensatzes für aquatische Organismen in Jakutien, Ostsibirien. Erstmals wurden mittels Diatomeen Paläotemperaturen aus den Sedimenten des Lamasees, Zentralsibirien, während des gesamten Holozäns rekonstruiert. Die rekonstruierten Temperaturen liegen im Mittel bei 11,0 °C, die Schwankungsbreite liegt bei 1,6 °C. Kühlere Temperaturen wurden kurz vor Beginn des Holozäns sowie kurzzeitig um ca. 6500 Jahre vor heute und 4500 Jahre vor heute rekonstruiert. Wärmere Perioden gab es nach dieser Rekonstruktion zwischen ca. 8000 und 6500 Jahren vor heute sowie zwischen 4000 und 2500 Jahren vor heute.

During the summer seasons of 2002 and 2003, two field campaigns were undertaken in a joint DFG project with German and Russian scientists (AWI Potsdam, RWTH Aachen, Bayreuth University, Permafrost Institute Yakutsk, Geological Institute Yakutsk), dedicated to the late Quaternary climate and landscape development in the Verkhoyansk Mountains and the central Yakutian lowlands in eastern Siberia. Field work was carried out along two tributaries (Tumara and Djanushka) of the Lena and Aldan Rivers, using rubber boats. The objectives are to establish a detailed chronology of regional glacial dynamics and environmental history, deduced from geomorphology, lacustrine records, and geocryological features of frozen ground. So far, the dating of terminal Weichselian moraines points to glacial advances that are related to moist interstadials, while the dry stadials are characterized by loess accumulation. This regional trend contradicts the general worldwide observation of maximum ice extension during glacial maxima. Postglacial climate history can be deduced from the stable-isotope composition of ice wedges and documents an relative early Holocene climate warming and a late Holocene cooling in eastern Siberia.

A 724 m long ice core was drilled during 1999 and 2001 in cooperation between AWI and the Arctic and Antarctic Research Institute (AARI) St. Petersburg and other Russian Institutes at the northernmost ice cap of the archipelago of Severnaya Zemlya/Siberia. The ice cap of Akademii Nauk is a glacier with infiltration, that means melting during summer time and as a consequence rain potentially influences the ice stratigraphy.

The combination of Oxygen-18 and Deuterium

Die durchgeführte Rekonstruktion zeigte aber auch die Notwendigkeit der Erstellung regionaler Kalibrationsdatensätze, um derartige Rekonstruktionen durchführen zu können. Mit der Vorbereitung und der Durchführung für die dazu erforderlichen Feldarbeiten wurde im Jahre 2003 begonnen. Während der ersten Feldarbeiten wurden 30 Seen in Zentraljakutien, Ostsibirien, untersucht, um systematische Zusammenhänge zwischen aquatischen Organismen und ihren Lebensbedingungen zu untersuchen.

Der in den Jahren 1999 bis 2001 auf der nördlichsten Insel des Archipels von Sewernaja Zemlja im östlichen Sibirien in Kooperation mit russischen Instituten erbohrte 724 m lange Eiskern wird im Labor untersucht. Die Akademii Nauk Eiskappe ist ein Gletscher mit Schmelzwasserinfiltration, d. h. im Gegensatz zu den Bohrlokalationen auf den großen Eisschilden Grönlands und der Antarktis beeinflussen hier sommerliche Schmelzprozesse und Regen die Eis-Stratigraphie in starkem Maße.

Eine Kombination der Sauerstoff-18 und Deuteriumexcessdaten ermöglicht auf den bisher detailliert untersuchten oberen 50 m weitgehend eine Alterszuordnung. Die obere Hälfte des Kernes konnte zumindest langfristig anhand der mittels Dielektrisch Profiling (DEP) gewonnenen Lage von Leitfähigkeitshorizonten datiert werden. Singuläre Ereignisse, anthropogen bedingte Schadstoffeinträge (Havarie des Kernkraftwerks von Tschernobyl im Jahre 1986, Kernwaffentests in der Atmosphäre Anfang der 1960er Jahre) und große Vulkaneruptionen, dienten als Datierungshorizonte. Die untere Hälfte des Kernes, d. h. etwa vor dem Jahre 1100 unserer Zeitrechnung, weist zwar gleichfalls eine größere Zahl von Horizonten erhöhter Leitfähigkeit auf, doch fast alle katalogisierten

excess allows to a large extent an annual-layer-counted timescale on the detailed investigated uppermost 55 m. Further down until now a survey of Oxygen-18 and Deuterium measurements was done continuously with low resolution. Samples were extracted by scraping ice from the surface along each of the core samples (80-100 cm resolution). Horizons of high electric conductivity revealed by dielectric profiling (DEP) enabled the determination of a time scale for the top 350 m assuming their origin in dated volcanic eruptions. Singularities, pollution of anthropogenic origin (the accident of the Chernobyl nuclear power plant in 1986, nuclear bomb tests in the atmosphere at the beginning of the 1960s), are other usable well defined time markers. We find horizons of high conductivity also in the lower part of the core. But nearly all of the catalogued volcanic events before 1100 A.D. are less well dated, so that a definite correlation is impossible until now.

Our results suggests, that this ice cap is not in equilibrium, it was growing or is still growing until modern times. Considering the resulting altitude effect this allows us to re-construct a relative temperature trend for the last 2500 years. After initialization of ice cap growing during cold times, years with increasing temperature followed at about 250 years B.C. During the following centuries cold times were mostly correlated with eruptions of volcanoes, and so was the coldest period around 1800. After some huge eruptions (e.g. Katla 1755, Laki 1783) the 30 year mean values are among the lowest for the last 2500 years on Severnaya Zemlya. Long-term cold and warm phases during mediaeval times are not visible.

Vulkanausbrüche dieser Zeit sind für eine eindeutige Zuordnung nur unzureichend exakt datiert.

Die Resultate deuten an, dass es sich um einen Gletscher handelt, der noch nicht im Gleichgewicht steht, d. h. die Eiskappe wächst bzw. wuchs bis in die Neuzeit. Damit lässt sich ein relativer Temperaturverlauf für die letzten 2500 Jahre konstruieren, der eine Warmphase etwa um 250 vor Chr. andeutet. Kalte Abschnitte stehen meist im Zusammenhang mit Vulkanausbrüchen, so auch die kälteste Phase während dieses Zeitraums: um 1800, nach 2 großen Eruptionen (u. a. Katla 1755, Laki 1783) liegen die 30-jährigen Temperaturmittel in dieser Region besonders niedrig.

Anfang 2002 fand im Rahmen einer deutsch-australischen Kooperation eine Expedition in die Amery-Oase (Ostantarktis) statt, unter Beteiligung von Wissenschaftlern und Technikern der Universität Leipzig und des AWI Potsdam. Ziel des Projekts ist die Paläoumweltrekonstruktion der postglazialen Klimaentwicklung unter Nutzung von Sedimentarchiven in drei Seen der Amery-Oase (Tarrasowoje-See, Beaver-See, Radok-See). Erste Befunde vom Tarrasowoje-See deuten auf den Beginn der lokalen postglazialen Klimaphase vor 12 500 Jahren, welche durch eine einzigartige 2,70 m mächtige Abfolge laminiertes Faulschlammablagerungen dokumentiert ist.

3.4.3 Struktur und Dynamik der Lithosphäre und polarer Eisschilde

Das Puzzle der Gondwana-Rekonstruktion bleibt spannend. Die Untersuchung des Agulhasrückens, eines Teils der Agulhas-Falkland Bruchzone (südlicher Atlantik), zeigt eine unerwartete Verdickung des nördlichen Rückensegments, welche bei seismischen

The main objectives of the topic 'Numerical palaeoclimate and environmental reconstructions' during the last two years were the performance of temperature and precipitation inferences using pollen and diatoms from several lakes in Central and Eastern Siberia in the framework of the KHZ project ('Climate in historical times') and the establishment of a calibration data set for aquatic organisms in Yakutia, Eastern Siberia. For the first time, July air temperatures were inferred with diatoms from the sediments of Lake Lama, Central Siberia for the whole Holocene period. The reconstructed temperatures were 11.0 °C on the average with a range of 1.6 °C. Cooler temperatures were reconstructed just prior to the beginning of the Holocene as well as for short periods at about 6500 cal. yr BP and 4500 cal. yr BP. Warmer periods were inferred between 8000 and 6500 cal. yr BP and between 4000 and 2800 cal. yr BP. The performed reconstruction also showed the need for the establishment of regional calibration data sets as the basis for such reconstructions. During 2003, the preparation for the establishment of a calibration dataset in Yakutia and the first field work has started. In summer 2003, altogether 30 lakes in Central Yakutia were studied to analyze systematic relationships between aquatic organisms and their environment.

In early 2002, a joint German-Australian field campaign took place in the Amery Oasis (East Antarctica) with the participation of scientists and technicians from Leipzig University and AWI Potsdam. The main goal is the palaeoenvironmental reconstruction of postglacial climate development inferred from sedimentary records of three lakes in the Amery Oasis (Lake Tarrasowoje, Beaver Lake, Radok Lake). Preliminary findings from Lake Tarrasowoje reveal the

Messungen durch relativ niedrige P-Wellengeschwindigkeiten gekennzeichnet ist. Dies deutet auf eine kontinentale Affinität dieses Segments hin. Weiterhin zeichnet sich eine tektonisch-magmatische Reaktivierung des Agulhasrückens seit dem mittleren Oligozän (34-24 Mill. Jahre vor heute) ab, die zu Basementshochlagen und der Deformation und Störung der Sedimentlagen in Rückennähe im Agulhas- und Kapbecken geführt hat. Als Quelle lässt sich der ‚Discovery Hotspot‘ diskutieren. Die seismische Charakterisierung der Sedimentsequenzen in drei Teilgebieten des Kapbeckens zeigt Variationen auf, die bedeutende regionale Einflüsse auf die Ablagerungsumgebung indiziert. Daraus folgt, dass nicht nur der nordsetzende Benguelastrom, sondern auch die lokalen Klimafaktoren wie beispielsweise Flussmündungen oder Bewaldung deutliche Auswirkungen auf die Sedimentdepots im Südostatlantik haben.

Die plattenkinematische Rekonstruktion des Südpazifiks, des westantarktischen Kontinentalrandes und seines konjugierenden Randes von Neuseeland ist mit Hilfe einer animierten Satellitenschwerefeld-Gittermethode erheblich verbessert worden. Die Methode integriert Schwerefeld- und Magnetfelddaten sowie Rotationspolparameter und dient als äußerst funktionales Werkzeug für die detaillierte Rekonstruktion der tektonischen Platten und Mikroplatten.

Das im Dezember 2001 und Januar 2002 im Weddellmeer ausgeführte marin-geophysikalische Programm, ein gemeinsames Italienisch-Deutsches Projekt, das begünstigt von der geringen Meereisbedeckung in diesem Sommer den östlichen Rand der antarktischen Halbinsel seismisch untersuchen konnte, erbrachte ein herausragendes Ergebnis, als östlich der ‚Seal Nunataker‘ der bisher größte Hang-

onset of postglacial conditions some 12 500 years ago, documented by a unique 2.70 m thick succession of laminated organic rich mud. The deposits represent one of the oldest and most complete Holocene lacustrine records in East Antarctica and promise insights into postglacial climate development at high temporal resolution.

3.4.3 Structure and dynamics of the lithosphere and polar ice sheets

The puzzle of reconstructing Gondwana remains exciting. The Agulhas Ridge, part of the Agulhas-Falkland Fracture Zone, shows an unexpectedly thick northern ridge segment, which is characterised additionally by relatively low P-wave velocities, which indicate that the segment has a continental affinity. Furthermore, basement highs and deformed and disrupted sedimentary sequences in the ridge's vicinity suggest that tectono-magmatic reactivation may have begun in Middle Oligocene times. We consider the Discovery Hotspot as a source for the reactivation. The seismic characteristics of the sedimentary column in three parts of the Cape Basin vary in such a way to indicate significant regional influences on the depositional environment. Not only the northward flowing Benguela Current, but also local environmental factors like estuaries and forests, had a distinct impact on sedimentary deposition in the southeast Atlantic.

The plate-kinematic reconstruction of the South Pacific and the continental margin of West Antarctica, with its conjugate margin of New Zealand, has been considerably improved with a state-of-the-art animated grid-based method using satellite-derived gravity data. This improved method integrates grav-

rutsch am antarktischen Kontinentalrand entdeckt und kartiert werden konnte.

Die Erkundung der tieferen Strukturen des Kontinentalrandes vor der Küste Ostgrönlands war zentrales Forschungsthema für die ‚Polarstern‘-Expedition im Sommer 2003. Zwischen 73 und 77 Grad nördlicher Breite wurden entlang von vier mehr als 300 km langen Messprofilen refraktionsseismische Messungen durchgeführt. Auf den drei südlicheren Profilen wurden zusätzlich zu den Seismometern am Meeresboden auch Messstationen an Land ausgebracht, um die Struktur einer ausgeprägten negativen magnetischen Anomalie besser untersuchen zu können. Auch die magnetische Vermessung von Bord eines Hubschraubers war wieder erfolgreich.

Der geophysikalische Observatoriumsbetrieb bei der Neumayer-Station wurde mit seinen geomagnetischen und seismischen Messungen erfolgreich weitergeführt. Die geomagnetischen Aufzeichnungen belegen die gegenwärtig zeitlich lineare Abnahme des Dipolmoments des Erdmagnetfeldes, die in dieser Region einen Rückgang der Totalintensität von ca. 100 nT pro Jahr bewirkt. Bis jetzt ist nur wenig über die seismische Aktivität innerhalb der Antarktis bekannt, was zum Teil auf die geringe Stationsdichte zurückzuführen ist. Im Umfeld der Neumayer-Station wird ein lokales seismologisches Netzwerk mit einer Station auf dem Schelfeis und zwei Stationen auf den Eishöckern Söråsen und Halvfarryggen, wo das Eis auf festem Grund aufliegt, unterhalten. Vor allem das kurzperiodische Detektionsarray auf dem Halvfarryggen, das aus insgesamt 16 Vertikalseismometern besteht, bietet die herausragende Möglichkeit, auch relativ schwache lokale und regionale Beben zu detektieren und zu lokalisieren. Zusätzlich wird noch

ity and magnetic data as well as rotation pole parameters and serves as an extremely functional tool for detailed reconstructions of tectonic plates and microplates.

A joint Italian-German geophysical program was carried out in the Weddell Sea from December 2001 to January 2002. Extremely favourable ice conditions allowed seismic investigation of the eastern margin of the Antarctic Peninsula for the first time. East of the Seal Nunataks, we discovered a giant slide on the continental slope. We mapped the slide with 'Polarstern's' swath bathymetry system and crossed the slide with seismic lines in order to document its full extent. The slide is the largest one ever discovered along Antarctic margins.

In summer 2003, 'Polarstern' visited the East Greenland coast from 77 °N to 73 °N in order to focus on the deeper structure of the continental margin. Four seismic refraction profiles, each over 300 km long, were acquired. The three southern lines were extended by the addition of onshore seismometer stations, in addition to the ocean bottom seismometers, in order to investigate the causes of a pronounced negative magnetic anomaly. Furthermore, we mapped the margin with a network of multi-channel seismic lines. Helicopter-based aero-magnetic investigations provided a total of 14 500 km of new magnetic data in the Greenland Sea and Fram Strait.

The geophysical observatory at Neumayer station, where geomagnetic and seismic monitoring takes place, continued to operate successfully. The geomagnetic records verify the present linear decrease of the dipole momentum of Earth's magnetic field. A decrease of approximately 100 nT per year is observed in the Neumayer region. However, the reason

eine seismologische Breitband-Station an der südafrikanischen Station Sanae IV, ca. 220 km südöstlich der Neumayer Station, betrieben. Mit dieser seismologischen Antenne konnten nun mittlerweile zwei seismisch besonders aktive Bereiche entdeckt werden, nämlich das Gebiet des Jutul-Penck-Grabens und ein Bereich am Kontinentalrand vor Kapp Norwegia.

Als ein deutscher Beitrag zum ‚International Monitoring System‘ (IMS) der ‚Comprehensive Nuclear Test Ban Treaty Organization‘ (CTBTO), Wien, wurde im Südsommer 2002/2003 bei der Neumayer-Station das Infraschall-Array IS27 in Zusammenarbeit mit der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), Hannover, aufgebaut. Mit dem weltweiten Beobachtungsnetz des IMS soll die Einhaltung des Nuklearwaffen-Teststopp-Abkommens überwacht werden. Die Daten werden über eine Satellitenstandleitung kontinuierlich zur CTBTO nach Wien übertragen.

Das HGF-Strategiefondsprojekt SEAL (Sea Level Change) wird Ende 2003 abgeschlossen. Mit dem numerischen dreidimensionalen thermomechanischen Eis-Dynamik-Modell konnte der Beitrag aus Veränderungen der weltweiten Eismassen zu Meeresspiegelschwankungen in Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft besser quantifiziert werden. Die neuen Berechnungen, die auf den Ergebnissen von gekoppelten Atmosphären-Ozean-Zirkulationsmodellen (AOGCM) auf der Grundlage von verschiedenen Klimaszenarien aufbauen, sagen für das 21. Jahrhundert für den Beitrag des Grönländischen Eisschild zum globalen Meeresspiegelanstieg einen Wert von 4.5 ± 1.8 cm und für den Antarktischen Eisschildes einen Wert von -5.2 ± 3.5 cm voraus. Das bedeutet, dass von den beiden polaren Eisschilden zusammen kein

for this is yet not completely understood. Until now, we have known relatively little about seismic activity in Antarctica, partly because there are only a few seismic stations in operation. A local seismic network is in operation in the region around Neumayer station, consisting of one station on the ice shelf and two stations on the Søråsen and Halvfarryggen ice rises. The short periodic detection array on Halvfarryggen, with 16 vertical seismometers, allows the detection and location of relatively weak local and regional earthquakes. In addition, a broadband seismic station is in operation at the South African base Sanae IV, situated approximately 220 kilometres southeast of Neumayer station. Two seismically active regions have been detected with this ‘seismic aerial’, in the Jutul-Penck rift and on the continental margin off Kapp Norwegia.

An infrasound array, with station code IS27, was installed in the vicinity of Neumayer station in the austral summer season 2002/2003. This was done in cooperation with the Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) in the framework of the ‘International Monitoring System‘ (IMS) of the ‘Comprehensive Nuclear Test Ban Treaty Organization‘ (CTBTO). The array consists of nine microbarograph sensors, which are situated in a special array geometry with a diameter of 2 km. Each sensor is equipped with a noise-reducing pipe-array for suppressing incoherent wind-induced noise. Data are transmitted online via satellite link to the CTBTO in Vienna.

The HGF Strategie Fonds project SEAL (Sea Level Change) reaches its end in 2003. The ice modelling work is aimed at a better quantification of the cryospheric component to past, present, and future

nennenswerter Beitrag zur globalen Meeresspiegelschwankung zu erwarten ist. Für die Bestimmung der Eismassenbilanz in ausgewählten Einzugsgebieten der Antarktis, speziell in Dronning-Maud-Land, wird der Ansatz verfolgt, den Schneezutrag mit dem Abfluss des Eises durch definierte Querschnitte zu bilanzieren. Aus zeitlich eng abfolgenden Satellitenaufnahmen mit einem SAR (Synthetisches Apertur Radar) - System und der nachfolgenden interferometrischen Auswertung kann die Eisbewegung präzise und flächenhaft bestimmt werden. Die Vermessung der Eismächtigkeit erfolgt mit einem speziellen Eisdickenradar, das an Bord des AWI eigenen Flugzeuges ‚Polar 2‘ installiert wird. Eine erste Analyse für das Einzugsgebiet des Jutulstraumen ergibt eine nahezu ausgeglichene Bilanz zwischen Schneeakkumulation im Einzugsgebiet und Massenabfluss.

Das ‚European Project for Ice Coring in Antarctica‘ (EPICA) stand weiter im Mittelpunkt der glaziologischen Arbeiten. Das hoch auflösende dreidimensionale Eisfließmodell mit einer Gitterweite von 2,5 km, das für die weitere Umgebung des Ansatzpunktes für die Eiskerntiefbohrung an der Kohnen-Station (75°00’S, 0°04’E) entwickelt wurde, wurde in das Modell für die gesamte Antarktis (Gitterweite 20 km) eingebaut. So lässt sich nun abschätzen, dass das Eis in einer Tiefe von 2475 Meter, das entspricht 90 % der gesamten Eismächtigkeit, älter als 130 000 Jahre ist. Demnach liegen die Eisschichten, die während der letzten Warmzeit (Eem) abgelagert wurden, noch oberhalb der Eisschichten, die unter Umständen durch die Fließbewegung des Eises über den unebenen Untergrund gestört sind. Mit der Eiskerntiefbohrung wurde in der Saison 2001/2002 begonnen. Sie erreichte zum Saisonende 2002/03 eine Teufe von

sea level change. SEAL provided new predictions of the Antarctic and Greenland ice sheets’ contributions to sea-level change with three-dimensional thermomechanical ice-dynamic models forced by a suite of recent climate projections from AOGCMs. These experiments predict a 21st century global sea-level rise of $+4.5 \pm 1.8$ cm from changes of the Greenland ice sheet, and -5.2 ± 3.5 cm from changes of the Antarctic ice sheet – or a combined contribution that is not significantly different from zero. The mass balance of selected drainage basins of the Antarctic ice sheet has been closely investigated in Dronning Maud Land. For this purpose, the surface mass balance is compared with the ice discharge through well-defined cross sections in the coastal areas. The ice velocity was determined from interferometric evaluation of satellite SAR (Synthetic Apertur Radar) data. The ice thickness was measured by means of an airborne radar survey by the AWI aircraft ‘Polar 2’. Initial calculations for the Jutulstraumen drainage basin show that accumulation and ice discharge are almost in equilibrium.

The European Project for Ice Coring in Antarctica (EPICA) is still a focus of the glaciological work. A high-resolution 3-D nested ice flow model was set up for Dronning Maud Land to assist with the interpretation and dating of the ice core being drilled at Kohnen Station (75°00’S, 0°04’E). Initial results indicate that the ice is likely to be older than 130 000 years in a depth of 90 % of the total ice thickness, and that it was deposited at a location about 300 meters higher and 200 kilometers upstream from the current drill site. The deep drilling started in the 2001/02 season. By the end of the 2002/03 season, a drilling depth of 1564 m was reached at an equiv-

1564 Metern, entsprechend einem geschätzten Eisalter von 55 000 Jahren. Die vor Ort zerstörungsfrei durchgeführten Messungen zur elektrischen Leitfähigkeit (Dielectric profiling, DEP) gaben bereits erste Hinweise auf jahreszeitliche Schwankungen im Chemismus des Eises und auf Einschlüsse als Folge großer Vulkanereignisse, beides wichtige Hilfen für die Datierung des Eiskerns. Die ausgezeichneten Möglichkeiten des großen Eislabors des Instituts wurden genutzt um den gewonnenen Eiskern, der in Einmeterstücke konfektioniert, tiefgefroren nach Bremerhaven transportiert wurde, gemeinsam mit den europäischen Partnern aus zehn Ländern in einzelne Probenstücke zu zersägen. In den verschiedenen Labors laufen derzeit die Analysen an diesem wertvollen Probenmaterial. Die bereits vorliegenden Messergebnisse zum Gehalt an den stabilen Wasserisotomeren $\delta^{18}\text{O}$ und $\delta^2\text{H}$, in einem ersten Untersuchungsschritt mit einem halben Meter Tiefenauflösung gemessen, beschreiben die Temperaturschwankungen zurück bis zum Ende der letzten Eiszeit. Es bestätigt sich während der letzten 10 000 Jahre ein insgesamt stabiles Klima mit geringen Schwankungen. An einem Kernsegment des EPICA-Kerns aus 270 m Tiefe, das eine sichtbare Staubschicht enthielt, wurde mit der Laserablations-ICP-MS-Methode die Variabilität in der Elementzusammensetzung im Eis, mit einer Tiefenauflösung, die etwa einem Monat entspricht, untersucht.

Eis ist das einzige Klimaarchiv, das auch Luft aus vergangenen Zeiten konserviert. Es ist jedoch ein langer Prozess bis die Luftblasen im Eis abgeschlossen sind. Um die bis dahin im noch Luft durchlässigen Firn ablaufenden Prozesse besser quantifizieren zu können, wurde die Mikro-Röntgentomografie mit einer Auflösung von bis zu 8 μm als neues Verfahren

alent ice age of approximately 55 000 years. In-situ measurements of the electrical properties (dielectric profiling DEP) of the ice display seasonal variations of the chemical properties, as well as layers with inclusions from ancient volcanic events. Both are helpful tools for dating the cores. The excellent cold room facilities at AWI were used to cut the core from Dronning Maud Land into single sample pieces. This was done as a common effort between the partners from the 10 European countries involved in EPICA. Analyses of these valuable samples are ongoing in the various laboratories. Early results of stable isotope measurements, using half meter long samples, describe climate variations back to the termination of the last ice age. During the past 10 000 years, the climate was fairly stable with low variations. The variability of chemical elements in the ice was investigated by means of laser ablation ICP-MS along a one meter long core piece, which contains a visible dust layer, with a depth resolution of 4 mm, equivalent to a time resolution of one month. The laser-ablation unit was further developed by the addition of a polarizing microscope with an image-analysis system, so that micro structures in the ice are now recognizable.

Ice is the only climate archive that preserves ancient air samples. However, it is a long process before the air gets trapped in air bubbles in the ice. A new method of micro X-ray tomography, with a resolution down to 8 μm , was developed in order to be able to better quantify the processes taking place in porous firn. Effective diffusion coefficients were determined for the gas exchange in the pore volume of firn. For the first time, the three-dimensional distribution of pore and grain sizes were described and algorithms

etabliert. Neben der Bestimmung von effektiven Diffusionskoeffizienten für den Gasaustausch innerhalb des Luftporenraumes im Firn wurden erstmals dreidimensionale Poren- und Korngrößenverteilungen erfasst und Algorithmen zur Kornsegmentierung entwickelt.

Die DEKLIM (Deutsches Klimaforschungsprogramm) Nachwuchsforschergruppe RESPIC (Research Group on Earth Climate System Reconstruction on Polar Ice Cores) setzte ihre quantitativen Untersuchungen von paläoklimatischen Veränderungen im CO₂- und CH₄-Gehalt der Atmosphäre mit Hilfe neuer isotopeanalytischer Methoden an Gaseinschlüssen im Eiskern und biogeochemischen Modellen fort. Die Untersuchungen mit einem Boxmodell zum Kohlenstoffkreislauf dokumentieren eindeutig den signifikanten Einfluss der terrestrischen Biosphäre und der Stratifizierung des Ozeans in hohen Breiten für die atmosphärische δ¹³CO₂ Signatur im Verlauf der letzten 30 000 Jahre und versprechen das Rätsel des CO₂-Anstiegs im Verlauf des letzten Glazial/Interglazial-Übergangs endgültig zu lösen.

Für das späte Holozän (etwa die letzten 2000 Jahre) zeigen Konzentrationsschwankungen von Seesalzaerosolen im Schnee von Grönland und der Antarktis das einzigartige Potenzial auf, das aerosolchemische Eiskernzeitreihen für die Dokumentation der Atmosphärendynamik im Gebiet des Nordatlantiks und des atlantischen Sektors des Südozeans bieten. Aus dem Eisbohrkern des ‚North Greenland Ice Core Project‘ (NGRIP) wurden neue Zeitreihen für die löslichen und partikulären Anteile im Aerosol gewonnen. Sie zeigen, dass es im Verlauf schneller Klimaschwankungen im letzten Glazial zu substanziellen Änderungen in der Stärke des Aerosoltransports nach Grönland kam.

developed to detect the grain size. It could be shown that the densification processes, from snow to firn and ice, are related to the microstructure of firn. Therefore, the depth at which pore close-off occurs may also vary with the micro-structure.

The DEKLIM (Deutsches Klimaforschungsprogramm) young researchers group RESPIC (Research Group on Earth Climate System Reconstruction on Polar Ice Cores) continued to quantitatively investigate the paleoclimatic influences of changing ancient atmospheric CO₂ and CH₄ concentrations. They used new isotopic analytical methods for gas included in ice, as well as numerical models for the respective biogeochemical cycles. The results of box model studies of the carbon cycle demonstrate a significant influence of the terrestrial biosphere and ocean stratification at high latitudes on the atmospheric δ¹³CO₂ signature during the last 30 000 years, and promise to ultimately resolve the riddle of Glacial/Interglacial CO₂ changes.

For the late Holocene (approximately the last 2000 years) changes in sea salt aerosol concentrations in Greenland and Antarctic snow support the unique potential to use chemical ice core records to reconstruct the atmosphere dynamics of the North Atlantic and the Atlantic sector of the Southern Ocean. For instance, by using up-scaling studies (regression of local ice core data with spatially resolved reanalysis data of global weather forecast models) we were able to document the significant influence of storm activity and large-scale teleconnection patterns, such as the North Atlantic Oscillation and the Antarctic Circumpolar Wave, on the sea salt aerosol export onto the polar ice caps. We constructed new time series of the soluble and par-

Die atmosphärenchemischen Untersuchungen in der Antarktis konzentrierten sich in den letzten Jahren darauf, ein intensives Messprogramm auf dem Plateau des Antarktischen Inlandeises an der Kohnen-Station zu initiieren. Dieses Messprogramm erweitert insbesondere die schon etablierten kontinuierlichen Langzeitmessungen an der küstennahen Neumayer-Station. Die Auswertung von Aerosol-, Neuschnee-, und Firnproben, die während vier Sommerkampagnen an der Kohnen Station gesammelt wurden, ergab, dass im Südsommer die biogenen Schwefelverbindungen Methansulfonsäure und Schwefelsäure, beides Produkte der atmosphärenchemischen Photooxidation des vom Phytoplankton emittierten Dimethylsulfids, dominieren. Diese Verbindungen werden allerdings nicht aus den küstennahen Gebieten der Antarktis, sondern durch Ferntransport aus dem atlantischen Sektor des Südpolarmeeres über die freie Troposphäre nach Dronning-Maud-Land advehiert. Im Januar 2003 installierten wir an der Kohnen-Station erstmalig einen automatischen Aerosolsammler zur ganzjährigen Aerosolbeprobung, der in Zusammenarbeit mit dem Institut für Umweltphysik der Universität Heidelberg entwickelt wurde. Nach einem Jahr wird der Aerosolsammler ausgetauscht und die Proben werden mittels Ionenchromatographie analysiert.

Auf Spitzbergen werden atmosphärische Auswaschprozesse untersucht. Dazu werden Aerosole und Niederschläge parallel beprobt und anschließend der Multielementanalytik mittels AAS und ICP-MS zugeführt. Die chemische Zusammensetzung und die Größenverteilung der Aerosole liefern wertvolle Informationen über Transportwege und Quellgebiete. Während der Flugzeugmesskampagne (AAMP2002) im Frühjahr 2002 über der Arktis wurden zeitgleich

ticulate compounds of the aerosol from the North Greenland Ice Core Project (NGRIP) ice core to show changing patterns of aerosol transport onto Greenland through the last Glacial period.

The main objective of our air chemistry research activities in the last few years was to initiate a basic year-round measuring program and to undertake intensive summer campaigns focussing on aerosol and trace gas investigations at Kohnen Station on the Antarctic Plateau. These investigations in continental Antarctica complement and expand the research program already established at the coastal Neumayer Station. Up to now, results from four summer campaigns on the ionic composition of aerosols, fresh and surface snow are available. These measurements revealed that the biogenic sulphur compounds methane-sulphonic acid and sulphuric acid, both photo-oxidation products of dimethylsulphide (DMS) emitted by phytoplankton, dominate the sulphur budget. Obviously, long-range transport from the Atlantic sector of the Southern Ocean via the free troposphere represents the main sulphur source for Dronning Maud Land, where these aerosol-bound species are predominantly transferred by wet deposition to the snow surface (i. e. washout by precipitation). In January 2003, we installed an automated aerosol sampler developed in cooperation with the Institut für Umweltphysik, Universität Heidelberg, for remote, year-round aerosol sampling at Kohnen Station. After one year, the aerosol sampler will be exchanged and the samples will be analyzed by ion chromatography.

Aerosol and precipitation samples were collected on Spitsbergen for multi-element analyses by AAS and ICP-MS to study washout processes in the

Bodenmessungen durchgeführt. Hierbei wurden mit zwei verschiedenen Impaktorsystemen Aerosolpartikel, getrennt nach acht Größenklassen (0.35-16 μm), gesammelt und anschließend morphologisch und chemisch charakterisiert, um so ein besseres Verständnis über die optischen Eigenschaften der Aerosole zu bekommen.

atmosphere. The chemical composition and size distribution of the aerosols provide valuable information regarding transport paths and source regions. Simultaneous airborne and ground-level sampling was carried out during a campaign in spring 2002 (AAMP2002) in the Arctic. Aerosol particles in eight size classes (0.35-16 μm) were collected with two different impactor systems in cooperation with the Institut für Spektrochemie und Angewandte Spektroskopie (ISAS), Berlin. Those samples were morphologically and chemically characterized for a better understanding of the optical properties of the aerosols. Samples were analyzed by ETV-ICP-MS coupling and the results were evaluated using backwards trajectories. It became evident that an understanding of the chemical composition is mandatory in order to correctly interpret remotely sensed data.

3.5 Projektgruppen

Seit 1999 gibt es am AWI Projektgruppen, die sich jeweils aus Mitarbeitern verschiedener Fachbereiche zusammensetzen und für einige Jahre gemeinsam an einem interdisziplinären Forschungsthema arbeiten. Die Einrichtung von Projektgruppen erlaubt es dem AWI, schnell und kompetent auf aktuelle wissenschaftliche Herausforderungen zu reagieren. Zur Zeit gibt es vier Projektgruppen, die sich mit Biogeochemie („Kohlenstoffflüsse“), Tiefseeforschung („AUV-Entwicklung und Tiefseegradienten“), dem Einfluss von UV-Strahlung auf Organismen („Solare UV-Strahlung“) und Unterwasserakustik („Ozeanische Akustik“) beschäftigen.

3.5.1 Kohlenstoffflüsse

Die Projektgruppe „Kohlenstoffflüsse“ beschäftigt sich mit Prozessen im Meer, die für den globalen Kohlenstoffkreislauf und damit insbesondere für die atmosphärische CO₂-Konzentration von Bedeutung sind. Zur Beantwortung aufgeworfener Fragen werden Laborexperimente, Feldstudien und Simulationen mit Hilfe mathematischer Modelle miteinander kombiniert. Die Darstellung von drei Forschungsthemen soll einen Einblick in die Arbeit der Projektgruppe vermitteln.

TEP und C-Kreislauf

Durch die Sedimentation von Phytoplankton in den tiefen Ozean, wird partikulärer Kohlenstoff, der durch die Photosynthese des Phytoplanktons aus gelöstem Kohlenstoff gebildet wurde, in die Tiefe transportiert. Dieser Prozess ist Teil der sogenannten biologischen Kohlenstoffpumpe. Diese Pumpe verfrachtet Kohlen-

3.5 Project groups

Since 1999, interdisciplinary project groups have enabled the AWI to swiftly build expertise and scientific competence in novel and exciting fields of research. These groups are comprised of investigators from different disciplines who work together on a common theme for a period of years. Currently, there are 4 such groups including the ‘Carbon Flux Group’, the ‘Deep-Sea Research Group’, ‘UV Radiation Group’, and the ‘Underwater Acoustics Group’.

3.5.1 Carbon Fluxes

The ‘Carbon Flux Group’ focuses on marine processes that influence atmospheric CO₂ concentrations and the global carbon cycle. The dominant research themes within this framework include the role of extrapolymer particles in carbon sequestration from the atmosphere, the role of silicon isotopes as markers of particle flux and productivity, and the role of foraminiferan paleoproxies in the reconstruction of past climates and CO₂ levels.

Transparent exopolymer particles and the carbon cycle

Carbon dioxide is incorporated into phytoplankton particulate matter via photosynthesis in the surface ocean. When phytoplankton die and sink out of the surface layer the carbon stored in the phytoplankton is sequestered in the deep ocean for a period of up to 1000 years due to the long residence time of the water. Because phytoplankton photosynthesis theoretically is not limited by CO₂, increases in surface water CO₂ concentration should have no effect on phytoplankton growth or the transport of carbon to

stoff aus der Ozeanoberfläche in den tiefen Ozean, wo er aufgrund der Wasserzirkulation und -vermischung für bis zu 1000 Jahre von Austauschprozessen mit der Atmosphäre abgeschnitten ist. Da die Photosynthese gewöhnlich nicht durch Kohlenstoff limitiert wird, sollte eine Zunahme der CO_2 -Konzentration in der Atmosphäre und damit im oberen Ozean nicht automatisch zu einer Verstärkung der biologischen Pumpe führen. Es gibt jedoch Hinweise, dass die Produktion von extrazellulären Zuckern durch einen Anstieg der atmosphärischen CO_2 -Konzentrationen zunimmt. Diese Zucker sind sehr kohlenstoffreich, aber arm an den Elementen Stickstoff und Phosphat, welche häufig die Photosyntheseaktivität begrenzen. Da diese kohlenstoffreichen Zucker Partikel bilden (TEP = transparente exopolymere Partikel), und da TEP als Bestandteil von Aggregaten von Mikroalgen in die Tiefe absinken, könnte auf diesem Weg zusätzlicher Kohlenstoff in die Tiefe transportiert werden. Im Labor konnte experimentell ein Anstieg der TEP-Produktion als Folge erhöhter CO_2 -Konzentrationen gezeigt werden. Im Rahmen zweier EU-geförderten Studien wurde auf einer Feldstation in Raunefjorden südlich von Bergen (Norwegen) die Reaktion natürlicher Planktongemeinschaften auf veränderte atmosphärische CO_2 -Konzentrationen in 9 Mesokosmen (= große wassergefüllte Säcke) untersucht. Während des Anwachsens der Algenpopulationen wurde in allen Ansätzen (eiszeitliche, heutige, die 2100 zu erwartende CO_2 -Konzentration) ein maßgeblicher Anteil des fixierten CO_2 entweder als gelöste Polysaccharide oder als TEP wiedergefunden. Basierend auf den Versuchsdaten wurde ein mathematisches Modell entwickelt, das u. a. eine quantitative Beschreibung der Produktion und Aggregation von TEP unter

depth. However, recent investigations indicate that increased CO_2 concentrations increase the production of extracellular carbohydrates by phytoplankton. These carbohydrates, which are poor in the nutrient elements (nitrogen and phosphorus) that commonly limit phytoplankton productivity, are sticky and coagulate to form transparent exopolymeric particles (TEP). TEP aggregates with sinking phytoplankton and is transported to the deep sea. Therefore, increased CO_2 in surface water may increase sequestration of carbon to the deep sea through increased TEP production. The impact of atmospheric CO_2 concentration on natural plankton communities was tested in 2 EU-funded mesocosm experiments in the Raunefjord in Norway. Algal growth and carbohydrate production was monitored in triplicate mesocosms amended with atmospheric CO_2 concentrations matching pre-industrial level, present level, or a level projected for the year 2100. In all the treatments, a substantial amount of the fixed CO_2 was recovered as dissolved polysaccharides or as TEP. Based on these results, a mathematical model was developed to describe the production and aggregation of TEP under different CO_2 concentrations. This model was used to explore possible global consequences of future CO_2 uptake by the oceans.

Silicon Isotopes

Diatoms play a major role in the production of both TEP and organic particles in the surface ocean. Diatoms are also an important conduit of organic carbon from the euphotic zone to the deep sea because they produce heavy opaline coverings, or frustules, which aid in the sinking of particulate organic matter. A

verschiedenen CO₂-Konzentrationen erlaubt. Dieses Modell wurde benutzt, um mögliche globale Konsequenzen für die zukünftige Aufnahme von CO₂ durch den Ozean abzuschätzen.

Stabile Silizium-Isotope

Kieselalgen (Diatomeen) spielen für die biologische Kohlenstoffpumpe eine wesentliche Rolle, da sie in sogenannten Algenblüten große Biomassen aufbauen können und ein Teil dieser Biomasse in verschiedenen Formen – als Algenaggregate, Kotballen von Zooplankton, Dauersporen – in den tiefen Ozean sinkt. Von den Kieselschalen, die die lichtdurchflutete Oberflächenschicht verlassen, wird nur ein geringer Anteil von wenigen Prozent in den Meeressedimenten archiviert, während der weit überwiegende Anteil in der Wassersäule oder am Meeresboden aufgelöst wird. Einige in der Oberfläche häufig vorkommende Arten werden gar nicht im Sediment gefunden. Wie kann nun aus dem geringen Anteil von im Sediment archivierten Kieselschalen auf die gesamte Kieselalgenproduktion in der geologischen Vergangenheit zurückgeschlossen werden?

Ein Weg führt über stabile Siliziumisotope. Die isotopische Zusammensetzung dieser Kieselschalen enthält Informationen über die Produktion von Kieselalgen im Oberflächenozean der Vergangenheit, z. B. während der letzten Eiszeit. Aus der Analyse von Sedimentproben aus verschiedenen Zeiten und Orten erhoffen wir uns daher neue Aufschlüsse über die biogeochemischen Veränderungen in Zusammenhang mit Klimaveränderungen.

proportion of the biomass accumulated in surface waters as a result of diatom blooms sinks as algal aggregates, zooplankton feces, or diatom resting spores, into the deep sea. Most of the biogenic silicate, or opal, produced by diatoms is dissolved in the water column or at the sediment surface. A small percentage of this sinking opal is archived in the sediments. Curiously, the diatom species that bloom in surface waters are typically not found in the sediment record. The question is how can we relate the abundance of the diatoms recorded in the sediments to total diatom production in the geological past? If we can do this, then we have a method of investigating productivity in the past and over geological time scales. One way is to examine the composition of silicon isotopes. The isotopic composition of this opal contains information regarding diatom production in surface waters of the past, for example during the last ice age. Based on analyses of sediment samples from different times and places we hope to further our understanding of biogeochemical changes resulting from changes in the global climate.

Foraminiferan paleoproxies

Our ability to predict future climate variability is limited by our ability to relate past climate changes to changes in the global carbon cycle. Therefore, the reconstruction of global carbon dynamics over longer time scales is an important research topic for the 'Carbon Flux Group'. To this end, the EU-funded project 'Carbonate Chemistry, Carbon Cycle and Climate Change: a multidisciplinary view' (6C) is focussed on reconstructing climate relevant changes in carbonate chemistry of the ocean. Proxies are an important part of such reconstructions. Because we

Paleoproxies in Foraminiferen

Die natürlichen Zusammenhänge zwischen Klimaänderungen und dem Kohlenstoffkreislauf sind nach wie vor ungenügend geklärt und limitieren damit die Genauigkeit der Klimavorhersagen. Aus diesem Grund ist die Rekonstruktion der Dynamik des Kohlenstoffkreislaufs auf Klima-relevante Zeitskalen ein wichtiges Forschungsthema der Projektgruppe. Zu diesem Thema hat die Projektgruppe einen Antrag bei der EU eingereicht, der im November 2002 genehmigt wurde: „Carbonate Chemistry, Carbon Cycle and Climate Change: a multidisciplinary view“ (6C). Das Ziel von 6C ist es, Klima relevante Änderungen der Karbonatchemie des Ozeans zu rekonstruieren. Für solche Rekonstruktion werden so genannte Proxies (Stellvertreterdaten) herangezogen, die zum Teil entwickelt, aber mindestens auf ihre Güte kritisch untersucht werden müssen. Proxies sind messbare Eigenschaften überlieferter geologischer Archive (z. B. geo-chemische Daten fossiler Organismen), die in einer möglichst robusten Beziehung zu nicht messbaren Umweltparametern stehen, wie zum Beispiel Temperatur oder Salzgehalt der Ozeane in der geologischen Vergangenheit. Da diese Proxy-Beziehungen nie ausschließlich durch den gewünschten Zielparameter bestimmt werden, ist die Proxy-Entwicklung ein weiteres wichtiges Forschungsthema der Gruppe. Zum Beispiel wird das Gehäuse-Gewicht einer definierten Größenklasse planktischer Foraminiferen herangezogen, um die Menge an gelöstem CO₂ des Tiefenwassers zu bestimmen (ein wichtiger Parameter um den globalen Kohlenstoffkreislauf zu charakterisieren). Die Projektgruppe hat maßgeblich dazu beigetragen, dieses Proxy zu verbessern. Ein weiteres Beispiel ist die Entwicklung eines Proxies zur Bestim-

cannot measure the temperature or salt content of past times we analyze properties, such as elemental isotope ratios in fossil organisms, that serve as substitutes for the parameters that we are interested in. Proxies have to be calibrated, i. e. the relationship between the parameter of interest (for example, temperature) and the property of the fossil (for example, its isotopic composition) has to be established. Thus proxy development is an essential part of the work. For example, the weight of planktonic foraminiferan shells found in sediments is dependent on the dissolved CO₂ in the deep ocean. The ‘Carbon Flux Group’ has contributed to the development and improvement of this proxy in particular. Another example is the use of the ratio of the boron isotopes ¹¹B/¹⁰B in planktonic and benthic foraminifera as a proxy for seawater pH. Some years ago we have developed an empirical relationship between pH and ¹¹B/¹⁰B in the planktonic foraminifera G. sacculifer. Because the carriers of proxies once were living organisms one has to study the influence of vital processes on the proxy relationship. The ‘Carbon Flux Group’ has developed a unique approach to this problem by combining laboratory experiments with living foraminifera and mathematical models. Results of the modeling demonstrate that the ¹¹B/¹⁰B ratio is a robust proxy for the reconstruction of past oceanic pH values.

3.5.2 AUV payload development and deep-sea gradients

Among the cruise participation in WARPS (Winter Arctic Polynya Study) with the RV ‘Polarstern’ with main focus of the deep-sea research group on processes in the deep-sea benthos under winter condi-

mung des Säuregrades (pH) im Ozean (das Verhältnis der Bor-Isotope ^{11}B zu ^{10}B). Auch dieser Parameter trägt dazu bei, die Rolle des Ozeans im globalen Kohlenstoffkreislauf besser zu verstehen. Das Bor-Isotopen-Verhältnis ($^{11}\text{B}/^{10}\text{B}$) der Gehäuse planktischer und benthischer Foraminiferen ist eine Funktion des pH Wertes. Eine empirische Beziehungen zwischen pH und $^{11}\text{B}/^{10}\text{B}$ für die planktische Foraminifere *G. sacculifer* wurde bereits vor einigen Jahren von uns entwickelt. Weil die Proxie-Träger aber einst lebende Organismen waren, muss der Einfluss der Lebensprozesse auf die Proxie-Beziehungen überprüft werden. Die Projektgruppe hat hierfür einen einmaligen Ansatz entwickelt, in dem Labor-Experimente und theoretische Modellierung kombiniert werden. So haben Laborversuche mit lebenden planktischen Foraminiferen und ein numerischer Modellierungs-Ansatz gezeigt, dass $^{11}\text{B}/^{10}\text{B}$ ein robustes Proxie für die Rekonstruktion der pH Werte im Ozean ist.

3.5.2 AUV-Nutzlastentwicklung und Tiefseegradien

Neben der Teilnahme an dem Winterexperiment WARPS (Winter Arctic Polynya Study) mit dem FS ‚Polarstern‘, bei dem für die Projektgruppe prozessorientierte Untersuchungen am arktischen Tiefseebenthos unter spätwinterlichen Bedingungen im Mittelpunkt standen, war die ‚Polarstern‘-Expedition ARK XIX/3 (‚Victor in the North‘) ein weiteres herausragendes Ereignis aus dem Jahr 2003. Diese, von der Projektgruppe federführend organisierte Expedition mit dem französischen Tiefsee – ROV (Remotely Operated Vehicle) ‚Victor 6000‘ an Bord ermöglichte unter anderem die Beprobung von Experimenten, die 1999 und 2001 in ausgewählten Bereichen unserer Tief-

tions the summer expedition of ARK XIX/3 (‘Victor in the North’) with ‘Polarstern’ was another outstanding event in 2003. The latter one was organised and led by the deep-sea project group. The French ROV (Remotely Operated Vehicle) ‘Victor 6000’ was for the second time after 1999 onboard and enabled us to sample experiments launched with the ROV during previous missions in 1999 and 2001 at our long-term deep-sea station (AWI Hausgarten) at 2500 m water west of Spitzbergen.

A 3000 m depth rated Autonomous Underwater Vehicle was delivered in fall 2003. This unmanned vehicle will be equipped with either new developed or modified existing sensors for various kind of operations in marine and polar reserach. Some examples are measurements of sea ice thickness and seafloor mapping with scanning and multibeam echosounders.

3.5.3 Solar UV radiation

Among the research topics, which are investigated by the project group ‘Solar UV Radiation’ are the following questions: How does stratospheric ozone depletion develop in the stratosphere and what are the effects of the increasing UV radiation at the surface of the Earth or in the Oceans? What are the consequences of increasing UV radiation for photochemical reactions of trace gases in the atmosphere and in snow and ice, with special reference to the implications for different marine organisms and the marine ecosystem?

In 2002 and 2003 the weekly ozone measurements at the polar research stations in the Arctic (Koldewey) and in Antarctica (Neumayer) have been continued according to schedule. Measurements of

see-Langzeitstation (AWI-Hausgarten) in 2500 m Wassertiefe westlich von Spitzbergen installiert wurden.

In den Berichtszeitraum fiel die Beschaffung eines Autonomen Unterwasserfahrzeugs. Für dieses, bis 3000 m tief tauchende AUV (Autonomous Underwater Vehicle) werden in Zukunft wissenschaftliche Messinstrumente entwickelt bzw. in das Fahrzeug eingepasst, um Messungen beispielsweise zur Dicke des arktischen Meereises, zur Verbreitung von Organismen am Meeresboden, oder zur Konzentration von gelösten Substanzen im Meer durchzuführen.

3.5.3 Solare UV-Strahlung

Zu den zentralen Forschungsthemen, die von der Projektgruppe ‚Solare UV-Strahlung‘ bearbeitet werden, zählen u. a. die Fragestellungen: Wie entwickelt sich der Ozonabbau in der Stratosphäre und die Zunahme der an der Erdoberfläche ankommende bzw. die in die Wassersäule der Meere eindringende UV-Strahlung? Was sind die Auswirkungen zunehmender UV-Strahlung auf photochemische Reaktionen von Spurenstoffen in der Atmosphäre und im Schnee und Eis und insbesondere was sind die Auswirkungen auf verschiedene marine Organismen und letztendlich auf Ökosysteme?

In den Jahren 2002 und 2003 wurden hierfür die wöchentlichen Ozonsondierungen an den Polarstationen in der Arktis (Koldewey) und der Antarktis (Neumayer) planmässig fortgeführt. Messungen der solaren UV-Strahlung mit dem am AWI entwickelten UV-Spektralradiometer wurden an den Polarstationen Neumayer, Dallmann und Koldewey sowie auf Helgoland durchgeführt, sodaß jetzt bereits mehrjährige Messreihen für Trendanalysen zur Verfügung stehen. Die Daten fließen in internationale Datenbanken

the solar UV radiation with the UV spectral radiometer developed at AWI have been performed at the polar stations Neumayer, Dallmann and Koldewey as well as on Helgoland. Thus, perennial measurement series are now available for trend analyses. The obtained data are also archived in international data banks (e. g. 'NDSC Network for Detection of Stratospheric Change'). At Koldewey station in Ny-Alesund continuous underwater UV measurements over several months during summer have been performed as well during the last two years, to characterize the UV exposure for the marine biosphere. During the transects ANT-XX/1 and ANT-XXI/1 of RV 'Polarstern' from Bremerhaven to Cape Town and during ANT-XX/3 (Cape Town - Bremerhaven) UV measurements with an AWI spectral radiometer, a biometer and with the dosimeter ELUV-14 have been carried out. On all these cruises ozone probes have been launched daily. The aim of these measurement campaigns were the supplementation of data records for global distribution of solar UV radiation and stratospheric ozone concentration in particular in the subtropics and tropics and the validation of satellite measurements.

Concerning technical developments in 2003 we have started with the design of a new optical ozone detector which will be able to measure other trace gases in addition to ozone. The principle of the measurements are based on a newly developed miniature spectrometer for the UV and visible spectral range which has become recently commercially available.

In laboratory experiments the molecular processes induced by UV photolysis of ozone adsorbed on ice have been investigated by FTIR spectroscopy and by quantum chemical modeling theoretically. The main

(e. g. NDSC „Network for Detection of Stratospheric Ozone“) ein. An der Koldewey-Station wurden in beiden Jahren im Sommer zusätzlich mehrmonatige kontinuierliche Messungen des Unterwasser-Strahlungsregimes durchgeführt, um die UV-Belastung für die marine Biosphäre zu charakterisieren. Auf den Meridionalschnittfahrten ANT XX/1, und ANT XXI/1 der ‚Polarstern‘ von Bremerhaven nach Kapstadt und ANT XX/3 (Kapstadt - Bremerhaven) wurden UV-Messungen mit einem AWI-Spektralradiometer, einem Biometer und dem Dosimeter ELUV-14 durchgeführt. Parallel dazu wurden täglich Ozonsonden gestartet. Ziel dieser Messkampagnen war die Ergänzung der Datensätze zur globalen Verteilung der solaren UV-Strahlung und der stratosphärischen Ozonkonzentrationen insbesondere im Bereich der Subtropen und Tropen und die Validierung von Satellitenmessungen.

Bei den technischen Entwicklungen wurde 2003 u. a. mit der Konzeption einer neuen optischen Ozonsonde begonnen, die neben der Messung von Ozonprofilen auch für weitere Spurengase geeignet ist. Das hier gewählte Messprinzip basiert auf einem neu entwickelten Miniaturspektrometer für den UV- und sichtbaren Spektralbereich, das seit kurzem kommerziell erhältlich ist.

In Laborexperimenten wurden die durch UV-Photolyse induzierten molekularen Elementarprozesse von an Eis adsorbiertem Ozon mit Hilfe der FTIR-Spektroskopie und mit Hilfe quantenchemischer Modellierung untersucht. Als Hauptendprodukt dieser Photolyse wird H_2O_2 im Eis gebildet. Zur Untersuchung einzelner durch UV-Strahlung induzierter, photochemischer Reaktionen im Schnee wurde ein weiteres Laborexperiment zur Photolyse von photochemisch aktiven Verbindungen im Schnee aufge-

process observed here is the formation of H_2O_2 in the ice. For the investigation of single photochemical reactions in snow, which are induced by UV radiation an additional experiment had to be set up. The results show that H_2O_2 as well as HCHO are efficiently decomposed in snow by UV radiation. The decay of H_2O_2 occurs much faster than the decay of HCHO. Both reactions may represent important new mechanisms, contributing to the formation of highly reactive compounds in the upper layer of snow.

The biological investigations were performed at Koldewey Station in the Arctic, at the Biologische Anstalt Helgoland in the North Sea, at the Dallmann-Laboratory in the Antarctic and in the home laboratories.

UV radiation might cause strong damage in living cells due to its high energy level. Main targets are the major cell components such as proteins and DNA as well as lipids. This leads to an impairment of the cell metabolism. Some macroalgal species showed e. g. an inhibition or a chronic reduction of the photosynthetic performance.

On the other hand, organisms have developed mechanisms to protect the cells against the negative effects of UV radiation. Excessively absorbed light is dissipated e. g. in macroalgae as harmless heat. Damage of the reaction centers of photosystem II was repaired by enzymatically controlled processes. Furthermore, marine organisms possess enzymatic and chemical instruments to detoxify reactive oxygen species (e. g. oxygen radicals) accumulated under UV-stress. Synthesis and accumulation of UV-absorbing substances, such as mycosporine-like amino acids (MAAs) in red algae, is probably one important strategy to acclimate to increased UV radiation.

baut. Sowohl H_2O_2 als auch HCHO lassen sich effektiv durch UV-Strahlung im Schnee abbauen. Dabei erfolgt der H_2O_2 -Abbau deutlich schneller als der HCHO -Abbau. Beide Reaktionen können wichtige neue Mechanismen darstellen, die zur Bildung hochreaktiver Verbindungen in den obersten Schichten des Schnees beitragen.

Die biologischen Untersuchungen wurden an der Koldewey-Station in der Arktis, an der Biologischen Anstalt Helgoland in der Nordsee und am Dallmann-Labor in der Antarktis sowie in den Heimatlaboren durchgeführt.

Aufgrund ihrer hohen Energie führt UV-Strahlung in lebenden Zellen zu starken Schäden. Die wesentlichen Bausteine der Zelle, die Proteine und die DNA, aber auch Lipide sind besonders betroffen. Dies führt zu Beeinträchtigungen verschiedener Stoffwechselleistungen. In einigen Arten von Makroalgen wurde beispielsweise die Photosynthese gehemmt oder chronisch geschädigt.

Andererseits sind Organismen jedoch in der Lage, sich vor den negativen Einflüssen ultravioletter Strahlung auf verschiedene Weise zu schützen. So wurde in Makroalgen unter exzessiven Strahlungsbedingungen absorbiertes Licht unschädlich als Wärme abgestrahlt. War das Reaktionszentrum des Photosystems II geschädigt, erfolgte eine Reparatur durch enzymatisch gesteuerte Prozesse. Darüber hinaus wiesen die untersuchten Algen ein enzymologisches und chemisches Instrumentarium zur Entgiftung von unter UV-Stress verstärkt gebildeter, reaktiver Sauerstoffspezies (z. B. Sauerstoffradikale) auf. Die Synthese und Akkumulation von UV-absorbierenden Substanzen, z. B. mykospirinähnliche Aminosäuren (MAAs) bei Rotalgen, stellt wahrscheinlich eine wichtige Anpassungs-

Species of the splash water zone and of the upper intertidal zone generally showed high MAA content, whereas species from deeper waters and understory species usually contained no MAAs at all. Species of the lower intertidal zone and of shallow waters were able to adjust their MAA content according to the radiation conditions. The accumulation of MAAs was induced by exposure to selected wavelengths in species of the intertidal zone and shallow waters. The highest MAA contents were found after exposure to full sunlight in most of the investigated species. In other species the exposure to white light or white light plus UVA radiation was most effective. Species from the mid-sublittoral of Arctic waters often showed lower MAA contents compared to species of Antarctic waters. This may be due to the generally clearer waters of the Antarctic, where UV radiation can penetrate deeper into the water column than in the Arctic.

*Seasonal changes in the sensitivity of the photosynthesis due to the formation of the above discussed protective mechanisms were demonstrated in a long-term study from late winter to autumn in macroalgae from Spitsbergen. In times when the protective mechanisms are less effective, growth and reproduction were reduced and the ultrastructure was damaged. Species from shallow waters were generally less sensitive to UV radiation compared to species from deeper waters. But this refers only to adult specimen. The unicellular reproductive stages were also very sensitive to UV radiation as e. g. shown in zygotes of *Fucus distichus* at Spitsbergen. While zygotes germinated normally when UV radiation is excluded, the germination capacity was extremely reduced under additional exposure to UVA radiation. No ger-*

strategie an erhöhte UV-Strahlung dar.

Arten aus der Spritzwasserzone und aus der oberen Gezeitenzone wiesen meist einen hohen MAA-Gehalt auf, während Tiefen- und Unterwuchsalgen meist gar keine MAAs enthielten. Arten aus der unteren Gezeitenzone und dem Flachwasser passten ihren Gehalt an MAAs dem Strahlungsangebot an. Die Akkumulation der MAAs wurde bei Gezeiten- und Flachwasseralgen durch Strahlung bestimmter Wellenlängenbereiche induziert. Bei den meisten der untersuchten Arten wurden die höchsten Gehalte nach Exposition im vollen Sonnenlicht gefunden. Bei anderen Arten führte die Bestrahlung mit Weißlicht oder mit Weißlicht und UVA-Strahlung zu einer erhöhten Akkumulation dieser Substanzen. Arten aus dem mittleren Sublitoral der Arktis hatten oft einen geringeren MAA-Gehalt als Arten aus der Antarktis. Dies wird auf das generell klarere Wasser in der Antarktis, in das UV-Strahlung tief eindringen kann, zurückgeführt.

In einer mehrmonatigen Studie auf Spitzbergen vom Spätwinter bis zum folgenden Herbst konnten jahreszeitliche Änderungen in der Empfindlichkeit der Photosynthese von Makroalgen auf die Ausbildung der obigen Schutzmechanismen zurückgeführt werden. Waren die Schutzmechanismen wenig effektiv, gingen Wachstum und Fortpflanzungsfähigkeit zurück, die Ultrastruktur wurde zerstört. Generell waren Flachwasserarten im Vergleich mit Tiefenalgen weniger stark durch UV-Strahlung beeinträchtigt. Dies gilt allerdings nur für die ausgewachsenen Algen. Die einzelligen Fortpflanzungsstadien waren auch bei Flachwasserarten sehr empfindlich gegenüber UV-Strahlung, wie z. B. an Zygoten von *Fucus distichus* auf Spitzbergen gezeigt werden konnte. Während die Zygoten unter UV-Ausschluss normal auskeimten, war



Abb.7: UV-Ausschluss-Experimente, in denen mit Hilfe von Glasfiltern oder Kunststofffolien bestimmte Wellenlängenbereiche ausgeschlossen werden können. Entweder wurde die gesamte UV-Strahlung (UVA + UVB) ausgeschlossen und die Organismen wurden nur mit Wellenlängen oberhalb von 400 nm bestrahlt, oder es wurde nur die UVB-Strahlung unterhalb von 320 nm ausgeschlossen. Die Ergebnisse wurden mit der Reaktion der Organismen im vollen Sonnenlicht verglichen.

Fig. 7: UV-exclusion-experiments including the use of glass filters or plastic foils to cut-off selected wavelengths. Either the total UV radiation (UVA and UVB) was cut-off and the organisms were exposed to wavelengths above 400 nm or the UVB radiation below 320 nm was excluded only. The results were compared with the reaction of the organisms exposed to full sunlight. (Photo: H. Lippert)

die Keimungsfähigkeit bei zusätzlicher UVA-Strahlung bereits erheblich reduziert. Wurden die Zygoten dem vollen Spektrum exponiert, keimten sie überhaupt nicht aus.

Bestrahlungsexperimente zur Untersuchung von UV-Stress an UV-transparenten Amphipoden (Flohkrebsen) wurden in beiden Polargebieten, im Dallmann-Labor in der Antarktis und vergleichend auf der Koldewey Station in Spitzbergen durchgeführt. Zum Teil führten schon geringfügige Erhöhungen der UVB-Strahlung gegenüber den natürlichen Strahlungswerten zu deutlich vermehrter Mortalität der Tiere. Schon die natürliche atmosphärische UV-Strahlung, also nur sehr wenig mehr als die Tiere bei Niedrigwasser in ihrem Lebensraum, dem küstennahen Gezeitenbereich, erfahren, führte im Experiment zu einer akuten Veränderung der Atmungsrate, gegenüber Bestrahlung ohne UVB-Anteil. Von allen untersuchten Arten erwiesen sich karnivore arktische Amphipoden als die sensitivsten gegenüber UVB-Bestrahlung. Möglicherweise fehlen bei ihnen kleine, niedermolekulare Sonnenschutzpigmente und Antioxidanzien, die herbivore Tiere mit ihrer pflanzlichen Nahrung aufnehmen.

Die bisherigen Untersuchungen lieferten wesentliche Basisdaten über die UV-Effekte auf zellulärer Ebene. In Zukunft wird sich die Projektgruppe auf die molekularen Grundlagen der Anpassung an UV-Strahlung, sowie die Effekte von UV-Strahlung auf der Ebene des Organismus und der Gemeinschaften konzentrieren, um Aussagen über die Beeinflussung von (Teil-) Ökosystemen machen zu können.

mination at all was found when exposed to the full radiation spectrum.

UV-exposure experiments were also performed to investigate the UV-stress in UV-transparent polar amphipods at the Dallmann-Laboratory in the Antarctic and at the Koldewey-Station in the Arctic. In certain cases already a minimal increase in UVB radiation in comparison with the natural radiation caused a conspicuous rise in the mortality of the animals. Already the natural atmospheric UV radiation, which is close to what the animals are exposed during very low tides in their shallow water habitat, cause an acute change of respiration rates, interpreted as metabolic stress response. Of all investigated species, carnivorous arctic amphipods were the most UVB-sensitive, presumably, because they lack some of the small molecular antioxidants as vitamins and sunscreen pigments that herbivores take up with their algal diet.

Important basic data were obtained by the studies on the cellular level described above. In future the project group will work on the molecular basis of acclimation and adaptation to UV radiation, as well as on the effects of UV radiation on organism and community level in order to obtain data on ecosystem impact.





4. Logistik und Expeditionen |
Logistics and operational activities

4. Logistik und Expeditionen

Polar- und Meeresforschung hängen von leistungsfähigen Infrastrukturen und einer engen internationalen Zusammenarbeit ab, um erfolgreich und sicher Expeditionen in die weit entfernten Polarregionen durchführen zu können. Das AWI betreibt als mobile Forschungsplattformen zwei Polarflugzeuge Do228-101 und das eisbrechende Forschungs- und Versorgungsschiff ‚Polarstern‘, die sowohl in der Arktis als auch in der Antarktis eingesetzt werden. Für marine Forschungsvorhaben in der Nord- und Ostsee stehen darüber hinaus die kleineren Schiffe FS ‚Heincke‘ und FK ‚Uthörn‘ zur Verfügung. Das AWI betreibt zwei permanent besetzte Forschungsstationen – die Neumayer-Station in der Antarktis und die Koldewey-Station auf Spitzbergen in der Arktis. Darüber hinaus werden in der Antarktis zwei Sommerstationen genutzt – die Kohlen-Station etwa 500 km südöstlich von Neumayer auf dem Inlandeis-Plateau des Dronning Maud Landes (DML) und das Dallmann-Labor als Annex zur argentinischen Station Jubany auf King George Island. In jedem Jahr werden etwa 550 bis 600 Wissenschaftler und Techniker ausgerüstet, um auf den Forschungsplattformen bzw. im Feld in der sibirischen Arktis oder in der Antarktis zu arbeiten.

Wie in den vergangenen Jahren arbeitet die AWI-Logistik eng mit Argentinien, Südafrika und Großbritannien im Rahmen der antarktischen Expeditionen zusammen. Darüber hinaus werden logistische Aktivitäten in der Arktis und Antarktis mit Japan, Norwegen, Russland und den Niederlanden koordiniert. Erstmals haben IPEV (Institut polaire français Paul Emile Victor) und AWI als die Betreiber der französischen und deutschen Forschungsstationen in Ny-Åle-

4. Logistics and operational activities

Marine and polar research, which needs a large share of field work, is dependent on very specific infrastructure and close international cooperation allowing efficient and safe operations in remote areas. The mobile platforms are two aircraft Do228-101 and the ice breaking research and supply vessel RV ‚Polarstern‘ for scientific and logistic missions in the Arctic and Antarctic. The fleet of research vessels is completed by two smaller ships ‚Heincke‘ and ‚Uthörn‘ dedicated for marine research in the North and Baltic Sea. AWI operates two permanently occupied polar research stations - the Neumayer Station in Antarctica and the Koldewey Station at Spitsbergen in the Arctic. Furthermore two summer only stations are established in the Antarctic – the Kohlen Station about 500 km south of Neumayer at the inland ice plateau of Dronning Maud Land and the Dallmann Laboratory as an annex to the Argentinean station Jubany at King George Island. Every year about 550 to 600 scientists and technicians are equipped to work at these research platforms or to perform field work in the Siberian Arctic and in the Antarctic.

As in previous years AWI logistics closely cooperated with Argentina, South Africa, and United Kingdom. Furthermore Arctic and Antarctic logistic activities are coordinated with Japan, Norway, Russia, and The Netherlands. For the first time IPEV and AWI as the operators of the French and German stations

Abb. 1: Die ‚Polarstern‘-Expeditionen in die Arktis 2002 und 2003.

Fig. 1: ‚Polarstern‘ expeditions to the Arctic in 2002 and 2003.



— ARK XVIII	— ARK XIX	+ Feldstationen	● Stationen
— 5000 m	— 3000 m	— 2000 m	— 1000 m
— 500 m	— 100 m		

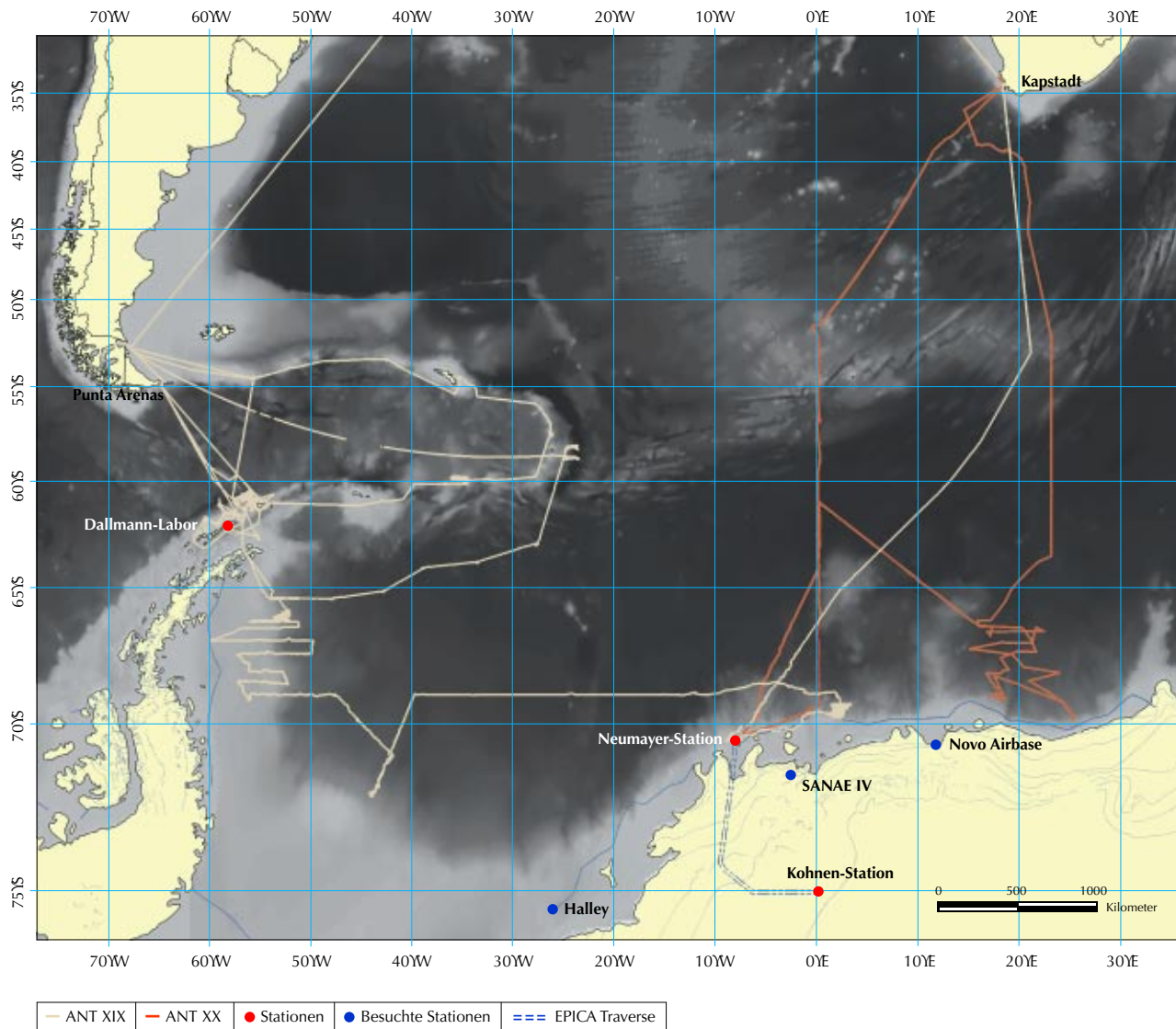


Abb. 2: ‚Polarstern‘-Expeditionen in die Antarktis 2002 und 2003 und Antarktisstationen.

Fig. 2: ‚Polarstern‘ expeditions to the Antarctic in 2002 and 2003 and Antarctic stations.

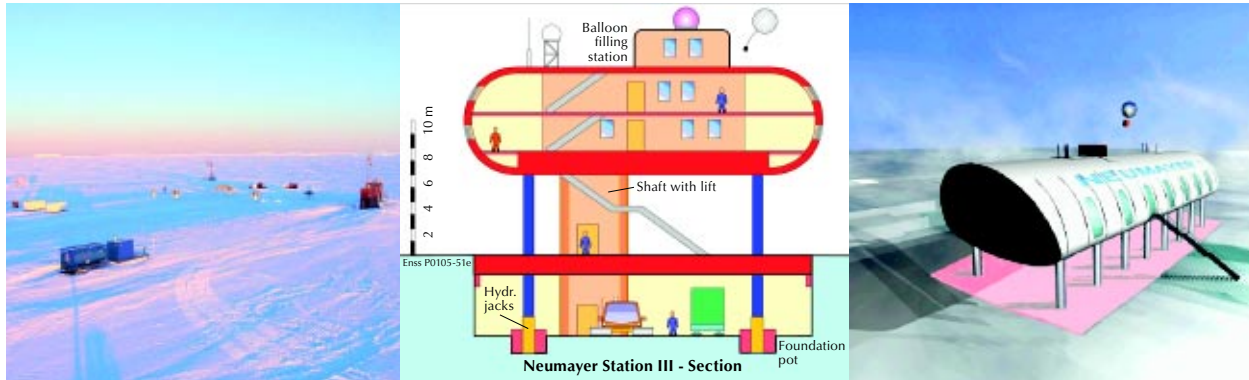


Abb. 3: Die Neumayer-Station auf dem Ekström Schelfeis (links), erster Konzeptentwurf für Neumayer III (Mitte), architektonische Zeichnung der Außenansicht Neumayer III (rechts).

Fig. 3: Neumayer Station on the Ekström ice shelf (left), principal conception for NM III (middle), artists view of NM III (right). (Photo: T. Matz)

sund auf Spitzbergen beschlossen, eine gemeinsame französisch-deutsche polare Forschungsplattform zu organisieren, siehe Beitrag in Kapitel 2.

Einen herausragenden Höhepunkt internationaler Zusammenarbeit in der Antarktis stellt das Dronning Maud Land Air Network (DROMLAN) dar, das Belgien, Deutschland, Finnland, Großbritannien, Indien, Japan, Niederlande, Norwegen, Russland, Südafrika und Schweden vereinbarten. Für die DROMLAN-Gruppe organisiert ein kommerzieller Betreiber die interkontinentalen Flüge zwischen Kapstadt und der russischen Novo Airbase mit Flugzeugen des Typs IL-76TD sowie die Flüge zu den einzelnen Stationen im DML mit kleinen AN-2 Maschinen. Erstmals reisten in der Saison 2002/03 die Expeditionsteilnehmer des AWI mit mehreren Tonnen wissenschaftlicher Ausrüstung und Verpflegung im Rahmen von DROMLAN zur Neumayer- und Kohlen-Station. Die Flüge zur hoch gelegenen Kohlen-Station erfolgten mit den Do228-101 Flugzeugen des AWI, unterstützt von Twin Otter Maschinen des BAS. An der Neumayer-Station werden die operationellen Flugwettervorhersagen für die interkontinentalen Flüge und die Flugeinsätze im Dronning Maud Land erstellt.

Die technische Betriebszeit der Neumayer-Station ist auf etwa 15 Jahre begrenzt. Spätestens 2007 muss

in Ny-Ålesund at Spitsbergen formed a Joint French – German Polar Research Platform (see also chapter 2).

In the Antarctic an outstanding highlight of international cooperation has been the establishment of the Dronning Maud Land Air Network (DROMLAN) as an international project supported by Belgium, Finland, Germany, India, Japan, The Netherlands, Norway, Russia, South Africa, Sweden, and the UK. For the DROMLAN community intercontinental flights with aircraft IL-76TD between Cape Town and the Russian Novo Airbase and feeder flights with small AN-2 aircraft to the various coastal stations are organised by a private operator. For the first time

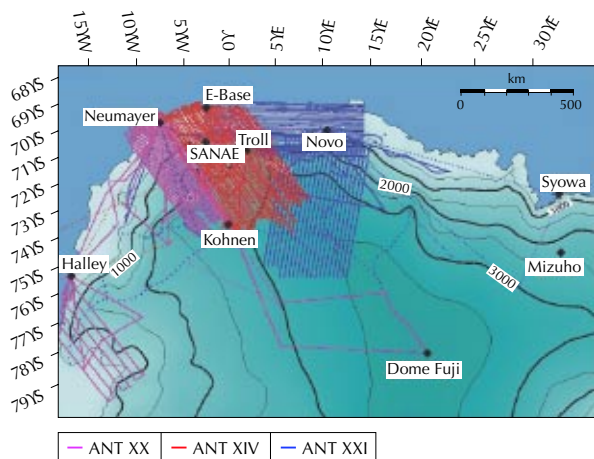


Abb. 4: Flugmissionen ‚Polar 2‘ und ‚Polar 4‘ in der Antarktis.

Fig. 4: Flight missions in Antarctica ‚Polar 2‘ and ‚Polar 4‘.

die Station aufgegeben und durch eine neue ersetzt werden, um weiterhin die internationalen Verpflichtungen zu erfüllen und um neue wissenschaftliche und logistische Vorhaben über Zeiträume von mehreren Jahren bis hin zu Dekaden durchführen zu können. Da die bisherige Röhrenkonzeption für Betriebszeiten über Dekaden ungeeignet ist, wird eine neue Konzeption für den Stationsbau angestrebt (Abb. 3). Die Arbeits- und Wohnbereiche sollen auf einer Plattform installiert werden, die mit einer aerodynamisch geformten Hülle verkleidet wird. Das Dach der Lager- und Garagenbereiche ist auf Oberflächenniveau mit der Plattform fest verbunden und wird zusammen mit dieser hydraulisch angehoben. In der Saison 2003/04 begannen die ersten geodätischen Präzisionsmessungen, um einen geeigneten Bauplatz auf dem Ekström-Schelfeis mehrere Kilometer südlich oder südwestlich vom jetzigen Standort auszuwählen.

almost all AWI personnel and part of scientific equipment for Neumayer and Kohnen have been flown in and out via the new air-link during the season 2002/03. Aircraft Do228-101 (AWI) and Twin Otter (BAS) currently perform feeder flights for Kohnen Station at the inland ice plateau. The Meteorological Observatory at Neumayer Station provides weather forecasts up to 4 or 5 days for intercontinental flights and for feeder flights in the Dronning Maud Land region as well.

The operational lifetime of Neumayer Station (NM-II) is about 15 years. Hence it will have to be abandoned by 2007 at the latest and has to be replaced by a new station in order to further meet international commitments and to perform a great number of new scientific and logistic projects planned over time spans of several years and even decades. As the conventional tube concept is not appropriate for a lifetime of decades, the new station concept will follow an advanced design, which considers construction and operation experience gained over more than 24 years (fig. 3). Working and leisure facilities will be installed on an elevated platform, which is encapsulated by an aerodynamic hull. The roof of storage and garage rooms is combined 'in surface' with the platform, which can be raised in total by hydraulic jacks. During the season 2003/04 first onsite geodetic precision measurements were set up to determine the most appropriate location at the Eckström ice shelf some km south or southwest of present Neumayer Station.

Polar research platforms

RV ‚Polarstern‘ successfully completed her Arctic expeditions in 2002 and 2003. Special logistic chal-

Polare Forschungsplattformen

In den Jahren 2002 und 2003 führte FS ‚Polarstern‘ zwei Arktisexpeditionen durch. Besondere logistische Herausforderungen waren das arktische Winterexperiment ‚Winter Arctic Polynya Study‘, bei dem eine temporäre Messstation auf einer Eisscholle in der nördlichen Framstrasse eingerichtet wurde, und der Einsatz des französischen ROV ‚Victor 6000‘. In gleicher Weise erfolgreich verliefen aus logistischer Sicht die Ausfahrten in die Antarktis. In jeder Saison, Anfang bis Mitte Dezember, steuerte ‚Polarstern‘ die Atka-Bucht an, um die Neumayer-Station zu versorgen. Insgesamt arbeiteten an Bord 800 Wissenschaftler (2002: 324; 2003: 476). Davon waren etwa 30 % ausländische Gastwissenschaftler. Seit ihrer Indienststellung bis Ende 2003 legte ‚Polarstern‘ über eine Million nautische Meilen im Rahmen von 19 arktischen und 21 antarktischen Forschungsreisen zurück.

Während drei antarktischer Saisoneinsätze von November 2001 bis März 2004 wurden etwa 1000 Flugstunden mit beiden Polarflugzeugen für wissenschaftliche und logistische Missionen aufgewendet (siehe auch Kapitel 2). Das Einsatzgebiet erstreckte sich über das gesamte Dronning Maud Land zwischen den Stationen Halley und Syowa (Abb. 4). Im Januar 2003 gelang mit einem logistisch aufwendigen Einsatz die Aufnahme des hochaufgelösten Profils der Eisstrukturen zwischen den Eiskernbohrungen an den Stationen Kohnen und Dome Fuji. Beide Polarflugzeuge führten die Transportflüge von Novo Airbase zur Kohnen-Station im Rahmen der DROMLAN Zusammenarbeit durch und transportierten eine Gruppe japanischer Wissenschaftler mit Ausrüstungen zu den Air Relay Points in 3000 m Höhe, von wo die Gruppe die Reise mit Kettenfahrzeugen zur Station Dome Fuji

enges have been the ‘Winter Arctic Polynya Study’ with a temporary camp on an ice floe in the northern Fram Strait and the successful operation of the French deep sea ROV (Remotely Operated Vehicle) ‘Victor 6000’. The logistic coordination and preparation have been likewise successful for the Antarctic voyages. In the beginning of December ‘Polarstern’ regularly called at Atka Bay in order to supply Neumayer Station. Altogether 324 scientists worked on board in 2002 and 476 in 2003, among them about 30% foreign guest scientists. Since her commissioning RV ‘Polarstern’ sailed 1,062 million nautical miles during 19 Arctic and 21 Antarctic expeditions by the end of year 2003.

During three Antarctic seasons both Do228-101 aircraft (‘Polar 2’ and ‘Polar 4’) completed about 1000 flight hours for logistic and scientific missions all over Dronning Maud Land between Halley and as far as Syowa Station (fig. 4), see also chapter 2. In January 2003 a logistically complicated survey flight was performed in order to profile the ice structure with a high-resolution radio echo sounder between the ice core drilling sites Kohnen and Dome Fuji. Both aircraft performed feeder flights between Novo Airbase and Kohnen Station in the framework of DROMLAN and to fly a group of Japanese scientists and equipment to Air Relay Points at about 3000 m altitude from where the group proceeded on snowmobiles for Dome Fuji Station at 3810 m altitude. All campaigns were organised in cooperation with DLR as the aircraft operator and the new partner Optimare GmbH, who is responsible for scientific instrumentation on board. According to international safety regulations both aircraft were equipped with TCAS (Traffic Collision Avoiding System) in 2003.

in 3810 m Höhe fortsetzte. Alle Flugkampagnen wurden in Zusammenarbeit mit dem DLR und dem neuen Partner Optimare GmbH, der für die wissenschaftlichen Installationen verantwortlich ist, durchgeführt. Entsprechend den neuen Regelungen zur Flugsicherheit wurden beide Flugzeuge mit TCAS (Traffic Collision Avoiding System) ausgerüstet.

An der Neumayer-Station wurden während der 22. und 23. Überwinterung die geophysikalischen, luftchemischen und meteorologischen Beobachtungen fortgesetzt. Während der Saison waren zeitweilig bis zu 60 Wissenschaftler und Techniker an der Station untergebracht, um wissenschaftliche und logistische Arbeiten durchzuführen. Mit der Inbetriebnahme der Infraschallstation I27DE übernahm die Neumayer-Station eine wichtige wissenschaftlich-politische Verpflichtung, um die Einhaltung des Umfassenden Kernwaffen-Teststopp-Abkommens (CTBT) mit zu kontrollieren. Das Infraschall-Array als eine der 60 Messstellen eines globalen Netzwerkes misst Mikrofluktuationen des Luftdruckes, aus denen Kernexplosionen in der Atmosphäre weltweit detektiert und lokalisiert werden können.

Seit ihrer Indienststellung am 11. Januar 2002 arbeiteten an der Kohnen-Station in jeder Saison 27 Wissenschaftler und Techniker. Mit Beginn der Saison 2002/03 reisten Wissenschaftler und Techniker mit jeweils etwa 6 t Fracht mit der IL-76TD bis Novo Airbase. Nach der ersten Landung der Do228-101 (Polar 4) konnte die Station bereits am 4. Dezember 2002 bzw. am 29. November 2003 wieder in Betrieb genommen werden. Damit verlängerte sich die Einsatzzeit von vorher 55 auf 75 Tage pro Saison, was für den erfolgreichen Fortgang der EPICA-Eisbohrung sehr wichtig war. Zur kompletten Versorgung der

At Neumayer Station the 22nd and 23rd over-wintering team successfully continued geophysical, air chemistry and meteorological observations. During summer seasons up to 60 scientist have been temporarily staying at Neumayer to perform scientific and logistic tasks. The station has got a new scientific-political commitment as one of the 60 elements of the global infrasound network, which is being established to monitor compliance with the Comprehensive Nuclear Test Ban Treaty (CTBT). The infrasound array (I27DE) measures micro fluctuations in atmospheric pressure to detect and locate worldwide any atmospheric nuclear explosion.

Since commissioning on 11 January 2002, Kohnen Station was occupied by 27 scientists and technicians each summer season. Starting in the season 2002/03 scientific and drilling staff as well as about 6 tons of equipment and food were flown to Novo Airbase in the framework of DROMLAN, and it became possible to earlier re-open the station by landing Do228-101 aircraft (Polar 4) on 4th December 2002 and 29th November 2003. Hence the working period could be extended in total from 55 days up to about 75 days – a crucial precondition to get significant progress in ice coring for EPICA. Later in the season the major supply was performed by two traverses with 6 sledge trains. About 200 tons of equipment, consumables, food, and fuel were carried from Neumayer to Kohnen per season.

At Dallmann Laboratory up to 23 scientists from German and Argentinean research institutions as well as AWI technicians have been working over a period of about 5 months each season. Major technical progress was the final installation of Scuba diving facilities including a decompression chamber

Station waren in jeder Saison jeweils zwei Fahrten mit sechs Schlittenzugeneinheiten notwendig, um etwa 200 t Ausrüstungen, Verpflegung, Verbrauchsmaterial und Betriebsstoffe zu transportieren.

Am Dallmann-Labor arbeiteten in jeder Saison etwa 20 bis 23 Wissenschaftler aus deutschen und argentinischen Forschungseinrichtungen. In Zusammenarbeit mit dem Instituto Antártico Argentino (IAA) wurden die erforderlichen technischen Installationen vorgenommen, um Scuba-Tauchaktivitäten im Rahmen der biologischen Projekte durchführen zu können. Das Dallman-Labor verfügt damit als einzige Station auf den Südshetland-Inseln über die erforderlichen technischen Voraussetzungen für wissenschaftliches Tauchen.

An der Koldewey-Station als Teil der gemeinsamen Französisch-Deutschen Forschungsplattform setzten die Überwinterer die atmosphärischen Langzeitbeobachtungen fort. Nach wie vor ist die Auslastung der Station sehr hoch. Im Verlaufe von zwei Jahren arbeiteten insgesamt 175 Wissenschaftler und Techniker an der Koldewey-Station, die in den Jahren 2002 und 2003 30 bzw. 28 Projekte durchführten. Dazu gehörten auch Scuba-Tauchaktivitäten im Rahmen langfristig geplanter Vorhaben sowie die Nutzung der Station als nördlichster Referenzpunkt für Flugzeug- und Satellitenmessungen. Auf dem Dach des NDSC-Laborgebäudes wurde die astronomische Kuppel durch eine technisch bessere Ausführung ersetzt, um die Sternphotometermessungen im Dauerbetrieb durchführen zu können.

in cooperation with the Instituto Antártico Argentino (IAA). Hence the Dallmann Laboratory is the only station that provides all facilities for extended scientific diving activities at the South Shetland Islands – a milestone forward to new research activities.

At Koldewey Station as part of the joint French – German Polar Research Platform the overwintering staff continued long-term atmospheric measurements. As usual, the occupancy of Koldewey Station is very high. In the course of two years altogether 175 scientists and technicians conducted 30 projects in 2002 and 28 projects in 2003. Activities included Scuba diving within long-term planned biological studies as well as special campaigns using the station as the northernmost reference site for aircraft and satellite measurements. At the roof of the NDSC laboratory the astronomic dome has been replaced by an advanced version to further ensure automatic star-photometer observations.

Tabelle 1: FS ‚Polarstern‘-Expeditionen 2002/2003
 FS ‚Polarstern‘ expeditions in 2002/2003

Expedition	Zeitraum	Hafen (ab – an)	Region
ANT XIX/2	01.12.01 – 21.01.02	Kapstadt – Punta Arenas	Weddellmeer
ANT XIX/3	23.01.02 – 26.02.02	Punta Arenas – Punta Arenas	Halbinsel, Scotia Sea
ANT XIX/4	28.02.02 – 01.04.02	Punta Arenas – Punta Arenas	Halbinsel, Scotia Sea
ANT XIX/5	03.04.02 – 05.05.02	Punta Arenas – Punta Arenas	Halbinsel, Scotia Sea
ANT XIX/6	05.05.02 – 30.05.02	Punta Arenas – Bremerhaven	Atlantik
–	30.05.02 – 25.06.02	Bremerhaven	Werft
ARK XVIII/1 a/b	25.06.02 – 24.08.02	Bremerhaven – Tromsø	Grönlandsee, Framstraße
ARK XVIII/2	26.08.02 – 15.10.02	Tromsø – Bremerhaven	Grönlandsee, Framstraße
–	15.10.02 – 26.10.02	Bremerhaven	Werft
ANT XX/1	26.10.02 – 22.11.02	Bremerhaven – Kapstadt	Atlantik
ANT XX/2	24.11.02 – 23.01.03	Kapstadt – Kapstadt	Südatlantik, Weddellmeer
ANT XX/3	25.01.03 – 16.02.03	Kapstadt – Bremerhaven	Atlantik
–	16.02.03 – 28.02.03	Bremerhaven	Werft
ARK XIX/1 a/b	28.02.03 – 24.04.03	Bremerhaven – Longyearbyen	Barentsee, Framstraße
ARK XIX/2	24.04.03 – 14.05.03	Longyearbyen – Bremerhaven	Grönlandsee
–	14.05.03 – 23.05.03	Bremerhaven	Werft
ARK XIX/3 a/b/c	23.05.03 – 07.08.03	Bremerhaven – Brest – Galway – Longyearbyen – Tromsø	Nordatlantik, Europäisches Nordmeer
ARK XIX/4 a/b	10.08.03 – 13.10.03	Tromsø – Longyearbyen – Bremerhaven	Grönlandsee, Framstraße
–	13.10.03 – 22.10.03	Bremerhaven	Werft
ANT XXI/1	22.10.03 – 15.11.03	Bremerhaven – Kapstadt	Atlantik
ANT XXI/2	17.11.03 – 18.01.04	Kapstadt – NM – Kapstadt	Weddellmeer

2002:

8 Fahrtabschnitte, 326 Seetage, 39 Werft/Hafentage,
 Fahrtteilnehmer: 324 (AWI 33,6 %, Andere 66,4 %)

2003:

7 Fahrtabschnitte, 329 Seetage, 36 Hafen/Werfttage
 Fahrtteilnehmer: 476 (AWI 47,3 %, Andere 52,7 %)

Fahrtleitung	Kapitän	Teilnehmer AWI/Andere	Inhaltliche Schwerpunkte
Jokat	Pahl	48 / 26	Versorgung Neumayer, Kohnen/ EPICA, Geophysik
Fütterer	Keil	3 / 40	Fischerei, Biologie (ANDEEP I)
Fütterer	Keil	4 / 40	Biologie (ANDEEP II)
Arntz	Boche	15 / 41	Biologie, Bathymetrie (LAMPOS)
–	Pahl	3 / 3	Rückreise
Logistik	Pahl/Keil	–	Versorgung, Reparatur Rudermaschine
Lemke	Keil	29 / 37	Biologie, Geologie (ARKTIEF II), Ozeanographie
Jokat	Pahl	15 / 15	Geophysik, Biologie, Bathymetrie
Logistik	Pahl/Domke	–	Versorgung, Reparatur
Kattner	Domke	13 / 11	Erprobung, Luftchemie, Biologie, Chemie
Fütterer	Domke	27 / 28	Versorgung, Kohnen/ EPICA, Ozeanographie, Geowissenschaften
Schrems	Domke	5 / 11	Rückreise, Luftchemie
Logistik	Domke/Pahl	–	Versorgung, Reparatur
Schauer	Pahl	27 / 32 27 / 33	Winterexperiment, Meteorologie, Ozeanographie, Biologie, Meereis
Kattner	Pahl	19 / 11	Ozeanographie, Chemie
Logistik	Pahl/Domke	–	Versorgung, Reparatur
Thiede/Klages	Domke	43 / 7 13 / 38 16 / 29	Geowissenschaften, Biologie mit franz. ROV ‚Victor 6000‘ (Installation vom 25.05. – 31.05.03 in Brest)
Jokat	Pahl	22 / 18 20 / 15	Geowissenschaften, Biologie, Ozeanographie
Logistik	Pahl/Domke	–	Versorgung, Reparatur
Schrems	Domke	21 / 10	Anreise, Erprobung, Luftchemie
Arntz	Domke	36 / 23	Biologie –EASIZ IV, Versorgung Neumayer / Kohnen / EPICA

Tabelle 2: FS ‚Heincke‘-Expeditionen 2002/2003
RV ‚Heincke‘ expeditions in 2002/2003

Expedition	Zeitraum	Region	Fahrtleitung
HE 163	mit anderem Schiff realisiert	westl. Ostsee (2 Tage)	Kaul, Uni-HB
HE 164	18.03.02 – 28.03.02	Deutsche Bucht	Asmus, AWI
HE 165	02.04.02 – 06.04.02	Deutsche Bucht	Simon, Uni-OL
HE 166	08.04.02 – 22.04.02	Deutsche Bucht	Heuers, AWI
HE 167	24.04.02 – 03.05.02	Nordsee	Doerffer, GKSS
HE 168	05.05.02 – 26.05.02	Ostsee	Lüthje, IfM-Kiel
HE 169	28.05.02 – 05.06.02	nördl. Nordsee, Norweg. See	Boetius, AWI
HE 170/1+2	06.06.02 + 07.06.02 09.06.02	Weser, Bremerhaven Deutsche Bucht	Matthießen, AWI
HE 170/3	10.06.02 – 14.06.02	Deutsche Bucht	Großart, Uni-OL
HE 171/1+2	19.06.02 – 19.06.02 19.06.02 – 03.07.02	 Kieler Bucht	Knust/Heuers, AWI
HE 172	05.07.02 – 18.07.02	Bremerhaven	Dehghani, Uni-HH
–	26.07.02 – 28.07.02	Nordsee	Pauls, AWI
HE 173/1+2	29.07.02 – 09.08.02		Knust/Rachor, AWI
HE 174	12.08.02 – 21.08.02	Ostsee	Hirche, AWI
–	22.08.02 23.08.02	Weser Weser	Niehoff/Gatti, AWI
–	24.08.02 – 25.08.02	Bremen	Pauls, AWI
HE 175	01.09.02 – 06.09.02	Ostsee	Spieß, Uni-HB
HE 176	Zurückgezogen	Ostsee (3 Tage)	Wefer, Uni-HB
HE 177	15.09.02 – 29.09.02	Deutsche Bucht	Heuers, AWI
HE 178	01.10.02 – 02.10.02	Deutsche Bucht	Kaul, Uni-HB
HE 179	07.10.02 – 11.10.02	Deutsche Bucht	Reuter, Uni-OL
HE 180	17.10.02 – 29.10.02	Nordsee	Boetius, AWI
HE 181	11.11.02 - 29.11.02	Ostsee	Herrmann, Uni-HH

2002:

20 Fahrten, davon 10 (50 %) unter Fahrtleitung anderer Institute, 257 Einsatztage: davon 191 Seetage, 66 Rüst-/Hafentage, 108 Auftriegetage

2003:

14 Fahrten, davon 9 (64,3 %) unter Fahrtleitung anderer Institute, 237 Einsatztage: davon 154 Seetage, 83 Rüst-/Hafentage, 128 Auftriegetage

Kapitän	Teilnehmer AWI/Andere	Inhaltliche Schwerpunkte
Pahl	–	Geräteerprobung
Höppner	10 / 2	Biologie, Fischereibiologie
Höppner	0 / 34	student. Ausbildung
Höppner	9 / 0	Fischereibiologie
Höppner	0 / 11	Validierung bio-opt. Fernerkundungsdaten (ENVISAT)
Höppner	0 / 9	Biologie (GLOBEC)
Höppner	6 / 5	Mikrobiologie (MUMM)
Höppner	je 5 / 27	P+Ö: Schulprojekte, Tag der Forschungsschiffe
Höppner	0 / 12	student. Ausbildung
Höppner	6 / 15	Fischereibiologie
Höppner	10 / 0	
Höppner	0 / 12	Geophysik
Höppner	–	P+Ö: Offenes Schiff (175 Jahre Bremerhaven)
Höppner	9 / 1	Fischereibiologie
Höppner	7 / 0	
Mallon	3 / 6	Biologie (GLOBEC)
Mallon	2 / 8	P+Ö: Pressefahrt, Schulprojekt
Mallon	5 / 26	
Mallon	–	P+Ö: Offenes Schiff (Wissenschaftssommer in HB)
Mallon	0 / 9	student. Ausbildung
Wefer, Uni-HB	–	student. Ausbildung
Höppner	12 / 0	Fischereibiologie
Höppner	0 / 5	Geräteerprobung
Höppner	0 / 12	student. Ausbildung
Höppner	4 / 9	Mikrobiologie (MUMM)
Höppner	2 / 8	Biologie (GLOBEC)

Tabelle 2 (Forts.): FS ‚Heincke‘-Expeditionen 2002/2003
RV ‚Heincke‘ expeditions in 2002/2003

Expedition	Zeitraum	Region	Fahrtleitung
HE 182	13.01.03 – 24.01.03	Ostsee	Kraus, IfM-K
HE 183	28.01.03 – 01.02.03	Deutsche Bucht	Buck, AWI
HE 184	zurückgezogen	Deutsche Bucht	Garthe, Uni-Kiel
HE 185	17.03.03 – 03.04.03	Deutsche Bucht	Suck, AWI
HE 186	07.04.03 – 11.04.03	Deutsche Bucht	Simon, Uni-OL
HE 187	23.04.03 – 02.05.03	südl.+östl. Nordsee	Doerffer, GKSS
HE 188	05.05.03 – 09.05.03	Deutsche Bucht	Reuter, Uni-OL
HE 189	13.05.03 – 02.06.03	Orkney Inseln	Gerdts, AWI
HE 190	05.06.03 – 11.06.03	Deutsche Bucht	Temming, Uni-HH
HE 191	12.06.03 – 22.06.03	Skagerrak	Borowski, MPI-HB
HE 192	24.06.03 – 28.06.03	Deutsche Bucht	Simon, Uni-OL
HE 193	01.07.03 – 19.07.03	Ostsee	Hinrichsen, IfM-Kiel
HE 194	22.07.03 – 01.08.03	Deutsche Bucht	Schröder, AWI
HE 194 (teilw)	02.08.03 – 11.08.03	*	–
HE 195	14.08.03 – 23.08.03	*	–
HE 196	01.09.03 – 03.09.03	*	–
HE 197	05.09.03 – 12.09.03	*	–
HE 198	15.09.03 – 26.09.03	*	–
HE 199	29.09.03 – 03.10.03	*	–
HE 200 (teilw)	17.10.03 – 27.10.03	*	–
HE 200	14.11.03 – 21.11.03	Deutsche Bucht	Schröder, AWI
HE 201	24.11.03 – 05.12.03	Ostsee	Herrmann, Uni-HH
HE 202	17.11.03 – 21.11.03	*	–

* wegen finanzieller Engpässe gestrichen

Kapitän	Teilnehmer AWI/Andere	Inhaltliche Schwerpunkte
Mallon	2 / 8	Biologie (GLOBEC)
Mallon	5 / 3	Biologie
–	–	Ornithologie, Ausbildung
–	9 / 0	Fischereibiologie
Höppner	0 / 33	student. Ausbildung
Höppner	0 / 10	Validierung bio-opt. Fernerkundungsdaten (ENVISAT)
Jakobi	0 / 11	Bio-Geo-Chemie des Watts
Jakobi	7 / 3	Chemische Ökologie u. Symbioseforschung
Potts	0 / 12	student. Ausbildung
Potts	2 / 10	Methanforschung (METROL)
Potts	0 / 17	student. Ausbildung
Potts	4 / 6	Biologie (GLOBEC)
Potts	10 / 0	Fischereibiologie
Potts	–	–
–	–	–
–	–	–
–	–	–
–	–	–
–	–	–
–	–	–
Papenhagen	10 / 0	Fischereibiologie
Papenhagen	2 / 8	Biologie (GLOBEC)
–	–	–

Tabelle 3: Flugzeugeinsätze mit ‚Polar 2‘ und ‚Polar 4‘ 2002/2003
Aircraft missions in 2002/2003

Projekt	Zeitraum/Flugzeuge	Region/Operationsbasis	Anzahl Messflüge
VISA 1	24.12.01 – 29.01.02 09.02.02 – 12.02.02 P2, P4	Dronning Maud Land/ Neumayer, E-Base	22
EPICA 7	29.01.02 – 05.02.02 P2, P4	Dronning Maud Land/ Neumayer, Kohnen	–
SEAL 2	29.01.02 – 05.02.02 P2	Dronning Maud Land/ Neumayer, E-Base	7
IGLOS	17.06 – 02.07.03 P2	Grönland/ Kangerlussuaq, Summit	8
DROMLAN 1	02.12.02 – 22.12.02 09.02.03 – 13.02.03 P2, P4	Dronning Maud Land/ Neumayer, Kohnen, Nowolazarewskaja	–
EPICA 8	27.12.02 – 13.02.03 P2, P4	Dronning Maud Land/ Neumayer, Kohnen	–
FUJI	20.01.03 – 22.01.03 P2, P4	Dronning Maud Land/ Neumayer, Kohnen	4
SEAL 3	15.01.03 – 18.01.03 P2	Dronning Maud Land/ Neumayer, Halley	7
VISA 2	23.12.02 – 14.01.03 P2, P4	Dronning Maud Land/ Neumayer	12
DROMLAN 2	27.11.03 – 04.12.03 / P2, P4 27.01.04 – 31.01.04 / P4 06.02.04 – 13.02.04 / P2, P4	Dronning Maud Land/ Neumayer, Kohnen, Nowolazarewskaja, Syowa / S17	–
EPICA 9	04.12.03 – 12.02.04 / P2, P4	Dronning Maud Land/ Neumayer, Kohnen	–
SEAL 4	20.12.03 – 21.12.03 / P2 30.12.03 – 31.12.03 / P2	Dronning Maud Land/ Neumayer, Nowolazarewskaja	8
VISA 3	09.12.03 – 19.12.03 / P2 22.12.03 – 30.12.03 / P2 04.01.04 – 09.01.04 / P2	Dronning Maud Land/Neumayer, Nowolazarewskaja, SANAE IV	24

Leitung	Teilnehmer AWI/Andere	Inhaltliche Schwerpunkte
Nixdorf	1/8	Aeromagnetik, Aerogravimetrie, Eisdicken
Nixdorf	1/6	Logistik
Nixdorf	1/8	Eisdicken
Heinemann (Uni Bonn)	-/8	Meteorologie
Steinhage	1/6	Logistik
Steinhage	1/6	Logistik
Steinhage	1/8	Eisdicken
Steinhage	1/5	Aeromagnetik, Eisdicken
Steinhage	1/8	Aeromagnetik, Aerogravimetrie, Eisdicken
Steinhage	1/6	Logistik
Steinhage	1/6	Logistik
Steinhage	1/8	Aeromagnetik, Eisdicken
Steinhage	1/8	Aeromagnetik, Aerogravimetrie, Eisdicken

Tabelle 4: Arktische und Antarktische Landexpeditionen 2002/2003
Arctic and Antarctic land expeditions in 2002/2003

Expedition	Zeitraum	Region/ Mittlere Koordinaten
EPICA	27.12.01 – 17.02.02	Dronning Maud Land, Kohnen-Station 75° 00' S; 00° 04' E
Joint Geological Investi- gation in central DML	05.12.01 – 27.01.02	Dronning Maud Land 75° 00' S; 02° 32' E
JUTEX	14.12.01 – 03.02.02	Jutulstraumen/SANAE 71° 40' S; 02° 04' W
SEVZEM 2002	17.07.02 – 15.08.02	Sewernaja Zemlja 79° 10' N, 95° 02'
Lena Neusibirische Inseln 2002/1	23.06.02 – 11.09.02	Samoylow und Kurungnakh (Lenadelta) 72° 23' N; 127° 00' E
Lena Neusibirische Inseln 2002/2	28.07.02 – 11.08.02	Tiksi Umgebung, Samoylow 71° 41' N; 128° 58' E
Werchojan 2002	19.07.02 – 09.08.02	Werchojansker Gebirge und Vorland (Tumara-Fluss) 64° 00' N; 130° 00' E
Lena Neusibirische Inseln 2002/3	13.08.02 – 03.09.02	Neusibirische Inseln 75° 00' N; 143° 00' E
EPICA	03.12.02 – 14.02.03	Dronning Maud Land, Kohnen-Station 75° 00' S; 00° 04' E
ANTDRILL	30.12.01 – 17.02.02	Ross-Schelfeis, Mc Murdo Sound 77° 50' S; 166° 40' E
Lena-Anabar 2003/1	07.07.03 – 07.11.03	Samoylow (Lenadelta) 72° 23' N; 127° 00' E

Leitung Teilnehmende Institutionen	Teilnehmer AWI/Andere	Inhaltliche Schwerpunkte
Kipfstuhl (AWI), FH-Hamburg, Japan, Dänemark, Frankreich, Niederlande	21/7	Eiskernbohrung
Universitäten Bremen u. Frankfurt, Norsk Polarinstitut, Norwegen, Japan	0/5	Geologie
Hofmann (AWI), TU-Dresden	3/1	Geodäsie, GPS, Gravimetry
Olafur Infgolfson (University of Iceland), Lund University, Sweden; University of Colorado, Boulder USA, AARI St. Petersburg	1/8	Spätquartäre Klima- und Umweltgeschichte der Sewernaja Zemlja aus Permafrostablagerungen
Pfeiffer (AWI), Universität Hamburg, AARI St. Petersburg, Permafrost Institut Jakutsk	7/7	Geomikrobiologie: Langzeitstudie zur Spurengasfreisetzung, mikrobielle Prozesse in rezenten und fossilen Böden
Schirrmeister (AWI), Universität Moskau, Permafrost Institut Jakutsk	4/3	Permafrost: rezente periglaziale Umweltbedingungen, nivale Prozesse, periglaziale Morphologie
Diekmann (AWI), RWTH Aachen, Universität Bayreuth, Universität Jakutsk	3/8	Glazialdynamik, terrestrischer Permafrost, Limnologie
Rachold (AWI), AARI St. Petersburg, Universität Moskau, Permafrost Institut Jakutsk	6/6	Küstendynamik, Terrestrischer Permafrost, Periglazialrelief
Fischer (AWI), Uni Heidelberg, Madison, USA, Uni Bern, Schweiz, Uni Tromsö, Norwegen	20/6	Eiskernbohrung
Nixdorf (AWI)	3/0	Sedimentbohrung
Kutzbach (AWI), Universität Hamburg, Lene Delta Reservat	5/3	Langzeitstudie zur Spurengasfreisetzung, in situ Methanbildung und Methanoxidation

Tabelle 4 (Forts.): Arktische und Antarktische Landexpeditionen 2002/2003
Arctic and Antarctic land expeditions in 2002/2003

Expedition	Zeitraum	Region/ Mittlere Koordinaten
Lena-Anabar 2003/2	04.08.03 – 03.09.03	Küste Westliche Lapteewsee (Mamontovy Klyk) 73° 36' N; 117° 11' E
Kalibrationsdatensatz Jakutien	15.07.03 – 15.08.03	Vilyusk Distrikt, Zentraljakutien 63° 44' N; 121° 38' E
Werchojan 2003	15.08.03 – 08.09.03	Werchojansker Gebirge und Vorland (Djanuschka-Fluss) 65° 10' N; 126° 00' E
Elgygytgyn 2003	28.04.03 – 03.09.03	Elgygytgyn-See und Umgebung 67° 26' N; 172° 10' E

Leitung	Teilnehmer	Inhaltliche Schwerpunkte
Teilnehmende Institutionen	AWI/Andere	
Schirrmeyer (AWI), Universität Hamburg, AARI St. Petersburg, Universität Moskau, Permafrost Institut Jakutsk	4/8	Terrestrischer Permafrost, Periglazialrelief, Küstendynamik, Methanhaushalt
Kumke (AWI), Universität Jakutsk, Limnologisches Institut St. Petersburg	2/7	Paläolimnologie, Limnologie Paläoumweltrekonstruktion
Diekmann (AWI), University Aachen, University Bayreuth, Universität Jakutsk	3/9	Glazialdynamik, terrestrischer Permafrost, Limnogeologie
Melles (Universität Leipzig), AWI AARI St. Petersburg, NEISRI Magadan, Universität von Massachusetts	3/15	Limnogeologie, terrestrischer Permafrost





5. Nationale und internationale
Zusammenarbeit |
*National and international
cooperation*

5. National and international cooperation

5. Nationale und internationale Zusammenarbeit

Die Aufgaben in der Polar- und Meeresforschung reichen meist über Instituts- und Ländergrenzen hinaus. Besonders durch die Kooperation mit nationalen und internationalen Partnern kann das Alfred-Wegener-Institut seine Forschungsarbeiten in den Polar- und Meeresgebieten erfolgreich durchführen. Neben der gemeinsamen Bearbeitung wissenschaftlicher Fragestellungen bietet das AWI Kooperationspartnern logistische Unterstützung an. Die mobilen (Schiffe und Flugzeuge) und stationären (Polarstationen) Forschungsplattformen werden auch für Forschungsvorhaben der universitären und außeruniversitären Partner eingesetzt.

Auf nationaler Ebene pflegt das Alfred-Wegener-Institut mit acht deutschen Universitäten und Hochschulen vertraglich geregelte Kooperationen zur Zusammenarbeit in Forschung und Lehre sowie auf wissenschaftlich-technischer Ebene. Besonders zu nennen sind die Partner-Universitäten in Bremen, Oldenburg, Potsdam, Hamburg und Kiel, die gemeinsam mit dem AWI Professuren berufen. Derzeit werden mit einigen universitären Partnern die Berufungen gemeinsamer Juniorprofessuren vorbereitet. Jungen Nachwuchswissenschaftlern soll mit den AWI-Juniorprofessuren die Möglichkeit gegeben werden, die exzellenten Forschungsbedingungen am AWI mit der akademischen Qualifizierung an einer Universität verbinden zu können. In jüngster Zeit hat sich auch eine enge Partnerschaft mit der IUB (International University Bremen) entwickelt. Mit verschiedenen Forschungseinrichtungen (MPI, PIK, GEOMAR + IfM Kiel = jetzt Leibniz-Institut für Meereswissenschaften) und

The tasks of polar and marine research often extend beyond institutes and across international borders. Especially through cooperation with national and international partners, the Alfred Wegener Institute is successful in carrying out polar and marine research. Apart from collaboration on scientific questions, the AWI offers logistic support to cooperating partners. AWI's mobile (ships and aircraft) and stationary (polar stations) research facilities are also used for scientific projects of university and non-university partners.

At a national level, the AWI maintains contractual agreements with eight German universities and higher education institutions for collaborative research, teaching and technical exchange. The partner universities in Bremen, Oldenburg, Potsdam, Hamburg and Kiel deserve special mention as they have co-appointed professorships together with the AWI. Currently, the AWI is developing joint appointments to 'Junior Professorships' in conjunction with several university partners. Through AWI junior professorships (AWI-Juniorprofessuren), young scientists are provided with the opportunity to combine excellent research facilities at the AWI with academic qualifications and endeavors within a university environment. Just recently, a close partnership with the International University of Bremen has been developed. Close ties also exist with MPI, PIK, GEOMAR + IfM Kiel [now Leibniz-Institut für Meereswissenschaften] as well as other research institutes of the Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren (HGF). Cooperation between the centers was

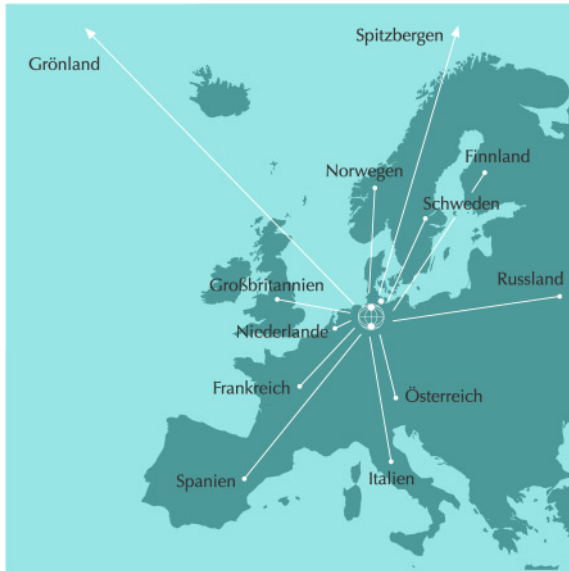


Abb. 1: Internationale Zusammenarbeit: Kooperationsvereinbarungen des Alfred-Wegener-Instituts mit Partnern in europäischen Ländern.

Fig. 1: International cooperation: agreements between AWI and European partners.



Abb. 2: Internationale Zusammenarbeit: Kooperationsvereinbarungen des Alfred-Wegener-Instituts mit Partnern in außereuropäischen Ländern.

Fig. 2: International cooperation: agreements between AWI and non-European partners.

den anderen Zentren der Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren (HGF) bestehen ebenfalls enge Kooperationen. Im Rahmen der programmorientierten Förderung der HGF wurde die zentrenübergreifende Zusammenarbeit deutlich intensiviert. So ist die GKSS der Programmpartner des AWI im Forschungsprogramm MARCOPOLI und DLR, GFZ und GKSS entwickelten gemeinsam mit dem AWI das Netzwerk ‚Integriertes Erdbeobachtungssystem‘. Enge Kooperationen mit Helmholtz-Zentren und Universitäten entwickelten sich auch im Rahmen der Initiative des Präsidenten der HGF, Herrn Prof. Kröll, der Fördermöglichkeiten für Virtuelle Institute (Kooperationen zwischen Helmholtz-Zentren) und Nachwuchsgruppen (Kooperationen mit Universitäten) auslobt hat. Nicht zuletzt sind AWI-Wissenschaftler durch die Zusammenarbeit in diversen Verbundprojekten, Forschungsschwerpunkten und -programmen des BMBF und der DFG in ein breites nationales Forschungsnetzwerk eingebettet.

Die Stiftung AWI hat derzeit mit 15 Nationen wissenschaftliche Kooperationen vertraglich vereinbart. Besondere Schwerpunkte haben sich in bilateralen Kooperationsprojekten mit Frankreich, Russland, Norwegen, Australien und Südafrika entwickelt (siehe auch Tabelle Internationale Kooperationen). Insgesamt hat die Stiftung derzeit mit 60 Einzelinstitutionen formelle bilaterale Kooperationen zur wissenschaftlichen und wissenschaftlich-technischen Zusammenarbeit in der Polar- und Meeresforschung abgeschlossen. So wurde im Sommer 2003 eine Tiefsee-Expedition in den nördlichen Nordatlantik und die arktische Tiefsee gemeinsam mit Kollegen vom französischen Institut IFREMER (Institut Français de Recherche pour l' Exploitation de la Mer) durchgeführt. Der gleich-

clearly enhanced through the program-oriented funding strategy of the HGF. Hence, the GKSS is partner of the AWI through the research program MARCOPOLI. The DLR, GFZ, GKSS and the AWI jointly developed the network 'Integrated Earth Observing System' (Integriertes Erdbeobachtungssystem). Close cooperation with the Helmholtz centers and universities were also established within the framework of an initiative by Prof. Kröll, president of the HGF, who promoted funding opportunities for virtual institutes (cooperation between Helmholtz centers) and upcoming scientists (cooperation with universities). Last, but not least, AWI scientists are integrated into a broad-based national research network through collaboration on various projects, research foci, and programs of the BMBF and the DFG.

Currently, the AWI has contractual agreements for scientific cooperation with fifteen nations. Special foci have been established in bilateral cooperation projects with France, Russia, Norway, Australia and South Africa (see also table International Cooperation). At present, the AWI maintains formal bilateral collaboration agreements for scientific/technical polar and marine research with 60 individual institutions. During the summer of 2003, for instance, a deep sea expedition to northern North Atlantic and Arctic waters was carried out in association with colleagues from the French institute IFREMER (Institut Français de Recherche pour l' Exploitation de la Mer). Scientists from many European research institutions were offered unique research opportunities in hitherto inadequately investigated European deep waters through simultaneous use of the French remotely operating vehicle 'Victor 6000' and the research icebreaker 'Polarstern'. The flight service

zeitige Einsatz des französischen Tiefseeroboters ‚Victor 6000‘ und des FS ‚Polarstern‘ ermöglichte den Wissenschaftlern vieler europäischer Forschungseinrichtungen einmalige Forschungsmöglichkeiten in den bisher unzureichend erforschten europäischen Meeresstiefen. In der Antarktis nahm in der Forschungssaison 2002/2003 die Luftbrücke DROMLAN (Südafrika – Dronning-Maud-Land), die von elf in der Antarktis forschenden Nationen betrieben wird, ihre Tätigkeit auf. In einer Reihe internationaler Organisationen nimmt das AWI Mitgliedschaften im Namen deutscher Forschungseinrichtungen oder der Bundesrepublik Deutschland wahr. So stellt das AWI Mitglieder des European Polar Board (EPB), einem der European Science Foundation angegliederten Komitee, des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPPC) der Vereinten Nationen und stellen den Präsidenten des Scientific Committee on Antarctic Research (SCAR), das die wissenschaftlichen Belange auf der südlichen Hemisphäre betreut. An diversen internationalen Kooperationsprogrammen wie Climate Variability and Predictability (CLIVAR), Global Ocean Ecosystem Dynamics (GLOBEC), Netherlands Bremen Oceanography (NEBROC) und Joint Global Ocean Flux Studies (JGOFS) und EPICA sind/waren Wissenschaftler des AWI – z. T. federführend – beteiligt.

Eine Übersicht der internationalen Kooperationen ist in Abbildung 1 und Abbildung 2 dargestellt.

DROMLAN (South Africa – Dronning Maud Land), operated by eleven countries involved in Antarctic research, began operations in Antarctica during the 2002/2003 research season. Within a group of international organizations, the AWI represents the interests of German research institutions and the Federal Republic of Germany. Hence, the AWI provides members for the European Polar Board (EPB), an associate committee of the European Science Foundation, for the UN Intergovernmental Panel on Climate Change (IPPC), and provides the president for the Scientific Committee on Antarctic Research (SCAR), which is responsible for scientific concerns in the Southern Hemisphere. Several AWI scientists have had leading roles in past and present activities of various international cooperative programs, including Climate Variability and Predictability (CLIVAR), Global Ocean Ecosystem Dynamics (GLOBEC), Netherlands Bremen Oceanography (NEBROC), Joint Global Ocean Flux Studies (JGOFS) and EPICA.

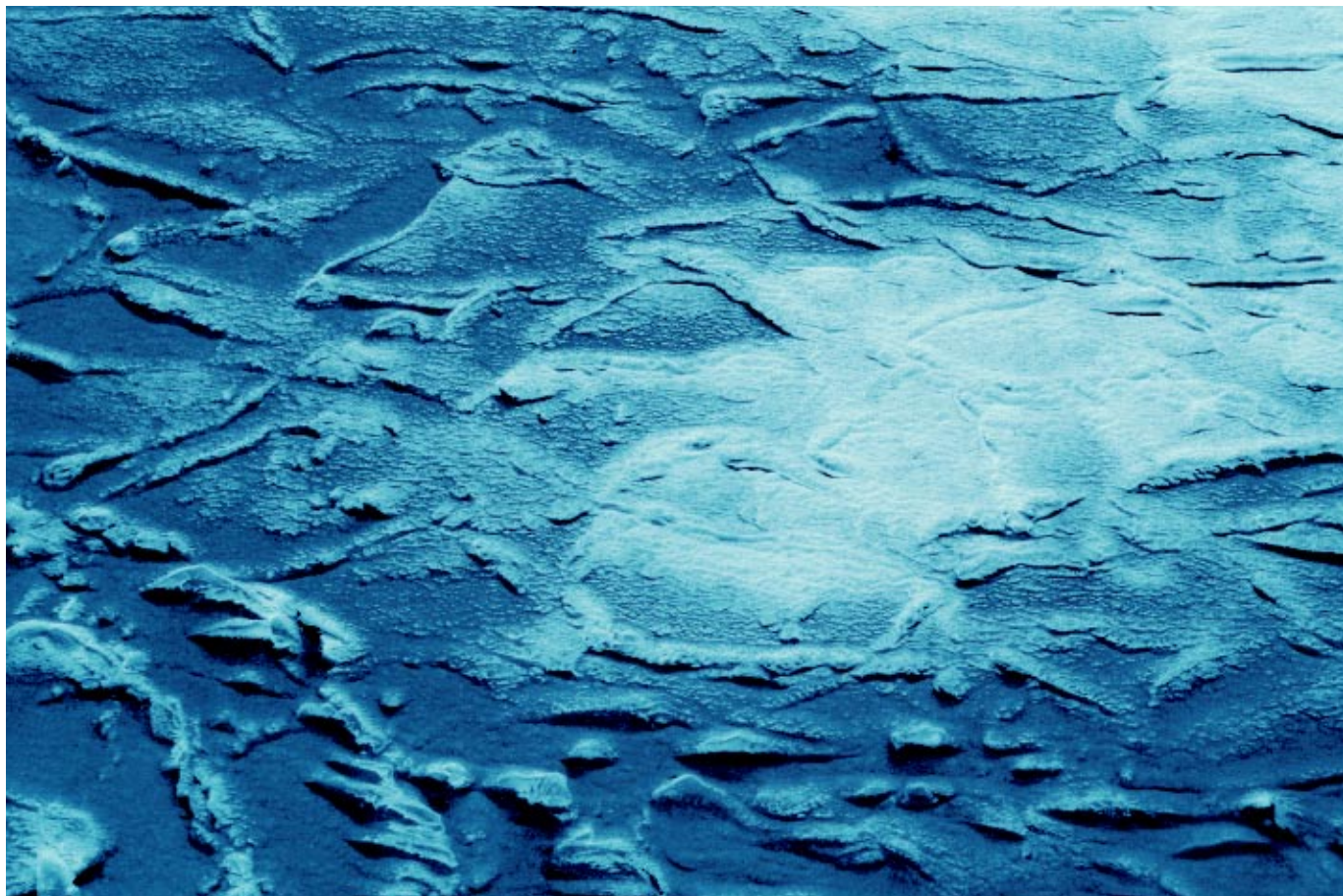
Figures 1 and 2 give an overview of international cooperation.

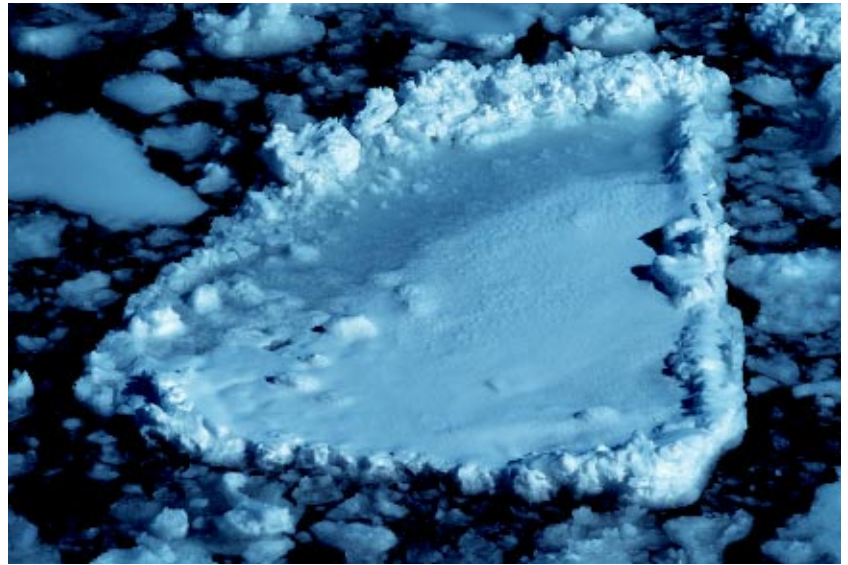
Tabelle 1a: Kooperationsabkommen des AWI mit europäischen Partnern |
Cooperative agreements between the AWI and its European partners

Europäische Partner	Institution	Kooperation seit
Frankreich	IFREMER, Institut Francais de Recherche pour l' Exploitation de la Mer	2001
	L'Institut Francais pour la Recherche et la Technologie Polaires (IFRTP)	2000
	Institut Polaire Francais (IPEV)	2003
Großbritannien	British Antarctic Survey (BAS), Cambridge	2003
Italien	Instituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV)	2002
	Università Degli Studi di Cagliari	2003
Niederlande	The Netherlands Antarctic Programme (NAAP), The Hague	2000
Norwegen	Norsk Polarinstitutt (NPI), Oslo/Tromsø	1996
	Norwegian Meteorological Institute, Oslo	1999
Spanien	Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Barcelona	1996
	Institut für Meeresforschung (ICM), Barcelona	
	University of Salamanca	1998
	Institut de Ciènces del Mar (ICM), Barcelona	2002
Russland	Polar Marine Geological Research Expedition (PMGRE)	1999/2000
	Lomonosov, and All-Russian Research Institute for Geology and Mineral Resources (VNIIO), St. Petersburg	
	Institut für Arktis- und Antarktisforschung (AARI), St. Petersburg	2000/2002
	Institut für Arktis- und Antarktisforschung (AARI), St. Petersburg und Technical University of Dresden (TUD)	2003
	Lena Delta Reservat (Yakutia), Tiksi – Russland	2002
	Murmansk Marine Biological Institute (MMBI), Murmansk	1991/1998/2000/2001
	Permafrost Institute (PI), Siberian Branch	1997
Vernadsky Institute of Geochemistry (GEOKHI/RAN), Moscow	1996/2003	

Tabelle 1b: Kooperationsabkommen des AWI mit internationalen Partnern (außereuropäischen Partnern) |
Cooperative agreements between the AWI and its international partners (non-European partners)

Außereuropäische Partner	Institution	Kooperation seit
Argentinien	Dirección Nacional del Antártico Argentino, Buenos Aires	1995
Australien	Australian Antarctic Division	2002
Brasilien	University of Rio Grande	1997
Chile	Universidad de Magallanes, Punta Arenas	1995
	Universidad de Antofagasta, Antofagasta	2002
	Universidad Austral de Chile, Valdivia	2003
Japan	Japan Marine Science and Technology Center (JAMSTEC)	1995
	National Institute for Polar Research (NIPR), Tokyo	1999
Malaysia	Institute of Oceanography (INOS), University College of Science and Technology Malaysia (KUSTEM)	2003
Mexiko	Centro de Investigaciones Biologicas del Noroeste, La Paz B.C. Sur, Mexico	2001
Neuseeland	Institute of Geological and Nuclear Sciences	2002
Republik Südafrika	Council for Geosciences	1996
USA	Michigan Technological University (MTI)	2003





6. Informationszentrum |
Information centre

6.1 Rechenzentrum, Datenbanken und Informationssysteme

Zentrale informationstechnische Basisdienste und Entwicklungsarbeiten für die Wissenschaft

Die Schwerpunkte der Arbeiten des Rechenzentrums im Berichtszeitraum lagen, neben den zentralen informationstechnischen Basisdiensten für die Wissenschaft, in der Erneuerung des Massenspeichersystems zur Langfristsicherung wissenschaftlicher Daten und der Erweiterung der zentralen Computerserver (Abb. 1).

Dazu wurde der hauptsächlich interaktiv zur Modellpflege und Analyse von Modelldaten genutzte J90-Vektorrechner gegen einen SUN-Cluster mit 180 Gflop/s Gesamtleistung ausgetauscht.

Im Fachbereich ‚Pelagische Ökosysteme‘ werden in der Biodiversitätsforschung zunehmend Software-Komponenten auf LINUX-Rechnersystemen eingesetzt. Das Rechenzentrum hat hierzu Anfang 2003 einen zentralen Compute-Service in Form eines leistungsfähigen LINUX-Clusters eingerichtet, der es den Arbeitsgruppen ermöglicht, gemeinsame Datenbestände in der Bio-Sequenzanalyse effizient zu nutzen. Das RNA-Sequenzdatenbank-Werkzeug ARB und weitere – zum Teil parallelisierte Programme – werden zur Berechnung phylogenetischer Stammbäume mehrerer hundert Spezies eingesetzt.

Das neue Massenspeichersystem (100 Terabyte Kapazität) wurde vorbereitend auf den Bezug des Neubaus an der Doppelschleuse – in dem auch das Rechenzentrum im 3. Stock untergebracht sein wird – in Betrieb genommen. Es bietet eine hohe Datensicherheit für die wertvollsten Datensammlungen des AWI (zum Beispiel Seismikprofile der Arktis/Antarktis) und stellt die neue Basis der AWI-Informationssysteme dar.

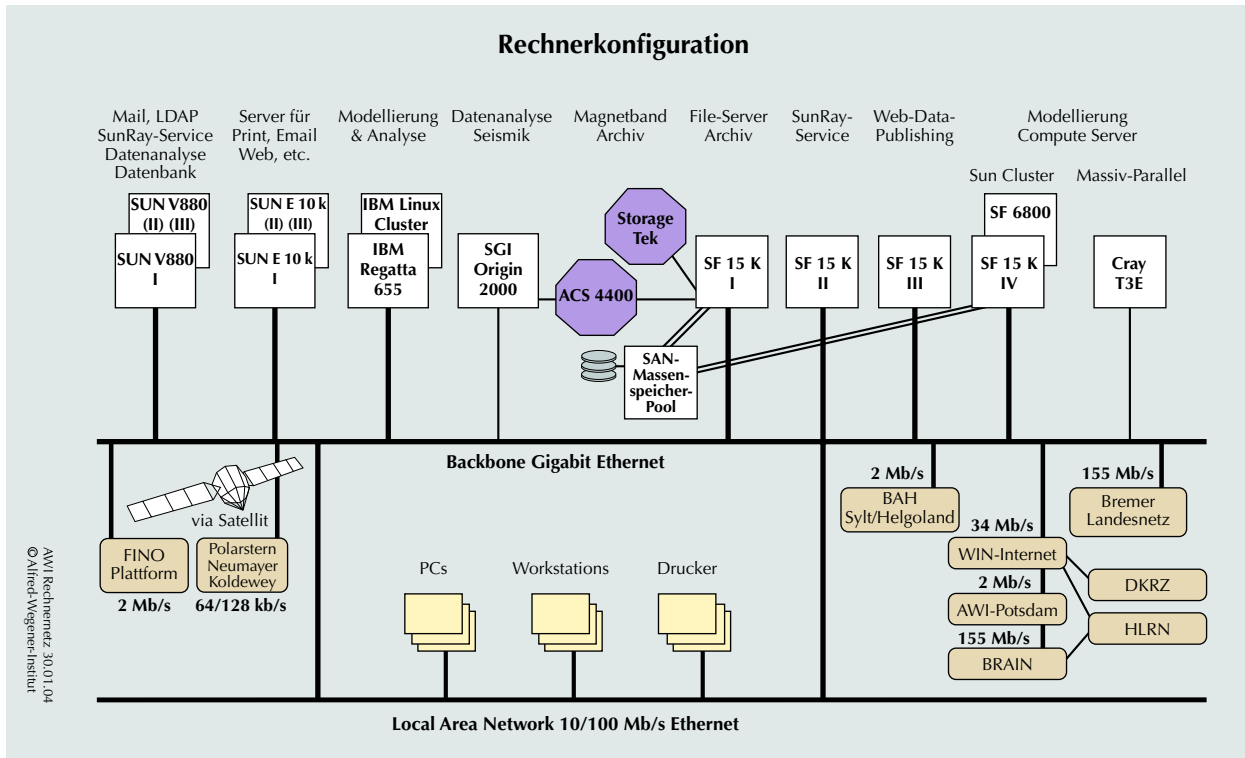
6.1 Computer centre, scientific databases and information systems

Information technology services in support of scientific research

The computer center provides information technology services and support for the institute. This includes the supply of data storage and retrieval systems for the long-term archives of scientific data and compute server capacity for numerical models. To meet these needs, the center has recently replaced the J90 vector computer server with a new Sun Cluster suitable for high performance computing (180 Gflop/s).

In the department ‚Pelagic Ecosystems‘ Linux based software components are used for research on biodiversity. The computer center has set up a central compute service based on a powerful Linux-Cluster in the beginning of 2003. This service allows working groups the efficient use of joint data inventories for bio-sequence analysis. The RNA-sequence database tool ARB and other tools are employed for the evaluation of phylogenetic genealogies of several hundred species.

In preparation for the move to the new building – which will also house the computer center – a new mass storage system with a 100-terabyte capacity was implemented. This storage system offers high data security for our valuable data archives, including as one example seismic profiles from the Arctic and Antarctic regions and from the new basis of the AWI information systems (fig. 1).



Die Informationssysteme bestehen aus folgenden Komponenten:

- den Publikationsverzeichnissen ePIC und eXPEDITION des AWI, in denen die Publikationsdaten um Verweise auf die Daten und deren Metadaten ergänzt wurden (Abb. 2),
- dem Informationssystem PANGAEA, das als globales Metadaten-Verzeichnis aller wissenschaftlichen Daten am AWI eingesetzt wird,
- den neuen Archivspeichersystemen. Diese bieten sehr zuverlässigen Schutz gegen Verlust und absichtliche oder unabsichtliche Veränderung der Daten.

Abb. 1: Das Rechnernetz des Alfred-Wegener-Instituts für Polar- und Meeresforschung.

Fig. 1: Computer network of the Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research.

Wissenschaftliche Informationssysteme und Datenbanken

Der Aufbau des Welt Datenzentrums WDC-Mare wurde systematisch fortgesetzt. Das Zentrum profilierte sich unter anderem dadurch, dass es die zentrale langfristige Datenhaltung für das auslaufende IGBP-Programm ‚Joint Global Ocean Flux Study‘ (JGOFS) übernommen hat. Über 40 000 Datensätze aus diesem Programm wurden in das System integriert. Weiterhin wurde das WDC-Mare Teil der deutschen ‚Nationalen Geodatenbasis‘, eines Netzwerkes von Diensten und Standards im Bereich der Geoinformation. Alle beschreibende Information über die im WDC-Mare enthaltenen Daten, die so genannten Metadaten, sind dort über eine gemeinsame Schnittstelle (<http://www.gemis.bund.de>) im Kontext mit Daten von anderen Forschungseinrichtungen, Umweltschutzeinrichtungen und Behörden recherchierbar.

Ergänzend zum Welt Datenzentrum wurde der Aufbau eines geographischen Informationssystems (GIS) zur Auswertung und langfristigen Verfügbarkeit räumlich bezogener Daten fortgeführt. Ziel ist es, für wissenschaftliche Arbeiten elektronische Basiskarten vom Meeresboden und den arktischen und antarktischen Landgebieten in hoher Qualität zugänglich zu machen. Dazu wurden die ersten elektronischen Karten im Intranet über so genannte ‚Mapserver‘ publiziert.

Ein Prototyp für ein webbasiertes Portalsystem zur Datenexploration von Expeditionsdaten (eXPEDITION) wurde entwickelt, um die Wünsche der Nutzer im Bereich Wissenschaft, Gesellschaft und Industrie zu erfüllen. eXPEDITION führt über Verweise zur AWI Publikations-Datenbank, die mit der Datenbank der Expeditionen/Kampagnen verbunden ist und Daten-

The information system consists of the following major components:

- *AWI publication archives link together publications and the corresponding data, this means that each publication has an explicit link to its metadata and the corresponding volume data sets. This includes the information systems ePIC and eXPEDITION (fig. 2).*
- *The information system PANGAEA, which is used as the central metadata catalogue for all AWI data sets.*
- *The new mass storage system as a central repository for all volume data sets of AWI research, which are described by their metadata in the central PANGAEA data catalogue.*

Scientific information systems and databases

The development of the world data center WDC-Mare has been continued systematically. The center has taken over the data maintenance and distribution of the completed IGBP program ‚Joint Global Ocean Flux Study‘ (JGOFS). More than 40 000 scientific data sets have been integrated into this program. Being an element of the World Data Center, WDC-Mare has become part of the German ‚national geospatial infrastructure‘ network.

To optimize information retrieval relating to both completed and planned expeditions, the portal system (eXPEDITION) has been developed. It is designed to serve the needs of science, society and industry. eXPEDITION provides links to AWI’s database on publications related to a given expedition/campaign and to data sets extracted from onboard/in situ acquisition systems, thereby bridging the gap between publications and data archives (i. e., WDC-MARE/PANGAEA and mass storage systems). In addition, various types of information about past and future

sätze, die von schiffsgebundenen Datenaquisitionssystemen stammen, erschließt. Damit wird die Lücke zwischen Publikationen und Datenarchiven (z. B. WDC-MARE/PANGAEA und Massenspeichersysteme) weitgehend geschlossen. Zusätzlich sind verschiedene Informationen über die vergangenen und noch anstehenden Expeditionen/Kampagnen zugänglich, wie z. B. Projektzusammenfassungen, Fahrt/Kampagnen-Berichte, Newsletter, Presseveröffentlichungen, Multimedia-Material und interessante technologische Entwicklungen. Das Portal eXPEDITION soll die interdisziplinäre Kooperation stärken und Hilfestellung bei der wissenschaftlichen Planung der zukünftigen Expeditionen und Langzeit-Beobachtungsprogrammen leisten (Abb. 2).

Weiter wurden alle Standorte des AWI durch ein Videokonferenzsystem verbunden, so dass gemeinsame Sitzungen z. B. des Wissenschaftlichen Rates, Plenumsitzungen im Hörsaal u. a., den Wissenschaftlern aller Standorte ohne Reiseaufwand zugänglich sind. Mit zwei weiteren Ausbildungsplätzen verstärkte das Rechenzentrum außerdem im Berichtszeitraum die Ausbildung von Fachinformatikern auf eine Gesamtzahl von vier Auszubildenden.

Wissenschaftliches Rechnen

Die hohe Rechenkapazität moderner paralleler Höchstleistungsrechner bietet unter Anwendung von Methoden des wissenschaftlichen Rechnens neue Möglichkeiten der numerischen Implementierung hochkomplexer Modelle zur Simulation von klimarelevanten Prozessen im System Erde. Die Arbeitsgruppe ‚Wissenschaftliches Rechnen‘ bietet als Bindeglied zwischen den Entwicklern neuer numerischer Verfahren sowie den Anwendern im Bereich der Klimasys-

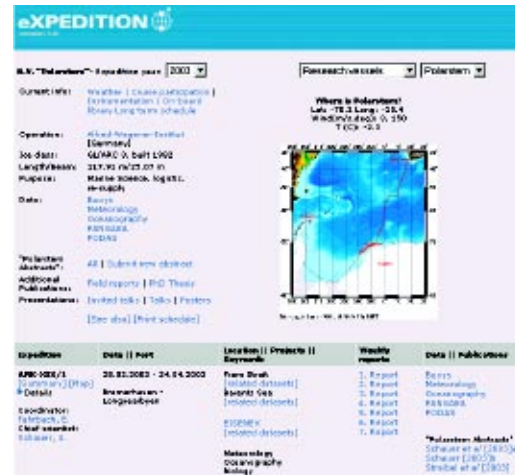


Abb. 2: eXPEDITION Internet Portalsystem.

Fig. 2: eXPEDITION Internet portal system.

expeditions/campaigns are available such as associated technology findings, project summary, cruise/campaigns reports, newsletters, press releases, multimedia material, webcam links, etc. The portal eXPEDITION shall foster cross-institutional and interdisciplinary cooperation and assist in the scientific planning of future expeditions and long-term observatory programs (fig. 2).

Scientific Computing

Modern parallel high-speed computers offer new possibilities for the numeric implementation of highly complex models for simulation of climate relevant processes within the Earth system. The working group 'Scientific Computing' supports the users in the area of climate system modeling with new numerical

tem-Modellierung umfangreiche Unterstützung bei der Nutzung der am AWI-Rechenzentrum betriebenen Höchstleistungsrechner.

In Zusammenarbeit mit den Wissenschaftlern des Projekts PLASMA (Parallel Large Scale Self-adaptive Model of the Atmosphere) wird im Rahmen des deutschen Klimaforschungsprogramms DEKLIM ein Finite-Elemente-Komponentenmodell der Atmosphäre entwickelt (Abb. 3).

Die Aktivitäten der Arbeitsgruppe ‚Wissenschaftliches Rechnen‘ konzentrieren sich dabei auf die effiziente Lösung der auftretenden komplexen Gleichungssysteme. Dazu ist das entwickelte Löserinterface-Paket ‚Family of Simplified Solver Interfaces‘ (FoSSI) auf Basis paralleler numerischer Löser-Bibliotheken entwickelt worden. Durch das einheitliche Interface können insbesondere bei Änderungen des physikalischen Modells schnell neue Löserkonfigurationen eingesetzt und getestet werden. Eine Effizienzsteigerung konnte weiterhin durch die Verwendung des sogenannten Space-Filling-Curve (SFC) Algorithmus zur parallelen Gebietszerlegung erreicht werden. Damit wird außerdem das Gleichungssystem bereits bei seiner Aufstellung so günstig sortiert, dass die sonst übliche aufwändige Umordnung während des Lösens entfällt (Abb. 4).

Gründung des Kompetenzzentrums für Höchstleistungsrechnen Bremen BremHLR

Als Kooperation der Universität Bremen (UB), dem AWI und der International University Bremen (IUB) wurde das vom Senator für Bildung geförderte Kompetenzzentrum für Höchstleistungsrechnen Bremen (BremHLR, www.bremhrl.uni-bremen.de) im Jahr 2003 gegründet. BremHLR berät Bremer Forschungs-

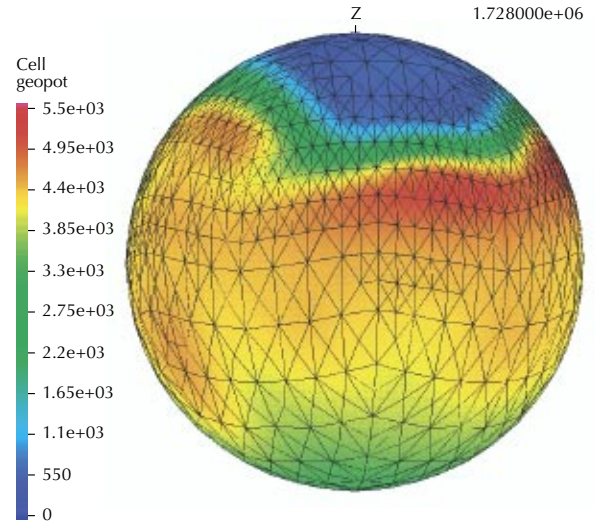


Abb. 3: Zonale Überströmung eines einzelnen Berges: Geopotential nach 20 Tagen Simulationszeit, Gitter prozessgesteuert adaptiv verfeinert. Der Berg ist 480 m hoch und liegt bei 30 Grad Nord, 0 Grad Länge.

Fig. 3: Zonal overflow of a single mountain: Geopotential after 20 days simulation time, mesh adaptively refined controlled by the process. The mountain has a height of 480 m and is located at 30° North at a longitude of 0°.

methods for high performance computing.

The project PLASMA (Parallel Large Scale Self-adaptive Model of the Atmosphere) a finite elements model of the atmosphere is developed by AWI researchers and their colleagues at the Technical University, München, in the framework of the German climate research programme DEKLIM (fig. 3).

The activities of the working group ‚Scientific Com-

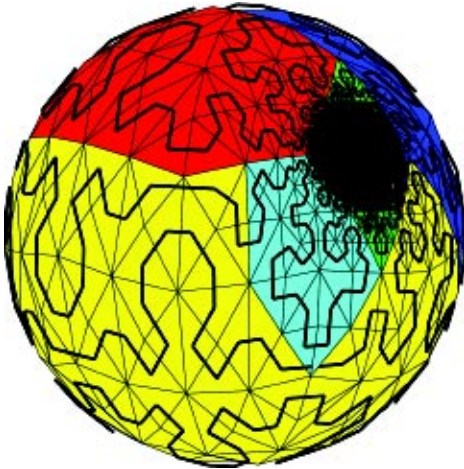


Abb. 4: Die Abbildung zeigt ein adaptiertes Gitter auf der Sphäre mit Space Filling Curve durch die Elemente und farbiger Gebietszerlegung.

Fig. 4: *Adaptive mesh on a sphere with space filling curve through the elements. The colours show the domain decomposition.*

vorhaben im Wissenschaftlichen Rechnen auf dem Hochleistungsrechner Nord (HLRN). Dem BremHLR sind Fachberater aus den beteiligten Zentren ZARM/UB, CLAMV/IU, sowie dem Rechenzentrum des AWI zugeordnet. Das AWI-Rechenzentrum betreibt seit Anfang 2003 einen zum HLRN-System kompatiblen IBM-Regatta 8 Wege-Rechner, der intensiv zur Projektvorbereitung und zum Teil auch zur Modellierung in kleineren Projekten des AWI-Fachbereichs ‚Klimasystem‘ genutzt wird.

puting‘ concentrate in the PLASMA project on the efficient solution of complex systems of equations. Therefore the solver interface package ‘Family of Simplified Solver Interfaces’ (FoSSI) based on parallel numeric solver libraries has been developed. Due to the uniform interface, new fast solver configurations can be tested and used, in particular when the physical model has been modified. A rise in efficiency has been reached by the use of the so-called Space-Filling-Curve (SFC) algorithm not only for parallel domain decomposition but also for matrix numbering (fig. 4).

The competence center for high-performance computing Bremen BremHLR

In 2003 a cooperation of the University of Bremen (UB), the International University Bremen (IUB) and AWI set up the competence center for high-performance computing Bremen (BremHLR, www.bremhllr.uni-bremen.de), which is supported by the ‘Senator für Bildung’. BremHLR advises research projects in Bremen concerning scientific computing using the platforms of the ‘Hochleistungsrechner Nord (HLRN)’. Advising is conducted by expert advisers from the participating centers ZARM/UB, CLAMV/IUB as well as the Computer center of AWI. Since the beginning of 2003, the AWI Computer center operates an IBM regatta computer which is compatible to the HLRN system. This machine is intensively used for the preparation of projects and partly also for modelling in smaller projects of the department ‘Climate System’ of AWI.

6.2 Bibliothek

Die Bibliothek der Stiftung AWI ist Servicezentrum für die Versorgung der Mitarbeiter und Gäste des Instituts mit wissenschaftlicher Literatur und Fachinformation in gedruckter und elektronischer Form. Die Hauptstelle befindet sich in Bremerhaven, Zweigstellen werden an den AWI-Standorten Helgoland und List betrieben, Handbibliotheken in der Neumayer-Station, der Koldewey-Station, auf der ‚Polarstern‘ und in den AWI-Sektionen in Bremerhaven betreut.

Die Bibliothek der AWI-Forschungsstelle Potsdam ist seit 2001 Teil der gemeinsam von Geoforschungszentrum (GFZ), Potsdamer Institut für Klimafolgenforschung (PIK) und AWI errichteten ‚Bibliothek Wissenschaftspark Albert Einstein‘.

Die Bibliothek sammelt u. a. insbesondere die Literatur zur Geschichte der Deutschen Polarforschung.

Zur raschen Versorgung der entfernten AWI-Standorte und auch von Partnerinstitutionen mit angeforderten Zeitschriftenaufsätzen wird eine Scanstation eingesetzt. Diese ermöglicht es, die per E-Mail angeforderten Artikel in einem Arbeitsgang einzuscannen und als pdf-Datei per E-Mail direkt an den Nutzer zu versenden. Der Service wird sehr gut angenommen. Täglich werden so bis zu 30 Artikel eingescannt und versandt.

Um den Nutzern der Bibliothek einen einheitlichen elektronischen Katalog über das Internet zur Verfügung zu stellen, die Katalogisierungsarbeit durch die Nutzung von Fremddaten (inkl. Sacherschließung) zu optimieren und die komfortablen Fernleihfunktionen (Lieferung i. d. R. innerhalb von 7 Werktagen bei Standardfernleihen) nutzen zu können, ist die Bibliothek am Gemeinsamen Bibliotheksverbund (GBV) ange-

6.2 Library

The Library of the Alfred Wegener Institute provides the employees and guests of the institute with literature and information in electronic and printed format. The main library is located in Bremerhaven. Branch libraries are kept at the research stations on Helgoland and List. Small library collections are maintained at the research stations Neumayer, Koldewey, on the research vessel ‚Polarstern‘ and in the research sections throughout the institute in Bremerhaven.

The Library at the AWI Research Station in Potsdam became part of the ‚Bibliothek Wissenschaftspark Albert Einstein‘ (Library of the Albert Einstein Science Park) which was established in 2001 jointly by the Geoforschungszentrum (GFZ), Potsdam Institute for Climate Impact Research (PIK), and the Alfred Wegener Institute.

The library maintains a special collection on the history of German polar research.

In order to provide faster services to distant research stations and partner institutions for requested reprints, a special book scanner is used. Journal articles requested by email are scanned in one step and emailed as pdf files directly to the requesting library patron. This service has been very successful and in average 30 articles are scanned and mailed daily.

The Library joined the GBV Union Catalogue in Göttingen to facilitate a common electronic catalogue (OPAC) via the internet for the library users, to reduce redundancy in library cataloguing as well as making cost effective use of cooperative cataloguing and indexing, and to have access to faster (turn around time 7 days for standard orders) inter-library lending. Pica-LBS, as a local system, is the

geschlossen. Als Lokalsystem wird Pica-LBS mit den Komponenten Online-Katalog (OPAC) und Erwerbung (ACQ) eingesetzt. Um Kosten und Aufwand zu sparen, hat die Bibliothek den Rechner-Betrieb des Bibliothekssystems auf Server der Verbundzentrale des GBV in Göttingen ausgelagert.

Durch die Teilnahme der Bibliothek an Konsortialverträgen meist über den HGF-Arbeitskreis Bibliotheks- und Informationsmanagement, konnte der Online Zugang zu den Volltexten von Artikeln aus wissenschaftlichen Zeitschriften für AWI-Mitarbeiter und Gäste maßgeblich erweitert und bei der Lizenzierung von bibliographischen Datenbanken deutliche Rabatte erreicht werden.

2002 hat die AWI-Bibliothek die umfangreichen Bestände des Archivs der Deutschen Gesellschaft für Polarforschung (zuletzt aufbewahrt am Institut für Geophysik der Universität Münster) übernommen, die seitdem sukzessive eingearbeitet werden.

Die AWI-Bibliothek besitzt nach dem Abbau von Doppelstücken aus dem BAH-Zeitschriftenbestand Ende 2003 ca. 40 050 Monographien. Die Zahl der durch Kauf erworbenen Periodika beträgt 331, durch Tausch werden weitere 479 Zeitschriften, Serien u. ä. erworben. Die Fernleihe wurde von AWI-Mitarbeitern und Gästen im Berichtszeitraum 4732 mal in Anspruch genommen.

Die Bibliothek ist Mitglied in folgenden Organisationen: HGF-Arbeitskreis Bibliotheks- und Informationsmanagement, AG meereskundlicher Bibliotheken (AMB), IASMLIC; EURASLIC, AG der Spezialbibliotheken (ASpB), Deutscher Bibliotheksverband (DBV) – Landesverband Bremen.

integrated library software program employed and the modules presently utilized are the Online-Catalogue (OPAC) and Acquisition (ACQ). The system runs on the server at the GBV Union's headquarters in Göttingen, thus reducing cost and management overheads for the Library.

The Library's participation in consortial agreements, mainly through the HGF Library Working Group, has made possible additional online access to full-text scientific journal publications for AWI employees and guests. Licenses for bibliographical databases made with consortial partners lowered access costs significantly.

In 2002, the Archives of the Deutsche Gesellschaft für Polarforschung moved to Bremerhaven from their former location at the University of Münster's Institute for Geophysics. This library collection is now being integrated into the Bremerhaven library.

The AWI Library collection (after collection weeding e. g. duplicate titles resulting from merger with the former Biologische Anstalt Helgoland Library) at the end of 2003 contained approximately 40 050 monographs, 331 periodicals as subscriptions, and through exchange agreements 479 additional titles. Interlibrary lending by institute members and guests for the 2002/2003 was 4732 orders placed.

The Library is member of the following organizations: HGF-Arbeitskreis Bibliotheks- und Informationsmanagement, AG meereskundlicher Bibliotheken (AMB), IASMLIC; EURASLIC, AG der Spezialbibliotheken (ASpB), Deutscher Bibliotheksverband (DBV) – Landesverband Bremen.





7. Presse- und Öffentlichkeitsarbeit |
Public relations department

7. Presse- und Öffentlichkeitsarbeit

Wissenschaft im Dialog – Ausstellungen

Das Jahr der Geowissenschaften hat 2002 die Presse- und Öffentlichkeitsarbeit des Alfred-Wegener-Instituts bestimmt. Das AWI arbeitete in der leitenden Koordinationsgruppe des BMBF mit und war bundesweit präsent: Es beteiligte sich an allen vier Zentralveranstaltungen (Berlin, Leipzig, Köln, Bremen) und an fünf (von 13) Großveranstaltungen und führte selbst vom 5. bis zum 9. Juni 2002 in Bremerhaven die Großveranstaltung ‚Eis und Meer‘ durch.

Im Jahr der Geowissenschaften ist es sehr gut gelungen, Interesse für unsere Forschungsthemen zu wecken. So hatte z. B. unsere Großveranstaltung ‚Eis und Meer‘ mehr als 8000 Besucher. Die Resonanz war auch qualitativ sehr gut. Besucher und Wissenschaftler berichteten übereinstimmend von interessanten Gesprächen. Es wurden außerdem wesentliche interne Ziele erreicht. Viele Wissenschaftler haben die Notwendigkeit des Dialoges mit der Öffentlichkeit erkannt. Es war sehr erfreulich, dass sich nicht nur die Geowissenschaftler sondern auch Wissenschaftler anderer Fachbereiche und Sektionen beteiligt haben.

Alle AWI-Aktivitäten wurden ausgewertet und in einer Dokumentation zusammengefasst. Zu ‚Eis und Meer‘ liegen darüber hinaus gesondert eine Dokumentation und ein Pressespiegel vor.

In das Jahr der Geowissenschaften gehört auch die Sonderausstellung ‚Klima‘ im Deutschen Museum, die vom 6. November 2002 bis zum 30. November 2003 in München zu sehen war. AWI-Wissenschaftler und -Öffentlichkeitsarbeit haben mit Inhalten, Konzeptentwicklung und Exponaten dazu beigetragen.

Von den vielfältigen Beteiligungen des Instituts an

7. Public relations department

Science in dialogue – exhibitions

The designated ‘Year of Geosciences’ dominated press and public relations activities of the Alfred Wegener Institute (AWI) in 2002. The institute was part of the leading coordination group of the BMBF and was widely visible in Germany. The AWI participated in four central and five (of 13) major events and hosted the major event ‘Eis und Meer’ (Ice and the Ocean) in Bremerhaven from June 5 to 9, 2002. During the Year of Geosciences, we succeeded very well in awakening public interest in our research topics. More than 8000 people for example visited our major event ‘Eis und Meer’. The feedback was also very good qualitatively. Interesting conversations were reported by both visitors and scientists. Moreover, important internal goals were achieved. Many scientists now see the importance of public relations. It was very enjoyable that not only geoscientists, but also scientists from other disciplines and departments participated. All AWI activities were analysed and summarised in a report. In addition, a separate report and a press review are available for the event ‘Eis und Meer’.

The special exhibition ‘Klima’ (Climate) at the ‘Deutsches Museum’ (German Museum) in Munich from November 6, 2002 to November 30, 2003 was also part of ‘The Year of Geosciences’. Scientists and public relations personnel of the AWI participated through contributions of expertise, concepts and exhibits.

The following events provide just some examples of the many contributions of the AWI in 2002 and 2003: the award ceremony of the ‘Bundesumweltpreis’, an award presented by the BMBF (The federal

Veranstaltungen in den Jahren 2002 und 2003 sollen hier beispielhaft genannt werden: die Verleihung des Bundesumweltpreises des BMBF am 27. September 2002 im AWI in Bremerhaven, der Tag der offenen Tür der Universität Bremen am 10. Mai 2003, der Wissenschaftssonabend von city of science am 28. Juni 2003 in Bremen und der Tag der offenen Tür am 16. August 2003 im Auswärtigen Amt in Berlin. Anlässlich der Meeresschutzkonferenz HELCOM/OSPAR in Bremen (23. bis 27.06.03) richtete das AWI einen Stand im Konferenzgebäude und drei Podiumsveranstaltungen (zusammen mit Marum und Radio Bremen) aus.

Die Vortragsreihe in Bremerhaven und die Institutsbesichtigungen wurden wie bisher fortgesetzt.

Im Jahr der Chemie 2003 hat das AWI den Kinder-Malwettbewerb (Chemie ist nicht iiiih) und Aufführungen eines Puppentheaters durchgeführt. Das Institut hat sich 2003 an einem sehr interessanten Projekt der Medienerziehung beteiligt: ‚Expedition ins Eis – Warum Eisbären keine Pinguine fressen‘: Hier haben 60 Schülerinnen und Schüler aus Bremerhaven und Gera 2003 in den Offenen Kanälen der Städte eine Fernsehsendung über die Polarregionen produziert.

Langfristige Projekte

Die Popularisierung von Wissenschaften ist eine langfristige Aufgabe, die über die Stabsabteilung Presse- und Öffentlichkeitsarbeit hinaus auch einer langfristigen Absicherung bzw. Institutionalisierung bedarf. Das AWI hat diesen Weg 2001 mit dem AWI-Schulprojekt „High SEA“ begonnen:

Die Aktivitäten des AWI im Bereich „Schule“ sind inzwischen im naturwissenschaftlichen Zentrum SEA (Science & Education @ the AWI) zusammengefasst.

ministry for education and research) at the AWI in Bremerhaven on September 27, 2002, the ‘open house’ of the University of Bremen on May 10, 2003, the ‘Wissenschaftssonabend’ (science saturday) of the ‘city of science’ in Bremen on June, 28, 2003, and an ‘open house’ at the ‘Auswärtiges Amt’ (Federal Foreign Ministry) on August 16, 2003 in Berlin. During the ocean protection conference HELCOM/OSPAR in Bremen (23. to 27.06.03), the AWI had an exhibition booth in the conference building and conducted three panel discussions in collaboration with Marum and Radio Bremen.

The series of public talks in Bremerhaven and guided tours through the institute continued as in the past.

During the designated ‘Year of Chemistry’ (2003), the AWI arranged a painting competition for children (Chemie ist nicht iiiih – Chemistry is not ‘yuk’) as well as puppet theatre performances. During the same year, the AWI was also part of a very interesting media education project: Expedition ins Eis – Warum Eisbären keine Pinguine fressen (Ice expedition – why polar bears don’t eat penguins). In this project, 60 school students from Bremerhaven and Gera produced a television show about polar regions within the facilities of the public access TV station ‘Offener Kanal’.

Long term projects

The popularisation of science is a long-term task, deserving long-term security and institutionalisation beyond the attention of the press and public relations department. The AWI started venturing onto this path in 2001 with the AWI school project High SEA:

The AWI activities in primary and secondary education have been merged within the science centre

Wichtige Bestandteile sind das Schulprojekt HIGH-SEA (HIGH school of SEA) und das Schülerlabor SEASIDE (SEA: Single Day Experiments). HIGHSEA ist ein innovatives Unterrichtsprojekt, das 2001 in enger Kooperation zwischen dem Alfred-Wegener-Institut und den Bremerhavener Schulbehörden entstanden ist. 2002/2003 bereiten sich zwei Jahrgänge mit insgesamt über 40 naturwissenschaftlich besonders interessierten Schülerinnen und Schülern im AWI auf das Abitur vor. Während der Oberstufe (11. bis 13. Klasse) erarbeiten sie sich forschend – experimentell Unterrichtsgegenstände. AWI-Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler gestalten den Unterricht mit. Bei weit gehend aufgelösten Fächergrenzen arbeiten vom Schulamt freigestellte Biologie-, Chemie-, Physik-, Mathematik- und EnglischlehrerInnen in Form des ‚Teamteaching‘ zusammen. Das Projekt wird aus dem Impuls- und Vernetzungsfond des Präsidenten der Helmholtz-Gemeinschaft und durch Mittel des Magistrats der Stadt Bremerhaven gefördert.

Das Schülerlabor SEASIDE kann von allen Altersstufen (Grundschule bis Oberstufe) genutzt werden und soll den Unterricht der Schule auf hohem Niveau ergänzen. Für Kindergärten bietet das AWI nach spezieller Vorabsprache Aktivitäten rund um das Thema „Wasser“ an.

Zusätzlich war das AWI auch 2002/2003 wieder an den Wettbewerben „Jugend forscht“ und „Schüler experimentieren“ beteiligt. Es wurden Arbeiten betreut, Juroren gestellt und Praktikumsplätze als Preise zur Verfügung gestellt.

In List/Sylt planen Wissenschaftler der Wattenmeerstation gemeinsam mit der Gemeinde, der Nationalparkverwaltung und Naturschutzverbänden ein maritimes Umwelt- und Erlebniszentrum (MUEZ). Das

SEA (Science & Education @ the AWI). The major components of SEA are the school-project HIGHSEA (HIGH-school of SEA), an innovative teaching project, which was developed collaboratively in 2001 by the Alfred Wegener Institute and the Bremerhaven school boards. In 2002/2003, two cohorts of more than 40 scientifically interested high school students worked for their 'Abitur' (high school graduation) at the AWI. During their last 3 years of high school (grades 11-13), these students explored the curriculum through research and experimentation. AWI scientists contributed to the lessons. Teachers of biology, chemistry, physics, mathematics and English (for the most part relieved of regular teaching duties by the school board) are cooperating in the form of integrated team-teaching. Teaching takes place in AWI facilities. The Helmholtz Association and local community boards contribute to the funding of the project.

The school-lab SEASIDE can be visited by groups of students of any age (primary school through high-school) as a high-quality supplement of school lessons. Centered around the topic 'water' the AWI also offers special activities for pre-school children. Also, in the year 2002/2003 the AWI supported the competitions 'Jugend forscht' and 'Schüler experimentieren' (science fairs for middle school and high-school students). The AWI coached students, acted as jury and offered awards for winners of the competitions.

In List/Sylt, scientists of the Wadden Sea Station are co-ordinating the planning and design of a maritime environmental exploration centre MUEZ (Maritimes Umwelt- und Erlebniszentrum), in conjunction with the local community, the National Park administration and local nature conservation groups. The

Zentrum soll Besucher und Einheimische der Insel Sylt in unterhaltsamer Weise über Meeres- und Klimaforschung, den Nationalpark Wattenmeer sowie den Umwelt- und Küstenschutz informieren. Mittlerweile liegt eine detaillierte Machbarkeitsstudie vor, auf deren Basis das Projekt weiter entwickelt werden kann.

In Bremerhaven wird das Klimahaus® Bremerhaven 8 Grad Ost geplant. Die Zusammenarbeit zwischen AWI und Klimahaus wurde im Oktober 2003 mit der Unterzeichnung eines Kooperationsvertrages besiegelt.

Stadt der Wissenschaft 2005

Bei dem vom Stifterverband der deutschen Wissenschaft ausgeschriebenem Wettbewerb ‚Stadt der Wissenschaft 2005‘ haben sich die Städte Bremen und Bremerhaven „im Doppelpack“ beteiligt. Das AWI spielte dabei insbesondere für den Bremerhaven-Teil eine wichtige Rolle. Die Nominierung Bremens/Bremerhavens als ‚Stadt der Wissenschaft 2005‘ bestätigt die Qualität der für 2005 geplanten Maßnahmen und kann auch als Anerkennung für unser langfristiges Engagement für die Popularisierung von Wissenschaft gewertet werden.

Medien

Die Medienarbeit konnte 2002 und 2003 intensiviert werden: Wir haben 2002 65 und 2003 42 Pressemitteilungen herausgegeben. Schwerpunkte der Medienarbeit waren die Recherche und Herausgabe von Pressemitteilungen, Bearbeitung von Anfragen der Medien und Vermittlung von Gesprächspartnern aus dem AWI, die Organisation der Besuche von Journalisten im Institut, die Vorbereitung der Expeditionsteilnahme einzelner Medienvertreter und die

centre will provide entertaining information to visitors as well as to local residents of the island of Sylt. Topics of interest will include marine and climate research, the Wadden Sea National Park as well as environmental and coastal protection. A detailed feasibility study has been completed and will provide the basis for further development of the project.

In Bremerhaven, the ‘Klimahaus® Bremerhaven 8 Grad Ost’ (Climate House Bremerhaven 8 degree east) is in the planning stage. The collaboration between the AWI and ‘Klimahaus’ was formalised in October 2003 through a cooperation contract.

City of Science 2005

The cities of Bremen and Bremerhaven submitted a joint application to become ‘the city of science 2005’ in a competition advertised by the ‘Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft’ (Funding Association for German Sciences). In the application, the AWI played an important role especially for Bremerhaven. The nomination of Bremen/Bremerhaven as ‘City of Science 2005’ confirms the quality of the projects planned for 2005 and may also be interpreted as recognition of our long-term commitment to the popularisation of science.

Media

In 2002 and 2003, media activities were intensified: we published 65 press releases in 2002 and 42 in 2003. The emphasis of the public relations department was on researching and writing press releases, processing requests from the media, mediation of conversational partners from the AWI, organisation of journalists’ visits to the institute, preparation of media participation in expeditions, as well as main-

Pflege persönlicher Kontakte zu den Medien. Der letztgenannte Aspekt wurde durch gezielte Kontaktaufnahme mit wichtigen Medien intensiviert.

Für die bundesweite Präsenz in den Medien war das Journalistenseminar am 22. April 02 ein wichtiger Meilenstein. Dieses hat das AWI in Zusammenarbeit mit der Wissenschaftspressekonferenz an Bord der „Heincke“ durchgeführt und Wissenschaftsjournalisten ein breites Spektrum aktueller Themen aus den Geowissenschaften vorgestellt.

Um die Medienarbeit des AWI besser auswerten und optimieren zu können, ist seit Juni 2002 ein Pressausschnittdienst beauftragt. Das Ergebnis ist für 2002: Printmedien 1100 Abdrucke, Berichte in Fernsehen 115 und Hörfunk 121 und für 2003: Printmedien 1099 Abdrucke, Berichte in Fernsehen 60 und Hörfunk 88. Diese Zahlen geben einen Anhaltspunkt, sind aber nicht vollständig und präzise. Das Medienecho wird zur internen Verwendung für die Sitzung des Kuratoriums zusammengestellt. Besondere Ergebnisse der Medienarbeit waren die Titelgeschichte über die Antarktissaison 2002/03 im Spiegel (Januar 2003, 15 Seiten), sowie ein sechsseitiger Artikel über Eis- und Klimaforschung am AWI in der Novemberausgabe 2003 der in den Zügen ausliegenden Zeitschrift DB-Mobil.

Internet

Seit dem Herbst 2001 stellt die Presse- und Öffentlichkeitsarbeit kontinuierlich ca. zweimal monatlich aktuelle Meldungen auf die Startseite der AWI-Internetseiten. Diese laufende Aktualisierung hat die Zugriffszahlen erhöht.

tenance of personal contacts to the media. The latter was intensified by selectively contacting important media.

For our countrywide representation in the media, the workshop for journalists on April 22, 2002 was an important milestone. The AWI hosted the workshop in conjunction with the science press conference aboard the 'Heincke', and science journalists were presented a wide spectrum of current topics from the geosciences.

A new press survey service has been appointed to monitor systematically the national print media echo. The results for 2002 were 1100 records in the print media, 115 TV and 121 radio reports. For 2003 there were 1099 records in the print media, 60 TV and 88 radio reports. These figures represent a trend but are not complete and precise. The media echo is compiled and used internally for the board of trustees meeting. Extraordinary results of media activities include the 'Spiegel' cover story about the Antarctic season 2002/03 (January 2003, 15 pages) and a six page article about ice and climate research at the AWI, published in the November issue of 'DB Mobil', a journal available on trains.

Internet

Since the fall of 2001 and approximately twice per month, the press and public relations department of the AWI has been publishing current news items on the AWI internet home page. This continual update has increased the internet site visits.

Broschüren und Faltblätter

Die Presse- und Öffentlichkeitsarbeit hat im Mai 2002 den Zweijahresbericht und die Beispiele aus unserer Forschung 2000/01 sowie im Dezember 2002 eine Broschüre zum 20. Jahrestag der Indienststellung von ‚Polarstern‘ in deutsch und englisch herausgegeben. Zu dem selben Anlass erschien in Zusammenarbeit mit dem Deutschen Schifffahrtsmuseum ein Modellbaubogen ‚Polarstern‘. Um Interessierte schon auf den Fährschiffen und auch auf Helgoland auf das Aquarium aufmerksam zu machen, haben wir im Sommer 2003 ein Plakat ‚Aquarium Helgoland‘ erstellt und zum Aushang verteilt. Die Faltblätter zur allgemeinen Information über das AWI werden laufend aktualisiert. Im Dezember 2003 erschien die Broschüre ‚Wattn Leben‘.

Das AWI-Buch ‚Eiskalte Entdeckungen‘ ist in einer zweiten Auflage erschienen. Anfang Dezember 2002 wurden mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft 4500 Exemplare mit einer CD ROM an Oberstufen deutscher Gymnasien versandt.

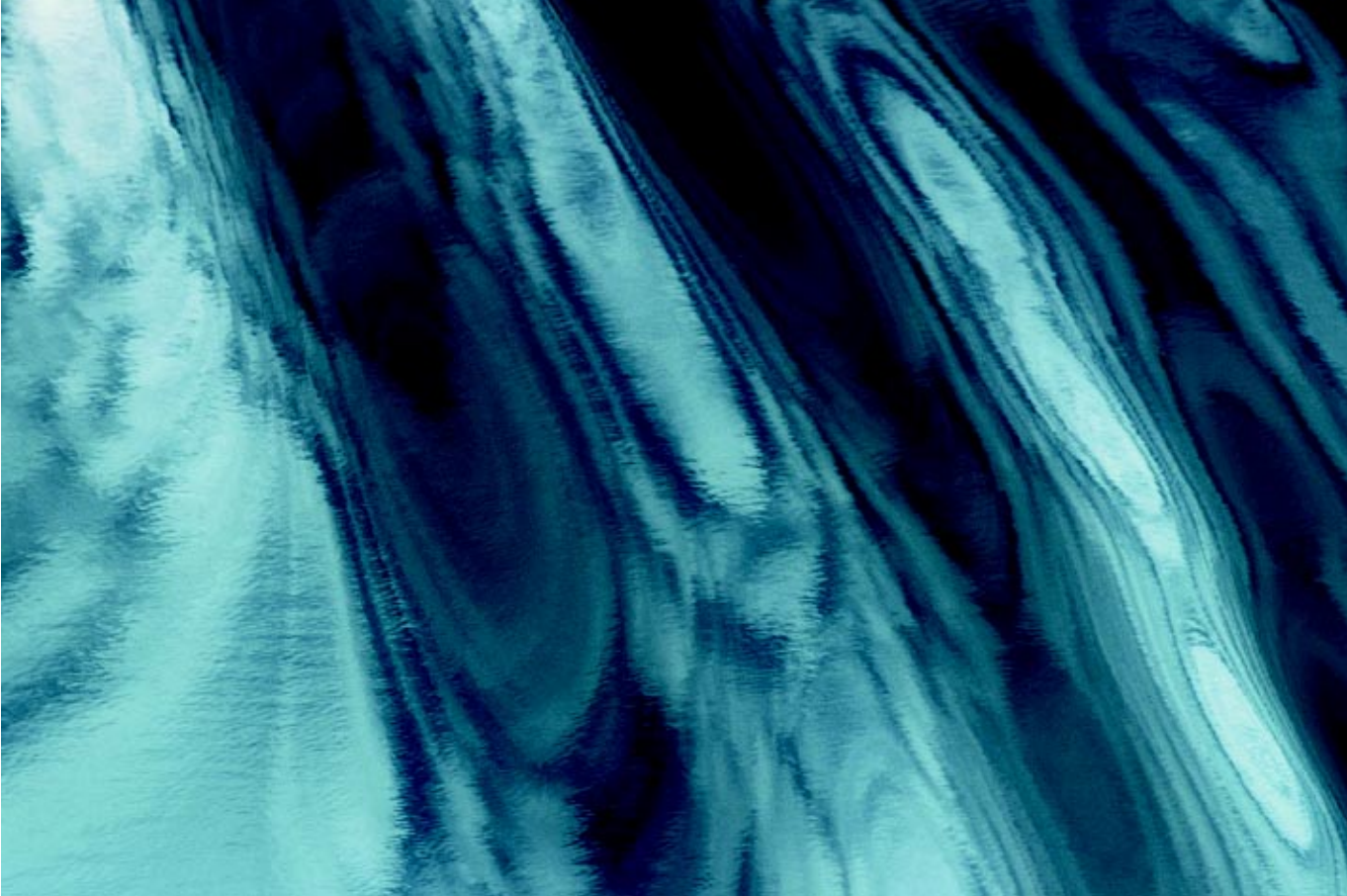
Ein weiterer Schwerpunkt der Arbeit der Stabsstelle war in 2002/03, soweit es neben der aktuellen Arbeit möglich ist, interne konzeptionelle und organisatorische Verbesserung und die Modernisierung der Infrastruktur, um zukünftig noch effektiver arbeiten zu können.

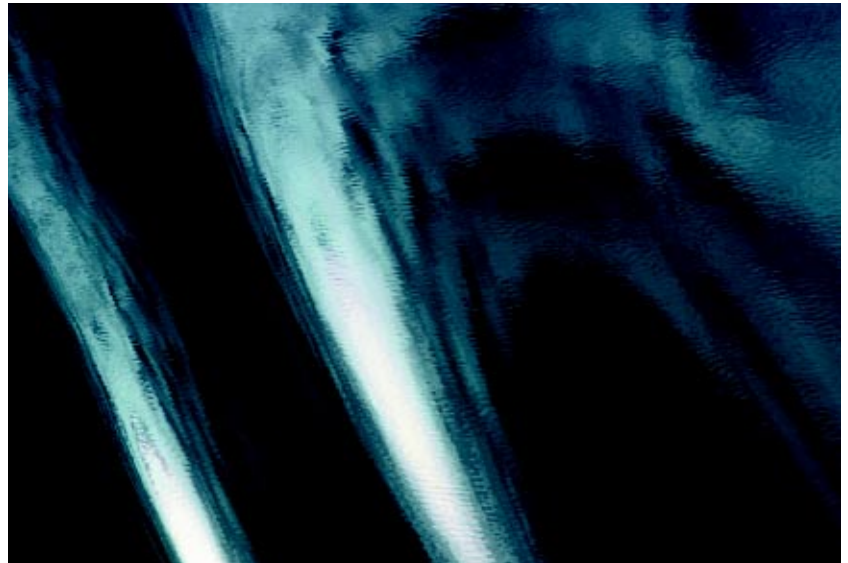
Brochures and information leaflets

In May 2002, the press and public relations department published the Report 2000/01 as well as Research Highlights 2000/01. In December 2002, a brochure to commemorate the 20th anniversary of the inaugural service of ‚Polarstern‘ was published in German and English. On the same occasion, the AWI produced a model craft kit ‚Polarstern‘ in collaboration with the ‚Deutsches Schifffahrtsmuseum‘ (German Shipping Museum). In order to raise interest for the aquarium on the ferries to Helgoland as well as on the island, we produced a poster ‚Aquarium Helgoland‘ in the summer of 2003 which has been distributed for posting. The brochures with general information about the AWI are continually updated. In December 2003 the brochure ‚Wattn Leben‘ about the Wadden Sea Station became available in print.

The second edition of the AWI book ‚Eiskalte Entdeckungen‘ (Icecold Discoveries) was released. In early December 2002, 4500 copies complete with CD ROM were distributed to senior high schools with support of the ‚Deutsche Forschungsgemeinschaft‘ (German Research Council).

In 2002/03, the press and public relations department focussed, as far as possible while maintaining ongoing activities, on improvement of internal conceptual work, organisation and the modernisation of infrastructure, so as to further increase the effectiveness of our work.





8. Personelle Situation und
Haushaltsentwicklung |
*Personnel structure and
budget trends*

8.1 Personalplan 2002/2003 | Staff plan 2002/2003

Die personelle Entwicklung im Berichtszeitraum ist in den nachstehenden Übersichten dargestellt.

Bremerhaven

	am 31.12.2002	am 31.12.2003
unbefristetes Personal	261	264,5
befristetes Personal	321,5	309,5
Summe	582,5	574
davon drittmittelfinanziert	142	129,5

Potsdam

	am 31.12.2002	am 31.12.2003
unbefristetes Personal	35	34
befristetes Personal	46	46
Summe	81	80
davon drittmittelfinanziert	21	20

Helgoland

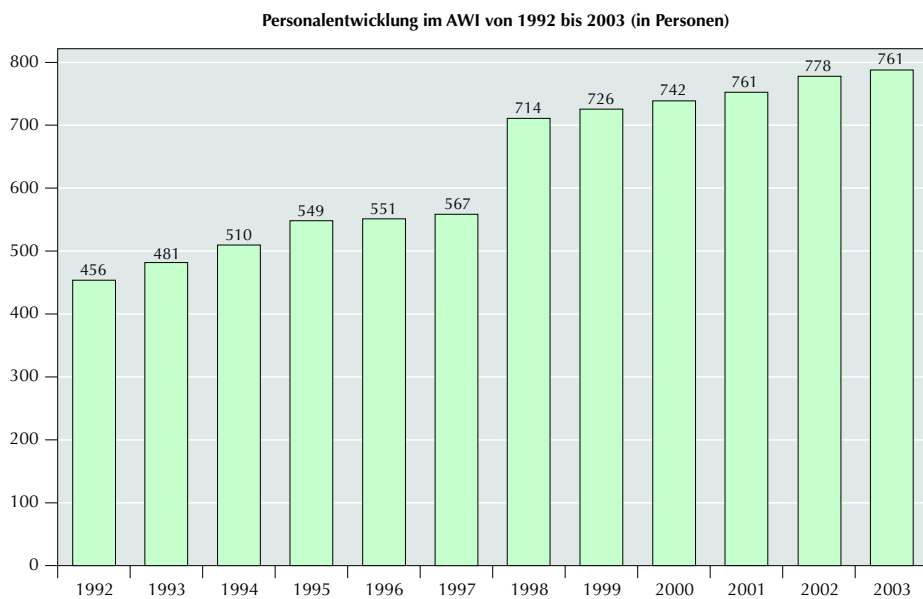
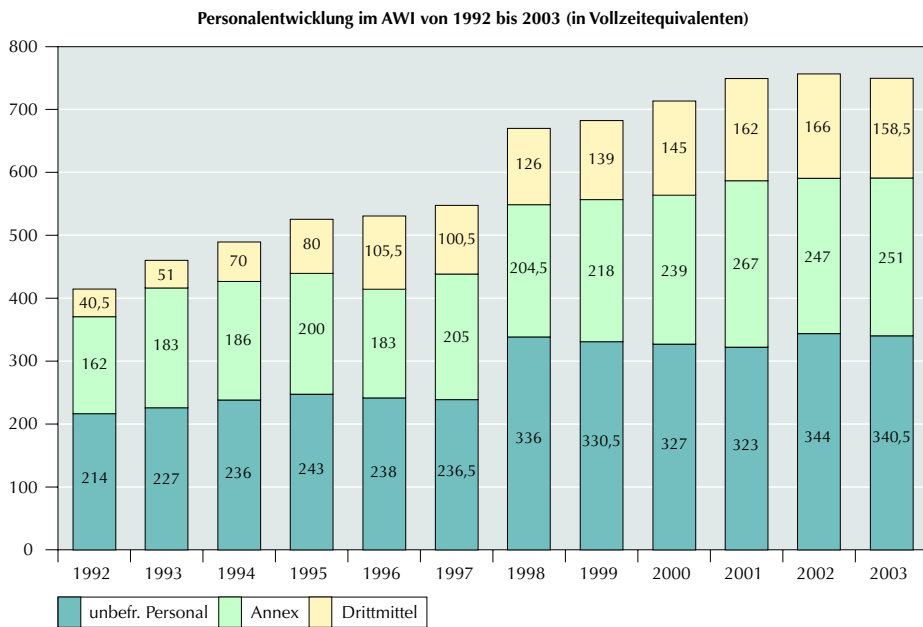
	am 31.12.2002	am 31.12.2003
unbefristetes Personal	46	45
befristetes Personal	11,5	14
Summe	57,5	59
davon drittmittelfinanziert	2	4

List/Sylt

	am 31.12.2002	am 31.12.2003
unbefristetes Personal	18	18
befristetes Personal	18	19
Summe	36	37
davon drittmittelfinanziert	1	5

Stiftung AWI gesamt

	am 31.12.2002	am 31.12.2003
unbefristetes Personal	360	361,5
befristetes Personal	397	388,5
Summe	757	750
davon drittmittelfinanziert	166	158,5

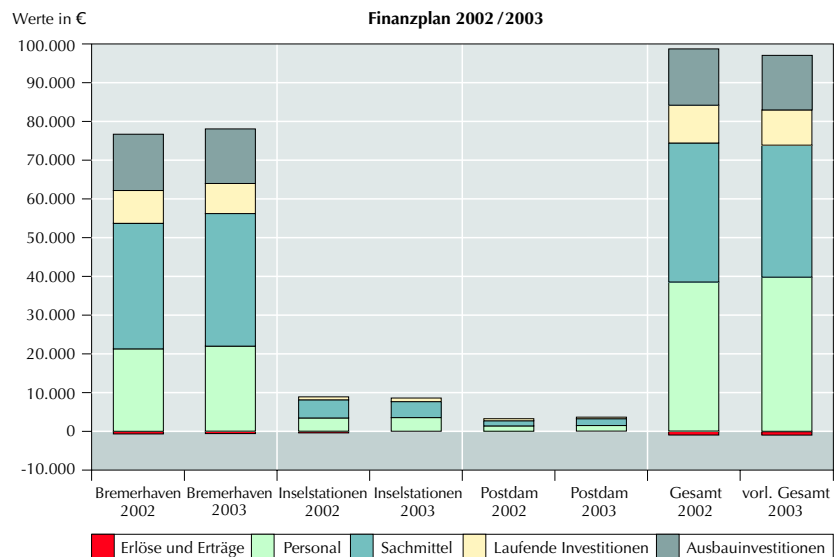


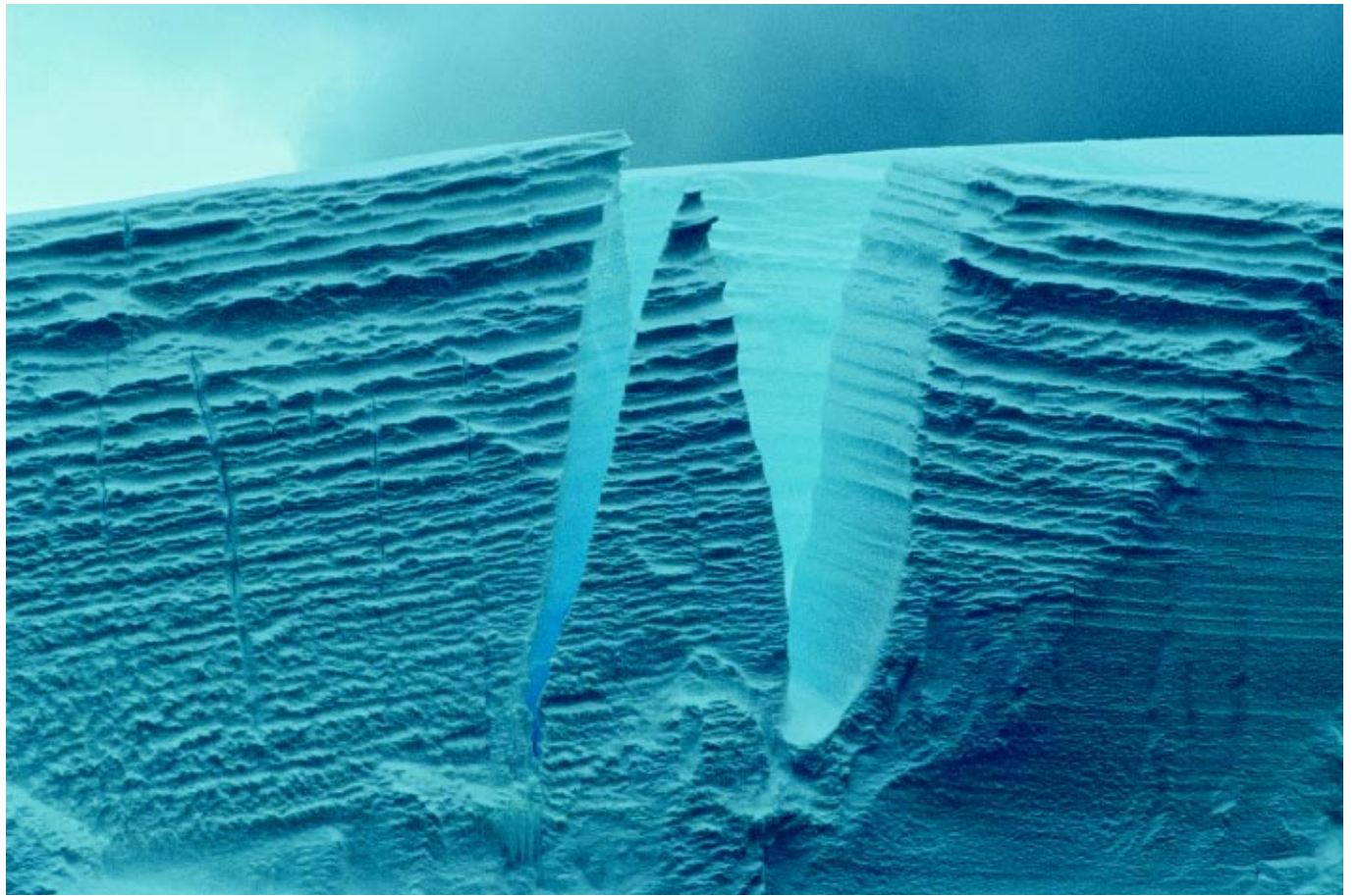
8.2 Finanzplan 2002/2003 |

Financial plan 2002/2003

Stiftung AWI

	Ist am 31.12.2002				Ist am 31.12.2003			
	Bremerhaven	BAH	Potsdam	gesamt	Bremerhaven	BAH	Potsdam	gesamt
	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE
Betrieb								
Personal	21.274	3.412	2.129	26.815	21.941	3.519	2.252	27.712
Sachmittel	32.406	4.690	1.368	38.464	34.224	4.123	1.437	39.784
Investitionen								
Laufende Investitionen	8.469	761	530	9.760	7.763	925	400	9.088
Ausbauinvestitionen	14.530	0	0	14.530	14.086	0	0	14.086
Einnahmen								
Erlöse u. Erträge	-616	-349	-3	-968	-555	-310	-4	-869
Gesamt								
Drittmittel	76.063	8.514	4.024	88.601	77.459	8.257	4.085	89.801
Drittmittel	7.772	254	1.126	9.152	12.285	369	2.195	14.849







9. Veröffentlichungen, Patente |
Publications, patents

9.1 Veröffentlichungen des Instituts | *Publications of the Institute*

Berichte zur Polarforschung

- Heft 404/2002** - „Die Expedition ANTARKTIS XVII/2 des Forschungsschiffes ‚Polarstern‘ 2000“, hrsg. von Jörn Thiede und Hans Oerter
- Heft 405/2002** - „Feeding ecology of the Arctic ice-amphipod *Gammarus wilkitzkii*. Physiological, morphological and ecological studies“, by Carolin E. Arndt
- Heft 406/2002** - „Radiolarienfauna im Ochotskischen Meer - eine aktuopaläontologische Charakterisierung der Biozönose und Taphozönose“, von Anja Nimmergut
- Heft 407/2002** - „The expedition ANTARKTIS XVIII/5b of the research vessel ‚Polarstern‘ in 2001“, ed. by Ulrich Bathmann
- Heft 408/2002** - „Siedlungsmuster und Wechselbeziehungen von Seepocken (*Cirripedia*) auf Muschelbänken (*Mytilus edulis* L.) im Wattenmeer“, von Christian Buschbaum
- Heft 409/2002** - „Zur Ökologie von Schmelzwassertümpeln auf arktischem Meereis - Charakteristika, saisonale Dynamik und Vergleich mit anderen aquatischen Lebensräumen polarer Regionen“, von Marina Carstens
- Heft 410/2002** - „Impuls- und Wärmeaustausch zwischen der Atmosphäre und dem eisbedeckten Ozean“, von Thomas Garbrecht
- Heft 411/2002** - „Messung und Charakterisierung laminarer Ozonstrukturen in der polaren Stratosphäre“, von Petra Wahl
- Heft 412/2002** - „Open ocean aquaculture and offshore windparks. Eine Machbarkeitsstudie von Offshore-Windparks und Offshore-Marikultur im Raum Nordsee“, von Bela Heroymus Buck
- Heft 413/2002** - „Arctic coastal dynamics: Report of an International Workshop, Potsdam (Germany) 26-30 November 2001“, ed. by Volker Rachold, Jerry Brown and Steve Solomon
- Heft 414/2002** - „Entwicklung und Anwendung eines Laserablations-ICP-MS-Verfahrens zur Multielementanalyse von atmosphärischen Einträgen in Eisbohrkernen“, von Heiko Reinhardt
- Heft 415/2002** - „Gefrier- und Tauprozesse im sibirischen Permafrost - Untersuchungsmethoden und ökologische Bedeutung“, von Wiebke Müller-Lupp
- Heft 416/2002** - „Natürliche Klimavariationen der Arktis in einem regionalen hochauflösenden Atmosphärenmodell“, von Wolfgang Dorn
- Heft 417/2002** - „Ecological comparison of two sandy shores with different wave energy and morphodynamics in the North Sea“, by Iris Menn
- Heft 418/2002** - „Numerische Modellierung turbulenter Umströmungen von Gebäuden“, von Simón Domingo López
- Heft 419/2002** - „Scientific cruise report of the Kara-Sea Expedition 2001 of RV ‚Akademik Boris Petrov‘: The German-Russian Project on Siberian River Run-off (SIRRO) and the EU Project ‚ESTABLISH‘“, ed. by Ruediger Stein and Oleg Stepanets
- Heft 420/2002** - „Vulkanologie und Geochemie pliozäner bis rezenter Vulkanite beiderseits der Bransfield-Straße/West-Antarktis“, von Andreas Veit
- Heft 421/2002** - „Polarstern ARKTIS XVII/2 cruise report: AMORE 2001 (Arctic Mid-Ocean Ridge Expedition)“, by J. Thiede and the Shipboard Scientific Party
- Heft 422/2002** - „The Expedition ‚AWI‘ of RV ‚L’Atalante‘ in 2001“, ed. by Michael Klages, Benoit Mesnil, Thomas Soltwedel and Alain Christophe with

- contributions of the participants
- Heft 423/2002** - „Über die Tiefenwasserausbreitung im Weddellmeer und in der Scotia-See: Numerische Untersuchungen der Transport- und Austauschprozesse in der Weddell-Scotia-Konfluenz-Zone“, von Michael Schodlok
- Heft 424/2002** - „Short and long-term environmental changes in the Laptev Sea (Siberian Arctic) during the Holocene“, by Thomas Müller-Lupp
- Heft 425/2002** - „Characterisation of glacio-chemical and glacio-meteorological parameters of Amundsen, Dronning Maud Land, Antarctica“, by Fidan Göktas
- Heft 426/2002** - „Russian-German Cooperation SYSTEM LAPTEV SEA 2000: The Expedition LENA 2001“, ed. by Eva-Maria Pfeiffer und Mikhail N. Grigoriev
- Heft 427/2002** - „From the Inner Shelf to the Deep Sea: Depositional environments on the West Antarctic Peninsula margin - A sedimentological and seismostratigraphic study (ODP leg 178)“, by Tobias Mörz
- Heft 428/2002** - „Concentration and size distribution of microparticles in the NGRIP Ice Core (Central Greenland) during the Last Glacial Period“, by Urs Ruth
- Heft 429/2002** - „Interpretation von FCKW-Daten im Weddellmeer“, von Olaf Klatt
- Heft 430/2002** - „Thermal history of the Middle and Late Miocene Southern Ocean - diatom evidence“, by Bernd M. Censarek
- Heft 431/2002** - „Radium-226 and Radium-228 in the Atlantic sector of the Southern Ocean“, by Claudia Hanfland
- Heft 432/2002** - „Population dynamics and ecology of the surf clam *Donax serra* (Bivalvia, Donacidae) inhabiting beaches of the Benguela upwelling system“, by Jürgen Laudien
- Heft 433/2002** - „Die Expedition ARKTIS XVII/1 des Forschungsschiffes POLARSTERN 2001“, hrsg. von Eberhard Fahrbach
- Heft 434/2002** - „The role of sponges in High-Antarctic carbon and silicon cycling - a modelling approach“, by Susanne Gatti
- Heft 435/2003** - „Sedimente des Changeable-Sees, Oktoberrevolutions-Insel (Severnaja Zemlja), als Archive der Paläoumwelt Mittelsibiriens seit dem Frühweichsel“, von Alexandra Raab
- Heft 436/2003** - „The charnokite-anorthosite suite of rocks exposed in central Dronning Maud Land, East Antarctica: a study on fluid-rock interactions, and post-entrapment change of metamorphic fluid inclusions“, by Bärbel Kleinfeld
- Heft 437/2003** - Variable C:N ratios of particulate organic matter and their influence on the marine carbon cycle“, by Birgit Schneider
- Heft 438/2003** - „Population ecology and genetics of the polychaete *Scoloplos armiger* (Orbiniidae)“, by Inken Kruse
- Heft 439/2003** - „Architecture and geodynamic evolution of the Svalbard Archipelago, the Yermak Plateau and the Fram Strait oceanic Province from deep seismic experiments“, by Oilver Ritzmann
- Heft 440/2003** - „Occurrence, induction and physiological importance of UV-absorbing substances in polar macroalgae“, by Kirsten Hoyer
- Heft 441/2003** - „Sea ice conditions in the Transpolar Drift in August/September 2001. Observations during POLARSTERN cruise ARKTIS XVII/2“, compiled by Christian Haas and Jan L. Lieser
- Heft 442/2003** - „Süßwassereintrag und Festeis in der ostsibirischen Arktis – Ergebnisse aus Boden- und Satellitenbeobachtungen sowie Sensitivitätsstudien mit einem thermodynamischen Festeismodell“, von Jörg Bareiss
- Heft 443/2003** - „Arctic Coastal Dynamics: Report of the 3rd International Workshop, University of Oslo (Norway), 2-5 December 2002“, ed. by Volker Rachold, Jerry Brown, Steven Solomon and Johan Ludvig Sollid

- Heft 444/2003** – „Ventilation der Grönlandsee – Variabilität und ihre Ursachen 1994 – 2001“, von Stephanie Ronski
- Heft 445/2003** – „Die Expedition ANTARKTIS XVIII/3-4 des Forschungsschiffes POLARSTERN 2000/2001 sowie die Aktivitäten an Land und bei der Neumayer-Station“, hrsg. Von Eberhard Fahrbach, Dieter Fütterer, Saad El Naggar und Hans Oerter
- Heft 446/2003** – „The expedition ARKTIS XVIII/1 a, b of the research vessel ‚Polarstern‘ in 2002“, ed. by Peter Lemke
- Heft 447/2003** – „Investigation of the Greenland Atmospheric Boundary Layer over Summit 2002 (IGLOS). Field phase report“, by Clemens Drüe and Günther Heinemann
- Heft 448/2003** – „Die Expedition ANTARKTIS XIX mit FS ‚Polarstern‘ 2001/2002: Bericht von den Fahrtabschnitten 1 und 2“, hrsg. von Wilfried Jokat und Gunther Krause
- Heft 449/2003** – The expedition ARKTIS XVIII/2 of RV ‚Polarstern‘ in 2002: contributions of the participants“, ed. by Wilfried Jokat
- Heft 450/2003** – „Scientific cruise report of the joint Russian-German Kara Sea Expedition in 2002 with RV ‚Akademik Boris Petrov‘, ed. by Frank Schoster and Michael Levitan
- Heft 451/2003** – „Die Krustenstruktur der Fjordregion Ostgrönlands zwischen dem präkambrischen Schild und den rezenten mittelozeanischen Rücken: Ergebnisse seismischer und gravimetrischer Modellierungen“, von Mechita Schmidt-Aursch
- Heft 452/2003** – „Untersuchungen zur Biodiversität antarktischer benthischer Amphipoda (Malacostraca, Crustacea)“, von Anne-Nina Lörz
- Heft 453/2003** – „The Antarctic Circumpolar Current: Dynamics of a circumpolar channel with blocked geostrophic contours“, by Daniel Borowski
- Heft 454/2003** – „The effects of climate induced temperature changes on cod (*Gadus morhua* L.): Linking ecological and physiological investigations“, by Torsten Fischer
- Heft 455/2003** – „Sediment transport on Arctic shelves – Seasonal variations in suspended particulate matter dynamics on the Laptev Sea Shelf (Siberian Arctic)“, by Carolyn Wegner
- Heft 456/2003** – „Dynamics of the ocean surface in the Polar and Subpolar North Atlantic over the last 500 000 years“, by Evguenia S. Kandiano
- Heft 457/2003** – „Structure and dynamics of a submarine continent: Tectonic-magmatic evolution of the Campbell Plateau (New Zealand). Report of the RV ‚Sonne‘ cruise SO-169, Project CAMP 17 January to 24 February 2003“, ed. by Karsten Gohl
- Heft 458/2003** – „Antioxidative properties of marine macroalgae from the Arctic“, by Angelika Dummermuth
- Heft 459/2003** – „Analysing benthic communities in the Weddell Sea (Antarctica): a landscape approach“, by Núria Teixidó Ullod
- Heft 460/2003** – „The expeditions Amery Oasis, East Antarctica, in 2001/02 and Taylor Valley, Southern Victoria Land, in 2002“, by Bernd Wagner
- Heft 4461/2003** – „Late Quaternary climate history of Northern Siberia – evidence from ground ice“, by Hanno Meyer
- Heft 462/2003** – „The expedition ANTARKTIS XIX/5 (LAMPOS) of RV ‚Polarstern‘ in 2002“, ed. by Wolf E. Arntz and Thomas Brey
- Heft 463/2003** – Distribution, composition, flux and variability of organic carbon in Fram Strait/Yermak Plateau (Arctic Ocean) and (palaeo) environmental significance“, by Daniel Birgel
- Heft 464/2003** – „The influence of aerosols on the oceanic sedimentation and environmental conditions in the Arctic“, by Vladimir Shevchenko
- Heft 465/2003** – „Chemical ecology and palatability of marine invertebrates in the sub-Arctic Kongsfjord (Spitsbergen)“, by Heike Lippert

- Heft 466/2003** – „Russian-German Cooperation SYSTEM LAPTEV SEA: The expedition LENA 2002“, ed. by Mikhail N. Grigoriev, Volker Rachold, Dmitry Yu. Bolshiyarov, Eva-Maria Pfeiffer, Lutz Schirrmeister, Dirk Wagner and Hans-Wolfgang Hubberten
- Heft 467/2003** – „Effekte von UV-Strahlung auf die antarktische Rotalge *Palmaria decipiens*“, von Frank Poppe
- Heft 468/2003** – „Einfluss arktischer Süßwasserquellen auf die Zirkulation im Nordmeer und im Nordatlantik in einem prognostischen Ozean-Meereis-Modell“ von Matthias Prange
- Heft 469/2003** – „Acclimation of the photosynthetic apparatus of the endemic Antarctic red macroalga *Palmaria decipiens* to seasonally changing light conditions“, by Ulrike H. Lüder
- Heft 470/2003** – „The expeditions ANTARKTIS-XIX/3-4 of the research vessel POLARSTERN in 2002 (ANDEEP I and II: Antarctic benthic deep-sea biodiversity – colonization history and recent community patterns)“, ed. by Dieter K. Fütterer, Angelika Brandt and Gary C.B. Poore
- Heft 472/2003** – Late Jurassic to Early Cretaceous black shale formation and paleoenvironment in high northern latitudes“, by Uwe Langrock
- Heft 473/2003** – „Melatoningehalt in marinen Makroalgen, Entwicklung und Validierung quantitativer Bestimmungen mittels HPLC und Enzym-gekoppeltem Immunassay“, von Carsten Pape
- Heft 474/2003** – „On the nature, interpretation, and application of electromagnetic reflections in cold ice“, by Olaf Eisen

Presse- und Öffentlichkeitsarbeit:

Das AWI in den Jahren 2000 und 2001 Report 2000/2001

(2002): 296 pp.

Redaktion M. Pauls, C. Pichler

Beispiele aus unserer Forschung 2002 Research Highlights 2002

90 pp.

20 Jahre Forschungsschiff „Polarstern“: eine Million Seemeilen zwischen Süd- und Nordpol

2002: 26 pp.

Redaktion: C. Müller-Werner, C. Ratering,
M. Pauls (verantwortlich)

RV Polarstern: Twenty years of research in polar seas

2002: 26 pp.

Eds.: C. Müller-Werner, M. Pauls (responsible),
Transl. from German by J.N. Schwarz

Watt'n Leben! Tiere und Pflanzen der Nordseeküste vorgestellt von der Wattenmeerstation Sylt

2003: 82 pp.

Redaktion: C. Buschbaum, T. Fischer,
M. Pauls (verantwortlich), A. Wohltmann

9.2 Veröffentlichungen der Mitarbeiter | *Publications by members staff*

2002, begutachtet

- Abele, D., Heise, K., Pörtner, H.-O., Puntarulo, S. (2002). Temperature dependence of mitochondrial function and production of reactive oxygen species in the intertidal mud clam *Mya arenaria*, *Journal of Experimental Biology*, 205, 1831-1841.
- Abele, D. (2002). Toxic oxygen: The radical life-giver, *Nature*, 420, 27.
- Aguilera, J., Dummermuth, A., Karsten, U., Schriek, R., Wiencke, C. (2002). Enzymatic defenses against photooxidative stress induced by ultraviolet radiation in Arctic marine macroalgae, *Polar Biology* 25, 432-441.
- Aguilera, J., Bischof, K., Karsten, U., Hanelt, D., Wiencke, C. (2002). Seasonal variation in ecophysiological patterns in macroalgae from an Arctic fjord: II. Pigment accumulation and biochemical defence systems, *Marine Biology* 140, 1087-1095.
- Andreev, A.A., Klimanov, V.A., Sulerzhitsky, L.D. (2002). Vegetation and climate history of Central Yakutia during the Holocene and Late Pleistocene, *Botanicheskiy zhurnal* 87(7), 86-98 (in Russian).
- Andreev, A.A., Siegert, C., Klimanov, V.A., Derevyagin, A.Yu., Shilova, G.N., Melles, M. (2002). Late Pleistocene and Holocene vegetation and climate changes in the Taymyr lowland, Northern Siberia reconstructed from pollen records, *Quaternary research*, 57, 138-150.
- Andreev, A.A., Schirrmeister, L., Siegert, C., Bobrov, A.A., Demske, D., Seiffert, M., Hubberten, H.-W. (2002). Paleoenvironmental changes in North-eastern Siberia during the Late Quaternary - evidence from pollen records of the Bykovsky Peninsula, *Polarforschung*, 70, 13-25.
- Anger, K., Moreira, G. S., Ismael, D. (2002). Comparative size, biomass, elemental composition (C, N, H), and energy concentration of caridean shrimp eggs, *Invertebrate Reproduction & Development*, 42, 83-93.
- Anger, K., Moreira, G.S. (2002). Patterns of larval and early juvenile growth in a semiterrestrial crab, *Armasus angustipes* (Decapoda: Sesamidae): comparison with a congener with abbreviated development, *Marine Biology*, 141, 733-740.
- Ansmann, A., Wagner, F., Müller, D., Althausen, D., Herber, A., Hoyningen-Huene, W. von, Wanderinger, U. (2002). European pollution outbreaks during ACE 2, part II: Optical particle properties inferred from multiwavelength lidar and star/sun photometry, *Journal of Geophysical Research*, 107, D15, 10.1029/2001JD001109.
- Are, F.E., Grigoriev, M.N., Hubberten, H.-W., Rachold, V., Rasumov, S., Schneider, W. (2002). Comparative shoreface evolution along the Laptev Sea coast, *Polarforschung* 70, 135-150.
- Arntz, W.E., Clarke, A. (eds.) (2002). Ecological studies in the Antarctic Sea Ice Zone. Results of EASIZ midterm symposium, Springer-Verlag, Heidelberg, 1-277.
- Arntz, W.E., Thatje, S. (2002). Latitudinal gradients in ecological parameters of decapod crustaceans, Workshop, Ecosystem West Greenland. Greenland Institute of Natural Resources, Nuuk, 29.11.-03.12.2001. *Innuuk, Arctic Research Journal*, 1, 34-35.
- Asmus, H. (ed), Asmus, R.M. (ed) (2002). ECSA workshop: Community ecology of soft bottom mussel beds, *Helgoland Marine Research*, 56, 1, 1-85.
- Assmann, M., Köck, M. (2002). Bromosceptrin, an alkaloid from the marine sponge *Agelas conifera*,

- Zeitschrift für Naturforschung C - a Journal of Biosciences, 57c, 157-160.
- Assmann, M., Köck, M. (2002). Monobromoisophakelin, a new bromopyrrole alkaloid from the Caribbean sponge *Agelas sp.*, Zeitschrift für Naturforschung C - a Journal of Biosciences, 57c, 153-156.
- Atkinson, A., Meyer, B., Bathmann, U., Stübing, D., Hagen, W., Schmidt, K. (2002). Feeding and energy budget of Antarctic krill *Euphausia superba* at the onset of winter - II. Juveniles and adults -, Limnology and Oceanography, 47, 953-966.
- Ayala, F. J., Balakirev, E. S., Saez, A. G. (2002). Genetic polymorphism at two linked loci, Sod and Est-6, in *Drosophila melanogaster*, Gene, 300, 19-29.
- Baum, C., Fleischer, L.-G., Roessner, D., Meyer, W., Siebers, D. (2002). A covalently cross-linked gel derived from the epidermis of the pilot whale, *Globicephala melas*, Biorheology, 39, 703 - 717.
- Baum, C., Meyer, W., Stelzer, R., Fleischer, L.-G., Siebers, D. (2002). Average nanorough skin surface of the pilot whale (*Globicephala melas*, Delphinidae): considerations on the self-cleaning abilities based on nanoroughness, Marine Biology, 140, 653-657.
- Beck, L., Gehlen, M., Flank, A. -M., Bennekom, A. J. van, Beusekom, J. E. E. van (2002). The relationship between Al and Si in biogenic silica as determined by PIXE and XAS, Nuclear instruments & methods in physics research section b-beam interactions with materials and atoms, 189, 180-184.
- Beckers, J. -M., Gregoire, M., Nihoul, J., Stanev, E., Staneva, J., Lancelot, C. (2002). Modelling the Danube-influenced North-western continental shelf of the Black Sea. I: Hydrodynamical processes simulated by 3-D and box models, Estuarine coastal and shelf science, 54, 453-472.
- Beckmann, A., Mohn, C. (2002). The Upper Ocean Circulation at Great Meteor Seamount. Part II: Retention Potential of the Seamount Induced Circulation, Ocean Dynamics, 52, 194-202.
- Becquey, S., Gersonde, R. (2002). Past hydrographic and climatic changes in the Subantarctic Zone-A Pleistocene record from ODP Site 1090, Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology, 182, 221-239.
- Beek, P. van, Reyss, J.-L., Paterne, M., Gersonde, R., Loeff, M. van der, Kuhn, G. (2002). 226Ra in barite: Absolute dating of Holocene Southern Ocean sediments and reconstruction of sea-surface reservoir ages, Geology, 30 (8), 731-734.
- Bennike, O., Abrahamsen, N., Bak, M., Israelson, C., Konradi, P., Matthiessen, J., Witkowski, A. (2002). A multi-proxy study of Pliocene sediments from Île de France, North-East Greenland, Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 186 (1-2), 1-23.
- Beusekom, J. E. E. van, Jonge, V. N. de (2002). Long-term changes in Wadden Sea Nutrient Cycles: Importance of organic matter import from the North Sea, Hydrobiologia, 475/476, 185-194.
- Beutler, M., Wiltshire, K.H., Lüring, C., Moldaenke, C., Lohse, D. (2002). Fluorometric depth-profiling of chlorophyll corrected for yellow substances, Aquaculture environment and marine phytoplankton, vol. 34 (ed. G. Arzul), pp. 231-238. Ifremer, Brest.
- Beutler, M., Wiltshire, K.H., Meyer, B., Moldaenke, C., Dau, H. (2002). In situ profiles of phytoplankton: algal composition and biomass determined fluorometrically. In: Hallegraeff, G., Blackburn, S.I., Bolch, C.J. & Lewis, R.J. (eds.), HAB2000 Proceedings volume, pp. 202-205.
- Beutler, M., Wiltshire, K.H., Meyer, B., Moldaenke, C., Lüring, C., Meyerhöfer, M., Hansen, U.-P., Dau, H. (2002). A fluorometric method for the differentiation of algal populations in vivo and in situ, Photosynthesis Research.
- Bianchi, C., Gersonde, R. (2002). The Southern Ocean surface between Marine Isotope Stages 6 and 5d: Shape and timing of climate changes, Palaeogeography palaeoclimatology palaeoecology, 187, 151-177.

- Biele, J., Ulamec, S., Garry, J., Sheridan, S., Morse, A.D., Barber, S., Wright, I., Tüg, H., Mock, T. (2002). Melting probes at Lake Vostok and Europa, ESA SP, 518,115-118.
- Bigler, M., Wagenbach, D., Fischer, H., Kipfstuhl, J., Miller, H., Sommer, S., Stauffer, B. (2002). Sulphate record from a Northeast Greenland ice core over the last 1200 years based on continuous flow analysis, *Annals of Glaciology*, 35, 250-256.
- Bijma, J., Hönisch, B., Zeebe, R. E. (2002). The impact of the ocean carbonate chemistry on living foraminiferal shell weight: A comment to Broecker and Clark's „Carbonate ion concentration in glacial-age deep waters of the Caribbean Sea“, *Geochemistry geophysics geosystems*, 3(11), 10.1029/2002GC000388.
- Birnbaum, G., Lüpkes, C. (2002). A new parameterization of surface drag in the marginal sea ice zone, *Tellus series a-dynamic meteorology and oceanography*, 54A(1), 107-123.
- Bischof, K., Kräbs, G., Wiencke, C., Hanelt, D. (2002). Solar ultraviolet radiation affects the activity of ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase-oxygenase and the composition of photosynthetic and xanthophyll cycle pigments in the intertidal green alga *Ulva lactuca* L., *Planta* 215, 502-509.
- Bischof, K., Peralta, G., Kraebs, G., Poll, W. H. van de, Perez-Llorens, J. L., Breeman, A. M. (2002). Effects of solar UV-B radiation on canopy structure of *Ulva* communities from Southern Spain, *Journal of experimental botany*, 53, 2411-2421.
- Bischof, K., Hanelt, D., Aguilera, J., Karsten, U., Voegele, B., Sawall, T., Wiencke, C. (2002). Seasonal variation in ecophysiological patterns in macroalgae from an Arctic fjord: I. Sensitivity of photosynthesis to ultraviolet radiation, *Marine Biology*, 140: 1097-1106.
- Bluhm, B.A., Beyer, K., Niehoff, B. (2002). Brain structure and histological features of lipofuscin in two Antarctic caridean decapods, *Crustaceana*, 75, 61-76.
- Bock, C., Sartoris, F.J., Pörtner, H.-O. (2002). In vivo MR spectroscopy and MR imaging on non-anaesthetized marine fish: techniques and first results, *Magnetic resonance imaging*, 20, 165-172.
- Boersma, M., Kreutzer, C. (2002). Life at the edge: is food quality really of minor importance at low quantities?, *Ecology*, 83, 2552-2561.
- Boetius, A., Jorgensen, B.B., Amann, R., Henriot, JP, Hinrichs, K.U., Lochte, K., MacGregor, B., Voordouw, G. (2002). Microbial Systems in Sedimentary Environments of Continental Margins, In: *Ocean Margin Systems*. (Wefer, G., Billett, D., Hebeln, D., J., eds.)
- Boike, J., Ippisch, O., Roth, K. (2002). Thermal and hydrological dynamics of a mud boil - any clues about its formation?, *Journal of geocryology and glaciology*, 24(5), 538-543.
- Borowski, D., Gerdes, R., Olbers, D. (2002). Thermohaline and wind forcing of a circumpolar channel with blocked geostrophic contours, *Journal of Physical Oceanography*, Vol. 32, No. 9, pp 2520-2540.
- Boucsein, B., Knies, J., Stein, R. (2002). Organic matter deposition along the Kara and Laptev Sea continental margin (eastern Arctic Ocean) during last deglaciation and Holocene: Evidence from organic-geochemical and petrographical data, *Marine Geology*, 183, 67-87.
- Braithwaite, R. J., Zhang, Y., Raper, S. C. B. (2002). Temperature sensitivity of the mass balance of mountain glaciers and ice caps as a climatological characteristic, *Zeitschrift für Gletscherkunde und Glazialgeologie*, 38, 35-61.
- Braithwaite, R.J., Raper, S.C.B. (2002). Glaciers and their contribution to sea level change, *Physics and chemistry of the earth*, 27, 1445-1454.
- Broeg, K., Koehler, A., Westernhagen, H. von (2002). Disorder and recovery of environmental health monitored by means of lysosomal stability in liver

- of European flounder (*Platichthys flesus* L.), Marine Environmental Research, 54 (3-5), 569-573.
- Broeg, K., Köhler, A., Westernhagen, H.v. (2002). Disorder and recovery of environmental health, monitored by means of lysosomal stability, Marine Environmental Research.
- Brovkin, V., Bendtsen, J., Claussen, M., Ganopolski, A., Kubatzki, C., Petoukhov, V., Andreev, A. (2002). Carbon cycle, vegetation and climate dynamics in the Holocene: Experiments with the CLIMBER-2 Model, Global biogeochemical cycles, 16(4), 1139, doi:10.1029/2001GB001662.
- Burris, J., McGee, Th., Hoegy, W., Newman, P., Lait, L., Twigg, L., Sumnicht, G., Heaps, W., Hostetler, C., Neuber, R., Künzi, K. (2002). Lidar temperature measurements during the SOLVE campaign and the absence of polar stratospheric clouds from regions of very cold air, Journal of Geophysical Research, 107, 8297, doi:10.1029/2001JD001036.
- Burris, J., McGee, Th., Hoegy, W., Lait, L., Twigg, L., Sumnicht, G., Heaps, W., Hostetler, C., Bui, T.P., Neuber, R., McDermid, I.St. (2002). Validation of temperature measurements from the airborne Raman ozone temperature and aerosol lidar during SOLVE, Journal of Geophysical Research, 107, 8286, doi:10.1029/2001JD001028.
- Buschbaum, C. (2002). Predation on barnacles of intertidal and subtidal mussel beds in the Wadden Sea, Helgoland Marine Research, 56, 37-43.
- Cappellen, P. van, Dixit, S., Beusekom, J.E.E. van (2002). Biogenic silica dissolution in the oceans: Reconciling experimental and field-based dissolution rates, Global Biogeochemical Cycles, 16 (4), 1075.
- Carlini, A. R., Poljak, S., Daneri, G. A., Márquez, M. E. I., Plötz, J. (2002). Dynamics of male dominance of southern elephant seals (*Mirounga leonina*) during the breeding season at King George Island, Polish Polar Research, 23 (2), 155-161.
- Cartes, J., Brey, T., Sorbe, J.C., Maynou, F. (2002). Comparing P/B ratios of benthos and suprabenthos in macrofaunal marine crustaceans, Canadian journal of fisheries and aquatic sciences, 59, 1616-1625.
- Censarek, B., Gersonde, R. (2002). Miocene diatom biostratigraphy at ODP Sites 689, 690, 1088, 1092 (Atlantic sector of the Southern Ocean), Marine Micropaleontology, 45, 309-356.
- Chakraborty, B., Schenke, H.W., Kodagali, V., Hagen, R. (2002). Estimating Deep Seafloor Interface and Volume Roughness Parameters Using the Multibeam Hydrosweep System, Marine Geodesy, 25, 19-26.
- Charmantier, G., Giménez, L., Charmantier-Daures, M., Anger, K. (2002). Ontogeny of osmoregulation, physiological plasticity, and larval export strategy in the grapsid crab *Chasmagnathus granulata* (Crustacea, Decapoda), Marine ecology-progress series, 229, 185-194.
- Cogan, C. (2002). Biodiversity conflict analysis at multiple spatial scales, In: Scott et al (Eds.), Predicting Species Occurrences: Issues of Accuracy and Scale.
- Cortese, G., Abelmann, A. (2002). Radiolarian-based paleotemperatures during the last 160 k.yrs. at ODP Site 1089 (Southern Ocean, Atlantic Sector), Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 182 (3-4), 259-286.
- Crawford, R. M., Likhoshway, Y. V. (2002). The velum of species of *Aulacoseira* Thwaites, Proc 15th Internat Diatom Symposium, 1999, 275-287.
- Crone, C., Vering, G., Hönisch, B., Bijma, J., Arlinghaus, H. F. (2002). Investigation of Planktonic Foraminifera with TOF-SIMS, Surface and Interface Analysis, 34, 298-301.
- Cunningham, A.P., Larter, R.D., Barker, P.F., Gohl, K., Nitsche, F.O. (2002). Tectonic evolution of the Pacific margin of Antarctica - 2. Structure of Late Cretaceous - early Tertiary plate boundaries in the Bellingshausen Sea from seismic reflection and gravity data, Journal of Geophysical Research,

- 107(B12), 2346, doi:10.1029/2002JB001897.
- Cunningham, A.P., Larter, R.D., Barker, P.F., Gohl, K., Nitsche, F.O. (2002). Multichannel seismic investigation of the Bellingshausen Gravity Anomaly and West Antarctic continental margin near 95°W, in: Gamble, J. A., Skinner, D. N. B., Henrys, S. (eds.), Antarctica at the close of a millenium, Royal Society of New Zealand Bulletin, 35, 201-205.
- Dahl-Jensen, D., Gundestrup, N. S., Miller, H., Watanabe, O., Johnsen, S. J., Steffensen, J. P., Clausen, H. B., Svensson, A., Larsen, L. B. (2002). The NorthGRIP deep drilling programme, Annals of Glaciology, 35, 1-4.
- Danilov, S., Gurarie, D. (2002). Rhines scale and spectra of the beta-plane turbulence with bottom drag, Physical review e, v. 65, 067301-1 - 067301-3.
- Danilov, S., Dolzhanskii, F., Dovzhenko, V., Krymov, V. (2002). Experiments on free decay of quasi-two-dimensional turbulent flows, Physical review e, 65,036316-1-8.
- Davies, S., Chipperfield, M. P., Carslaw, K. S., Sinnhuber, B.-M., Anderson, J. G., Stimpfle, R., Wilmoth, D., Fahey, D. W., Popp, P. J., Richard, E. C., Gathen, P. von der, Jost, H., Webster, C. R. (2002). Modeling the effect of denitrification on Arctic ozone depletion during winter 1999/2000, Journal of Geophysical Research, 107, 8322, doi:10.1029/2001JD000445, [printed 108(D5), 2003].
- Deen, T.J., Gohl, K. (2002). 3-D tomographic seismic inversion of a paleochannel system in central New South Wales, Australia, Geophysics, Vol. 67, No. 5, p. 1364-1371.
- Dereviagin, A.Yu., Meyer, H., Chizhov, A.B., Hubberten, H.-W., Simonov E.F. (2002). New data on the isotopic composition and evolution of modern ice wedges in the Laptev Sea region, Polarforschung 70, 27-35.
- Dethloff, K., Schwager, M., Christensen, J. H., Kiilsholm, S., Rinke, A., Dorn, W., Jung-Rothenhäusler, F., Fischer, H., Kipfstuhl, S., Miller, H. (2002). Recent Greenland accumulation estimated from regional climate model simulations and ice core analysis, Journal of Climate, 15, 2821-2832.
- Diepenbroek, M., Grobe, H., Reinke, M., Schindler, U., Schlitzer, R., Sieger, R., Wefer, G. (2002). PAN-GAEA - an information system for environmental sciences, Computers & Geosciences, 28, 1201-1210.
- Dittert, N., Corrin, L., Diepenbroek, M., Grobe, H., Heinze, C., Ragueneau, O. (2002). Management of (pale-)oceanographic data sets using the PANGAEA information system: the SINOPS example, Computers & Geosciences, 28(7), 789-798.
- Dolven, J. K., Cortese, G., Bjørklund, K. R. (2002). A high-resolution radiolarian-derived paleotemperature record for the Late Pleistocene-Holocene in the Norwegian Sea, Paleoceanography, 17(4).
- Dowdeswell, J. A., Bassford, R. P., Gorman, M. R., Williams, M., Glazovsky, A. F., Macheret, Y. Y., Shepherd, A. P., Vasilenko, Y. V., Savat'yugin, L. M., Hubberten, H. -W., Miller, H. (2002). Form and flow of the Academy of Sciences Ice Cap, Severnaya Zemlya, Russian High Arctic, Journal of geophysical research-atmospheres, 107 (B4),1-15.
- Drücker, C., Wilhelms, F., Oerter, H., Frenzel, A., Gernandt, H., Miller, H. (2002). Design, transport, construction, and operation of the summer base Kohnen for ice-core drilling in Dronning Maud Land, Antarctica, Ice drilling technology 2000 : Proceedings of the fifth International Workshop on Ice Drilling Technology, 30 October-1 November 2000, Nagaoka University of Technology, Nagaoka / Ed. by Nobuhiko Azuma and Yoshiyuki Fujii. - Memoirs of National Institute of Polar Research, Special Issue, 56, 302-312.
- Dubischar, C.D., Bathmann, U.V. (2002). The occurrence of faecal material in relation to different pelagic systems in the Southern Ocean and its importance for vertical flux, Deep-Sea Research II, 49, 3229-3242.

- Dubischar, C.D., Lopes, R.M., Bathmann, U.V. (2002). High summer abundances of small pelagic copepods at the Antarctic Polar Front - implications for ecosystem dynamics, *Deep-Sea Research II*, 49, 3871-3887.
- Dutay, J.-C., Bullister, J.L., Doney, S.C., Orr, J.C., Najjar, R., Caldeira, K., Campin, J.-M., Drange, H., Follows, M., Gao, Y., Gruber, N., Hecht, M. W., Ishida, A., Joos, F., Lindsay, K., Madec, G., Maier-Reimer, E., Marshall, J. C., Matear, R. J., Monfray, P., Plattner, G.-K., Sarmiento, J., Schlitzer, R., Slater, R., Totterdell, I. J., Weirig, M.-F., Yamanaka, Y., Yool, A. (2002). Evaluation of ocean model ventilation with CFC-11: comparison of 13 global ocean models, *Ocean Modeling*, Volume 4, Issue 2, pp 89-120.
- Eagles, G., Gloaguen, R., Ebinger, C. (2002). Kinematics of the Danakil microplate, *Earth and Planetary Science Letters*, 203, 607-620.
- Eagles, G., Livermore, R.A. (2002). Opening history of Powell Basin, Antarctic Peninsula, *Marine Geology*, 185, 197-207.
- Eisen, O., Nixdorf, U., Wilhelms, F., Miller, H. (2002). Electromagnetic wave speed in polar ice: Validation of the CMP technique with high resolution dielectric-profiling and gamma-density measurements, *Annals of Glaciology*, 34, 150-156.
- Elbrächter, M., Faust, M.A. (2002). IOC Taxonomic Reference List of Toxic Plankton Algae: Dinoflagellates (Class Dinoflagellata, Dinophyceae, Phylum Dinophyta) Order Prorocentrales, Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO. ioc.unesco.org/hab/data4taxlist, 2002, 23-29.
- Evans, J., Dowdeswell, J.A., Grobe, H., Niessen, F., Stein, R., Hubberten, H.-W., Whittington, R. (2002). Late Quaternary sedimentation in Kejser Franz Joseph Fjord and the continental margin of East Greenland, Geological Society, London, Special Publications, 203, 149-179.
- Eynaud, F., Turon, J.-L., Matthiessen, J., Peypouquet, F., Vernal, A. de, Henry, M. (2002). Norwegian Sea surface palaeoenvironments of the last glacial period: the paradoxical response of dinoflagellate cysts, *Journal of Quaternary Science*, 17 (4), 349-359.
- Fahrbach, E., Rohardt, G., Schauer, U., Meincke, J., Østerhus, S., Verduin, J. (2002). Direct measurements of heat and mass transports through Fram Strait, *ICES Journal of Marine Science*.
- Fetzer, I., Hirche, H.-J., Kolosova, E.G. (2002). The influence of freshwater discharge on the distribution of zooplankton in the southern Kara Sea, *Polar Biology* 25: 404-415.
- Fetzer, I., Lønne, O. J., Pearson, T. H. (2002). The distribution of juvenile benthic invertebrates in an Arctic glacial fjord, *Polar Biology*, 25, 303-315.
- Fischer, G., Gersonde, R., Wefer, G. (2002). Organic carbon, biogenic silica and diatom fluxes in the marginal winter sea-ice zone and in the Polar Front Region: interannual variations and differences in composition, *Deep-Sea Research II*, 49, 1721-1745.
- Fischer, R., Weller, R., Jacobi, H. W., Ballschmiter, K. (2002). Levels and pattern of volatile organic nitrates and halocarbons in the air at Neumayer Station (70°S), *Chemosphere*, 48, 981-992.
- Flores, J.A., Sierro, F. J., Gersonde, R. (2002). Calcareous plankton stratigraphies from the Eltanin asteroid impact area: Strategies for geological and paleoceanographic reconstruction, *Deep-Sea Research II*, 49(6), 1011-1028.
- Fock, H., Matthiessen, B., Zidowitz, H., Westernhagen, H. von (2002). Diel and habitat dependent resource utilisation of deep-sea fishes at the Great Meteor seamount (subtropical NE Atlantic): niche overlap and support for the sound scattering layer-interception hypothesis, *Marine ecology-progress series*, 244, 219-233.
- Fock, H.O., Uiblein, F., Köster, F., Westernhagen, H. v. (2002). Biodiversity and species-environment rela-

- onships of the demersal fish assemblage at the Great Meteor Seamount (subtropical NE Atlantic) sampled by different trawls, *Marine Biology*, 141, 185-199.
- Fock, H.O., Greve, W. (2002). Analysis and interpretation of recurrent spatio-temporal patterns in zooplankton dynamics: a case study on *Noctiluca scintillans* (Dinophyceae) in the German Bight (North Sea), *Marine Biology*, 140, 59-73.
- Fontanier, C., Jorissen, F.J., Licari, L., Alexandre, A., Anschutz, P., Carbonel, P. (2002). Live benthic foraminiferal faunas from the Bay of Biscay: faunal density, composition, and microhabitats, *Deep-sea research I*, 49, 751-785.
- Franeker, J.A. van, Brink, N.W. van den, Bathmann, U.V., Pollard, R.T., Baar, H.J.W. de, Wolff, W.J. (2002). Responses of seabirds, in particular prions (*Pachyptila* sp.), to small-scale processes in the Antarctic Polar Front, *Deep-Sea Research II*, 49, 3931-3950.
- Frank, M., Rutgers van der Loeff, M.M., Kubik, P.W., Mangini, A. (2002). Quasi-conservative behaviour of ^{10}Be in deep waters of the Weddell Sea and the Atlantic sector of the Antarctic Circumpolar Current, *Earth and Planetary Science Letters*, 201, 171-186.
- Freitag, J., Dobrindt, U., Kipfstuhl, S. (2002). A new method for predicting transport properties of polar firn with respect to gases on the pore space scale, *Annals of Glaciology*, 35, 538-544.
- Friedrich, J., Rutgers van der Loeff, M.M. (2002). A two-tracer (^{210}Po - ^{234}Th) approach to distinguish organic carbon and biogenic silica export flux in the Antarctic Circumpolar Current, *Deep-Sea Research Part I- Oceanographic Research Papers*, 49, 101-120.
- Fritzsche, D., Wilhelms, F., Savatyugin, L. M., Pinglot, J. F., Meyer, H., Hubberten, H.-W., Müller, H. (2002). A new deep ice core from Academii Nauk ice cap, Severnaya Zemlya, *Eurasian Arctic: first results*, *Annals of Glaciology*, 35, 25-28.
- Fueglistaler, S., Luo, B.P., Buss, S., Wernli, H., Voigt C., Müller, M., Neuber, R., Hostetler, C.A., Poole, L.R., Flentje, H., Fahey, D.W., Northway, M.J., Peter, Th. (2002). Large NAT particle formation by mother clouds: Analysis of SOLVE/THESEO-2000 observations, *Geophysical Research Letters*, 29, 10.1029/2001GL014548.
- Galeotti, S., Coccioni, R., Gersonde, R. (2002). Middle Eocene-Early Pliocene planktic foraminiferal biostratigraphy at ODP Leg 177 Site 1090, Agulhas Ridge, *Marine Micropaleontology*, 45, 357-382.
- Garbrecht, T., Lüpkes, C., Hartmann, J., Wolff, M. (2002). Atmospheric drag coefficients over sea ice - validation of a parameterisation concept, *Tellus A* 54(2), 205-219.
- Gatti, S., Brey, T., Müller, W.E.G., Heilmayer, O., Holst, G. (2002). Oxygen microoptodes: a new tool for oxygen measurements in aquatic animal ecology, *Marine biology*, 140, 1075-1085 [DOI 10.1007/s00227-002-0786-9].
- Gay, M., Fily, M., Genthon, C., Frezotti, M., Oerter, H., Winther, J.-G. (2002). Snow grain size measurements in Antarctica, *Journal of Glaciology*, Vol. 48, No. 163, 527-535.
- Gebauer, P., Paschke, K., Anger, K. (2002). Metamorphosis in a semiterrestrial crab, *Sesarma curacaoense*: intra- and interspecific settlement cues from adult odors, *Journal of experimental marine biology and ecology*, 268, 1-12.
- Gehlen, M., Beck, L., Calas, G., Flank, A.-M., Bennekow, A. J. van, Beusekom, J. E. E. van (2002). Unraveling the atomic structure of biogenic silica: Evidence of the structural association of Al and Si in diatom frustules, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 66/9, 1601-1609.
- Geibert, W., Rutgers van der Loeff, M.M., Hanfland, C., Dauelsberg, H.-J. (2002). Actinium-227 as a Deep-Sea Tracer: Sources, Distribution and Applications, *Earth and Planetary Science Letters* 198 (1-2), 147-165.

- Geibert, W., Usbeck, R. (2002). The adsorption of Th and Pa on different particle types in dependence of the provenance of natural seawater, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 66, 15A,A269.
- Gerdts, G., Hummert, C., Donner, G., Luckas, B., Schütt, C. (2002). A fast fluorimetric assay (FFA) for the detection of saxitoxin in natural phytoplankton samples, *Marine Ecology Progress Series*, 230, 29-34.
- Gersonde, R. (ed), Hodell, D. A. (ed), Blum, P. (ed)(2002). *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*, 177, Ocean Drilling Program, Texas A&M University, College Station, TX77845-9547, U.S.A.
- Gersonde, R., Deutsch, A., Ivanov, B., Kyte, F.T. (2002). Oceanic Impacts: Mechanisms and Environmental Perturbations, *Deep-Sea Research II*, 49(6).
- Gersonde, R., Deutsch, A., Ivanov, B., Kyte, F.T. (2002). Oceanic Impacts - A growing field of fundamental geoscience, *Deep-Sea Research II*, 49 (6), 951-957.
- Gersonde, R., Hodell, D. A. (2002). Southern Ocean Palaeoceanography, Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology, 182, 145-149.
- Gersonde, R., Hodell, D.A. (2002). Southern Ocean Paleoceanography-Insight from Ocean Drilling, *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology*, 182, pp 145-349.
- Gersonde, R. (ed), Hodell, D.A. (ed) (2002). Southern Ocean Eocene-Pleistocene Stratigraphies-Insight from Ocean Drilling, *Marine Micropaleontology*, 45, pp 191-400.
- Gervais, F., Riebesell, U., Gorbunov, M.Y. (2002). Changes in primary productivity and chlorophyll a in response to iron fertilization in the Southern Polar Frontal Zone, *Limnology and Oceanography*, 47, 1324-1335.
- Giménez, L. (2002). Effects of pre-hatching salinity and initial larval biomass on survival and duration of development in zoea 1 of the estuarine crab, *Chasmagnathus granulata*, under nutritional stress, *Journal of experimental marine biology and ecology*, 270, 93-110.
- Giménez, L., Torres, G. (2002). Larval growth in the estuarine crab *Chasmagnathus granulata*: the importance of salinity experienced during embryonic development, and the initial larval biomass, *Marine Biology*, 141, 877-885.
- Göktas, F., Fischer, H., Oerter, H., Weller, R., Sommer, S., Miller, H. (2002). A glacio-chemical characterisation of the new EPICA deep-drilling site on Amundsenisen, Dronning Maud Land, Antarctica, *Annals of Glaciology*, 35, 347-354.
- Goncharov, V.P., Gryanik, V.M., Pavlov, V.I. (2002). Venusian „hot spots“: physical phenomenon and its quantification, *Physical review e*, 66, 066304-1-066304-11.
- Graeve, M., Kattner, G., Wiencke, C., Karsten, U. (2002). Fatty acid composition of Arctic and Antarctic macroalgae: indicators for phylogenetic and trophic relationships, *Marine Ecology Progress Series*, 231, 67-74.
- Graf, W., Oerter, H., Reinwarth, O., Stichler, W., Wilhelms, F., Miller, H., Mulvaney, R. (2002). Stable-isotope records from Dronning Maud Land, Antarctica, *Annals of Glaciology*, 35, 195-201.
- Gregory, J.M., Stouffer, R.J., Raper, S.C.B., Stott, P.A., Rayner, N.A. (2002). Observationally based estimate of the climate sensitivity, *Journal of climate*, 15, 3117-3121.
- Groben, R., Medlin, L. K. (2002). Meeting Report: EU workshop „Analysis of Single Cells in the Marine Phytoplankton“ (ASCMAP), Alfred Wegener Institute for Polar- and Marine Research, Bremerhaven, Germany, 15-21 April, 2002, *Protist*, 153, 193-196.
- Groben, R., Medlin, L.K. (2002). AIMS - An automated identification system for microbial populations, *Proceedings of the 15th International Diatom Symposium 1998*, pp 21-29.

- Gryanik, V.M., Hartmann, J. (2002). A Turbulence Closure for the Convective Boundary Layer based on a two-scale Mass-Flux Approach, *Journal of the atmospheric sciences*, 59,2729-2744.
- Gundestrup, N. S., Johnsen, S. J., Hansen, S. B., Shoji, H., Talalay, P., Wilhelms, F. (2002). Sticking deep ice core drills: Why and how to recover, IN: Ice drilling technology 2000 : proceedings of the fifth International Workshop on Ice Drilling Technology, 30 October-1 November 2000, Nagaoka University of Technology, Nagaoka / Ed. by Nobuhiko Azuma and Yoshiyuki Fujii. *Memoirs of National Institute of Polar Research*, Special Issue No. 56, 181-195.
- Gutt, J. (2002). The Antarctic ice shelf: an extreme habitat for notothenioid fish, *Polar Biology*, 25, 320-322.
- Gyldenfeldt, A.-B. v., Fahrbach, E., Garcia, M. A., Schröder, M. (2002). Flow Variability at the Tip of the Antarctic Peninsula, *Deep-sea research ii*, 49,4791-4806.
- Halsband-Lenk, C., Hirche, H.-J., Carlotti, F. (2002). Temperature impact on reproduction and development of congener copepod populations, *Journal of experimental marine biology and ecology*, 271/2,121-153.
- Hamm, C. E. (2002). Interactive Aggregation and Sedimentation of Diatoms and clay-sized lithogenic Material, *Limnology and Oceanography* 47, 1790-1795.
- Hanelt, D., Nultsch, W. (2002). Photoinhibition in Seaweeds. In: *Environmental Signal Processing and Adaptation*. (Review), Chapter 8, pp 141-167, Springer, New York, Heidelberg.
- Hanken, T., Tueg, H. (2002). Development of a multichannel UV-spectroradiometer for field measurements, *Environmental science and pollution research*,4 (spec. Iss.), 35-39.
- Hanna, E., Huybrechts, P., Mote, T. (2002). Surface mass balance of the Greenland Ice Sheet from climate analysis data and accumulation/ablation models, *Annals of Glaciology*, 35, 67-72.
- Hara, K., Osada, K., Nishita, C., Yamagata, S., Yamanouchi, T., Herber, A., Matsunaga, K., Iwasaka, Y., Nagatani, M., Nakata, H. (2002). Vertical variations of sea-salt modification in the boundary layer of Arctic spring during the ASTAR 2000 campaign, *Tellus*, 54B, 361-376.
- Harris, N.R.P., Rex, M., Goutail, F., Knudsen, B.M., Manney, G.L., Müller, R., Gathen, P. von der (2002). Comparison of Empirically Derived Ozone Loss Rates in the Arctic Vortex, *Journal of Geophysical Research*, 107/D20, 8264, doi:10.1029/2001JD000482.
- Hass, H. C. (2002). A method to reduce the influence of ice-rafted debris on a grain-size record from the northern Fram Strait, Arctic Ocean, *Polar research*, 21, 299-306 .
- Herber, A., Gernandt, H., Thomason, L.W., Leiterer, U., Nagel, D., Schulz, K.-H., Kaptur, J., Albrecht, T., Notholt, J. (2002). Continuous day and night aerosol optical depth observations in the Arctic between 1991 and 1999, *Journal of Geophysical Research*, 107, D10, 10.1029/2001JD000536.
- Hernando, M., Carreto, J. I., Carginan, M. O., Ferreyra, G. A., Groß, C. (2002). Effects of solar radiation on growth and myco-sporine-like amino acids content in *Thalassiosira* sp, an Antarctic diatom, *Polar Biology*, 25: 12-20.
- Hillenbrand, C.-D., Fütterer, D.K., Grobe, H., Frederichs, T. (2002). No evidence for a Pleistocene collapse of the West Antarctic Ice Sheet from continental margin sediments recovered in the Amundsen Sea, *Geo-Marine Letters*, 22, 51-59.
- Hinrichs, K., Boetius, A. (2002). The anaerobic oxidation of methane: new insights in microbial ecology and biogeochemistry. In: *Ocean Margin Systems* (Wefer, G., Billett, D., Hebbeln, D. J., eds)
- Hirche, H. J. (2002). New concepts on the distribution of zooplankton in the Arctic ocean – with comments on the effect of climate change, *Pollichia*, 88, 1-8.

- Hodell, D.A., Gersonde, R., Blum, P. (2002). ODP Leg 177 synthesis: Insights into Southern Ocean paleoceanography on tectonic to millennial timescales, In: Gersonde, R., Hodell, D.A., and Blum, P. (Eds.) Proc. ODP, Sci. Results, 177, 1-54 [Online]. Available from World Wide Web: http://www-odp.tamu.edu/publications/177_SR/VOLUME/SYNTH/SR177SYN.PDF.
- Hop, H., Pearson, T., Hegseth, E. N., Kovacs, K. M., Wiencke, C., Kwasniewski, S., Eiane, K., Mehlum, F., Gulliksen, B., Wlodarska-Kowalczyk, M., Lydersen, C., Weslawski, J. M., Cochrane, S., Gabrielsen, G. W., Leakey, R., Lønne, O. J., Zajaczkowski, M., Falk-Petersen, S., Kendall, M., Wängberg, S., Bischof, K., Voronkov, A. Y., Kovaltchouk, N. A., Wiktor, J., Poltermann, M., di Prisco, G., Papucci, C., Gerland, S. (2002). The ecosystem of Kongsfjorden, Svalbard, Polar research, 21, 167-208.
- Hoppel, K., Bevilacqua, R., Nedoluha, G., Deniel, C., Lefèvre, F., Lumpe, J., Fromm, M., Randall, C., Rosenfield, J., Rex, M. (2002). POAM III observations of Arctic ozone loss for the 1999/2000 winter, Journal of Geophysical Research, 107/D20, 8262, doi:10.1029/2001JD000476.
- Hoppema, M., Baar, H. J. W. de, Fahrbach, E., Bellerby, R. G. J. (2002). Renewal time and transport of unventilated Central Intermediate Water of the Weddell Sea derived from biogeochemical properties, Journal of marine research, 60, 677-697.
- Hoppema, M., Baar, H.J.W. de, Bellerby, R.G.J., Fahrbach, E., Bakker, K. (2002). Annual export production in the interior Weddell Gyre estimated from a chemical mass balance of nutrients, Deep-sea research II, 49, 1675-1689.
- Hoyer, K., Karsten, U., Wiencke, C. (2002). Induction of sunscreen compounds in Antarctic macroalgae by different radiation conditions, Marine Biology (41), 619-627.
- Hummert, C., Rühl, A., Reinhardt, K., Gerdt, G., Luckas, B. (2002). Simultaneous determination of different algal toxins by LC/MS, Chromatographia, 55, 673-680.
- Huybrechts, P. (2002). Sea-level changes at the LGM from ice-dynamic reconstructions of the Greenland and Antarctic ice sheets during the glacial cycles, Quaternary Science Reviews, 21, 1-3, 203-231.
- Huybrechts, P., Janssens, I., Poncin, C., Fichefet, T. (2002). The response of the Greenland ice sheet to climate changes in the 21st century by interactive coupling of an AOGCM with a thermo-mechanical ice sheet model, Annals of Glaciology, 35, 409-415.
- Hvidberg, C. S., Steffensen, J. P., Clausen, H. B., Shoji, H., Kipfstuhl, J. (2002). The NorthGRIP ice-core logging procedure: description and evaluation, Annals of Glaciology, 35, 5-8.
- Iglesias-Rodriguez, M.D., Garcia Saez, A., Groben, R., Edwards, K.J., Batley, J., Medlin, L.K., Hayes, P.K. (2002). Polymorphic microsatellite loci in global populations of the marine coccolithophorid *Emiliania huxleyi*, Molecular ecology notes, Vol. 2, 495-497.
- Immler, F., Schrems, O. (2002). Determination of tropical cirrus properties by simultaneous LIDAR and radiosonde measurements, Geophysical Research Letters, Vol. 29, Nr. 23, doi 10.1029/2002GL015076.
- Immler, F., Schrems, O. (2002). LIDAR measurements of cirrus clouds in the northern and southern mid-latitudes during INCA (55N, 53S): A comparative study, Geophysical Research Letters, Vol. 29, 16, 10.1029/2002GL015077.
- Jacobi, H. W., Frey, M. M., Hutterli, M. A., Bales, R. C., Schrems, O., Cullen, N. J., Steffen, K., Koehler, C. (2002). Measurements of hydrogen peroxide and formaldehyde exchange between the atmosphere and surface snow, Atmospheric Environment, 36, 2619-2628.

- Jansen, H., Zeebe, R.E., Wolf-Gladrow, D.A. (2002). Modelling the dissolution of settling CaCO_3 in the ocean, *Global Biogeochemical Cycles*, 16, 2, 10.1029/2000GBC001279, 11-1/11-16.
- John, U., Tillmann, U., Medlin, L.K. (2002). A comparative approach to study inhibition of grazing and lipid composition of a toxic and non-toxic clone of *Chrysochromulina polylepis* (Prymnesiophyceae), *Harmful Algae*, 1, 45-57.
- Jones, I.W., Munhoven, G., Tranter, M., Huybrechts, P., Sharp, M.J. (2002). Modelled glacial and non-glacial HCO_3^- , Si and Ge fluxes since the LGM: little potential for impact on atmospheric CO_2 concentrations and a potential proxy of continental chemical erosion, the marine Ge:Si ratio, *Global and Planetary Change*, 33, 139-153.
- Kane, D. L., Boike, J. (2002). Permafrost: soil temperature/special problems, *Encyclopedia of Soil Science* (eds. J. Pikul, R. Lal), M.Dekker Inc., New York, 972-975.
- Karcher, M.J., Oberhuber, J.M.O (2002). Pathways and modification of the upper and intermediate waters of the Arctic Ocean, *Journal of Geophysical Research*, 107 (C6), 10.1029/2000JC000530, 2002.
- Kennedy, H., Thomas, D., Kattner, G., Haas, C., Dieckmann, G. (2002). Particulate organic matter in Antarctic summer sea ice: Concentration and stable isotopic composition, *Marine Ecology Progress Series*, 238, 1-13.
- Kienel, U., Kumke, T. (2002). Combining ordination techniques and geostatistics to determine the pattern of diatom distributions at Lake Lama, Central Siberia, *Journal of paleolimnology*, 28, 181-194.
- Klages, M., Muyakshin, S., Soltwedel, T., Arntz, W. E. (2002). Mechanoreception, a possible mechanism for food fall detection in deep-sea scavengers, *Deep-Sea Research I*, 49(1), 143-155.
- Klatt, O., Roether, W., Hoppema, M., Bulsiewicz, K., Fleischmann, U., Rodehacke, C., Fahrbach, E., Weiss, R. F., Bullister, J. L. (2002). Repeated CFC sections at the Greenwich Meridian in the Weddell Sea, *Journal of Geophysical Research*, 107 (C4), 2000JC000731.
- Kloppman, M., Hillgruber, N., Westernhagen, H. von (2002). Wind mixing effects on feeding success and condition of blue whiting larvae in the Porcupine Bank area, *Marine Ecology Progress Series*, 235, 263-277.
- Knies, J., Matthiessen, J., Vogt, C., Stein, R. (2002). Evidence of Mid-Pliocene (~3 Ma) global warmth, *Boreas*, 31(1), 82-93.
- Koehler, A., Wahl, E., Söffker, K. (2002). Functional and morphological changes of lysosomes as prognostic biomarkers of toxic liver injury in a marine flatfish (*Platichthys flesus L.*), *Environmental toxicology and chemistry*, 21 (11), 2434-2444, University of Hamburg.
- Koositra, W.H.C.F., De Stefano, M., Mann, D.G., Medlin, L.K (2002). The phylogeny of the Diatoms: A review, *Progress in Molecular and Subcellular Biology* Vol 33, 59-97 (W.Müller, ed.) Elsevier Press .
- Kosobokova, K. N., Hirche, H. J., Scherzinger, T. (2002). Feeding ecology of *Spinocalanus antarcticus*, a deep-water copepod with a looped gut, *Marine biology*, 141.
- Krause, R. (2002). Georg v. Neumayer 1826-1909: Nestor der Meeres- und Polarforschung – Anmerkungen zu Leben und Werk anlässlich seines 175ten Geburtstages, *Deutsches Schiffsarchiv*, 24, 197-214.
- Krause, R. (2002). Biographien C. Koldewey und A. Rosenthal, *Veröffentlichungen des Stadtarchivs Bremerhaven*, 16, 161, 250-251.
- Krembs, C., Tuschling, K., Juterzenka, K. v. (2002). The influence of under-ice topography on the colonization of sea ice by algae, *Polar Biology*, 25, 106-117.
- Kräbs, G., Bischof, K., Hanelt, D., Karsten, U., Wiencke, C. (2002). Wavelength-dependent induction of UV-absorbing mycosporine-like amino acids in the red

- alga *Chondrus crispus* under natural solar radiation, *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 268, 69-82.
- Kuhn, G., Diekmann, B. (2002). Late Quaternary variability of ocean circulation in the southeastern South Atlantic inferred from the terrigenous sediment record of a drift deposit in the southern Cape Basin (ODP Site 1089), *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 182, 287-303.
- Kukowski, N., Schlüter, M., Haesse, R. R., Hensen, C., Hinkelmann, R., Sibuet, M., Zabel, M. (2002). Sub-surface Fluid Flow and Material Transport (Wefer, G., Billett, D., Hebbeln, D., Joergensen, B. B., Schlüter, M., van Weering, T.C.E., eds) Springer, 295-306.
- Kumke, T. (2002). Book Review: Upscaling and Downscaling Methods for Environmental Research by Marc F.P. Bierkens, Peter A. Finke and Peter de Willigen, *Mathematical geology*, 34, 357-358.
- Kumke, T., Streck, T., Richter, J. (2002). Ion transport through unsaturated soils - Field measurements and regional simulations, *European Journal of Soil Science*, 53, 57-70.
- Kunitsky, V., Schirrmeister, L., Grosse, G., Kienast, F. (2002). Snow patches in nival landscapes and their role for the Ice Complex formation in the Laptev Sea coastal lowlands, *Polarforschung*, 70.
- Kunz-Pirrung, M., Gersonde, R., Hodell, D.A. (2002). Mid-Brunhes century-scale diatom sea surface temperature and sea ice records from the Atlantic sector of the Southern Ocean (ODP Leg 177, Sites 1093, 1094 and core PS2089-2), *Palaeogeography palaeoclimatology palaeoecology*, 182, 305-328.
- Lackschewitz, D., Menn, I., Reise, K. (2002). Das marine Ökosystem um Sylt unter veränderten Klimabedingungen, Klimafolgen für Mensch und Küste am Beispiel der Nordseeinsel Sylt (A. Daschkeit, P. Schottes, Hrsg.), Berlin [u.a.] : Springer, 153-180.
- Lait, L. R., Schoeberl, M. R., Newman, P. A., McGee, T., Burris, J., Browell, E. V., Richard, E., Braathen, G. O., Bojkov, B. R., Goutail, F., Gathen, P. von der, Kyrö, E., Vaughan, G., Kelder, H., Kirkwood, S., Woods, P., Dorokhov, V., Zaitcev, I., Litynska, Z., Kois, B., Benesova, A., Skrivankova, P., Backer, H. de, Davies, J., Jørgensen, T., Mikkelsen, I. S. (2002). Ozone loss from quasi-conservative coordinate mapping during the 1999-2000 SOLVE campaign, *Journal of Geophysical Research*, 107/D20, 8274, doi:10.1029/2001JD000998.
- Lakaschus, S., Weber, K., Wania, F., Bruhn, R., Schrems, O. (2002). The Air-Sea Equilibrium and Time Trend of Hexachlorocyclohexanes in the Atlantic Ocean between the Arctic and Antarctica, *Environmental Science and Technology*, 36, 138-145.
- Lancelot, C., Staneva, J., Eeckhout, D. van, Beckers, J.-M., Stanev, E. (2002). Modelling the Danube-influenced North-western continental shelf of the Black Sea. Ecosystem response to changes in nutrient delivery by the Danube River after its damming in 1972, *Estuarine coastal and shelf science*, 54, 473-499.
- Lange, M., Chen, Y., Medlin, L.K. (2002). Molecular genetic delineation of *Phaeocystis* species (Prymnesiophyceae) using coding and non-coding regions of nuclear and plastid genomes, *European Journal of Phycology*, 37, 77-92.
- Lange, M., Medlin, L.K. (2002). Design and Testing of ITS probes for distinguishing *Phaeocystis* species, *Protist*, 153, 275-282.
- Langenbuch, M., Pörtner, H.O. (2002). Changes in metabolic rate and N-excretion in the marine invertebrate *Sipunculus nudus* under conditions of environmental hypercapnia: identifying effective acid-base parameters, *Journal of experimental Biology*, 205, 1153-1160.
- Larter, R.D., Cunningham, A.P., Barker, P.F., Gohl, K., Nitsche, F.O. (2002). Tectonic evolution of the Pacific margin of Antarctica - 1. Late Cretaceous tectonic reconstructions, *Journal of Geophysical Research*, 107(B12), 2345, doi:10.1029/2000JB000052.

- Laudien, J., Schiedek, D., Brey, T., Arntz, W.E., Pörtner, H.-O. (2002). Survivorship of juvenile surf clams *Donax serra* (Bivalvia, Donacidae) exposed to severe hypoxia and hydrogen sulphide, *Journal of experimental marine biology and ecology*, 271, 9-23.
- Lauterjung, J., Dethloff, K., Emmermann, R., Grossmann, S., Haak, V., Handorf, D., Platt, U., Roth, K., Weisheimer, A., Zschau, J. (2002). Physics and the system Earth, *Physics research: topics, significance and prospects*, Deutsche Physikalische Gesellschaft, 143-153.
- Lefebvre, F., Gallee, H., Ypersele, J.-P. van, Huybrechts, P. (2002). Modelling of large-scale melt parameters with a regional climate model in South-Greenland during the 1991 melt season, *Annals of Glaciology*, 35, 391-397.
- Lehmann, R. (2002). Determination of dominant pathways in chemical reaction systems: An algorithm and its application to stratospheric chemistry, *Journal of Atmospheric Chemistry*, 41, 297-314.
- Lieser, J.L., Lemke, P. (2002). A Sea Ice Forecast Model for the Arctic Ocean, *Ice in the Environment : Proceedings of the 16th International Symposium on Ice*, Vol.II,439-444.
- Lomovasky, B., Morriconi, E., Brey, T., Calvo, J. (2002). Individual age and connective tissue lipofuscin in the hard clam *Eurhomalea exalbida*, *Journal of experimental marine biology and ecology*, 276, 83-94 [DOI 10.1016/S0022-0981(02)00030-8].
- Lomovasky, B., Brey, T., Morriconi, E., Calvo, J. (2002). Growth and production of the venerid bivalve *Eurhomalea exalbida* in the Beagle Channel, Tierra del Fuego, *Journal of sea research*, 48, 209-216 [DOI 10.1016/S1385-1101(02)00134-X].
- Losch, M., Redler, R., Schröter, J. (2002). Estimating a Mean Ocean State from Hydrography and Sea-Surface Height Data with a Non-linear Inverse Section Model: Twin Experiments with a Synthetic Data Set, *Journal of physical oceanography*, 32, 2096-2112.
- Losch, M., Sloyan, B., Schröter, J., Sneeuw, N. (2002). Box Inverse Models, Altimetry and the Geoid: Problems with the Omission Error, *Journal of Geophysical Research*, 107 (C7), 15-1 - 15-13.
- Luedeking, A., Koehler, A. (2002). Identification of six mRNA sequences of genes related to multi xenobiotic resistance (MXR) and biotransformation in *Mytilus edulis*, *Marine ecology-progress series*, 238, 115-124 .
- Luppi, T.A., Spivak, E.D., Anger, K. (2002). Postsettlement growth of two estuarine crab species, *Chasmagnathus granulata* and *Cyrtograpsus angulatus* (Crustacea, Decapoda, Grapsidae): laboratory and field observations, *Helgoland Marine Research*, 55, 293-305.
- Luppi, T.A., Spivak, E.D., Anger, K., Valero, J.L. (2002). Patterns and processes of *Chasmagnathus granulata* and *Cyrtograpsus angulatus* (Brachyura: Grapsidae) recruitment in Mar Chiquita coastal lagoon, Argentina, *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 55, 287-297.
- Luquet, C. M., Postel, U., Halperin, J., Urcola, M. R., Marques, R., Siebers, D. (2002). Transepithelial potential differences and Na⁺ flux in isolated perfused gills of the crab *Chasmagnathus granulatus* (Grapsidae) acclimated to hyper- and hypo-salinity, *Journal of experimental biology*.
- Lüder, U., Knoetzel, J., Wiencke, C. (2002). Acclimation of photosynthesis and pigments to seasonally changing light conditions in the endemic Antarctic red macroalga *Palmaria decipiens*, In: Arntz, W.E. and Clarke A. (eds) *Ecological Studies in the Antarctic Sea Ice Zone*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 231-236.
- Lüder, U.H., Wiencke, C., Knoetzel, J. (2002). Acclimation of photosynthesis and pigments during and after six months of darkness in *Palmaria decipiens* (Rhodophyta): A study to simulate Antarctic winter sea ice cover, *Journal of Phycology*, 38, 904-913.

- Mark, F.C., Bock, C., Pörtner, H.O. (2002). Oxygen limited thermal tolerance in Antarctic fish investigated by magnetic resonance imaging (MRI) and spectroscopy (31P-MRS), *American journal of physiology-regulatory integrative and comparative physiology*, 283 (5), R1254- R1262.
- Maskey, R.P., Kock, I., Shaaban, M., Grün-Wollny, I., Helmke, E., Mayer, F., Wagner-Döbler, I., Laatsch, H. (2002). Low molecular weight oligo- β -hydroxybutyric acids and 3-hydroxy-N-phenethyl-butylamide-new products from microorganisms, *Polymer Bulletin*, 49, 87-93.
- Maskey, R.P., Pusecker, K., Speitling, M., Monecke, P., Helmke, E., Laatsch, H. (2002). 2- and 4-Chartreusin-monoacetates, new Natural Products with Unusual Anisotropy Effects from the marine Isolates *Streptomyces* sp. B5525 and B5342, *Zeitschrift für Naturforschung section b-a journal of chemical sciences*, 57b: 823-829 .
- Matul, A., Abelman, A. (2002). Late Quaternary polycystine radiolarian datum events in the Sea of Okhotsk, *Geo-marine letters*, 22,25-32.
- Matul, A. , Abelman, A. , Tiedemann, R. , Kaiser, A. , Nürnberg, D. (2002). Late Quaternary polycystine radiolarian datum events in the Sea of Okhotsk, *Geo-marine letters*, 22, 24-32.
- Medlin, L. (2002). Why silica or better yet why not silica? *Diatom research*, 17, 453-459.
- Medlin, L.K., Groben, R., Valentin, K. (2002). Molecular tools in the study of marine microbial diversity, in: *Biotechnology*, Doelle, H.W. [Ed.], *Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS)*, Developed under the Auspices of the UNESCO, Eolss Publishers, Oxford, UK, [<http://www.eolss.net>] .
- Mehlhorn, B., Mehlhorn, H., Plötz, J. (2002). Light and scanning electron microscopical study on *Antarctophthirus ogmorhini* lice from the Antarctic seal *Leptonychotes weddellii*, *Parasitology Research*, 88, 651-660.
- Meissner, K., Gerdes, R. (2002). Coupled climate modelling of ocean circulation changes during ice age inception, *Climate Dynamics*, 18, 455-473.
- Menn, I. (2002). Beach morphology and food web structure: comparison of an eroding and an accreting sandy shore in the North Sea, *Helgoland Marine Research*, 56, 177-189.
- Meyer, B., Saborowski, R., Atkinson, A., Buchholz, F., Bathmann, U. (2002). Seasonal differences in citrate synthase and digestive enzyme activity in larval and postlarval Antarctic krill, *Euphausia superba*, *Marine Biology*, 141, 855-862.
- Meyer, B., Atkinson, A., Stübing, D., Oettl, B., Hagen, W., Bathmann, U. (2002). Feeding and energy budget of Antarctic krill *Euphausia superba* at the onset of winter - I. *Furcilia* III larvae -, *Limnology and Oceanography*, 47, 943-952.
- Meyer, H., Dereviagin, A. Yu, Siegert, C., Hubberten, H.-W. (2002). Paleoclimate studies on Bykovsky Peninsula, North Siberia - hydrogen and oxygen isotopes in ground ice, *Polarforschung* 70, 37-51.
- Meyer, H., Dereviagin, A. Yu., Siegert, C., Schirrmeister, L., Hubberten, H.-W. (2002). Paleoclimate reconstruction on Big Lyakhovsky Island, North Siberia - Hydrogen and oxygen isotopes in ice wedges, *Permafrost and periglacial processes*, 13, 91-105.
- Michaelis, W., Seifert, R., Nauhaus, K., Treude, T., Thiel, V., Blumenberg, M., Knittel, K., Gieseke, A., Peterknecht, K., Pape, T., Boetius, A., Amann, R., Jorgensen, B.B., Widdel, F., Peckmann, J., Pimenov, N.V., Gulin, M.B. (2002). Microbial Reefs in the Black Sea Fueled by Anaerobic Oxidation of Methane, *Science*, 297, 1013-1015.
- Michels, K.H., Kuhn, G., Hillenbrand, C.-D., Diekmann, B., Fütterer, D.K., Grobe, H., Uenzelmann-Neben, G. (2002). The southern Weddell Sea: combined contourite-turbidite sedimentation at the southeastern margin of the Weddell Gyre, In: Stow, D.A.V., Pudsey, C., Howe, J.C., Faugères, J.-C. &

- Viana, A.R. (eds.), Deep-Water Contourite Systems: Modern Drifts and Ancient Series, Seismic and Sedimentary Characteristics, Geological Society, London, Memoirs, 22, 305-323.
- Michler, T., Aguilera, J., Hanelt, D., Bischof, K., Wiencke, C. (2002). Long term effects of ultraviolet radiation on growth and photosynthetic performance of polar and cold-temperate macroalgae, *Marine Biology* 140, 1117-1127.
- Mironov, D., Terzhevik, A., Kirillin, G., Jonas, T., Malm, J., Farmer, D. (2002). Radiatively-driven convection in ice-covered lakes: observations, scaling and a mixed-layer model, *Journal of Geophysical Research*, 107-110.
- Mock, T. (2002). In situ primary production in young Antarctic sea ice, *Hydrobiologia* 470, 127-132.
- Mock, T., Dieckmann, G., Haas, C., Krell, A., Tison, J.L., Belem, A., Papadimitriou, S., Thomas, D.N. (2002). Micro-optodes in sea ice: A new approach to investigate oxygen dynamics during sea ice formation, *Aquatic microbial ecology*, 29, 297-306.
- Mock, T., Kroon, B.M.A. (2002). Photosynthetic energy conversion under extreme conditions: I Important role of lipids as structural modulators and energy sink under N-limited growth in Antarctic sea ice diatoms, *Phytochemistry*, 61(1), 41-51.
- Mock, T., Kroon, B.M.A. (2002). Photosynthetic energy conversion under extreme conditions: II The significance of lipids under light limited growth in Antarctic sea ice diatoms, *Phytochemistry*, 61(1), 53-60.
- Mohn, C., Beckmann, A. (2002). The Upper Ocean Circulation at Great Meteor Seamount. Part I: Structure of Density and Flow Fields, *Ocean Dynamics*, 52, 179-193.
- Mohn, C., Bartsch, J., Meincke, J. (2002). Observations of the mass and flow field at Porcupine Bank, ICES *Journal of Marine Science*, 59, 380-392.
- Mohn, C., Beckmann, A. (2002). Numerical studies on flow amplification at an isolated shelfbreak bank, with application to Porcupine Bank, Continental Shelf Research, 22, 1325-1338.
- Montiel, A., Hilbig, B., Rozbaczyllo, R. (2002). New records to Chile of the family Paraonidae (Annelida: Polychaeta), *Helgoland Marine Research*, 56, 134-139.
- Montesor, M., Smetacek, V. (2002). The Impact of Harmful Algal Blooms, in: *Natural and Human-Modified Systems of Northern Europe*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2002, 457-471.
- Morriconi, E., Lomovasky, B., Calvo, J., Brey, T. (2002). The reproductive cycle of *Eurhomalea exalbida* (Chemnitz, 1795) (Bivalvia: Veneridae) in Ushuaia Bay, Invertebrate reproduction & development, 42, 61-68.
- Muench, R. D., Hellmer, H. H. (2002). The International DOVETAIL Program, *Deep-Sea Research II*, Vol. 49(21), 4711-4714.
- Muench, R.D., Padman, L., Howard, S.L., Fahrbach, E. (2002). Upper ocean diapycnal mixing in the northwestern Weddell Sea, *Deep-sea research part ii-topical studies in oceanography*, 49, 4843-4861.
- Mulvaney, R., Oerter, H., Peel, D.A., Graf, W., Arrow-smith, C., Pasteur, E.C., Knight, B., Littot, G.C., Miners, W.D. (2002). 1000-year ice core records from Berkner Island, Antarctic, *Annals of Glaciology*, 35, 45-51.
- Nauhaus, K., Boetius, A., Krüger, M., Widdel, F. (2002). In vitro demonstration of anaerobic oxidation of methane coupled to sulphate reduction in sediment from a marine gas hydrate area, *Environmental microbiology*, 4, 296-305.
- Naveira Garabato, A.C., Strass, V.H., Kattner, G. (2002). Fluxes of nutrients in a three-dimensional meander structure of the Antarctic Polar Front, *Deep-Sea Research II*, 49(18), 3771-3792.
- Niehoff, B., Madsen, S. D., Hansen, B. W., Nielsen, T. G. (2002). Reproductive cycles of three dominant Calanus species in Disko Bay, West Greenland, *Marine Biology* 140, 567-576.
- Niehoff, B., Schnack-Schiel, S.B., Cornils, A., Brichta,

- M. (2002). Reproductive activity of two dominant Antarctic copepod species, *Metridia gerlachei* and *Ctenocalanus citer*, in late autumn in the eastern Bellingshausen Sea, *Polar Biology*, 25, 583-590.
- Nimmergut, A., Abelmann, A. (2002). Spatial and seasonal changes of radiolarian standing stocks in the Sea of Okhotsk, *Deep-sea research I*, 49, 463-493.
- Nyssen, F., Brey, T., Lepoint, G., Bouquegneau, J.-M., Broyer, C. de, Dauby, P. (2002). A stable isotope approach to the eastern Weddell Sea trophic web: focus on benthic amphipods, *Polar Biology*, 25, 280-287 [DOI 10.1007/s00300-001-0340-0].
- Oerbaek, J.B., Holmen, K., Neuber, R., Plag, H.P., Lefauconnier, B., Prisco, G. de, Ito, H. (2002). The Changing Physical Environment - Proceedings from the sixth Ny-Aalesund international scientific seminar, Norsk Polarinstitutt INTERNRAPPORT, 10.
- Orejas, C., López, P., Gili, J. M., Teixidó, N., Gutt, J., Arntz, W. E. (2002). Distribution and reproductive ecology of the Antarctic octocoral *Ainigmaptilon antarcticum* in the Weddell Sea, *Marine ecology-progress series*, 231, 101-114.
- Passow, U. (2002). Transparent exopolymer particles (TEP) in aquatic environments, *Progress in oceanography*, 55, 287-333.
- Passow, U. (2002). Production of transparent exopolymer particles (TEP) by phyto- and bacterioplankton, *Marine Ecology Progress Series*, 236, 1-12.
- Peck, L.S., Pörtner, H.-O., Hardewig, I. (2002). Metabolic demand, oxygen supply and critical temperatures in the Antarctic bivalve, *Laternula elliptica*, *Physiological and biochemical zoology*, 75, 123-133.
- Pereira, A. F., Beckmann, A., Hellmer, H. H. (2002). Tidal mixing in the southern Weddell Sea: results from a three-dimensional model, *Journal of Physical Oceanography*, 32(7), 2151-2170.
- Pesant, S., Legendre, I., Gosselin, M., Bauerfeind, E., Budéus, G. (2002). Wind triggered events of phytoplankton downward flux in the Northeast Water Polynya, *Journal of Marine Systems*.
- Piepenburg, D., Schmid, M. K., Gerdes, D. (2002). The benthos off King George Island (South Shetland Islands, Antarctica): further evidence for a lack of a latitudinal biomass cline in the Southern Ocean, *Polar Biology* 25, 146-158.
- Pirrung, M., Fütterer, D., Grobe, H., Matthiessen, J., Niessen, F. (2002). Magnetic susceptibility and ice-rafted debris in surface sediments of the Nordic Seas: implications for isotope stage 3 oscillations, *Geo-Marine Letters*, 22, 1-11.
- Pirrung, M., Hillenbrand, C.D., Diekmann, B., Fütterer, D., Grobe, H., Kuhn, G. (2002). Magnetic susceptibility and ice-rafted debris in surface sediments of the Atlantic sector of the Southern Ocean, *Geo-Marine Letters*, 22, 170-180.
- Pollard, R.T., Bathmann, U., Dubischar, C., Read, J.F., Lucas, M. (2002). Zooplankton distribution and behaviour in the Southern Ocean from surveys with a towed Optical Plankton Counter, *Deep-Sea Research II*, 49, 3889-3915.
- Poppe, F., Hanelt, D., Wiencke, C. (2002). Changes in ultra-structure, photosynthetic activity and pigments in the Antarctic Red Alga *Palmaria decipiens* during acclimation to UV radiation, *Botanica Marina* 45, 253-261.
- Pörtner, H.-O. (2002). Environmental and functional limits to muscular exercise and body size in marine invertebrate athletes, *Comparative biochemistry and physiology a-molecular and integrative physiology*, 133, 303-321.
- Pörtner, H.-O. (2002). Climate change and temperature dependent biogeography: systemic to molecular hierarchies of thermal tolerance in animals, *Comparative biochemistry and physiology a-molecular and integrative physiology*, 132, 739-761.
- Pörtner, H.-O. (2002). Physiological basis of temperature dependent biogeography: tradeoffs in muscle design and performance in polar ectotherms, *Journal of experimental Biology*, 205, 2217-2230.

- Rachold, V., Grigoriev, M.N., Bauch, H.A. (2002). An estimation of the sediment budget in the Laptev Sea during the last 5,000 years, *Polarforschung* 70, 151-157.
- Radionov, V.F., Lamakin, M.V., Herber, A. (2002). Changes in the Aerosol Optical Depth of the Antarctic Atmosphere, *Physics of Atmosphere and Oceans*, 38, 205 - 210.
- Randall, C. E., Lumpe, J. D., Bevilacqua, R. M., Hoppel, K. W., Fromm, M. D., Salawitch, R. J., Swartz, W. H., Lloyd, S. A., Kyrö, E., Gathen, P. von der, Claude, H., Davies, J., DeBacker, H., Dier, H., Molyneux, M. J., Sancho, J. (2002). Reconstruction of three-dimensional ozone fields using POAM III during SOLVE, *Journal of Geophysical Research*, 107/D20, 8299, doi:10.1029/2001JD000471.
- Raper, S.C.B., Gregory, J.M., Stouffer, R.J. (2002). The Role of Climate Sensitivity and Ocean Heat Uptake on AOGCM Transient Temperature Response, *Journal of Climate*, 15, 124-130.
- Rathke, C., Notholt, J., Fischer, J., Herber, A. (2002). Properties of coastal Antarctic aerosol from combined FTIR spectrometer and sun photometer measurements, *Geophysical Research Letters*, Vol. 29, No. 23, 2131, 10.1029/2002GL015395.
- Read, J.F., Pollard, R.T., Bathmann, U. (2002). Physical and biological patchiness of an upper ocean transect from South Africa to the ice edge near the Greenwich Meridian, *Deep-Sea Research II*, 49, 3713-3733.
- Reeh, N., Oerter, H., Thomsen, H.H. (2002). Comparison between Greenland ice-margin and ice-core oxygen-18 records, *Annals of Glaciology*, 35, 136-144.
- Reeh, N., Mohr, J. J., Krabill, W. B., Thomas, R., Oerter, H., Gundestrup, N., Bøggild, C. E. (2002). Glacier specific ablation rate derived by remote sensing measurements, *Geophysical Research Letters*, Vol. 29, No. 16, 10.1029/2002GL015307.
- Reise, K., Gollasch, S., Wolff, W.J. (2002). Introduced marine species of the North Sea, In: Leppäkoski, E., Gollasch, S., Olenin, S. (eds.) *Invasive aquatic species of Europe: Distributions, impacts and management*. Kluwer Academic Publ., Dordrecht, 260-266.
- Reise, K. (2002). Sediment mediated species interactions in coastal waters, *Journal of sea research*, 48, 127-141.
- Rex, M., Salawitch, R.J., Harris, N.R.P., Gathen, P. von der, Braathen, G.O., Schulz, A., Deckelmann, H., Chipperfield, M., Sinnhuber, B.M., Reimer, E., Alfier, R., Bevilacqua, R., Hoppel, K., Fromm, M., Lumpe, J., Küllmann, H., Kleinböhl, A., Bremer, H., König, M. von, Künzi, K., Toohey, D., Vömel, H., Richard, E., Aikin, K., Jost, H., Greenblatt, J.B., Loewenstein, M., Podolske, J.R., Webster, C.R., Flesch, G.J., Scott, D.C., Herman, R.L., Elkins, J.W., Ray, E.A., Moore, F.L., Hurst, D.F., Romashkin, P., Toon, G.C., Sen, B., Margitan, J.J., Wennberg, P., Neuber, R., Allart, M., Bojkov, R.B., Claude, H., Davies, J., Davies, W., Backer, H. de, Dier, H., Dorokhov, V., Fast, H., Kondo, Y., Kyrö, E., Litynska, Z., Mikkelsen, I.S., Molyneux, M.J., Moran, E., Murphy, G., Nagai, T., Nakane, H., Parrondo, C., Ravegnani, F., Skrivankova, P., Viatte, P., Yushkov, V. (2002). Chemical loss of Arctic ozone in winter 1999/2000, *Journal of Geophysical Research*, 107/D20, 8276, doi:10.1029/2001JD000533.
- Rickaby, R.E.M., Schrag, D.P., Zondervan, I., Riebesell, U. (2002). Growth-rate dependence of Sr incorporation during calcification of *Emiliania huxleyi*, *Global Biogeochemical Cycles*, 16(1), 1408.
- Riebesell, U., Wolf-Gladrow, D.A. (2002). Supply and uptake of inorganic nutrients, in: Peter J. le B. Williams, David N. Thomas and Colin S. Reynolds (eds), *Phytoplankton Productivity - Carbon Assimilation in Marine and Freshwater Ecosystems*, Blackwell Science, p. 109-140.
- Riemann, F., Helmke, E. (2002). Symbiotic Relations

- of Sediment-Agglutinating Nematodes and Bacteria in Detrital Habitats: The Enzyme-Sharing Concept, *Marine ecology-pubblicazioni della stazione zoologica di napoli i*, 23 (2), 93-113.
- Rist, M.A., Sammonds, P.R., Oerter, H., Doake, C.M.S. (2002). Fracture of Antarctic shelf ice, *Journal of Geophysical Research*, 107 (B1), ECV 1-1 - ECV 1-13, DOI:10.1029/2000JB000058.
- Robertson, R., Visbeck, M., Gordon, A. L., Fahrbach, E. (2002). Long-term temperature trends in the deep waters of the Weddell Sea, *Deep-sea research part ii-topical studies in oceanography*, 49, No. 21, 4791-4806.
- Rogenhagen, J., Jokat, W. (2002). Origin of the gravity ridges and Anomaly-T in the southern Weddell Sea, *The Royal Society of New Zealand Bulletin* 35, 227-231.
- Rost, B., Zondervan, I., Riebesell, U. (2002). Light-dependent carbon isotope fractionation in the coccolithophorid *Emiliania huxleyi*, *Limnology and Oceanography*, 47, 120-128.
- Rudels, B., Fahrbach, E., Meincke, J., Budéus, G., Eriksson, P. (2002). The East Greenland Current and its contribution to the Denmark Strait overflow, *ICES Journal of Marine Science*, 59, 1133-1154.
- Ruiz-Tagle, N., Pörtner, H.O., Fernández, M. (2002). Full-time mothers: daily rhythms in brooding and non-brooding behaviors in Brachyuran crabs, *Journal of experimental marine biology and ecology*, 276, 31-47.
- Rutgers van der Loeff, M. M., Buesseler, K., Bathmann, U., Hense, I., Andrews, I. (2002). Comparison of carbon and opal export rates between summer and spring bloom periods in the region of the Antarctic Polar Front, SE Atlantic, *Deep-Sea Research II*, 49, 3849-3869.
- Rutgers van der Loeff, M.M., Meyer, R., Rudels, B., Rachor, E. (2002). Resuspension and particle transport in the Benthic Nepheloid Layer in and near Fram Strait in relation to faunal abundances and ²³⁴Th depletion, *Deep-sea research*, 49(11), 1941-1958.
- Ruth, U., Wagenbach, D., Bigler, M., Steffensen, J. P., Röthlisberger, R., Müller, H. (2002). High resolution microparticle profiles at NGRIP: case studies of the calcium - dust relationship, *Annals of Glaciology*, 35, 237-242.
- Röthlisberger, R., Hutterli, M., Wolff, E. W., Mulvaney, R., Fischer, H., Bigler, M., Goto-Azuma, K., Hansson, M. E., Ruth, U., Siggaard-Andersen, M.-L., Steffensen, J. P. (2002). Nitrate in Greenland and Antarctic ice cores: a detailed description of post-depositional processes, *Annals of Glaciology*, 35, 209-216.
- Saborowski, R., Bröhl, S., Tarling, G.A., Buchholz, F. (2002). Metabolic properties of Northern krill, *Meganyctiphanes norvegica*, from different climatic zones: Respiration and excretion, *Marine Biology*, 140, 547-556.
- Saborowski, R., Buchholz, F. (2002). Metabolic properties of Northern krill, *Meganyctiphanes norvegica*, from different climatic zones: Enzyme characteristics and activities, *Marine Biology*, 140, 557-565.
- Saez, A. G., Medlin, L. K. (2002). Phylogenetic analyses: Nucleotide substitution models come of age, *The Phycologist*, 62, 8-10.
- Saier, B. (2002). Subtidal and intertidal mussel beds (*Mytilus edulis* L.) in the Wadden Sea: Diversity differences of associated epifauna, *Helgoland Marine Research*, 56, 44-50.
- Salawitch, R. J., Margitan, J. J., Sen, B., Toon, G. C., Osterman, G. B., Rex, M., Elkins, J. W., Ray, E. A., Moore, F. L., Hurst, D .F., Romashkin, P. A., Bevilacqua, R. M., Hoppel, K. W., Richard, E. C., Bui, T. P. (2002). Chemical loss of ozone during the Arctic winter of 1999/2000: An analysis based on balloon-borne observations, *Journal of Geophysical Research*, 107/D20, 8269, doi:10.1029/2001JD000620.

- Sandhage, K.H., Dickerson, M.B., Huseman, P.M., Caranna, M.A., Clifton, J.D., Bull, T.A., Heibel, T.J., Overton, W.R., Schoenwaelder, M.E.A. (2002). A Novel, Bioclastic Route to Self-Assembled, 3D, Chemically-Tailored Meso/Nanostructures: Shape preserving Reactive Conversion of Biosilica (Diatom) Microshells, *Advanced Materials*, 14, 429-433.
- Sarradin, M., Olu Leroy, K., Ondréas, H., Sibuet, M., Klages, M., Fouquet, Y., Savoye, B., Drogou, J. F., Michel, J. L. (2002). Evaluation of the first year of scientific use of the French ROV VICTOR 6000, *Underwater Technology*, Tokyo, Japan, 11-16.
- Sarradin, P.-M., Olu Leroy, K., Ondréas, H., Sibuet, M., Klages, M., Fouquet, Y., Savoye, B., Drogou, J.-F., Michel, J.-L. (2002). Evaluation of the first year of scientific use of the French ROV Victor 6000, *Underwater technology*, Proceedings of the 2002 International Symposium, Tokyo.
- Schanz, A., Polte, P., Asmus, H. (2002). Cascading effects of hydrodynamics on an epiphyte-grazer system in intertidal seagrass beds of the Wadden Sea, *Marine Biology*, 141, 287-297.
- Schauer, U., Loeng, H., Rudels, B., Ozhigin, V. K., Dieck, W. (2002). Atlantic water flow through the Barents and Kara Seas, *Deep-Sea Research I*, 49, 12, pp. 2281-2298.
- Schauer, U., Rudels, B., Jones, E. P., Anderson, L. G., Muench, R. D., Björk, G., Swift, J. H., Ivanov, V., Larsson, A.-M. (2002). Confluence and redistribution of Atlantic water in the Nansen, Amundsen and Makarov basins, *Annales Geophysicae*, 20 (2), 257 - 273.
- Schirrmeister, L., Oezen, D., Geyh, M.A. (2002). ²³⁰Th/^U dating of frozen peat, Bol'shoy Lyakhovsky Island (North Siberia)mh, *Quaternary research*, 57, 253-258 .
- Schirrmeister, L., Siegert, C., Kuznetsova, T., Kuzmina, S., Andreev, A.A., Kienast, F., Meyer, H., Bobrov, A.A. (2002). Paleoenvironmental and paleoclimatic records from permafrost deposits in the Arctic region of Northern Siberia, *Quaternary International*, 89, 97-118.
- Schirrmeister, L., Siegert, C., Kunitzky, V.V., Grootes, P.M., Erlenkeuser, H. (2002). Late Quaternary ice-rich permafrost sequences as an paleoenvironmental archive for the Laptev Sea Region in northern Siberia, *International journal of earth sciences*, 91, 154-167.
- Schlitzer, R. (2002). Carbon export fluxes in the Southern Ocean: results from inverse modeling and comparison with satellite based estimates, *Deep-sea research ii*, 49, 1623-1644.
- Schlitzer, R. (2002). Interactive analysis and visualization of geoscience data with Ocean Data View, *Computers & geosciences*, 28, 1211-1218.
- Schlosser, E., Lipzig, N. van, Oerter, H. (2002). Temporal variability of accumulation at Neumayer station, Antarctica, from stake array measurements and a regional atmospheric model, *Journal of Glaciology*, Vol 48, no. 160, 87-94.
- Schlosser, E., Oerter, H. (2002). Seasonal variations of accumulation and the isotope record in ice cores: a study with surface snow samples and firn cores from Neumayer station, Antarctica, *Annals of Glaciology*, 35, 97-101.
- Schlosser, E., Oerter, H. (2002). Shallow firn cores from Neumayer, Ekströmsisen - A comparison of accumulation rates and stable isotope ratios, *Annals of Glaciology*, 35, 91-96.
- Schlüter, M. (2002). Fluid Flow in Continental Margin Sediments, IN: Wefer, G., Billett, D., Hebbeln, D., Joergensen, B. B., Schlüter, M., and van Weering, T.C.E.(eds), *Ocean Margin Systems*, Springer, 205-217.
- Schodlok, M. P., Hellmer, H. H., Beckmann, A. (2002). On the transport, variability and origin of dense water masses crossing the South Scotia Ridge, *Deep-Sea Research II*, Vol. 49, 21, pp. 4807-4825.
- Schoeberl, M. R., Newman, P. A., Lait, L. R., McGee,

- T., Burris, J., Browell, E. V., Grant, W., Richard, E., Gathen, P. von der, Bevilacqua, R., Mikkelsen, I. S. (2002). An assessment of the ozone loss during the 1999-2000 SOLVE/THESEO 2000 Arctic campaign, *Journal of Geophysical Research*, 107/D20, 8261, doi:10.1029/2001JD000412.
- Schoenwaelder, M.E.A. (2002). The occurrence and cellular significance of physodes in brown algae. (*Phycological Reviews* 21), *Phycologia* 41, 125-139.
- Schoenwaelder, M.E.A. (2002). Physode distribution and the effect of „thallus sunburn“ in *Hormosira banksii* (Fucales, Phaeophyceae), *Botanica Marina*, 45, 262-266.
- Schröder, M., Hellmer, H. H., Absy, J. M. (2002). On the near-bottom variability in the northwestern Weddell Sea, *Deep-sea research ii*, Vol. 49, 21, pp. 4767-4790.
- Schröter, J., Losch, M., Sloyan, B. (2002). Impact of the Gravity Field and Steady-State Ocean Circulation Explorer (GOCE) mission on ocean circulation estimates 2. Volume and heat transports across hydrographic sections of unequally spaced stations, *Journal of Geophysical Research*, 107 (C2), 4-1-4-20.
- Schwamborn, G., Rachold, V., Grigoriev, M. N. (2002). Late Quaternary Sedimentation History of the Lena Delta, *Quaternary international*, 89, 119-134.
- Schwamborn, G., Andreev, A. A., Rachold, V., Hubberten, H. W., Grigoriev, M. N., Tumskov, V., Pavlova, E. Y., Dorozhkina, M. V. (2002). Evolution of Lake Nikolay, Arga Island, Western Lena River delta, during Late Pleistocene and Holocene time, *Polarforschung*, 70, 69-82.
- Schwamborn, G., Dix, J. K., Bull, J. M., Rachold, V. (2002). High-resolution seismic and ground penetrating radar - geophysical profiling of a thermokarst lake in the western Lena Delta, Northern Siberia, *Permafrost and periglacial processes*, 13, 4, 259-269.
- Sharp, J.H., Rinker, K.R., Savidge, K.B., Abell, J., Benaim, J.Y., Bronk, D., Burdige, D.J., Cauwet, G., Chen, W., Doval, M.D., Hansell, D., Hopkinson, C., Kattner, G., Kaumeyer, N., McGlathery, K.J., Merriam, J., Morley, N., Nagel, K., Ogawa, H., Pollard, C., Pujo-Pay, M., Raimbault, P., Sambrotto, R., Seitzinger, S., Spyres, G., Tirendi, F., Walsh, T.W., Wong, C.S. (2002). A preliminary methods comparison for measurement of dissolved organic nitrogen in seawater, *Marine Chemistry*, 78, 171-184.
- Siegert, C., Schirrmeister, L., Babiy, O. (2002). The sedimentological, mineralogical and geochemical composition of late Pleistocene deposits from the ice complex on the Bykovsky peninsula, northern Siberia, *Polarforschung*, 70, 3-11.
- Siggaard-Andersen, M.-L., Steffensen, J. P., Fischer, H. (2002). Lithium in Greenland ice cores measured by ion chromatography, *Annals of Glaciology*, Vol 35, 243-249.
- Sims, P. A., Crawford, R. M. (2002). The morphology and taxonomy of the marine centric diatom genus *Paralia*. II. *Paralia crenulata*, *P. fausta*, and the new species *P. hendeyi*, *Diatom Research*, 2002, 17, 363-382.
- Smetacek, V., Klaas, C., Menden-Deuer, S., Rynearson, T.A. (2002). Mesoscale distribution of dominant diatom species relative to the hydrographical field along the Antarctic Polar Front, *Deep-Sea Research II*, 49, 3835-3848.
- Smetacek, V. (2002). Mind-grasping gravity, *Nature*, 415, 481.
- Smetacek, V. (2002). The ocean's veil, *Nature*, 419, 565.
- Smetacek, V., Wefer, G., Alheit, J., Lamy, F., Kraker, A. de, Flemming, B., Lindeboom, H., Streif, H., Weering, T. van, Storch, H. von (2002). Climate and Human Induced Impacts on the Coastal Zone of the Southern North Sea, in: *Climate Development and History of the North Atlantic Realm*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 473-486.
- Smetacek, V., Montresor, M., Verity, P. (2002). Marine productivity: Footprints of the past and steps into the future, In: *Phytoplankton Productivity*, P. J. le B. Williams, D. N. Thomas, C. S. Reynolds (Eds.), 350-369.

- Sokolov, E.P., Sokolova, I.M., Pörtner, H.O. (2002). Polymorphic microsatellite DNA markers from the marine gastropod *Littorina saxatilis*, *Molecular ecology notes*, 2, 27-29.
- Sommer, A.M., Pörtner, H.-O. (2002). Metabolic cold adaptation in the lugworm *Arenicola marina* (L.): comparison of a White Sea and a North Sea population, *Marine Ecology Progress Series* 240, 171-182.
- Sommer, U., Berninger, U.-G., Böttger-Schnack, R., Cornils, A., Hagen, W., Hansen, T., Najjar, T. Al, Post, A. F., Schnack-Schiel, S. B., Stibor, H., Stübing, D., Wickham, S. (2002). Grazing during early spring in the Gulf of Aqaba and the Northern Red Sea, *Marine ecology-progress series*, 239, 251-261.
- Stanev, E., Beckers, J. M., Lancelot, C., Staneva, J., Le Traon, P. Y., Peneva, E., Gregoire, M. (2002). Coastal-open ocean exchange in the Black Sea: Observations and modeling, *Estuarine coastal and shelf science*, 54, 601-620.
- Staneva, J., Stanev, E. (2002). Water mass formation in the Black Sea during 1991-1995, *Journal of Marine Systems*, 32, 199-218.
- Starmans, A., Gutt, J. (2002). Mega-epibenthic diversity: a polar comparison, *Marine Ecology Progress Series*, 225, 45-52.
- Stein, R., Niessen, F., Dittmers, D., Levitan, M., Schoster, F., Simstich, J., Steinke, T., Stepanets, O.V. (2002). Siberian River Run-Off and Late Quaternary Glaciation in the Southern Kara Sea, Arctic Ocean: Preliminary Results, *Polar Research*, 21, 315-322.
- Stoll, M.H.C., Thomas, H., Baar, H.J.W. de, Zondervan, I., Jong, E. de, Bathmann, U.V., Fahrbach, E. (2002). Biological versus physical processes as drivers of large oscillations of the air-sea CO₂ flux in the Antarctic Marginal Ice Zone during summer, *Deep-Sea Research I*, 49, 1651-1667.
- Strass, V. H., Naveira Garabato, A. C., Bracher, A. U., Pollard, R. T., Lucas, M. I. (2002). A 3-D mesoscale map of primary production at the Antarctic Polar Front: results of a diagnostic model, *Deep-Sea Research II*, 49(18), 3813-3834.
- Strass, V.H., Bathmann, U.V., Rutgers van der Loeff, M.M., Smetacek, V. (2002). Mesoscale physics, biogeochemistry and ecology of the Antarctic Polar Front, Atlantic Sector: An Introduction to and summary of cruise ANT-XIII/2 of RV Polarstern, *Deep-Sea Research II*, 49, 3707-3711.
- Strass, V.H., Naveira Garabato, A.C., Pollard, R.T., Fischer, H.I., Hense, I., Allen, J.T., Read, J.F., Leach, H., Smetacek, V. (2002). Mesoscale frontal dynamics: Shaping the environment of primary production in the Antarctic Circumpolar Current, *Deep-Sea Research II*, 49, 3735-3769.
- Strasser, M., Dekker, R., Essink, K., Günther, C.-P., Jaklin, S., Kröncke, I., Madsen, P.B., Michaelis, H., Vedel, G. (2002). How predictable is high bivalve recruitment in the Wadden Sea after a severe winter? *Journal of sea research*, 49, 47-57.
- Strasser, M. (2002). Reduced epibenthic predation on intertidal bivalves after a severe winter in the European Wadden Sea, *Marine Ecology Progress Series* 241, 113-123.
- Sugita, T., Yokota, T., Nakajima, H., Kanzawa, H., Nakane, H., Gernandt, H., Yushkov, V., Shibasaki, K., Deshler, T., Kondo, Y., Godin, S., Goutail, F., Pommereau, J.-P., Camy-Peyret, C., Payan, S., Jeseck, P., Renard, J.-B., Bosch, H., Fitzenberger, R., Pfeilsticker, K., Koenig, M. von, Bremer, H., Kullmann, H., Schlager, H., Margitan, J.J., Stachnik, B., Toon, G.C., Jucks, K., Traub, W.A., Johnson, D.G., Murata, I., Fukunishi, H., Sasano, Y. (2002). Validation of ozone measurements from the Improved Limb Atmospheric Spectrometer (ILAS), *Journal of Geophysical Research*, Vol. 107, D24, 8212, doi:10.1029/2001JD000602.
- Sukhotin, A. A., Abele, D., Pörtner, H.O. (2002). Growth, metabolism and lipid peroxidation in *Mytilus edulis* L.: age and size effects, *Marine ecology-*

- progress series, 226, 223-234.
- Svendsen, H., Beszczynska-Møller, A., Hagen, J. O., Lefauconnier, B., Tverberg, V., Gerland, S., Bischof, K., Papucci, C., Zajaczkowski, M., Azzolini, R., Bruland, O., Wiencke, C., Winther, J. G., Dallmann, W. (2002). The physical environment of Kongsfjorden-Krossfjorden, an Arctic fjord system in Svalbard, *Polar research*, 21, 133-166.
- Tapella, F., Lovrich, G. A., Romero, M. C., Thatje, S. (2002). Reproductive biology of the crab *Munida subrugosa* (Decapoda: Anomura: Galatheididae) in the Beagle Channel, Argentina, *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 82 (4), 589-595.
- Teixidó, N., Garrabou, J., Arntz, W. E. (2002). Spatial pattern quantification of Antarctic benthic communities using Landscape indices, *Marine ecology-progress series*, 242, 1-14.
- Thiede, J., Bauch, D., Erlenkeuser, H., Winckler, G., Pavlova, G. (2002). Carbon isotopes and habitat of polar planktic foraminifera in the Okhotsk Sea: the „carbonate ion effect“ under natural conditions, *Marine Micropaleontology*, 45(2), 83-99.
- Thiel, V., Blumenberg, M., Hefter, J., Pape, T., Pomponi, S., Reed, J., Reitner, J., Wörheide, G., Michaelis, W. (2002). A chemical view of the most ancient metazoa - biomarker chemotaxonomy of hexactinellid sponges, *Naturwissenschaften*, 89, 60-66.
- Thomas, D., Dieckmann, G. (2002). Antarctic Sea Ice-a Habitat for Extremophiles, *Science*, 295, 641-644.
- Thomas, D.N., Dieckmann, G.S. (2002). Biogeochemistry of Antarctic Sea Ice, *Oceanography and marine biology*, 40, 143-169.
- Thoms, S. (2002). Hydrogen Bonds and the Catalytic Mechanism of Human Carbonic Anhydrase II, *Journal of theoretical biology*, 215, 399-404.
- Thorsteinsson, Th., Sigurðsson, O., Jóhannesson, T., Larsen, G., Wilhelm, F. (2002). Ice core drilling on the Hofsjökull ice cap, *Jökull*, 51, 25-41.
- Tillmann, U., John, U. (2002). Toxic effects of Alexandrium spp. on heterotrophic dinoflagellates: an allochemical defence mechanism independent of PSP-toxin content, *Marine Ecology Progress Series*, 230, 47-58.
- Tillmann, U., Reckermann, M. (2002). Dinoflagellate grazing on the raphidophyte *Fibrocapsa japonica*, *Aquatic microbial ecology*, 26 (3), 247-257.
- Timmermann, R., Hellmer, H. H., Beckmann, A. (2002). Simulations of ice-ocean dynamics in the Weddell Sea. Part II: Interannual variability 1985 - 1993, *Journal of Geophysical Research*, 107(C3), 10.1029/2000JC000742.
- Timmermann, R., Beckmann, A., Hellmer, H. H. (2002). Simulation of ice-ocean dynamics in the Weddell Sea. Part I: Model configuration and validation, *Journal of Geophysical Research*, 107(C3), 10.1029/2000JC000741.
- Tison, J.L., Haas, C., Gowing, M.M., Sleewaegen, S., Bernard, A. (2002). Tank study of physico-chemical controls on gas content and composition during growth of young sea ice, *Journal of Glaciology*.
- Torres, G., Giménez, L., Anger, K. (2002). Effects of reduced salinity on the biochemical composition (lipid, protein) of zoea 1 decapod crustacean larvae, *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 277, 43-60.
- Tranter, M., Huybrechts, P., Munhoven, G., Sharp, M.J., Brown, G.H., Jones, I.W., Hodson, A.J., Hodgkins, R., Wadham, J.L. (2002). Direct effect of ice sheets on terrestrial bicarbonate, sulphate and base cation fluxes during the last glacial cycle: minimal impact on atmospheric CO₂ concentrations, *Chemical Geology*, 190, 33-44.
- Tremblay, J.E., Lucas, M.I., Kattner, G., Pollard, R., Bathmann, U.V., Strass, V.H., Bracher, A. (2002). Significance of the Polar Frontal Zone for large-sized diatoms and new production during summer in the Atlantic Sector of the Southern Ocean, *Deep-Sea Research II*, 49, 3793-3811.

- Udintsev, G. B., Gersonde, R., Teterin, D. E., Schenke, H. -W., Beresnev, A. F., Gohl, K., Titaeva, N. A., Fenogenov, A. N., Kurentsova, N. A., Roshchina, I. A. (2002). Peter I Island, Pacific Ocean, western Antarctic, *Doklady Earth Sciences*, 386 (7), 821-826.
- Urban, H.-J. (2002). Modeling growth of different developmental stages in bivalves, *Marine ecology-progress series*, 238, 109-114.
- Usbeck, R., Rutgers van der Loeff, M., Hoppema, M., Schlitzer, R. (2002). Shallow remineralization in the Weddell Gyre, *Geochemistry geophysics geosystems*, Vol. 3, No. 1, 10.1029/2001GC000182.
- Velez-Belchi, P., Allen, J.T., Strass, V.H. (2002). A new way to look at mesoscale zooplankton distributions: an application at the Antarctic Polar Front, *Deep-Sea Research II*, 49(18), 3917-3929.
- Verity, P. G., Smetacek, V., Smayda, T. J. (2002). Status, trends and the future of the marine pelagic ecosystem, *Environmental Conservation*, 29, 207-237.
- Verkulich, S. R., Melles, M., Hubberten, H. -W., Pushina, Z. V. (2002). Holocene environmental changes and development of Figurnoye Lake in the southern Bunger Hills, East Antarctica, *Journal of Paleolimnology*, 28, 253-267.
- Voelker, C., Wallace, D.W.R., Wolf-Gladrow, D.A. (2002). On the role of heat fluxes in the uptake of anthropogenic carbon in the North Atlantic, *Global Biogeochemical Cycles*, 16(4), 1138, doi:10.1029/2002GB001897.
- Vopel, K., Reick, C. H., Arlt, G., Pöhn, M., Ott, J. A. (2002). Flow microenvironment of two marine peritrich ciliates with ectobiotic chemoautotrophic bacteria, *Aquatic Microbial Ecology*, 29, 19-28.
- Walter, U., Buck, B. H., Rosenthal, H. (2002). Marikultur im Nordseeraum: Status Quo, Probleme und Tendenzen, In: Lozán, J. L., E. Rachor, K. Reise, J. Sündermann & H. v. Westernhagen (Hrsg.). *Warnsignale aus Nordsee und Wattenmeer - Eine aktuelle Umweltbilanz*. GEO, Hamburg, 122-131.
- Wang, R., Abelmann, A. (2002). Radiolarian responses to paleoceanographic events of the South China Sea during the Pleistocene, *Marine micropaleontology*, 46, 25-44.
- Wang, Y., Thorsteinsson, T., Kipfstuhl, J., Miller, H., Dahl-Jensen, D., Shoji, H. (2002). A vertical girdle fabric in the NGRIP deep ice core, North Greenland, *Annals of Glaciology*, 35, 515-520.
- Weller, R., Jones, A. E., Wille, A., Jacobi, H. W., McIntyre, H. P., Sturges, W. T., Huke, M., Wagenbach, D. (2002). Seasonality of reactive nitrogen oxides (NO_y) at Neumayer Station, Antarctica, *Journal of Geophysical Research*, 107(D23), 4673, doi:10.1029/2002JD002495.
- Wenzel, M., Schröter, J. (2002). Assimilation of TOPEX/Poseidon data in a global ocean model: Differences in 1995-1996, *Physics and chemistry of the earth*, 27, 1433-1437.
- Westernhagen, H. von, Dethlefsen, V., Bade, T., Wosniok, W. (2002). Species assemblages of pelagic fish embryos in the southern North Sea between 1984 and 2000, *Helgoland Marine Research*, 55, 242-251.
- Wichels, A., Gerdtts, G., Schütt, C. (2002). *Pseudomonas phages*, a significant group of marine bacteriophages in the North Sea, *Aquatic microbial ecology*, 27, 233-239.
- Wiencke, C., Clayton, M.N. (2002). Antarctic Seaweeds, *Synopses of the Antarctic Benthos*, Vol. 9, A.R.G. Gantner Verlag KG, Rugell/Lichtenstein, 239 p.
- Wigley, T.M.L., Raper, S.C.B. (2002). Reasons for larger warming projections in the IPCC Third Assessment Report, *Journal of Climate*, 15, 2945-2952.
- Wildeboer Schut, E., Uenzelmann-Neben, G., Gersonde, R. (2002). Seismic evidence for bottom current activity at the Agulhas Ridge, *Global and Planetary Change*, 34, 185-198.
- Wilson, R. P., Grémillet, D., Syder, J., Kierspel, M. A. M., Garthe, S., Weimerskirch, H., Schäfer-Neth, C., Scolaro, J. A., Bost, C. A., Plötz, J., Nel, D.

- (2002). Remote-sensing systems and seabirds: their use, abuse and potential for measuring marine environmental variables, *Marine Ecology Progress Series*, 228, 241-261.
- Winter, A., Rost, B., Hilprecht, H., Elbrächter, M. (2002). Vertical and horizontal distribution of coccolithophores in the Caribbean Sea, *Geo-marine letters* 22, 150-161.
- Winzer, K., Noorden, C.J.F. Van, Koehler, A. (2002). Sex-specific biotransformation and detoxification after xenobiotic exposure of primary cultured hepatocytes of European Flounder (*Platichthys flesus L.*), *Aquatic toxicology*, 59, 17-3,
- Winzer, K., Noorden, C.J.F. van, Koehler, A. (2002). Glucose- 6-phosphate dehydrogenase: the key to sex-related xenobiotic toxicity in hepatocytes of European flounder (*Platichthys flesus*), *Aquatic toxicology*, 56, 275-288 .
- Wolff, W.J., Reise, K. (2002). Oyster imports as a vector for the introduction of alien species into the northern and western European waters, In: Leppäkoski, E., Gollasch, S., Olenin, S. (eds.) *Invasive aquatic species of Europe: Distributions, impacts and management*. Kluwer Academic Publisher, Dordrecht, 193-205.
- Wyllie-Echeverria, S., Gunnarsson, K., Mateo, M. A., Borg, J. A., Renom, P., Kuo, J., Schanz, A., Hellblom, F., Jackson, E., Pergent, G., Pergent-Martini, C., Johnson, M., Sanchez-Lizaso, J., Boudouresque, C. F., Aioi, K. (2002). Protecting the seagrass biome: report from the traditional seagrass knowledge working group, *Bulletin of marine science*, 71(3), 1415-1417.
- Zeebe, R.E., Sanyal, A. (2002). Comparison of two potential strategies of planktonic foraminifera for house building: Mg₂+ or H+ removal?, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 66(7), 1159-1169.
- Zielinski, U., Gersonde, R. (2002). Plio-Pleistocene diatom biostratigraphy from ODP Leg 177, Atlantic sector of the Southern Ocean, *Marine Micropaleontology*, 45, 225-268.
- Zielinski, U., Bianchi, C., Gersonde, R., Kunz-Pirrung, M. (2002). Last occurrence datums of the diatoms *Rouxia leventerae* and *R. constricta*: Indicators for marine isotope stages 6 and 8 in Southern Ocean sediments, *Marine Micropaleontology*, 16, 127-137.
- Zondervan, I., Rost, B., Riebesell, U. (2002). Effect of CO₂ concentration on the PIC/POC ratio in the coccolithophore *Emiliania huxleyi* grown under light-limiting conditions and different daylengths, *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 272, 55-70.
- 2002, nicht begutachtet**
- Aahke, A., Hohmann, C., Kierdorf, C., Matthiessen, J., Vernaleken, J. (2002). Structure and geological processes, The expedition ARKTIS XVII/1 of the Research Vessel POLARSTERN in 2001, ed. E. Fahrbach, *Reports on Polar and Marine Research*, Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research, Bremerhaven, 433, 15-19.
- Amon, R.M.W. (2002). The Biogeochemistry of Dissolved Organic Matter in Aquatic Ecosystems - An Overview, In: *The Vienna School of Marine Biology - A Tribute to Jörg Ott*.
- Bietz, H. (2002). Historische Wattforschung: Was können wir aus den alten Gegensätzen lernen? *Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für Meeresforschung*, 4, 8-13.
- Boebel, O., Fahrbach, E. (2002). Weddell Sea inflow from floats, *International WOCE Newsletter*, Number 42, pp. 22-24.
- Boetius, A., Klages, M., Sauter, E., Schlüter, M. (2002). Leben an untermeerischen Schlammvulkanen, *Zweijahresbericht 2000/2001 der Stiftung Alfred- Wegener-Institut*, pp. 80-85.
- Boetius, A., Nadalig, T., Sauter, E. (2002). Microbial methane turnover in sediments and bottom waters of

- the Hakon Mosby Mud Vulcano (HMMV), Berichte zur Polar- und Meeresforschung, 422, 37-46.
- Brannemann, M., Gomez, M. (2002). Digital document delivery and interlibrary lending to distant research station branches, In: Managing resources in a sea of change : proceedings of the 27th Annual Conference of the International Association of Aquatic and Marine Science Libraries and Information Centers (IAMSLIC) and the 9th Conference of the European Association of Aquatic Sciences Libraries and Information Centres (EURASLIC) : Joint IAMSLIC/ EURASLIC Conference held 14-19 October, 2001 at Brest, France / eds James W. Markham [u.a.], S. 195-203.
- Brückner, S., Dickmann, M., Hasemann, C., Juterzenka, K. v., Renneberg, T., Schewe, I., Schott, T., Quéric, N. (2002). Benthic distribution patterns and turnover processes, Berichte zur Polar- und Meeresforschung, 233, 19-21.
- Brückner, S., Hasemann, C., Juterzenka, K. v., Premke, K., Quéric, N., Schewe, I., Wegner, J. (2002). Deep-sea Biology. I. Causes and effects of physical, chemical and biological gradients in the deep sea. II. Investigations on the dynamics of benthic bacterial communities and their impact on small-scale heterogeneity patterns of Arctic deep-sea sediments. III. „Food-falls“ - natural disturbances at the seafloor of the deep sea, Berichte zur Polar- und Meeresforschung, 233, 36-40.
- Buck, B. H., Walter, U. (2002). Meterweise Muscheln - alternative Saatmuschelgewinnung, Fischerblatt, 9, 281-284.
- Buck, B. H., Walter, U. (2002). Fischereiliche Nutzungspotentiale von Offshore-Windparks, Fischerblatt, 5, 163-166.
- Buck, B. H. (2002). Offshore-Windparks und Green Aquaculture, In: Fascination Offshore - Use of Renewable Energies at Sea. Övermöhle, K. und Lehmann, K.-P. (Eds.). Report 2002. 214 pp., 70-74.
- Bulnheim, H. P. (2002). Verweiblichende Wirkung von Mikrosporidien. Naturwissenschaftliche Rundschau 55, 43-44.
- Buschbaum, C. (2002). Wo die Quallen quellen an den Strand, Sylt Magazin, 46-47.
- Christophe, A., Klages, M. (2002). The Remotely Operated Vehicle (ROV) „VICTOR 6000“: description of the system and technical report about the missions, Berichte zur Polar- und Meeresforschung, 422, 7-11.
- Danilov, S., Gryanik, V. M. (2002). Vorticity structure and energy spectra in quasi-stationary beta-plane turbulence with a strong zonal component, Berichte aus dem Fachbereich Physik, No. 107, 21 Seiten.
- Dieckmann, G., Thomas, D., Mock, T. (2002). Leben im Meereis, Spektrum der Wissenschaft; Dossier: Leben im All, p. 13-15.
- Dittert, N., Diepenbroek, M., Grobe, H., Schlitzer, R., Sieger, R., Wefer, G. (2002). WDC-MARE/PANGAEA: a convenient RDBMS partner with MARGINS ? MARGINS Newsletter, 9, 16-21.
- Dittmers, K., Niessen, F. (2002). Physical properties of sediment cores, Reports on Polar and Marine Research, 419, 74-80.
- Eckert, C., Vennemann, T. W., Hubberten, H. -W. (2002). Oxygen isotope analysis of biogenic silica in sponge skeletons as a possible tool for palaeoclimatology, Bollettino dei Musei e degli Istituti Biologici dell' Università di Genova, 66-67, 61.
- Eckstaller, A., Büsselberg, T., Hoffmann, M., Koenig, M., Krull, S., Neumann, U. (2002). Observatorien > Geophysik-Observatorium NEUMAYER, Reports on Polar and Marine Research, Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research, Bremerhaven, 404, 46-56.
- Engel, M. (2002). Are resting eggs an overwintering strategy of neritic calanoid copepods in the Kara Sea? Berichte zur Polar- und Meeresforschung, 419, 52-53.

- Engel, M. (2002). Spatial distribution of zooplankton in the southern Kara Sea, *Berichte zur Polar- und Meeresforschung*, 419, 50-51.
- Fischer, H., Köhler, P. (2002). RESPIC (Nachwuchsforschergruppe) - Paläoklimatische Veränderungen des Kohlenstoffkreislaufes, *Proceedings of DEKLIM Kickoff Seminar*, 25.-26.02.2002, Bad Honnef, Germany, p. 24-26.
- Fraembs, H., Kinder, M., Hielen, B., Böhme, B., Günther, C. P., Rachor, E., Cordes, H., Mossakowski, D. (2002). Renaturierung salzbeeinflusster Lebensräume an der Nordseeküste. *Salzwiesenprojekt Wurster Küste*, BfN-Skripten (Bonn), 68, 325 + Anhänge.
- Fritzsche, D., Wilhelms, F., Pinglot, J.F., Meyer, H., Schütt, R., Weiler, K., Savatyugin, L.M., Müller, H., Hubberten, H.-W. (2002). 724-meter deep ice core from Academy of Sciences Ice Cap (Severnaya Zemlya) - accumulation rate, preliminary time scaling and data resolution, *Terra Nostra*, Schriften der Alfred-Wegener Stiftung, 2002/3, 43.
- Garcia, E., Maksym, T., Simard, M., Dierking, W., Woert, M. Van, Nghiem, S. V., Germain, K. St. (2002). A comparison of sea ice field observations in the Barents Sea marginal ice zone with satellite SAR data, *IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium, IGARSS '02*, Vol. 5, 3035-3037.
- Gauger, S., Hatzky, J., Hartmann, T. (2002). *Polarstern Arctic XVII/2*, Cruise Report: AMORE 2001 (Arctic Mid-Ocean Ridge Expedition), Thiede, J. (ed), *Reports on Polar and Marine Research*, 421 (2002), Bathymetry, pp. 94-99, Alfred Wegener Institute, Bremerhaven, Germany.
- Gauger, S., Hartmann, T., Hatzky, J., Schenke, H. W. (2002). Processing, Analysing and Visualisation of Multibeam Sonar Data from Different Systems Gathered during the AMORE-Expedition to Gakkel Ridge, *HYDRO 2002 - 13th Biennial International Hydrographic Symposium*, Kiel, Germany, Kiel, Germany.
- Gayet, J.-F., Auriol, F., Immler, F., Schrems, O., Minikin, A., Petzold, A., Ovarlez, J., Ström, J. (2002). Microphysical and optical properties of a wave-cirrus cloud sampled during the INCA experiment, *AMS, 11th Conference on Cloud Physics 3—7 June 2002 in Ogden, UT*.
- Geibert, W. (2002). Actinium-227 als Tracer für Advektion und Mischung in der Tiefsee, *Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für Meeresforschung* 1/02.
- Gerding, M., Weisheimer, A., Dethloff, K., Neuber, R. (2002). Ground-based GPS: Benefit in the data sparse Arctic region, *Proceedings of the COST Action 716 Workshop: Exploitation of ground-based GPS for meteorology*, Potsdam, Germany.
- Gerding, M., Ritter, C., Neuber, R. (2002). Tropospheric water vapour observations by ground-based lidar, *NPI Report Series*, Norwegian Polar Institute, Tromsø, Norway.
- Gerland, S., Karcher, M., Iosjpe, M., Harms, I., Kolstad, A. K. (2002). Distribution of technetium-99 discharges in the North Atlantic and Arctic: measurements and model results, *Proceedings from the 5th International conference on environmental radioactivity in the Arctic and Antarctic*, 16 - 20 June 2002, St Petersburg, Russia, 220-223.
- Gohl, K. (2002). Plate tectonic evolution of the Southern Ocean, *Mitteilungen der POLLICHIA*, Band 88, 101-104.
- Gutow, L. (2002). Langzeitmonitoringprogramm zur Erfassung der Faunengemeinschaft auf treibenden Substraten bei der Insel Helgoland, In: Korn, H. & Feit, U. (Bearb.): *Treffpunkt Biologische Vielfalt II: Interdisziplinärer Forschungsaustausch im Rahmen des Übereinkommens über die biologische Vielfalt*. Hrsg. : Bundesamt für Naturschutz, S. 73-77.
- Gutow, L. (2002). *Idotea metallica* in the German Bight: an indicator of a warming trend in the North Sea, *Biomare Newsletter*, 2, 3.

- Haas, C. (2002). Validation of CryoSat Sea-Ice Products: Instruments and Methods, Proceedings, International Geoscience and Remote Sensing Symposium 2002, IGARSS02, Toronto, Canada, 1753-1755.
- Haas, C., Edeler, H., Schürmann, M., Lobach, J., Sengpiel, K.-P. (2002). First operation of AWI HEM-bird for sea-ice thickness sounding, Proceedings, 62. Jahrestagung der Deutschen Geophysikalischen Gesellschaft DGG, 36-38.
- Hasemann, C., Premke, K. (2002). Einblicke in die Tiefsee, 20 Jahre Forschungsschiff „Polarstern“, AWI Sonderdruck, 16-17.
- Helmke, E., Quéric, N. (2002). Deep-sea microbiology, Berichte zur Polar- und Meeresforschung, 422, 24-26.
- Jokat, W., Geißler, W., Kunsch, B., Lensch, N., Martens, H., Rogenhagen, J., Schroeder, M., Woelz, S., Yoon, M.K. (2002). Geophysik-Programm, Thiede, J. und Oerter, H. (eds), The expedition Antarktis XVII/2 of the Research Vessel Polarstern in 2000, Berichte zur Polarforschung, 404, 107-134.
- Jokat, W., Bohlmann, H., Drachev, S., Galaktionov, A., Kapinos, G., Lahrmann, B., Lensch, N., Miksch, U., Müller, K., Pignatelli, A., Ritzmann, O., Schmidt-Aursch, M., Schmidt, T., Schmitz, T., Wüstefeld, A. (2002). Geophysical Investigations, in: Thiede, J. (ed), Polarstern Arktis XVII/2 - Cruise Report: Amore 2001, Berichte zur Polarforschung, 421, 165-210.
- Karcher, M.J., Gerland, S., Harms, I.H., Iosjpe, M., Heldal, H.E., Kershaw, P.J. (2002). The dispersion of technetium-99 in the Nordic Seas and the Arctic Ocean in the 1990s according to model results and observations, Proceedings of the 'International Conference on Radioactivity in the Environment' 1-5 Sept. 2002, Monaco, 511-515.
- Karcher, M.J., Gerdes, R., Kauker, F., Koeberle, C. (2002). Modelling decadal variability of Arctic sea ice, Newsletter from the AOSB - Arctic Ocean Sciences Board, July 2002, 11ff.
- Kauker, F., Meier, H.E.M. (2002). Reconstructing atmospheric surface data for the period 1902-1998 to force a coupled ocean-sea ice model of the Baltic Sea, Reports Meteorology and Climatology, SMHI, Norrköping, Sweden, No. 99, 30pp.
- Klages, M., Soltwedel, T., Nowotny, F., Wittling, T., Wegner, J. (2002). Lander deployments at the Hakon Mosby Mud Volcano, Berichte zur Polar- und Meeresforschung, 422, 57-59.
- Kopsch, C. (2002). IPC in Eis und Schnee, Fachzeitschrift elektronik journal.
- Kopsch, C. (2002). Erdmagnetfeldmessungen im ewigen Eis, Fachzeitschrift Elektronik (Fachzeitschrift für Industrielle Anwender und Entwickler).
- Kriews, M., Reinhardt, H., Miller, H., Schrems, O. (2002). Atmosphärische Spuren im Eis- Hochaufgelöster Nachweis von Spurenelementen in Eisbohrkernen mit einem neuen Laserablations-ICP-MS-Verfahren, Beitrag zum Zweijahresbericht des Alfred-Wegener-Instituts 2000-2001, Seite 57-62, Bremerhaven im Juni 2002.
- Kumke, T., Hultsch, N., Schoonderwaldt, A., Kienel, U. (2002). Spatial variability of lake sediment compositions - a case study from Lake Lama, Central Siberia, Terra Nostra, 2002/4, 267-273.
- Kutzbach, L., Kurchatova, A. N. (2002). Methane-related investigations of soils and waters in the Sanga-Dzhie region, in: Pfeiffer E.-M. and Grigoriev M.N.: The Expedition LENA 2001. Reports on Polar Research, 426, 76-87.
- König-Langlo, G. (2002). Messungen unter extremen Umweltbedingungen in der Antarktis, Sensoren und Mess-Systeme 2002, Vorträge der 11. ITG/GMA-Fachtagung 11. und 12. März 2002 Ludwigsburg, VDE-Verlag, 195 - 197.
- Lang, T., Dethlefsen, V., Westernhagen, H. von (2002). Fischkrankheiten und embryonale Missbildungen, In: Warnsignale aus Nordsee und Wattenmeer (Lozan, J. L., E. Rachor, K. Reise, J. Sündermann & H. v. Westernhagen, Hrsg.). XYZ-Verlag, Hamburg, 448 pp.

- Lemke, P. (2002). On the sea dynamics in climate system models, *Chinese Journal of Atmospheric Sciences*, 26.
- Lemke, P. (2002). Ozeane als Klimaregulatoren, *Novo Acta Leopoldina*, 323, 147-173.
- Lemke, P. (2002). Meereis, Klima und „Polarstern“, In: *Der Ozean - Lebensraum und Klimasteuerung, Wittheit-Jahrbuch 2001/2002*, Hauschild-Verlag, Bremen, 51-58.
- Lemke, P. (2002). Was unser Klima bestimmt: Einsichten in das System Klima, In: *Klima. Das Experiment mit dem Planeten Erde*, W. Hauser (Hrsg.), Deutsches Museum, München, 160-179.
- Lemke, P. (2002). Wind, Wasser und Wärme in der Luft, In: *Expedition Erde*, G. Wefer (Hrsg.), Alfred-Wegener-Stiftung, 174-183.
- Maksym, T., Woert, M. Van, Dierking, W., Nghiem, S. V. (2002). Sea ice microstructural characteristics in the Barents Sea in autumn: relevance to microwave remote sensing, *IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium, IGARSS '02*, Vol. 4, 2176-2178.
- Meier, H.E.M., Kauker, F. (2002). Simulating Baltic Sea climate for the period 1902-1998 with the Rossby Centre coupled ice-ocean model, *Swedish Meteorological and Hydrological Institute, Norrköping, Sweden, Reports Oceanography No.30*, 111pp.
- Meier, H.E.M., Kauker, F. (2002). Modelling Baltic Sea Climate for the Period 1902-1998, *BALTEX Newsletter*, 4, 4pp.
- Meier, H.E.M., Kauker, F. (2002). On the sensitivity of Baltic Sea salinity over decadal time scales, *SWE-CLIM Newsletter*, 12, 5pp.
- Nicolaus, M., Haas, C., Bareiss, J. (2002). Observations of superimposed ice formation at melt-onset on fast ice on Kongsfjorden, Svalbard, in: *Oerbaeck, J.B., Holmen, K., Neuber, R., Plag, H.P., Lefauconnier, B., de Prisco, G. & Ito, H. (Eds.): The Changing Physical Environment - Proceedings from the 6th Ny Ålesund international scientific seminar*. Norsk Polarinstitutt INTERNRAPPORT, 10, Tromsø, 161-165.
- Olbers, D. (2002). Die Erde ist ein feuchter Fussball, in: *Der Ozean - Lebensraum und Klimasteuerung / Weltweite Meeresforschung in Bremen und Bremerhaven*, Hrsg. G. Hempel, *Jahrbuch 2001/2002 Wittheit zu Bremen*, Verlag H.M. Hauschild, Bremen, 34-50.
- Pfeiffer, E. -M., Wagner, D., Kobabe, S., Kutzbach, L., Kurchatova, A., Stoof, G., Wille, C. (2002). Modern processes in permafrost affected soils, *Reports on Polar Research*, 426, 21-41.
- Pilardeaux, Benno (2002). Eine Maut für Luft und Meer soll die Finanzierung globaler Nachhaltigkeitspolitik stärken, in: *epd-Entwicklungspolitik*, 7/2002, 26-29.
- Pilardeaux, Benno (2002). Aufbau abgeschlossen (5. Vertragsstaatenkonferenz der UNCCD), in: *Vereinte Nationen*, Nr. 2, 2002, S.70-72, Bonn.
- Pusch, C., Fock, H., Porteiro, F. M., Westernhagen, H. von (2002). Interaction of mesopelagic fish and shallow topography in different latitudes of the NE Atlantic, *ICES CM 2002/M:10*. 19 pp.
- Rachold, V. (2002). The modern and ancient terrestrial and coastal environment of the Laptev Sea region, *Siberian Arctic - A preface*, *Polarforschung* 70, 1-2.
- Rachor, E. (2002). Im Fokus Bremerhavener Meeresforschung: Das Leben am Meeresboden, In: *Der Ozean - Lebensraum und Klimasteuerung. Weltweite Meeresforschung in Bremen und Bremerhaven*. Herausgegeben von G. Hempel. Verlag Hauschild, Bremen, *Wittheit Bremen Jb. 2001/02*, 127-132.
- Reinhardt, T., Wacker, U. (2002). Impact of Parameterization Assumptions on Cloud Physical Quantities, *COSMO Newsletter No. 2*, February 2002, 118-127.
- Reise, K. (2002). *Küstenforschung, DFG-Denkschrift, Perspektiven der Forschung und ihrer Förderung, Aufgaben und Finanzierung 2002-2006*, Wiley-VCH, Weinheim, 334-346.
- Reise, K. (2002). Erstarrte Nordseeufer brauchen neuen Sand, In: *Planung contra Evolution? : Über Evolution und Landschaftsentwicklung in Mitteleuropa ; Refe-*

- rate und Ergebnisse des gleichnamigen Symposiums vom 31.1. bis 2.2.2001 in Neuhaus im Solling (D) = Planning contra evolution? / Bernd Gerken [Hrsg.] [u.a.] - Höxter : Huxaria. - Natur- und Kulturlandschaft; Bd 5, 206-209.
- Rex, M., Toohey, D., Harris, N.R.P. (2002). Report on the Arctic Ozone Loss Workshop, SPARC Newsletter, 19.
- Rex, M. (2002). Arktischer Ozonverlust und Verbindung zu Klimavariabilität, Kolloquiumsvortrag am Institut für Meteorologie und Klimaforschung, Forschungszentrum Karlsruhe, Oktober 2002.
- Rösner, S., Bauer, H., Behrendt, J., Benesch, W., Bille, W., Fricke, W., Gratzki, A., König-Langlo, G., Müller-Westermeier, G., Neisser, J., Nitsche, H., Notholt, J., Vent-Schmidt, V., Wagner, V., Weigl, E., Weller, R., Kohnke, D., Fahrbach, E., Holzmann, F., Meincke, J., Schott, F., Zenk, W., Zöllner, R., Bruns, E., Bürger, K., Fröhlich, W., Knetsch, G., Fischer, H., Ritter, P., Schumann, U. (2002). Erster Bericht der Regierung der Bundesrepublik Deutschland über systematische Klimabeobachtungen in Deutschland zum 3. Nationalbericht nach dem Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klima-änderungen, http://www.loy-energie.de/download/klimabericht_2002.pdf.
- Saier, B., Buschbaum, C., Reise, K. (2002). Subtidal mussel beds in the Wadden Sea: threatened oases of biodiversity, Wadden Sea Newsletter 2002(1), 12-14.
- Sauter, E., Schlüter, M., Boetius, A., Baumann, L. (2002). Geochemistry of Hakon Mosby Mud Volcano (HMMV) bottom water and sediments, Berichte zur Polar- und Meeresforschung, 422, 47-53.
- Sauter, E., Schlüter, M., Baumann, L. (2002). Geochemistry of deep sea sediments and the bottom water, Berichte zur Polar- und Meeresforschung, 422, 29-34.
- Schenke, H. W. (2002). Illuminating the Invisible Deep - Multibeam Sonar Techniques Serve Marine Sciences -, Fortschritte der Akustik: Plenarvorträge und Fachbeiträge der 28. Deutschen Jahrestagung für Akustik DAGA ,02, CD-ROM, Bochum Wiss. Herausgeberin Ute Jekosch, Oldenburg: DEGA, 2002,244-245.
- Schiel, S. (2002). Meereis - ein neu entdeckter Lebensraum, In: Der Ozean - Lebensraum und Klimasteuerung. Jahrbuch der Wittheit zu Bremen, 115-120.
- Schiel, S., Niehoff, B., Thatje, S., Cornils, A., Alheit, R. (2002). Zooplankton ecology and pelago-benthic coupling, Ber. Polarforsch. Meeresforsch, 407, 41-43.
- Schlitzer, R. (2002). Using global datasets for biogeochemical flux estimation, U.S. JGOFs Newsletter, 12(1), 1-14.
- Schlüter, M., Boetius, A., Klages, M., Sauter, E., Soltwedel, T. (2002). Video observations of the Hakon Mosby Mud Volcano terrain, Berichte zur Polar- und Meeresforschung, 422, 34-36.
- Schnack-Schiel, S. B., Mizdalski, E. (2002). Occurrence and distribution pattern of copepods in the vicinity of the Great Meteor Seamount, Northeastern Atlantic, ICES CM 2002/M:35.
- Schoster, F., Eulenburg, A., Rachold, V. (2002). Variability of element concentrations in suspended matter and sediments of the Kara Sea and the Yenisei and Ob rivers, Berichte zur Polar- und Meeresforschung, 419, 173-179.
- Schoster, F., Dittmers, K., Ivanova, E., Kriwanek, S., Levitan, M., Niessen, F., Simstich, J., Stein, R., Steinke, T. (2002). Sediment Sampling Program, Berichte zur Polar- und Meeresforschung, 419, 57-64.
- Schröter, J., Fukumori, I., Stammer, D., Wenzel, M., Wolf-Gladrow, D. (2002). Research and Climate Applications, Proceedings „En Route to GODAE“, June 2002, Biarritz, France, pp85-96.
- Seibold, E., Thiede, J. (2002). Marine Geowissenschaften, Jahresbericht 2001 der Akademie der Wissenschaften und der Literatur Mainz, 52, 175-181.
- Smetacek, V., Bathmann, U.V., Riebesell, U., Strass, V.H. (2002). Experimentelle Meeresforschung: Eisendüngung im Südpolarmeer, in: Der Ozean - Lebensraum und Klimasteuerung / Weltweite Mee-

- resforschung in Bremen und Bremerhaven, Hrsg. G. Hempel, Jahrbuch 2001/2002 Wittheit zu Bremen, Verlag H.M. Hauschild, Bremen, 105-114.
- Soltwedel, T., Quéric, N., Vopel, K. (2002). Effects of micro-scale environmental heterogeneity on small sediment-inhabiting organisms, *Berichte zur Polar- und Meeresforschung*, 422, 11-20.
- Soltwedel, T., Klages, M., Sauter, E., Schewe, I. (2002). Von der Momentaufnahme zur Zeitserie: Interdisziplinäre Forschungen an einer Tiefsee-Langzeitstation, *Zweijahresbericht 2000/2001 der Stiftung Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung*, 86-89.
- Sommer, A. M. (2002). Russian German Co-operation at the White Sea: Physiological adaptations of marine invertebrates to a life at different climatic zones., Kremb, K., Kremb, C. (eds.) *Perspectives of modern polar research and 175th Anniversary of Georg von Neumayer*. Pollichia, Bad Dürkheim, pp. 95-100.
- Staneva J., Wenzel M., Schröter J. (2002). Oceanic state during 1993-1999 determined by 4D VAR data assimilation, *International WOCE Newsletter*, 42, 11-13.
- Thiede, J., Haas, C., Jokat, W., Mühe, R., Snow, J., Spielhagen, R. (2002). Om vulkanerne i det Arktiske Ocean: Resultater av AMORE-2001 togтет, *VARV*, 4, 3-12 pp.
- Thiede, J., Drachev, S., Shevchenko, V. (2002). Expedition AMORE 2001 in die zentrale Arktis (in russisch), *Nature (Priroda)*, 5, 47-51.
- Thiede, J., Winkler, A., Wolf-Welling, TCW., Stattegger, K. (2002). Clay mineral sedimentation in high northern latitude deep-sea basins since the Middle Miocene (ODP Leg 151, NAAG), *International Journal of Earth Sciences (Geol. Rdsch)*, 91 (1), 133-148.
- Thiede, J. (2002). Das Alfred-Wegener-Institut am Wissenschaftsstandort Bremerhaven, In: *Der Ozean - Lebensraum und Klimasteuerung, Jahrbuch 2001/2002 Wittheit zu Bremen*, 21-28.
- Thiede, J., Haas, C., Jokat, W., Mühe, R., Spielhagen, R., Snow, J. (2002). Expedition to the volcanoes of the Arctic seafloor, *German Research (DFG)*, 1, 4-9.
- Thiede, J. (2002). Paläoklimaänderungen in der jüngsten geologischen Vergangenheit - Raten und Maße natürlicher Klimawechsel, in: Wolfrum, J., Wittig, S. (eds) *Energie und Umwelt. Wo liegen optimale Lösungen?* Springer-Verlag, Berlin, 9-26.
- Thomas, D. N., Dieckmann, G. S., Mock, T. (2002). Lebensraum Meereis: Bremer Forscher untersuchen das Leben im Eis, *Biologen heute*, 2, 8-9.
- Timmermann, R., Beckmann, A., Hellmer, H. H. (2002). Interannual variability of the circulation in the Filchner-Ronne Ice Shelf cavity, *Ice and Climate News*, 3, 3-4.
- Trenkel, V., Klages, M., Mesnil, B. (2002). Deep-sea fish ecology: species abundance and feeding behaviour, *Berichte zur Polar- und Meeresforschung*, 422, 21-26.
- Uenzelmann-Neben, G., Rogenhagen, J., Mueller, Ch. (2002). Gondwana - Ein Kontinent zerbricht, IN: Wefer, G. (Hrsg.) *Expedition Erde*, 36-41.
- Uriarte, I., Farias, A., Paschke, K., Marin, K., Navarro, J., Maeda, A., Utting, S., Sorgeloos, P., Anger, K., Grant, W., Gajardo, G., Searcy-Bernal, R., Iriarte, J. L. (2002). International workshop on marine invertebrates: Future directions of multidisciplinary research in larviculture, *World Aquaculture Magazine*, 33, 26, 63-64.
- Wagner, D., Kobabe, S., Kutzbach, L., Pfeiffer, E. -M. (2002). Hot processes in cold soils: Microbial process studies contribute to the understanding of the methane release from permafrost landscapes, *Research Highlights 2002, Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research in the Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren*, 68-72.
- Wallrabe-Adams, H. -J., Diepenbroek, M., Grobe, H., Sieger, R. (2002). Databases as fundamental tools for interdisciplinary research - PANGAEA Network for Geological and Environmental Data and the World Data Center for Marine Environmental Sciences (WDC-MARE), *InterRidge News*, 11(2), 46-47.

- Wefer, G., Billett, D., Hebbeln, D., Joergensen, B. B., Schlüter, M., van Weering, T. C. E. (Eds) (2002). Ocean Margin Systems, Springer, 495 pp.
- Wiencke, C., Hanelt, D., Bischof, K., Tüg, H., Karsten, U., Schrems, O. (2002). Enhanced UV radiation and its implications for seaweeds from Spitsbergen, Proceedings from the Sixth Ny-Ålesund international Scientific Seminar. Norsk Polarinstitut, Internrapport Nr. 10, 107-110.
- 2003, begutachtet**
- Amon, R.M.W., Budéus, G., Meon, B. (2003). Dissolved organic carbon distribution and origin in the Nordic Seas: Exchanges with the Arctic Ocean and the North Atlantic, *Journal of Geophysical Research*, 108, NO.C7, 3221, doi:10.1029/2002JC001594,2003.
- Amon, R.M.W., Benner, R. (2003). Combined neutral sugars as indicators of the diagenetic state of dissolved organic matter in the Arctic Ocean, *Deep-sea research i*, 50, 151-169.
- Andreev, A.A., Tarasov, P.E., Siegert, Ch., Ebel, T., Klimanov, V.A., Melles, M., Bobrov, A.A., Dereviagin, A.Yu., Lubinski, D.J., Hubberten, H.-W. (2003). Vegetation and climate changes on the northern Taymyr, Russia, during the Upper Pleistocene and Holocene reconstructed from pollen records, *Boreas*, 32(3), 484-505.
- Anger, K. (2003). Salinity as a key parameter in the larval biology of decapod crustaceans, *Invertebrate Reproduction & Development*, 43, 29-45.
- Anger, K., Thatje, S., Lovrich, G., Calcagno, J. (2003). Larval and early juvenile development of *Paralomis granulosa* reared at different temperatures: tolerance of cold and food limitation in a lithodid crab from high latitudes, *Marine ecology-progress series*, 253, 243-251.
- Armonies, W., Reise, K. (2003). Empty habitat in coastal sediments for populations of macrobenthos, *Helgoland Marine Research*, 56, 279-287.
- Armonies, W., Strasser, M., Reise, K. (2003). „The meta-population concept in coastal waters“: preface, *Helgoland marine research*, 56, 221.
- Assmann, K., Hellmer, H. H., Beckmann, A. (2003). Seasonal variation in circulation and water mass distribution on the Ross Sea continental shelf, *Antarctic Science*, 15(1), 3-11, doi:10.1017/S0954102003001007.
- Bailey, D. M., Peck, L. S., Bock, C., Pörtner, H. O. (2003). High energy phosphate metabolism during exercise and recovery in temperate and Antarctic scallops? an in vivo ³¹P-NMR study, *Physiological and biochemical zoology*, 76, 622-633.
- Baum, C., Simon, F., Meyer, W., Fleischer, L. -G., Siebers, D., Kacza, J., Seeger, J. (2003). Surface properties of the skin of the pilot whale, *Globicephala melas*, *Biofouling*, 19 (Suppl.), 181-186.
- Becker, C., Boersma, M. (2003). Resource depletion and life-histories in *Daphnia*, *Limnology and Oceanography*, 48, 700-706.
- Beckmann, A., Goosse, H. (2003). A Parameterization of Ice Shelf-Ocean Interaction for Climate Models, *Ocean Modelling*, 5, 157-170.
- Becquey, S., Gersonde, R. (2003). Data Report: Early and Middle Pleistocene (MIS 65-11) summer sea surface temperature, foraminiferal fragmentation and ice rafted debris records from the Subantarctic (ODP Leg 177 Site 1090), In: Gersonde, R., Hodell, D.A., and Blum, P. (Eds.), *Proc. ODP, Sci. Results*, 177, 1-23. Available from World Wide Web: http://www-odp.tamu.edu/publications/177_SR/VOLUME/CHAPTERS/SR177_14.PDF.
- Becquey, S., Gersonde, R. (2003). A 0.55-Ma paleotemperature record from the Subantarctic zone: Implications for Antarctic Circumpolar Current development, *Paleoceanography*, 18, 1 1014, doi:10.1029/2000PA000576.
- Beeskow, B., Rachold, V. (2003). Geochemical Processes in the Yenisei River and Estuary, In: Stein, R., Fahl, K., Fütterer, D.K., Galimov E. (Eds.) *Sibe-*

- rian River Run-off in the Kara Sea: Characterization, Quantification, Variability, and Environmental Significance. *Proceedings in Marine Sciences*, Elsevier, p.125-148.
- Beusekom, J. E. E. van, Brockmann, U., Elbrächter, M., Pätsch, J., Wiltshire, K. (2003). Die Bedeutung und die Gefahr von Algenblüten in Wattenmeer und Nordsee, In: J.L. Lozán et al. (Eds): Warnsignale aus Nordsee und Wattenmeer: Eine aktuelle Umweltbilanz. *Wissenschaftliche Auswertungen*. Parey, Hamburg, 182-192.
- Beyer, A., Schenke, H.-W., Klenke, M., Niederjasper, F. (2003). High Resolution Bathymetry of the Eastern Slope of the Porcupine Seabight, *Marine Geology*.
- Bietz, H., Reise, K. (2003). Pioniere der deutschen Wattenmeerforschung: eine Referenz für die heutige Zeit?, *Verhandlungen der Geschichte und Theorie der Biologie*, 8, 215-223.
- Bigelow, N.H., Brubaker, L.B., Edwards, M.E., Harrison, S.M., Prentice, I.C., Andreson, P.M., Andreev, A.A., et al. (2003). Climate change and Arctic ecosystems I: Vegetation changes north of 55, *Journal of geophysical research-atmospheres* 108, NO. D19, 8170, doi:10.1029/2002JD002558.
- Birnbaum, G. (2003). Simulation of the atmospheric circulation in the Weddell Sea region using the limited-area model REMO, *Theoretical and applied climatology*, 74 (3-4), 255-271.
- Bischof, K., Janknegt, P.J., Buma, A.G.J., Rijstenbil, J.W., Peralta, G., Breeman, A.M. (2003). Oxidative stress and enzymatic scavenging of superoxide radicals induced by solar UV-B radiation in *Ulva canopies* from southern Spain, *Scientia Marina*, 67, 353-359.
- Bobrov, A.A., Siegert, Ch., Andreev, A.A., Schirrmeister, L. (2003). Testaceans (Protozoa: Testacea) in Quaternary permafrost sediments of Bykovsky Peninsula, Arctic Yakutia, *Biology Bulletin*, 30(2), 191-206 .
- Boebel, O., Rossby, T., Lutjeharms, J., Zenk, W., Barron, C. (2003). Path and variability of the Agulhas Return Current, *Deep-sea research ii*, 50, 35-56.
- Boebel, O., Barron, C. (2003). A comparison of in-situ float velocities with altimeter derived geostrophic velocities, *Deep-sea research ii*, 50,119-139.
- Boebel, O., Lutjeharms, J., Schmid, C., Zenk, W., Rossby, T., Barron, C. (2003). The Cape Cauldron: A regime of turbulent inter-ocean exchange, *Deep-sea research ii*, 50, 57-86.
- Boike, J., Roth, K., Ippisch, O. (2003). Seasonal snow cover on frozen ground: Energy balance calculations of a permafrost site near Ny-Ålesund, Spitsbergen, *Journal of geophysical research-atmospheres*,10.1029/2001JD000939.
- Boike, J., Yoshikawa, K. (2003). Mapping of periglacial geomorphology using kite/balloon aerial photography, *Permafrost and periglacial processes*,14(1).
- Box, J.E., Rinke, A. (2003). Representation of Greenland ice sheet surface climate in the HIRHAM regional climate model, *Journal of Climate*, Vol. 16, No. 6, 1302-1319.
- Brante, A., Fernández, M., Eckerle, L., Mark, F., Pörtner, H. O., Arntz, W. (2003). Reproductive investment in the crab *Cancer setosus* along a latitudinal cline: egg production, embryo losses and embryo ventilation, *Marine ecology-progress series*, 251, 221-232.
- Bringmann, G., Lang, G., Steffens, S., Günther, E., Schumann, K. (2003). Evariquinone, isoemericellin, and stromemycin from a sponge derived strain of the fungus *Emericella varicolor*, *Phytochemistry*, 63, 437-443.
- Brix, H., Gerdes, R. (2003). NADW and AABW: Their interaction and influence on the variability of the global ocean circulation, *Journal of Geophysical Research*, 108, 3022, doi:10.1029/2002JC001335.
- Broeg, K. (2003). Acid Phosphatase activity in liver macrophage aggregates as a marker for pollution induced immunomodulation of the non-specific immune response in fish, *Helgoland Marine Research*, online first.

- Buck, B. H., Krause, G., Rosenthal, H., Smetacek, V. (2003). Aquaculture and Environmental Regulations: The German Situation within the North Sea, In: Kirchner, A. (Ed.). International Marine Environmental Law: Institutions, Implementation and Innovation. International Environmental Law and Policies Series of Kluwer Law International, Vol. 64. The Hague, pp. 211-229.
- Buschbaum, C., Saier, B. (2003). Ballungszentrum Muschelbank-Biodiversität und nachhaltige Nutzung, *Biol. unserer Zeit*, 33(2), 100-106.
- Buschbaum, C., Saier, B., Reise, K. (2003). Menschen-Karl August Möbius und Friedrich Dahl, *Biol. Unserer Zeit*, 33(6), 399-400.
- Buschbaum, C., Nehls, G. (2003). Effekte der Miesmuschel- und Garnelenfischerei, In: Lozán, J.L., E. Rachor, K. Reise, J. Sündermann & H.v. Westernhagen (Hrsg.). Warnsignale aus Nordsee und Wattenmeer-Eine aktuelle Umweltbilanz. GEO, Hamburg, 250-255.
- Calcagno, J. A., Thatje, S., Anger, K., Lovrich, G. A., Kaffenberger, A. (2003). Changes in biomass and chemical composition during lecithotrophic larval development of the Southern stone crab, *Paralomis granulosa* (Jacquinot), *Marine ecology-progress series*, 257, 189-196.
- Censarek, B., Gersonde, R. (2003). Data report: Relative abundance and stratigraphic ranges of selected diatoms from Miocene sections at ODP Sites 689, 690, 1088 and 1092 (Atlantic sector of the Southern Ocean) , In: Gersonde, R., Hodell, D.A., and Blum, P. (Eds.), *Proc. ODP, Sci. Results*, 177, 1-14. Available from World Wide Web: http://www-odp.tamu.edu/publications/177_SR/VOLUME/CHAPTERS/SR177_10.PDF.
- Chiantore, M., Cattaneo-Viatti, R., Heilmayer, O. (2003). Antarctic scallop (*Adamussium colbecki*) annual growth rate at Terra Nova Bay , *Polar Biology*, 26(6): 416-419, [DOI 10.1007/s00300-003-0491-2].
- Cisewski, B., Budéus, G., Krause, G. (2003). Absolute transport estimates of total and individual water masses in the Northern Greenland Sea derived from hydrographic and ADCP measurements, *Journal of Geophysical Research*, Vol. 108, No. C9, 3298, doi:10.1029/2002JC001530.
- Cortese, G., Bjørklund, K. R., Dolven, J. K. (2003). Polycystine radiolarians in the GIN Seas: Species and assemblage distribution, *Sarsia*, 88(1):65-88.
- Damm, E., Budéus, G. (2003). Fate of vent derived methane in seawater above the Håkon Mosby mud volcano (Norwegian Sea), *Marine chemistry*, 82, 1-11.
- Dereviagin, A. Yu., Chizhov, A. B., Meyer, H., Hubberten, H. -W., Siebert, Ch. (2003). Recent ground ice and its formation on evidence of isotopic analyses, *Proceedings of the International Conference on Permafrost*.
- Deubel, H., Engel, M., Fetzer, I., Gagayev, S., Hirche, H.-J., Klages, M., Larionov, V., Lubin, P., Lubina, O., Nöthig, E.-M., Okolodkov, Y., Rachor, E. (2003). The Kara Sea ecosystem: phytoplankton, zooplankton and benthos communities influenced by river run-off, *Proceedings in Marine Sciences* no. 6, Elsevier, pp. 237-266.
- Diekmann, B., Fälker, M., Kuhn, G. (2003). Environmental history of the southeastern South Atlantic since the middle Miocene: evidence from the sedimentological records of ODP Sites 1088 and 1092, *Sedimentology*, 50, 511-529.
- Dittmar, T., Kattner, G. (2003). Recalcitrant dissolved organic matter in the ocean: Major contribution of small amphiphilics, *Marine chemistry*, 82, 115-123.
- Dittmar, T., Kattner, G. (2003). The biogeochemistry of the river and shelf ecosystem of the Arctic Ocean: a review, *Marine chemistry*, 83, 103-120.
- Dittmers, K. , Niessen, F., Stein, R. (2003). Holocene sediment budget and sedimentary history of the Ob and Yenisei estuaries., In: Stein, R., Fahl, K.,

- Fütterer, D.K., and Galimov, E. M. (Eds.), *Siberian River Run-off in the Kara Sea: Characterisation, Quantification, Variability, and Environmental Significance*, Proceedings in Marine Sciences, Elsevier, Amsterdam, 457-484.
- Dorn, W., Dethloff, K., Rinke, A., Roeckner, E. (2003). Competition of NAO regime changes and increasing greenhouse gases and aerosols with respect to Arctic climate projections, *Climate Dynamics*, Vol. 21, No. 5-6, 447-458, doi:10.1007/s00382-003-0344-2.
- Dummermuth, A.L., Karsten, U., Fisch, K.M., König, G.M., Wiencke, C. (2003). Responses of marine macroalgae to hydrogen-peroxide-stress, *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 289, 103-121.
- Durbin, E. G., Campbell, R. G., Casas, M. C., Niehoff, B., Runge, J. A., Wagner, M. (2003). Interannual variation in phytoplankton blooms and zooplankton productivity and abundance in the Gulf of Maine during Winter, *Marine ecology-progress series*, 254, 81-100.
- Eagles, G. (2003). Tectonic evolution of the Antarctic-Phoenix plate system since 15 Ma, *Earth and planetary science letters*, 217, 97-109.
- Edvardsen, B., Shalchian-Tabrizi, K., Jakobsen, K.S., Medlin, L.K., Dahl, E., Brubak, S., Paasche, E. (2003). Genetic variability and molecular phylogeny of *Dinophysis* species (Dinophyceae) from Norwegian waters inferred from single cell analyzes of ribosomal DNA, *Journal of Phycology* 39, 395-408.
- Eisen, O., Keck, L., Nixdorf, U., Wagenbach, D. (2003). Alpine Ice Cores and Ground Penetrating Radar: Combined Investigations for Glaciological and Climatic Interpretations of a Cold Alpine Ice Body, *Tellus*, 55B, 1007-1017.
- Eisen, O., Wilhelms, F., Nixdorf, U., Miller, H. (2003). Revealing the nature of radar reflections in ice: DEP-based FDTD forward modeling, *Geophysical Research Letters*, Vol. 30, No. 5, DOI 10.1029/2002GL016403OI .
- Elbrächter, M. (2003). Dinophyte Reproduction: Progress and Conflicts, *Journal of Phycology*, 39(4), 629-632.
- Emeis, K.-C., Schulz, H., Struck, U., Rossignol-Strick, M., Erlenkeuser, H., Howell, M.W., Kroon, D., Makkenen, A., Ishizuka, S., Oba, T., Sakamoto, T., Koizumi, I. (2003). Eastern Mediterranean surface water temperatures and $\delta^{18}\text{O}$ composition during deposition of sapropels in the late Quaternary, *Paleoceanography*, 18(1), 1005, doi:10.129/2000PA000617.
- Farke, H., Rachor, E. (2003). Naturschutz für die Nordsee - Was ist erforderlich ?, In: Lozán, J.L., Rachor, E., Reise, K., Sündermann, J. & H. v. Westernhagen, Hrsg.: Warnsignale aus Nordsee & Wattenmeer. Eine aktuelle Umweltbilanz. Verlag Wissenschaftliche Auswertungen, Hamburg, 390-397.
- Fernández, M., Ruiz-Tagle, N., Cifuentes, S., Pörtner, H.O., Arntz, W. (2003). Oxygen-dependent asynchrony of embryonic development in embryo masses of brachyuran crabs, *Marine biology*, 142, 559-565.
- Fetzer, I. (2003). Distribution of meroplankton in the southern Kara Sea in relation to local hydrographic pattern, *Proceedings in Marine Sciences* no. 6, Elsevier, pp. 195-212.
- Fichefet, T., Poncin, C., Goosse, H., Huybrechts, P., Janssens, I., Le Treut, H. (2003). Implications of changes in freshwater flux from the Greenland ice sheet for the climate of the 21st century, *Geophysical Research Letters*, 30(17), 1911, doi:10.1029/2003GL017826.
- Fischer, H., Wahlen, M., Smith, J. (2003). Reconstruction of glacial/interglacial changes in the global carbon cycle from CO_2 and $\delta^{13}\text{CO}_2$ in Antarctic ice cores, *Memoirs of the National Institute for Polar Research*, 57, 121-138.
- Gavrilov, A. V., Romanovskii, N. N., Hubberten, H. -W., Romanovskii, V. E. (2003). Distribution of islands - ice complex remnants on the East Siberian Arctic shelf, *Earth Cryosphere*, 7, 18-32.

- Gaye-Haake, B., Unger, D., Nöthig, E. - M., Okolodkov, Y., Fahl, K., Ittekkot, V. (2003). Particle fluxes from short-term sediment trap deployments in late summer in the southern Kara Sea, *Proceedings in Marine Science* no.6, Elsevier, pp. 309-328.
- Gebauer, P., Paschke, K., Anger, K. (2003). Delayed metamorphosis in decapod crustaceans: evidence and consequences, *Revista Chilena de Historia Natural*, 76, 169-175.
- Gebbruk, A., Bluhm, H., Soltwedel, T., Thiel, H. (2003). A re-description of the enigmatic deep-sea holothurian *Irpa abyssicola* (Elpidiidae, Elapsipodida) with remotely operated vehicle observations on benthic organisms in the Norwegian-Greenland Basin, *Sarsia*, 88, 49-54.
- Geibert, W., Usbeck, R., Rutgers van der Loeff, M.M. (2003). Actinium-227 as a tracer for diapycnal mixing and deep upwelling, *Geochimica et cosmochimica acta*, 67, 18(S1), A118.
- Gerdes, R., Karcher, M., Kauker, F., Schauer, U. (2003). Causes and development of repeated Arctic Ocean warming events, *Geophysical research letters*, Vol.30, No.19, 1980, doi:10.1029/2003GL018080.
- Gerding, M., Baumgarten, G., Blum, U., Thayer, J.P., Fricke, K.H., Neuber, R., Fiedler, J. (2003). Observation of an unusual mid-stratospheric aerosol layer in the Arctic: possible sources and implications for polar vortex dynamics, *Annales Geophysicae*, 21, 1057-1069.
- Gerding, M., Weisheimer, A. (2003). Validation of water vapour profiles from GPS radio occultations in the Arctic, In: C. Reigber, H. Lühr, P. Schwintzer (Hrsg.): *First CHAMP Mission Results for Gravity, Magnetic and Atmospheric Studies*.
- Gerland, S., Lind, B., Dowdall, M., Karcher, M., Kolstad, A. K. (2003). Technetium-99 in seawater in the West Spitsbergen Current and adjacent areas, *Journal of environmental radioactivity*, vol. 69, No. 1-2, pp. 119-127.
- Gersonde, R., Abelmann, A., Cortese, G., Becquey, S., Bianchi, C., Brathauer, U., Niebler, H.-S., Zielinski, U., Pätzold, J. (2003). The late Pleistocene South Atlantic and Southern Ocean surface waters - A summary of time slice and time series studies, In: Wefer G, Mulitza S, Ratmeyer V (eds), *The South Atlantic in the Late Quaternary: reconstruction of Material Budget and Current Systems*, Springer, Berlin, pp.499-529.
- Gersonde, R., Abelmann, A., Brathauer, U., Becquey, S., Bianchi, C., Cortese, G., Grobe, H., Kuhn, G., Niebler, H.-S., Segl, M., Sieger, R., Zielinski, U., Fütterer, D. K. (2003). Last glacial sea-surface temperatures and sea-ice extent in the Southern Ocean (Atlantic-Indian sector)-A multiproxy approach, *Paleoceanography*, 18, 3, 1061, doi:1029/2002PA000809.
- Giménez, L. (2003). Potential effects of physiological plastic responses to salinity on population networks of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata*, *Helgoland marine research*, 56, 265-273.
- Giménez, L., Anger, K. (2003). Larval performance in an estuarine crab, *Chasmagnathus granulata*, is a consequence of both larval and embryonic experience, *Marine Ecology-Progress Series*, 249, 251-264.
- Graeve, M., Wehrtmann, I. S. (2003). Lipid and fatty acid composition of Antarctic shrimp eggs (Decapoda:Caridea), *Polar Biology*, 26:55-61.
- Grant, W. B., Browell, E. V., Butler, C. F., Gibson, S. C., Kooi, S. A., Gathen, P. von der (2003). Estimation of Arctic polar vortex ozone loss during the winter of 1999/2000 using vortex-averaged airborne differential absorption lidar ozone measurements referenced to N₂O isopleths, *Journal of Geophysical Research*, 108 (D10), 4309, doi:10.1029/2002JD002668.
- Grigoriev, M.N., Rachold, V. (2003). The degradation of coastal permafrost and the organic carbon balance of the Laptev and East Siberian Seas, *Proceedings of the 8th International Conference on Permafrost*. Zurich (Switzerland), 21-25 July 2003, pp. 319-324.
- Grimm, V., Reise, K., Strasser, M. (2003). Marine meta-

- populations: a useful concept?, *Helgoland Marine Research*, DOI 10.1007/s10152-002-0121-3, 56, 222-228.
- Groepler, W., Schütt, C. (2003). Bacterial community in the tunic matrix of a colonial ascidian *Diplosoma migrans*, *Helgoland marine research*, 57, 139-143.
- Gussone, N., Eisenhauer, A., Heuser, A., Dietzel, M., Bock, B., Boehm, F., Spero, H. J., Lea, D. W., Bijma, J., Naegler, T. F. (2003). Model for Kinetic Effects on Calcium Isotope Fractionation ($\delta^{44}\text{Ca}$) in Inorganic Aragonite and Cultured Planktonic Foraminifera, *Geochimica et cosmochimica acta*, 67(7), 1375-1382.
- Gutow, L. (2003). Local population persistence as a precondition for large scale dispersal of *Idotea metallica* (Crustacea: Isopoda) on drifting habitat patches, *Hydrobiologia*, 503, 45-48.
- Gutow, L., Franke, H.-D. (2003). Metapopulation structure of the marine isopod *Idotea metallica* - a species associated with drifting habitat patches, *Helgoland Marine Research*, 56, 259-264.
- Gutt, J., Starmans, A. (2003). Patchiness of the megabenthos at small scales: ecological conclusions by examples from polar shelves, *Polar Biology*, 26, 276-278.
- Gutt, J., Piepenburg, D. (2003). Scale-dependent impacts of catastrophic disturbances by grounding icebergs on the diversity of Antarctic benthos, *Marine ecology-progress series*, 253, 77-83.
- Guzman, G., Thatje, S. (2003). *Biffarius pacificus*, a new species of the Callianassidae (Crustacea: Decapoda: Thalassinidea) from northern Chile, *Scientia marina*, 67 (3): 293-298.
- Haas, C., Jochmann, P. (2003). Continuous EM and ULS thickness profiling in support of ice force measurements, In: Loeset, S., Bonnemaire, B., Bjerkas, M. (Eds.), *Proceedings of the 17th International Conference on Port and Ocean Engineering under Arctic Conditions*, POAC '03, Trondheim, Norway. Department of Civil and Transport Engineering, Norwegian University of Science and Technology NTNU, Trondheim, Norway, 2, 849-856.
- Hamm, C.E., Merkel, R., Springer, O., Jurkojc, P., Maier, C., Prechtel, K., Smetacek, V. (2003). Architecture and material properties of diatom shells provide effective mechanical protection, *Nature*, 421, 841-843.
- Hamm, C.E., Rousseau, V. (2003). The fate of Phaeocystis-derived fatty acids and associated material during a *Phaeocystis globosa* bloom in the Southern North Sea, *Journal of Sea Research*, 50, 271-283.
- Hara, K., Yamagata, S., Yamanouchi, T., Sato, K., Herber, A., Iwasaka, Y., Nagatani, M., Nakata, H. (2003). Mixing states of individual aerosol particles in spring Arctic troposphere during ASTAR 2000 campaign, *Journal of Geophysical Research*, 108, D7, 10.1029/2002JD002513.
- Harms, I. H., Hübner, U., Backhaus, J. O., Kulakov, M., Stanovoy, V., Stepanets, O., Kodina, L., Schlitzer, R. (2003). Salt intrusions in Siberian River Estuaries - Observations and model experiments in Ob and Yenisei, In: *Proceedings in marine science: Siberian river run-off in the Kara Sea: characterisation, quantification, variability and environmental significance*, edited by R. Stein, K. Fahl, D.K. Fütterer, and E. Galimov, pp. 27-46, Elsevier, Amsterdam.
- Heilmayer, O., Brey, T. (2003). Saving by freezing? Metabolic rates of *Adamussium colbecki* in a latitudinal context, *Marine biology*, 143(3), 477- 484, [DOI 10.1007/s00227-003-1079-7].
- Heilmayer, O., Brey, T., Chiantore, M., Cattaneo-Vietti, R., Arntz, W. E. (2003). Age and productivity of the Antarctic scallop, *Adamussium colbecki*, in Terra Nova Bay (Ross Sea, Antarctica), *Journal of experimental marine biology and ecology*, 288: 239-256 [DOI 10.1016/S0022-0981(03)00020-0].
- Heise, K., Puntarulo, S., Pörtner, H.O., Abele, D. (2003). Production of reactive oxygen species by isolated mitochondria of the Antarctic bivalve *Laternula ellip-*

- tica* (King and Broderip) under heat stress, Comparative biochemistry and physiology c-toxicology & pharmacology, 134, 79-90.
- Helmholz, H., Wichels, A., Gerdts, G. (2003). Screening for bioactive glycolipids in sponges from the Orkney Islands, Biomolecular engineering, 20, 79.
- Hense, I., Timmermann, R., Beckmann, A., Bathmann, U. (2003). Regional and Interannual Variability of Ecosystem Dynamics in the Southern Ocean, Ocean Dynamics, 53, 1-10.
- Hillenbrand, C.-D., Ehrmann, W. (2003). Palaeoenvironmental Implications of Tertiary Sediments from Kainan Maru Seamount and Northern Gunnerus Ridge, Antarctic Science, 15(4), 522-536.
- Hillenbrand, C.-D., Grobe, H., Diekmann, B., Kuhn, G., Fütterer, D.K. (2003). Distribution of clay minerals and proxies for productivity in surface sediments of the Bellingshausen and Amundsen seas (West Antarctica) - Relation to modern environmental conditions, Marine Geology, 193, 253-271.
- Hirche, H. -J., Fetzer, I., Graeve, M., Kattner, G. (2003). *Limnocalanus macrurus* in the Kara Sea (Arctic Ocean): an opportunistic copepod as evident from distribution and lipid patterns, Polar Biology, 26, 720-726.
- Hirche, H. J., Kosobokova, K. N. (2003). Early reproduction and development of dominant calanoid copepods in the sea ice zone of the Barents Sea – need for a change of paradigms? Marine Biology, 143, 769-781.
- Hoensch, B., Bijma, J., Russell, A. D., Spero, H. J., Palmer, M. R., Zeebe, R. E., Eisenhauer, A. (2003). The influence of symbiont photosynthesis on the boron isotopic composition of foraminifera shells, Marine micropaleontology, 49, 87-96.
- Hoppema, M., Baar, H. J. W. de, Fahrbach, E., Hellmer, H. H., Klein, B. (2003). Substantial advective iron loss diminishes phytoplankton production in the Antarctic Zone, Global Biogeochemical Cycles, 17, 10.1029/2002GB001957.
- Hoppenrath, M., Schweikert, M., Elbrächter, M. (2003). Morphological reinvestigation and characterisation of the marine, sand-dwelling dinoflagellate *Adenoides eludens* (Dinophyceae), European Journal of Phycology 38, 385-394.
- Horiguchi, T., Hoppenrath, M. (2003). *Haramonas viridis* sp. nov. (Raphidophyceae, Heterokontophyta), a new sand-dwelling raphidophyte from cold temperate waters, Phycological Research 51, 61-67.
- Hoyer, K., Karsten, U., Wiencke, C. (2003). Inventory and factors controlling the content of UV-absorbing mycosporine-like amino acids in polar macroalgae, In: Antarctic Biology in a Global Context, A.H.L. Huiskes, W.W.C. Gieskes, J. Rozema, R.M.L. Schorno, S.M. van der Vies & W.J. Wolff (eds), Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands, pp. 56-62.
- Hubberten, H. -W., Romanovskii, N. N. (2003). The main features of permafrost in the Laptev Sea region, Russia - a review, Proceedings International Conference on Permafrost, Zürich, 431-436.
- Huybrechts, P. (2003). Antarctica: modelling, In: Bamber, J.L. and A.J. Payne (eds.): Mass balance of the cryosphere: observations and modelling of contemporary and future changes, Cambridge University Press (Cambridge), 491-523.
- Ignatov, S. K., Sennikov, P. G., Jacobi, H. W., Razuvaev, A. G., Schrems, O. (2003). Surface species formed during UV photolysis of ozone adsorbed on water ice films at 80 K. A combined RA-FTIR and DFT study, Physical chemistry chemical physics, 5, 496-505.
- Immler, F., Schrems, O. (2003). Vertical profiles, optical and microphysical properties of Saharan dust layers determined by a ship-borne lidar, Atmospheric chemistry and physics, Vol. 3, p. 1353-1364, 2003.
- Immler, F. (2003). A new algorithm for simultaneous ozone and aerosol retrieval from tropospheric DIAL measurements, Applied physics b-lasers and optics. Vol.76,5 p. 593-596 DOI 10.1007/s00340-003-1157-z.

- Jacob, U., Terpstra, S., Brey, T. (2003). High Antarctic regular sea urchins - The role of space and alimentation in niche separation, *Polar Biology*, 26, 99-104 [DOI 10.1007/s00300-002-0453-0].
- Jacobsen, S., Lüning, K., Goulard, F. (2003). Circadian changes in relative abundance of two photosynthetic transcripts in the marine macroalga *Kappaphycus alvarezii* (Rhodophyta), *Journal of phycology*, 39, 888-896.
- John, U., Fensome, R. A., Medlin, L. K. (2003). The Application of a molecular clock based on molecular sequences and the fossil record to explain biogeographic distributions within the *Alexandrium tamarense* species complex (dinophyceae), *Molecular Biology and Evolution*.
- John, U., Cembella, A., Hummert, C., Elbrächter, M., Groben, R., Medlin, L.K. (2003). Discrimination of the toxicogenic dinoflagellate species *Alexandrium tamarense* and *Alexandrium ostenfeldii* in co-occurring natural populations from Scottish coastal waters, *European journal of phycology*, 38, 25-40.
- Jokat, W., Boebel, T., Koenig, M., Meyer, U. (2003). Timing and Geometry of Early Gondwana break-up, *Journal of Geophysical Research*, Vol. 108, No. B9, 2428, doi:10.1029/2002JB001802.
- Jokat, W., Ritzmann, O., Schmidt-Aursch, M. C., Dra-chev, S., Gauger, S., Snow, J. (2003). Geophysical evidence for reduced melt production on the Arctic ultra-slow Gakkel mid-ocean ridge, *Nature*, 423, 962-965.
- Jokat, W. (2003). The tectonic evolution of the Arctic Ocean: Overview and perspectives, In: *The Arctic Ocean Organic Carbon Cycle: Present and Past*, eds. Stein, R, and Macdonald, R.W.
- Jokat, W. (2003). Seismic investigations along the western sector of Alpha Ridge, Central Arctic Ocean, *Geophysical Journal International*, 152, 185-201.
- Jones, E. P., Swift, J. H., Anderson, L. G., Lipizer, M., Civitarese, G., Falkner, K. K., Kattner, G., McLaughlin, F. (2003). Tracing Pacific Water in the North Atlantic Ocean, *Journal of geophysical research-oceans*, 108, NO. C4, 3116, doi:10.1029/2001JC001141.
- Kaplan, J.O., Bigelow, N.H., Bartlein, P.J., Christiansen, T.R., Cramer, W., Harrison, S.M., Matveyeva, N.V., McGuire, A.D., Murray, D.F., Prentice, I.C., Razzhivin, V.Y., Smith, B., Walker, D.A., Andreson, P.M., Andreev, A.A. et al. (2003). Climate change and Arctic ecosystems II: Modeling, paleodata-model comparisons, and future projections, *Journal of geophysical research-atmospheres* 108, NO. D19, 8171, doi:10.1029/2002JD002559.
- Karcher, M. J., Gerdes, R., Kauker, F., Koeberle, C. (2003). Arctic warming - Evolution and Spreading of the 1990s warm event in the Nordic Seas and the Arctic Ocean, *Journal of Geophysical Research*, Vol. 108(C2), 3034, 10.1029/2001JC001265.
- Karcher, M.J., Kulakov, M., Pivovarov, S., Schauer, U., Kauker, F., Schlitzer, R. (2003). Atlantic Water flow to the Kara Sea - comparing model results with observations, in: 'Siberian River Runoff in the Kara Sea: Characterisation, Quantification, Variability and Environmental Significance', Stein, Fahl, Fütterer, Galimov (Eds.), Elsevier, *Proceedings in Marine Science*, 47-69.
- Karpetchko, A., Kyro, E., Gathen, P. von der (2003). Generation of layering in the upper Arctic troposphere away from the jet stream, *Annales Geophysicae*, 21, 1653-1665.
- Karsten, U., Dummermuth, A., Hoyer, K., Wiencke, C. (2003). Interactive effects of ultraviolet radiation and salinity on the ecophysiology of two Arctic red algae from shallow waters, *Polar Biology*, 26, 249-258.
- Kattner, G., Graeve, M., Calcagno, J. A., Lovrich, G. A., Thatje, S., Anger, K. (2003). Lipid, fatty acid and protein utilization during lecithotrophic larval development of *Lithodes santolla* (Molina) and *Paralomis granulosa* (Jacquinot), *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 292: 61-74.

- Kattner, G., Albers, C., Graeve, M., Schnack-Schiel, S. B. (2003). Fatty acid and alcohol composition of the small polar copepods, *Oithona* and *Oncaea*: indication on feeding modes, *Polar Biology*, 26, 666-671.
- Kauker, F., Meier, H.E.M. (2003). Modeling decadal variability of the Baltic Sea. Part 1: Reconstructing atmospheric surface data for the period 1902-1998, *Journal of Geophysical Research*, 108(C8), 3267, doi: 10.1029/2003JC001797.
- Kauker, F., Gerdes, R., Karcher, M., Koeberle, C., Lieser, J.L. (2003). Variability of Arctic and North Atlantic sea ice: A combined analysis of model results and observations from 1978 to 2001, *Journal of Geophysical Research*, 108(C6), 3182, doi:10.1029/2002JC001573.
- Kiilsholm, S., Christensen, J. H., Dethloff, K., Rinke, A. (2003). Net accumulation of the Greenland ice Sheet: High resolution climate modelling of regional climate change in the Arctic, *Geophysical Research Letters*, Vol. 30, No.9, 1485, doi:10.1029/2002GL015742.
- Kivman, G. (2003). Sequential parameter estimation for stochastic systems, *Nonlinear Processes in Geophysics* 10, 253-259.
- Klenke, M., Schenke, H. W. (2003). A new bathymetric model for the central Fram Strait, *Marine geophysical researches*.
- Knust, R., Arntz, W. E., Boche, M., Brey, T., Gerdes, D., Mintenbeck, K., Schröder, A., Starmans, A., Teixidó, N. (2003). Iceberg scouring on the eastern Weddell Sea shelf (Antarctica): a benthic system shaped by physical disturbances? (Proc. SCAR Biol. Symp. Amsterdam.), Huskes, A.H.L., Gieskes, W.W.C., Rozema, J., Schorno, R.M.L., van der Vies, S.M., Wolff, W.J. (eds): *Antarctic biology in a global context*. Backhuys Publishers, Leiden, p. 96-101.
- Koeberle, C., Gerdes, R. (2003). Mechanisms determining the variability of Arctic sea ice conditions and export, *Journal of Climate*, 16, 2843-2858.
- Koehler, A., Noorden, C.J.F. van (2003). NADPH and the higher incidence of pollution induced liver cancer in female flounder, *Environmental toxicology and chemistry*.
- Kooistra, W.H.C.F., Forlani, G., DeStefano, M., Mann, D.G., Medlin, L.K. (2003). The phylogenetic position of *Toxarium*, within the diatoms (Bacillariophyceae), *Journal of Phycology* 39, 185-197.
- Kraus, M., Matthiessen, J., Stein, R. (2003). A Holocene marine pollen record from the northern Yenisei Estuary (southeastern Kara Sea, Siberia), *Proceedings in Marine Science*, 6, 435-457.
- Kriews, M., Reinhardt, H., Miller, H. (2003). Hochaufgelöste Detektion von Spurenelementen in Eisbohrkernen, *Nachrichten aus der Chemie*, 51, 01.2003,37-39.
- Kruse, I., Reusch, T.B.H., Schneider, M.V. (2003). Sibling species or poecilogony in the polychaete *Scoloplos armiger*? *Marine Biology*, 142, 937-947.
- Kruse, I., Reise, K. (2003). Reproductive isolation between intertidal and subtidal *Scoloplos armiger* (Polychaeta, Orbiniidae) indicates sibling species in the North Sea, *Marine Biology*, 143, 511-517.
- Krämer, M., Müller, Ri., Bovensmann, H., Burrows, J., Brinkmann, J., Röth, E.P., Grooß, J.-U., Müller, Ro., Woyke, T., Ruhnke, R., Günther, G., Hendricks, J., Lippert, E., Carslaw, K.S., Peter, T., Zieger, A., Brühl, C., Steil, B., Lehmann, R., McKenna, D.S. (2003). Intercomparison of stratospheric chemistry models under polar vortex conditions, *Journal of Atmospheric Chemistry*, 45, 51-77.
- Kuhn, G., Diekmann, B. (2003). Data report: Bulk sediment composition, grain-size, clay and silt mineralogy of Pleistocene sediments from ODP Leg 177 Sites 1089 and 1090., In: Gersonde, R., Hodell, D.A., and Blum, P. (Eds.), *Proc. ODP, Sci. Results*, 177 [Online]. Available from World Wide Web: http://www-odp.tamu.edu/publications/177_SR/chap_13/chap_13.htm.

- Kumke, T. (2003). Book Review: Statistical Curves and Parameters: Choosing an Appropriate Approach by Michael E. Tarter, *Mathematical geology*, 35, 649-650.
- Köhler, H., Meon, B., Gordeev, V.V., Spitzky, A., Amon, R.M.W. (2003). Dissolved organic matter (DOM) in the estuaries of Ob and Yenisei and the adjacent Kara Sea, Russia, *Proceedings in Marine Science*, Vol. 6, 281-310.
- Lajus, D., Knust, R., Brix, O. (2003). Fluctuating asymmetry and other parameters of morphological variation of eelpout (*Zoarces viviparus*, Zoarcidae, Teleostei) from different parts of its distribution range, *Sarsia*.
- Lancelot, C., Groben, R. (2003). Meeting Report: Ecology and impact assessment of Phaeocystis blooms in the Eastern Channel and Southern Bight of the North Sea, Oostende, Belgium, 27-29 November, 2002, *Protist*, 154, 173-176.
- Langenbuch, M., Pörtner, H.O. (2003). Energy budget of hepatocytes from Antarctic fish (*Pachycara brachycephalum* and *Lepidonotothen kempfi*) as a function of ambient CO₂: pH-dependent limitations of cellular protein biosynthesis? *Journal of experimental biology*, 206, 3895-3903.
- Langrock, U., Stein, R., Lipinski, M., Brumsack, H. -J. (2003). Paleoenvironment and sea-level change in the early Cretaceous Barents Sea – implications from near-shore marine sapropels, *Geo-marine letters*, 23 (1), 34-42, DOI: 10.1007/s00367-003-0122-5.
- Langrock, U., Stein, R., Lipinski, M., Brumsack, H. -J. (2003). Late Jurassic to Early Cretaceous black shale formation and paleoenvironment in high northern latitudes – examples from the Norwegian-Greenland-Seaway, *Paleoceanography*, Vol. 18 (3), DOI: 10.1029/2002PA000867.
- Lannig, G., Eckerle, L., Serendero, I., Sartoris, F.J., Fischer, T., Knust, R., Johansen, T., Pörtner, H.O. (2003). Temperature adaptation in eurythermal cod (*Gadus morhua*): a comparison of mitochondrial enzyme capacities in boreal and Arctic populations, *Marine biology*, 142, 589-599.
- Laudien, J., Flint, N. S., Bank, F. H. van der, Brey, T. (2003). Genetic and morphological variation in four populations of the surf clam *Donax serra* (Röding) from southern African sandy beaches 66, *Biochemical systematics and ecology*, 31, 751-772.
- Leggat, W., Buck, B. H., Grice, A., Yellowlees, D. (2003). The Impact of Bleaching on the Metabolic Contribution of Dinoflagellate Symbionts to their Giant Clam Host, *Plant cell and environment*, 26, 1951-1961.
- Lemos, D., Salomon, M., Gomes, V., Phan, V.N., Buchholz, F. (2003). Citrate synthase and pyruvate kinase activities during early life stages on the shrimp *Farfantepenaeus paulensis* (Crustacea, Decapoda, Penaeidae): effects of ontogenetic development and temperature, *Comparative biochemistry and physiology b-biochemistry & molecular biology*, 135, 707-719.
- Lenning, K. Van, Latasa, M., Estrada, M., Saez, A., Medlin, L., Probert, I., Veron, B., Young, J. (2003). Pigment signature and phylogenetic relationships of the Pavlovophyceae, *Journal of Phycology* 39, 379-389.
- Levasseur, M., Couture, J.-Y., Weise, A.M., Michaud, S., Elbrächter, M., Sauvé, G., Bonneau, E. (2003). Pelagic and epiphytic summer distributions of *Prorocentrum lima* and *Prorocentrum mexicanum* at two mussel farms in the Gulf of St. Lawrence, Canada, *Aquatic microbial ecology*, 30/3, 283-293.
- Licari, L., Schumacher, S., Wenzhoefer, F., Zabel, M., Mackensen, A. (2003). Communities and microhabitats of living benthic foraminifera from the tropical east Atlantic: impact of different productivity regimes, *Journal of foraminiferal research*, 33(1), 10-31.
- Lippert, H., Brinkmeyer, R., Mülhaupt, T., Iken, K. (2003). Antimicrobial activity in sub-Arctic marine invertebrates, *Polar Biology*, 26(9), 591-600.
- Longhi, M.L., Schloss, I.R., Wiencke, C. (2003). Effect of irradiance and temperature on photosynthesis

and growth of two Antarctic benthic diatoms, *Gyrodinium aureolum* and *Odontella litigiosa*, Botanica Marina, 46, 276-284.

- Losa, S., Kivman, G., Schröter, J., Wenzel, M. (2003). Sequential weak constraint parameter estimation in an ecosystem model, Journal of Marine Systems 43, 31-49.
- Lovrich, G. A., Thatje, S., Calcagno, J. A., Anger, K., Kaffenberger, A. (2003). Changes in biomass and chemical composition during lecithotrophic larval development of the Southern king crab, *Lithodes santolla* (Molina), Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 288, 65-79.
- Lozan, J. L., Rachor, E., Reise, K., Sündermann, J., Westernhagen, H. v. (Eds) (2003). Warnsignale aus Nordsee & Wattenmeer, Wissenschaftliche Auswertungen, Buchreihe, Hamburg.
- Lucassen, M., Schmidt, A., Eckerle, L. G., Pörtner, H.-O. (2003). Mitochondrial proliferation in the permanent vs. temporary cold: enzyme activities and mRNA levels in Antarctic and temperate zoarcid fish, American journal of physiology-regulatory integrative and comparative physiology, 258, 1410-1420.
- Lutjeharms, J.R.E., Boebel, O., Rossby, H.T. (2003). Agulhas cyclones, Deep-sea research ii, 50,13-34.
- Lüning, K., Pang, S. (2003). Mass cultivation of seaweeds: current aspects and approaches, Journal of applied phycology, 15, 115-119.
- Markasheva, E. L., Schnack-Schiel, S. B. (2003). New and rare calanoid copepods from the Great Meteor Seamount, northeastern Atlantic, Ophelia, 57.
- Maskey, R. P., Kock, I., Helmke, E., Laatsch, H. (2003). Isolation and Structure Determination of Phenazostatin D, a New Phenazine from a Marine Actinomycete Isolate Pseudonocardia sp. B6273, Zeitschrift für Naturforschung section b-a journal of chemical sciences, 58b, 692-694.
- McLaughlin, P. A., Anger, K., Kaffenberger, A., Lovrich, G. A. (2003). Larval and early juvenile development in *Paralomis granulosa* (Jacquinot) (Decapoda: Anomura: Paguroidea: Lithodidae), with emphasis on abdominal changes in megalopal and crab stages, Journal of Natural History, 37, 1433-1452.
- Meier, H.E.M., Kauker, F. (2003). On the sensitivity of the Baltic Sea salinity to the freshwater supply, Climate research, 24, 231-242.
- Meier, H.E.M., Kauker, F. (2003). Modeling decadal variability of the Baltic Sea. Part 2: The role freshwater inflow and large-scale atmospheric circulation for salinity, Journal of Geophysical Research, 108(C11), 3368, doi:10.1029/2003JC001799.
- Meyer, B., Atkinson, A., Blume, B., Bathmann, U. (2003). Feeding and energy budgets of larval Antarctic krill, *Euphausia superba*, in summer, Marine ecology-progress series 257, 167-177.
- Michael, P. J., Langmuir, C. H., Dick, H. J. B., Snow, J. E., Goldstein, S. L., Graham, D. W., Lehnert, K., Kurras, G., Jokat, W., Mühe, R., Edmonds, H. N. (2003). Magmatic and amagmatic seafloor generation at the ultraslow-spreading Gakkel ridge, Arctic Ocean, Nature, 423, 956-961.
- Mock, T., Kruse, M., Dieckmann, G. (2003). A new microcosm to investigate the oxygen dynamics of the sea-ice water interface, Aquatic microbial ecology, 30, 197-205.
- Mutterlose, J., Brumsack, H. -J., Floegel, S., Hay, W. W., Klein, C., Langrock, U., Lipinski, M., Ricken, W., Soeding, E., Stein, R., Swientek, O. (2003). The Greenland-Norwegian Seaway: A key area for understanding Late Jurassic to Early Cretaceous paleoenvironments, Paleooceanography, Vol. 18 (1), p. 10-1 to 10-26, doi:10.1029/2001PA000625.
- Müller, M., Neuber, R., Fierli, F., Hauchecorne, A., Voemel, H., Oltmans, S. J. (2003). Stratospheric Water Vapour as Tracer for Vortex Filamentation in the Arctic Winter 2002/2003, Atmospheric Chemistry and Physics, 3, 1991-1997.
- Nam, S. -I., Kim, S. P., Chang, J. H., Mackensen, A.

- (2003). Paleoenvironmental changes in the northern East China Sea and the Yellow Sea since the last deglaciation marine transgression, *Journal of the Geological Society of Korea*, 39(2), 149-160.
- Nechaev, D., Schröter, J., Yaremchuk, M. I. (2003). A diagnostic stabilized finite-element ocean circulation model, *Ocean Modelling*, 5, 37-63.
- Notholt, J., Lehmann, R. (2003). The moon as light source for atmospheric trace gas observations: Measurement technique and analysis method, *Journal of Quantitative Spectroscopy & Radiative Transfer*, 76, 435-445.
- Notholt, J., Kuang, Z., Rinsland, C.P., Toon, G.C., Rex, M., Jones, N., Albrecht, T., Deckelmann, H., Krieg, J., Weinzierl, C., Bingemer, H., Weller, R., Schrems, O. (2003). Enhanced upper tropical tropospheric COS: Impact on the stratospheric aerosol layer, *Science*, 300, 307-310.
- Nöthig, E.-M., Okolodkov, Y., Larionov, V.V., Makarevich, P.R. (2003). Phytoplankton distribution in the inner Kara Sea: a comparison of three summer investigations, *Proceedings in Marine Sciences* no.6, Elsevier, pp.163-184.
- Obermueller, B., Karsten, U., Pörtner, H. O., Abele, D. (2003). Effects of UV-radiation on oxidative stress parameters in polar marine amphipods, and the role of UV-absorbing mycosporine-like amino acids (MAAs) in their diet, In: *Antarctic Biology in a Global Context. Proceeding of the 8th SCAR International Biology Symposium, Amsterdam 2001*. Eds.: Huiskes, A.H. L., Gieskes, W. W. C., Rozema, J., Schorno, R. M. L., Van der Vries, S.M., Wolff, W. J., 63-68.
- Olbers, D., Eden, C. (2003). A model with simplified circulation dynamics for a baroclinic ocean with topography. Part I: Theory, waves and wind-driven circulations, *Journal of Physical Oceanography* 33, No. 12, pp. 2719-2737.
- Orsolini, Y. J., Eskes, H., Hansen, G., Hoppe, U.-P., Kylling, A., Kyrö, E., Notholt, J., Van der A, R., Gathen, P. von der (2003). Summertime low-ozone episodes at northern high latitudes, *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 129, 3265-3276.
- Pape, C. (2003). Melatonin in marine macroalgae. Development and validation of quantitative determinations by HPLC and enzyme-linked immunosorbent assay, *Berichte zur Polar- und Meeresforschung*, Universität Hamburg.
- Pinglot, J.F., Vaikmae, R., Kamiyama, K., Igarashi, M., Fritzsche, D., Wilhelms, F., Koerner, R., Henderson, L., Isaksson, E., Winther, J.G., Wahl, R.S.W. van de, Fournier, M., Bouisset, P., Meijer, H.A.J. (2003). Ice cores from Arctic subpolar glaciers: chronology and post depositional processes deduced from radioactivity measurements, *Journal of Glaciology*, 48.
- Pinz, I., Pörtner, H. O. (2003). Metabolic costs induced by lactate in the toad *Bufo marinus*: new mechanism behind oxygen debt? *Journal of applied physiology*, 94, 1177-1185.
- Pivovarov, S., Schlitzer, R., Novikhin, A. (2003). River run-off influence on the water mass formation in the Kara Sea, *Proceedings in marine science: Siberian river run-off in the Kara Sea: characterisation, quantification, variability and environmental significance*, edited by R. Stein, K. Fahl, D.K. Fütterer, and E. Galimov, pp. 9-26, Elsevier, Amsterdam.
- Poll, W.H. van de, Bischof, K., Buma, A.G.J., Breeman, A.M. (2003). Habitat related variation in UV tolerance of tropical marine red macrophytes is not temperature dependent, *Physiologia Plantarum* 118, 74-83.
- Poppe, F., Schmidt, R.A.M., Hanelt, D., Wiencke, C. (2003). Effects of UV radiation on the ultrastructure of several red algae, *Phycological Research*, 51, 11-20.
- Premke, K., Muyakshin, S., Klages, M., Wegner, J. (2003). Evidence for long range chemoreceptive tracking of food odour in deep sea scavengers by scanning sonar data, *Journal of experimental marine biology and ecology*, 285-286, 283-294.

- Rachold, V., Eicken, H., Gordeev, V.V., Grigoriev, M.N., Hubberten, H.-W., Lisitzin, A.P., Shevchenko, V.P., Schirrmeister, L. (2003). Modern terrigenous organic carbon input to the Arctic Ocean, In: Stein, R. and Macdonald, R.W. (Eds.) *Organic Carbon Cycle in the Arctic Ocean: Present and Past*. Springer Verlag, Berlin. p. 33-55.
- Rachold, V., Lack, M., Grigoriev, M.N. (2003). A Geo Information System (GIS) for Circum-Arctic Coastal Dynamics, Proceedings of the 8th International Conference on Permafrost. Zürich (Switzerland), 21-25 July 2003, pp. 923-927.
- Rachor, E., Schröder, A. (2003). Auswirkungen auf das Makrozoobenthos - Nutznießer und Geschädigte der Eutrophierung, In: Lozán, J.L., Rachor, E., Reise, K., Sündermann, J. & H. v. Westernhagen, Hrsg.: *Warnsignale aus Nordsee & Wattenmeer. Eine aktuelle Umweltbilanz*. Verlag Wissenschaftliche Auswertungen, Hamburg, 201-203..
- Rao, T. N., Kirkwood, S., Arvelius, J., Gathen, P. von der, Kivi, R. (2003). Climatology of UTLS Ozone and the ratio of ozone and potential vorticity over Northern Europe, *Journal of Geophysical Research*, 108 (D22), 4703, doi:10.1029/2003JD003860.
- Reeh, N., Mohr, J. J., Madsen, S. N., Oerter, H., Gundestrup, N. (2003). Three-dimensional glacier surface velocities of the Storstrømmen glacier derived from radar interferometry and ice-sounding radar measurements, *Journal of Glaciology*, Vol. 49, No. 165, 201-209.
- Reinhardt, H., Kriews, M., Miller, H., Lüdke, C., Hoffmann, E., Skole, J. (2003). Application of LA-ICP-MS in polar ice core studies, *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 375, 1265-1275.
- Reise, K. (2003). More sand to the shorelines of the Wadden Sea, *Marine Science Frontiers for Europe*.
- Reise, K., Lackschewitz, D. (2003). Combating habitat loss at eroding Wadden Sea shores by sand replenishment, In: Wolff, W.J. (ed.) *Proceedings of the 10th Wadden Sea Symposium*.
- Reise, K., Diederich, S. (2003). Der ökologische Preis importierter Austern, In: Lozán, J.L., Rachor, E., Reise, K., Sündermann, J., Westernhagen, H.v. (Hrsg.), *Warnsignale aus Nordsee & Wattenmeer*, wiss. Auswertungen GEO, Hamburg, 306-308.
- Reise, K. (2003). Grüner Wechsel im Wattenmeer: Weniger Seegrasswiesen und das Aufkommen der Grünalgenmatten, In: Lozán, J.L., Rachor, E., Reise, K., Sündermann, J., Westernhagen, H. von (Hrsg.), *Warnsignale aus Nordsee & Wattenmeer - Eine aktuelle Umweltbilanz*, 196-200.
- Reise, K. (2003). Metapopulation structure in the lagoon cockle *Cerastoderma lamarcki* in the northern Wadden Sea, *Helgoland Marine Research*, 56, 252-258.
- Rex, M., Salawitch, R. J., Santee, M. L., Waters, J. W., Hoppel, K., Bevilacqua, R. (2003). On the unexplained stratospheric ozone losses during cold Arctic Januaries, *Geophysical Research Letters*, 30/1, 1008, doi 10.1029/2002GL016008.
- Riemann, F., Thiermann, F., Bock, L. (2003). Leptonemella species (Desmodoridae, Stilbonematinae), benthic marine nematodes with ectosymbiotic bacteria, from littoral sand of the North Sea island Sylt: taxonomy and ecological aspects, *Helgoland Marine Research*, 57, 118-131.
- Rinke, A., Gerdes, R., Dethloff, K., Kandlbinder, T., Karicher, M., Kauker, F., Frickenhaus, S., Koeberle, C., Hiller, W. (2003). A case study of the anomalous Arctic sea ice conditions during 1990: Insights from coupled and uncoupled regional climate model simulations, *Journal of geophysical research*, Vol. 108, No. D9, 4275, doi:10.1029/2002JD003146.
- Rinsland, C.P., Mahieu, E., Zander, R., Jones, N.B., Chipperfield, M.P., Goldman, A., Anderson, J., Russel III, J.M., Demoulin, P., Notholt, J., Toon, G.C., Blavier, J.-F., Sen, B., Sussmann, R., Wood, S.W., Meier, A., Griffith, D.W.T., Chiou, L.S., Murcray, F.J., Stephen, T.M., Hase, F., Mikuteit, S., Schulz, A., Blu-

- menstock, T. (2003). Long-Term Trends of Inorganic Chlorine from Ground-Based Infrared Solar Spectra: Past Increases and Evidence for Stabilization, *Journal of geophysical research-atmospheres*, Vol. 108, No. D8, 4252, doi:10.1029/2002JD003001.
- Ritzmann, O., Jokat, W. (2003). Crustal structure of north-western Svalbard and the adjacent Yermak Plateau: Evidence for Oligocene simple shear rifting and non-volcanic break-up, *Geophysical Journal International*, 152, 139-159.
- Robertson, R., Beckmann, A., Hellmer, H. H. (2003). M₂ tidal dynamics in the Ross Sea, *Antarctic Science*, 15(1), 41-46.
- Rost, B., Riebesell, U., Burkhardt, S., Sültemeyer, D. (2003). Carbon acquisition of bloom-forming marine phytoplankton, *Limnology and oceanography*, 48, 55-67.
- Rutgers van der Loeff, M.M., Kühne, S., Wahsner, M., Hölzner, H., Frank, M., Ekwurzel, B., Mensch, M., Rachold, V. (2003). ²²⁸Ra and ²²⁶Ra in the Kara and Laptev Seas, *Continental shelf research*, 23, 113-124.
- Saez, A. G., Tatarenkov, A., Barrio, E., Becerra, N. H., Ayala, F. J. (2003). Patterns of DNA sequence polymorphism at Sod vicinities in *Drosophila melanogaster*: Unraveling the footprint of a recent selective sweep, *Proceedings of the National Academy of Sciences U.S.A.*, 100, 1793-1798.
- Sar, E. A., Sala, S. E., Hinz, F., Sunesen, I. (2003). Revision of *Amphora holsatica* (Bacillariophyceae), *European journal of phycology*, 38, 73-81.
- Sarnthein, M., Gersonde, R., Niebler, H.-S., Pflaumann, U., Spielhagen, R., Thiede, J., Wefer, G., Weinelt, M. (2003). Overview of Glacial Atlantic Ocean Mapping (GLAMAP 2000), *Paleoceanography*, 18, 2, 1030, doi:10.1029/2002PA000769.
- Sartoris, F. J., Bock, C., Pörtner, H.-O. (2003). Temperature dependent pH regulation in eurythermal and stenothermal marine fish: an interspecies comparison using ³¹P-NMR, *Journal of thermal biology*, 28, 363-371.
- Sartoris, F. J., Bock, C., Serendero, I., Lannig, G., Pörtner, H.-O. (2003). Temperature dependent changes in energy metabolism, intracellular pH and blood oxygen tension in the Atlantic cod, *Gadus morhua*, *Journal of fish biology*, 62, 1239-1253.
- Sauter, E.J., Schlüter, M., Sedyn, P.L., Fraser, N., Fogt, P. (2003). AUV Multi-Technique Surveying of Submarine Freshwater Seeps - High and Ultra High Resolution Acoustic and CTD Mapping of Pockmark Sites in Eckernförde Bay, Western Baltic Sea, *Sea Technology*, 44 (3), 49-52.
- Schanz, A., Asmus, H. (2003). Impact of hydrodynamics on development and morphology of intertidal seagrasses in the Wadden Sea, *Marine ecology-progress series*, 261, 123-134.
- Schewe, I., Soltwedel, T. (2003). Benthic response to ice-edge induced particle flux in the Arctic Ocean, *Polar Biology*, 26(9), 610-620.
- Schlitzer, R., Usbeck, R., Fischer, G. (2003). Inverse modeling of particulate organic carbon fluxes in the South Atlantic, in: Wefer, G., Mulitza, S., Rathmeyer, V., (eds.), *The South Atlantic in the Late Quaternary - Reconstruction of Material Budget and Current Systems*, pp. 1-19, Springer-Verlag, Berlin.
- Schlünzen, K.H., Bischof, G., Hinneburg, D., Knoth, O., Lambrecht, M., Leitel, B., Lopez, S., Lüpkes, C., Pankus, H., Renner, E., Schatzmann, M., Schoenmeyer, T., Trepte, S., Wolke, R. (2003). Flow and transport in the obstacle layer - First results of the micro-scale model MITRAS, *Journal of Atmospheric Chemistry*, 44(02).
- Schmid, C., Boebel, O., Zenk, W., Lutjeharms, J.R.E., Garzoli, S.L., Richardson, P.L., Barron, C. (2003). Early evolution of an Agulhas Ring, *Deep-sea research ii*, 50, 141-166.
- Schneider, B., Schlitzer, R., Fischer, G., Nöthig, E.-M. (2003). Depth Dependent Elemental Compositions of Particulate Organic Matter (POM) in the Ocean, *Global biogeochemical cycles*, 17(2), 10.1029/2002GB001871.

- Schoenwaelder, M., Wiencke, C., Clayton, M. N., Glombitza, K. W. (2003). The effect of elevated UV radiation on *Fucus* spp. (Fucales, Phaeophyta) zygote and embryo development., *Plant Biology*, 5, 366-377.
- Schäfer, A., Schlüter, M., Grandel, S. (2003). Spatial modelling of sedimentary inventories and benthic fluxes in the Atlantic Ocean via GIS, *Geophysical Research Abstracts*, 5, 10621.
- Shevchenko, V., Lisitzin, A., Vinogradova, A., Stein, R. (2003). Heavy metals in aerosols over the seas of the Russian Arctic, *Science of the total environment*, 306, 11-25.
- Skouras, A., Broeg, K., Dizer, H., Westernhagen, H. von, Hansen, P.-D., Steinhagen, D. (2003). The use of innate immune responses as biomarkers in a programme of integrated biological effects monitoring on flounder (*Platichthys flesus*) from the southern North Sea, *Helgoland Marine Research*, 57, 190-198
- Sokolov, E. P., Pörtner, H. O., Lucassen, M., Sokolova, I. M. (2003). Microscale genetic differentiation along the vertical shore gradient in White Sea snails *Littorina saxatilis* (Olivi) assessed by microsatellite markers, *Journal of molluscan studies*, 69, 388-391.
- Sokolova, I.M., Pörtner, H.O. (2003). Metabolic plasticity and critical temperatures for aerobic scope in a eurythermal marine invertebrate (*Littorina saxatilis*, Gastropoda: Littorinidae) from different latitudes, *Journal of experimental biology*, 206, 195-207.
- Soltwedel, T., Juterzenka, K. v., Premke, K., Klages, M. (2003). What a lucky shot! Photographic evidence for a medium-sized natural food-fall at the deep seafloor, *Oceanologica acta*, 26 (5/6): 623-628.
- Soltwedel, T., Miljutina, M., Mokievsky, V., Thistle, D., Vopel, K. (2003). The meiobenthos of the Molloy Deep (5600 m), Fram Strait, Arctic Ocean, *Vie et milieu-life and environment*, 53 (1): 1-14.
- Sommer, U., Sommer, F., Santer, B., Zöllner, E., Jürgens, K., Jamieson, C. D., Boersma, M., Gocke, K. (2003). *Daphnia* versus copepod impact on summer phytoplankton: functional compensation at both trophic levels, *Oecologia*, 135, 639-647.
- Stambler, N. (2003). Primary production, light absorption and quantum yields of phytoplankton from the Bellinghousen and Amundsen Seas (Antarctica), *Polar Biology*, 26, 438-451.
- Staneva, J., Bowman, M., Stanev, E., Peneva, E. (2003). Control of Black Sea intermediate water mass formation by dynamics and topography: comparisons of numerical simulations, survey and satellite data, *Journal of marine research*.
- Stein, R., Fahl, K., Dittmers, K., Niessen, F., Stepanets, O. (2003). Holocene siliciclastic and organic carbon fluxes in the Ob and Yenisei estuaries and the adjacent inner Kara Sea: Quantification, variability, and paleoenvironmental implications, *Proceedings in Marine Sciences*, Vol. 6, Elsevier Amsterdam, p. 401-434.
- Stein, R., Dittmers, K., Fahl, K., Kraus, M., Matthiessen, J., Niessen, F., Pirrung, M., Polyakova, Ye., Schoster, F., Steinke, T., Fütterer, D. K. (2003). Terrigenous sediment supply and paleoenvironment of the Holocene Kara Sea (Arctic Ocean), *Quaternary Science Reviews*.
- Stein, R. (ed), Fahl, K. (ed), Fütterer, D.K. (ed), Galimov, E.M. (ed), Stepanets, O.V. (ed) (2003). Siberian River Run-off in the Kara Sea: Characterisation, Quantification, Variability, and Environmental Significance, *Proceedings in Marine Sciences* Vol. 6, Elsevier, Amsterdam, 484 pp.
- Storch, D., Heilmayer, O., Hardewig, I., Pörtner, H.O. (2003). In vitro protein synthesis capacities in a cold stenothermal and a temperate eurythermal pectinid, *Journal of comparative physiology b-biochemical systemic and environmental physiology*, 173, 611-620.
- Storch, D., Pörtner, H.O. (2003). The Protein Synthesis Machinery operates at the same Expense in eurythermal and cold stenothermal Pectinids, *Physiological and Biochemical Zoology*, 76, 28-40.
- Sáez, A. G., Probert, I., Geisen, M., Quinn, P. Young, J. R., Medlin, L. K. (2003). Pseudo-cryptic speciation

- in coccolithophores, Proceedings of the national academy of sciences of the United States of America, 100, 7163-7168.
- Thatje, S., Fuentes, V. (2003). First record of anomuran and brachyuran larvae (Crustacea: Decapoda) from Antarctic waters, Polar Biology, 26, 279-282.
- Thatje, S., Calcagno, J. A., Lovrich, G. A., Sartoris, F. J., Anger, K. (2003). Extended hatching periods in the subantarctic lithodid crabs *Lithodes santolla* and *Paralomis granulosa* (Crustacea: Decapoda: Lithodiidae), Helgoland Marine Research, 57(2), 110-113.
- Thatje, S., Lovrich, G. A. (2003). Decapodid and early juvenile development in the protandrous shrimp *Campylonotus vagans* Bate, 1888 (Crustacea: Decapoda: Caridea), with notes on larval morphology, Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 83 (1), 103-109.
- Thatje, S. (2003). *Campylonotus arntzianus*, a new species of the Campylonotidae (Crustacea: Decapoda: Caridea) from the Scotia Sea (Antarctica), Polar Biology, 26, 242-248.
- Thatje, S., Schnack-Schiel, S., Arntz, W. (2003). Developmental trade-offs in Subantarctic meroplankton communities and the enigma of low decapod diversity in high southern latitudes, Marine ecology-progress series, 260, 195-207.
- Thieltges, D.W., Strasser, M., Reise, K. (2003). The American slipper-limpet *Crepidula fornicata* (L.) in the Northern Wadden Sea 70 years after its introduction, Helgoland marine research, 57, 27-33.
- Thieltges, D.W. (2003). Erfolgreiche Einwanderin aus Übersee - Die Amerikanische Pantoffelschnecke *Crepidula fornicata* (L.) im Wattenmeer, Natur und Museum, 133(4), 110-114.
- Thomason, L.W., Herber, A., Yamanouchi, T., Sato, K., Burton, S.P. (2003). Arctic Study on Tropospheric Aerosol and Radiation: Comparison of tropospheric aerosol extinction profiles measured by airborne photometer and SAGE II, Geophysical Research Letters, Vol. 30, No. 6, 1328, 10.1029/2002GL016453.
- Tillmann, U. (2003). Kill and eat your predator: a winning strategy of the planktonic flagellate *Prymnesium parvum*, Aquatic Microbial Ecology, 32, 73-84.
- Timmermann, R., Beckmann, A. (2003). Parameterization of vertical mixing in the Weddell Sea, Ocean Modelling, 6(1), 83-100.
- Treguier, A. M., Boebel, O., Barnier, B., Madec, G. (2003). Agulhas eddy fluxes in a 1/6 deg. Atlantic model, Deep-sea research ii, 50, 251-280.
- Uenzelmann-Neben, G. (2003). Contourites on the Agulhas Plateau, SW Indian Ocean: Indications for the evolutions of currents since Paleogene times, In: Stow, D., Faugeres, J.-C., Howe, J.C., Pudsey, C. & Viana, A. (eds), Deep-water Contourite Systems: Modern Drifts and Ancient Series, Seismic and Sedimentary Characteristics. Geological Society, London, Memoir 22, 271-288.
- Usbeck, R., Schlitzer, R., Fischer, G., Wefer, G. (2003). Particle fluxes in the ocean: Comparison of sediment trap data with results from inverse modeling, Journal of marine systems, 39, 167-183.
- Vering, G., Crone, C., Bijma, J., Arlinghaus, H. F. (2003). TOF-SIMS and Laser-SNMS Characterization of Planktonic Foraminifera, Applied surface science, 202-203, 785-788.
- Vihma, T., Hartmann, J., Lüpkes, C. (2003). A case study of an on-ice air flow over the Arctic marginal sea ice zone, Boundary-layer meteorology, 107, 189-217.
- Volpi, V., Camerlenghi, A., Hillenbrand, C. -D., Rebecco, M., Ivaldi, R. (2003). The effects of biogenic silica on sediment compaction and slope stability on the Pacific margin of the Antarctic Peninsula, Basin Research, 15, 339-363.
- Wacker, U., Herbert, F. (2003). Continuity equations as expressions for local balances of masses in cloudy air, Tellus series a-dynamic meteorology and oceanography, 55(3), 247-254.

- Wagner, D., Kobabe, S., Pfeiffer, E. -M., Hubberten, H. -W. (2003). Microbial Controls on Methane Fluxes from a Polygonal Tundra of the Lena Delta, Siberia, Permafrost and periglacial processes, 14, 173-185.
- Wagner, D., Wille, C., Kobabe, S., Pfeiffer, E. -M. (2003). Simulation of Freezing-Thawing Cycles in a Permafrost Microcosm for Assessing Microbial Methane Production under Extreme Conditions, Permafrost and periglacial processes. 14, 367-374.
- Wassmann, P., Bauerfeind, E., Fortier, M., Fukuchi, M., Hargrave, B., Moran, B., Noji, T., Nöthig, E. -M., Olli, R., Peinert, R., Sasaki, H., Shevchenko, V. P. (2003). Particulate organic carbon flux to the Arctic Ocean sea floor, In: The Organic Carbon Cycle in the Arctic Ocean. Stein, R. and Macdonald, R.W. (Eds.), Springer Verlag, Berlin, 363 pp., 101-138.
- Weber, K., Goerke, H. (2003). Persistent organic pollutants (POPs) in antarctic fish: levels, patterns, changes, *Chemosphere*, 53, 667-678.
- Wegner, C., Hölemann, J. A., Dmitrenko, I., Kirillov, S., Tuschling, K., Abramova, E., Kassens, H. (2003). Suspended particulate matter on the Laptev Sea shelf (Siberian Arctic) during ice-free conditions, *Estuarine coastal and shelf science*, 57, 55-64.
- Weisheimer, A., Kurgansky, M.V., Dethloff, K., Handorf, D. (2003). Extratropical low-frequency variability in a three-level quasi-geostrophic atmospheric model with different spectral resolution, *Journal of Geophysical Research*, 108(D5), 4171, doi:10.1029/2001JD001282, 2003.
- Wexels Riser, C., Jansen, S., Bathmann, U., Wassmann, P. (2003). Grazing of *Calanus helgolandicus* on *Dinophysis norvegica* during bloom conditions in the North Sea: evidence from investigations of faecal pellets, *Marine ecology-progress series*, 256, 301-304.
- Wiltshire, K. H., Boersma, M., Meyer, B. (2003). Grazer-induced changes in the desmid *Staurastrum*, *Hydrobiologia*, 491, 255-260.
- Winder, M., Boersma, M., Spaak, P. (2003). On the cost of vertical migration: are feeding conditions really worse at greater depths?, *Freshwater Biology*, 48, 383-393.
- Wischmeyer, A. G., Del Amo, Y., Brzezinski, M., Wolf-Gladrow, D. A. (2003). Theoretical constraints on the uptake of silicic acid species by diatoms, *Marine chemistry*, 82, 13-29.
- Wischmeyer, A. G., De La Rocha, C., Maier-Reimer, E., Wolf-Gladrow, D. A. (2003). Control mechanisms for the oceanic distribution of silicon isotopes, *Global biogeochemical cycles*, 17(3), 1083, doi:10.1029/2002GB002022.
- Xu, Y., Nogi, Y., Kato, C., Liang, Z., Rüger, H.-J., De Kegel, D., Glansdorff, N. (2003). *Moritella profunda* sp. nov. and *Moritella abyssi* sp. nov., two psychropiezophilic organisms isolated from deep Atlantic sediments, *International journal of systematic and evolutionary microbiology*, 53, 533-538.
- Xu, Y., Nogi, Y., Kato, C., Liang, Z., Rüger, H.-J., De Kegel, D., Glansdorff, N. (2003). *Psychromonas profunda* sp. nov., a psychropiezophilic bacterium from deep Atlantic sediments, *International journal of systematic and evolutionary microbiology*, 53, 527-532.
- You, Y., Lutjeharms, J.R.E., Boebel, O., Ruijter, W.P.M. de (2003). Quantification of the inter-ocean exchange of intermediate water masses around southern Africa, *Deep-sea research ii*, 50, 197-228.
- Zakhartsev, M. V., Wachter, B. De, Sartoris, F. J., Pörtner, H. O., Blust, R. (2003). Thermal physiology of the common eelpout (*Zoarces viviparus*), *Journal of comparative physiology b-biochemical systemic and environmental physiology*, 173, 365-37.
- Zeebe, R., Wolf-Gladrow, D. A., Bijma, J., Hoenisch, B. (2003). Vital effects in foraminifera do not compromise the use of $\delta^{11}\text{B}$ as a paleo-pH indicator: Evidence from modeling, *Paleoceanography*, 18(2), 1043, doi: 10.1029/2003PA000881.
- Zielinski, U., Gersonde, R. (2003). Data report: Relative abundance and ranges of selected diatoms from Plio-Pleistocene sections of ODP Leg 177

- Sites 1089-1094, In: Gersonde, R., Hodell, D.A., and Blum, P. (Eds.), Proc. ODP, Sci. Results, 177, 1-10. Available from World Wide Web: http://www-odp.tamu.edu/publications/177_SR/VOLUME/CHAPTERS/SR177_11.PDF.
- 2003, nicht begutachtet**
- Andreev, A., Tarasov, P., Klimanov, V., Hubberten, H.-W. (2003). Russian Arctic lakes as climate archives: pollen-based reconstruction of the Late Quaternary climate, *Terra Nostra*, 6, 17-21.
- Beyer, A. (2003). High-resolution Bathymetry at the European Continental Slope, *International Hydrographic Review*, Vol. 4, No. 3, 58 - 63.
- Bickmeyer, U., Assmann, M., Köck, M., Schütt, C. (2003). Secondary metabolites from marine sponge influence intracellular calcium signals, *Proceeding of 29th Göttingen Neurobiology Conference. The neurosciences - from basic research to therapy*. Ed: Elsner N, Zimmermann H, p 855.
- Birnbaum, G., Wacker, U. (2003). Analysis and meso-scale modeling of cyclones causing precipitation on the Antarctic plateau of Dronning Maud Land, *Arbeitsbericht zum DFG-Projekt BI 816/1-1,6*.
- Bonaventura, L., Bott, A., Botta, N., Doms, G., Frank, H., Giorgetta, M., Klein, R., Knoth, O., Majewski, D., Rhodin, A., Roeckner, E., Schaettler, U., Wacker, U. (2003). Proposals for the prognostic equations of the ICON dynamical core, *Draft for ICON WORKING GROUP*. <http://icon/enes/org/internal,1-21>.
- Bramstedt, K., Buchwitz, M., Blum, U., Blumenstock, T., Frankenberg, C., Gathen, P. von der, Mazière, M., Richter, A., Savigny, C., Schrivijer, H., Schulz, A., Steinbrecht, W., Swart, D. (2003). Comparison of scientific SCIAMACHY products with ground-based measurements, *Proceedings of the Envisat Validation Workshop, SP-531, ESA Publication Division*.
- Buschbaum, C. (2003). Eintauchen in die maritime Erlebniswelt, *Die Insel*, 38.
- Calcara, M., Jokat, W., Amaru, M., Ehlers, B., König, M., Kroth, R., Kopsch, C., Kühn, D., Lensch, N., Medow, A., Nicolaus, M., Schmidt-Aursch, M., Wasermann, S. (2003). *Marine Geophysics, Die Expedition ANTARKTIS XIX mit FS Polarstern 2001/2002, Bericht von den Fahrtabschnitten 1 und 2, Berichte zur Polar- und Meeresforschung*, 448, 36-52.
- Cortese, G. (2003). "The Messinian salinity crisis and its sedimentary record". In: "InterRad X Pre-Meeting field trip guide – Mesozoic and Cenozoic radiolarian biostratigraphy and paleogeography of Sicily". Edited by: Chiari, M., G. Cortese, P. Di Stefano and G. Parisi., September, 3rd-7th, 2003: 10pp.
- De Mazière, M., Coosemans, T., Barret, B., Blumenstock, T., Griesfeller, A., Demoulin, P., Fast, H., Griffith, D., Jones, N., Mahieu, E., Mellqvist, J., Mittermeier, R. L., Notholt, J., Rinsland, C., Schulz, A., Smale, D., Strandberg, A., Sussmann, R., Wood, S., Buchwitz, M. (2003). Validation of ENVISAT-1 Level-2 Products related to lower Atmosphere O₃ and NO_y Chemistry by an FTIR Quasi-Global Network, *Proceedings of the Envisat Validation Workshop, SP-531, ESA Publication Division*.
- Dethloff, K., Rinke, A., Handorf, D., Weisheimer, A., Dorn, W., Fortmann, M. (2003). Arctic climate simulations on the basis of global and regional models, In: Chmielewski, F.-M., Foken, Th. (Hrsg.), *Beiträge zur Klima- und Meeresforschung, Eigenverlag Chmielewski & Foken, Berlin/Bayreuth*, S. 5-16.
- Dieckmann, G., Hellmer, H. H. (2003). The Importance of Sea Ice: An Overview, *Sea Ice - An Introduction to its Physics, Biology, Chemistry and Geology* (Ed. by D.N. Thomas & G.S. Dieckmann), Blackwell Scientific.
- Diepenbroek, M., Grobe, H., Sieger, R. (2003). PAN-GAEA and the World Data Center for Marine Environmental Sciences - facilities of the final global data synthesis of JGOFS data, *Poster on Ispra workshop; JGOFS Report, Scientific Committee on Oceanic Research*, 38, 63-64.

- Dittert, N., Grobe, H. (2003). PANGAEA: Eine Datenbibliothek für Geowissenschaften und Umweltforschung, geoscience online, g-o.de.
- Dorn, W., Dethloff, K., Rinke, A., Roeckner, E. (2003). Konkurrenz von Nordatlantischer Oszillation und anthropogenen Änderungen in Bezug auf Projektionen des arktischen Klimas, *Terra Nostra*, 2003/6, 107-111.
- Fischer, H., Köhler, P., Fundel, F., Schmitt, J. (2003). Paleoclimatic changes in the global carbon cycle, Proceedings of DEKLIM Seminar (German Climate Research Programme), 6.-8.10.2003, Bad Münstereifel, Germany, p.63-67.
- Gathen, P. von der, Rex, M., Streibel, M. (2003). Bestimmung arktischer Ozonverluste durch die Match Methode, *Ozonbulletin des Deutschen Wetterdienstes*, Nr. 91.
- Gerdes, R., Hurka, J., Karcher, M. (2003). Greenland and Labrador Sea convection in an ocean sea ice simulation 1948-2002, Seventh Conference on Polar Meteorology and Oceanography and Joint Symposium on High-Latitude Climate Variations, extended abstract (CD-ROM) 12-16 May 2003, Hyannis, USA.
- Gili, J. -M., Rossi, S., Teixidó, N., Gutt, J. (2003). Así estamos dejando los fondos marinos, *Investigación y Ciencia*, 318, 42-43.
- Haas, C. (2003). Dynamics versus thermodynamics: The sea-ice thickness distribution, In: *Sea Ice - An Introduction to its Physics, Biology, Chemistry and Geology* (Ed. by D.N. Thomas & G.S. Dieckmann), Blackwell Scientific, 82-111.
- Hamm, C. (2003). Kiesalagenschalen - Spielerei oder Anpassung? *Biologie in unserer Zeit*, 5/2002.
- Huettel, M., Weslawski, J. -M., Massel, S., Middelburg, J., Beusekom, J. E. E. van, Glud, R., Jaszewski, J., Kellermann, A. (2003). Coastal sands as biocatalytic filters (COSA), *Coastline*, 1, 8-12.
- Hüttel, M., Beusekom, J. E. E., Glud, R., Jaszewski, J., Kellerman, A., Massel, S., Middelburg, J., Weslawski, J. -M. (2003). COSA - A new marine project funded by the European Community, *Wadden Sea News Letter*, 2003-1, 13-14.
- Jokat, W. (2003). Gondwana Aufbruch: Ein revidiertes geodynamisches Modell, *Geophysikalisches Kolloquium der Universität Hamburg*.
- Jokat, W., Berger, D., Helm, V., Kunsch, B., Lensch, N., Martens, H., Rogenhagen, J., Salat, C., Schmidt-Aursch, M., Schubert, B., Traub, B., Wollny, K. (2003). Geophysical investigations, *Die Expedition ARKTIS XVIII/2 mit FS Polarstern*, 2002, Berichte zur Polar- und Meeresforschung, 449, 8-32.
- Karcher, M. J., Gerdes, R., Kauker, F., Koeberle, C., Schauer, U. (2003). Transformation of Atlantic Water in the Barents Sea between 1948 and 2002, Seventh Conference on Polar Meteorology and Oceanography and Joint Symposium on High-Latitude Climate Variations, Extended Abstract (CD-ROM) 12-16 May 2003, Hyannis, U.S.A.
- Kierdorf, C. (2003). Sources of organic matter in sediments, In: *The expedition ARKTIS XVIII/1 a,b of the research vessel „Polarstern“ in 2002*, ed. P. Lemke, Reports on Polar and Marine Research, Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research, Bremerhaven, 446, 42-43.
- Krause, G., Buck, B. H., Rosenthal, H. (2003). Multifunctional Use and Environmental Regulations: Potentials in the Offshore Aquaculture Development in Germany, Rights and Duties in the Coastal Zone, Multidisciplinary Scientific Conference on Sustainable Coastal Zone Management, 12-14 June 2003, Stockholm, Sweden, 6 pp.
- Kumke, T. (2003). *Multivariate Statistik in der Ökologie*, <http://www.bio.uni-potsdam.de/oeksys/index.htm>, 194S.
- Kumke, T. (2003). Biochemische Stoffwandlungsprozesse in der Kolmationszone - Untersuchungen im Labormaßstab mit Hilfe eines Kolmationsgerinnes, *Mitteilungen des ZAFT*, 1, 81-88.
- Kumke, T. (2003). Räumliche Analyseverfahren in der

- Ökologie, <http://www.bio.uni-potsdam.de/oeksys/index.htm>, 128S.
- Kuznetsova, T. V., Sulerzhitsky, L. D., Andreev, A. A., Siebert, C., Schirmeister, L., Hubberten, H. -W. (2003). Influence of Late Quaternary paleoenvironmental conditions on the distribution of mammals fauna in the Laptev Sea region, *Occasional Papers in Earth Sciences*, 5, 58-60.
- Köhler, P., Fischer, H. (2003). Veränderungen im Kohlenstoffgehalt der terrestrischen Biosphäre über glaziale Zeitskalen - eine Simulationsstudie, *Proceedings zur 6. Deutsche Klimatagung*, 22.-25.09.2003. Potsdam, Germany. *Terra Nostra* 6, p.255-259.
- Laeuter, M. (2003). An adaptive Lagrange-Galerkin method for the shallow-water equations on the sphere, *PAMM, Proceedings in Applied Mathematics and Mechanics*, 3, 48-51.
- Matthiessen, J., Clausing, K., Hoffmann, C., Kierdorf, C., Seggern, B. v. (2003). Bottom sediment sampling, In: *The expedition ARKTIS XVIII/1 a,b of the research vessel „Polarstern“ in 2002*, ed. P. Lemke, Reports on Polar and Marine Research, Alfred Wegener Institut for Polar and Marine Research, Bremerhaven, 446, 41-42.
- Matthiessen, J., Rogenhagen, J., Usbeck, R., Clausing, K., Hoffmann, C., Kierdorf, C., Seggern, B. v. (2003). Sediment echosounding, In: *The expedition ARKTIS XVIII/1 a,b of the research vessel „Polarstern“ in 2002*, ed. P. Lemke, Reports on Polar and Marine Research, Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research, Bremerhaven, 446, 39 - 40.
- Meyer, H., Oerter, H., Graf, W., Hubberten, H. -W., Miller, H. (2003). A 7000 year stable isotope record from the EPICA Dronning Maud Land ice core, *Terra Nostra* 2003/1.
- Müller, M., Neuber, R., Fueglistaler, S. (2003). Characteristics of different solid PSC particles observed by lidar in Ny-Ålesund, *Air pollution research report 79: Stratospheric ozone 2002, proceedings of the sixth European symposium 2 to 6 September 2002*, 79, 329-332.
- Rachold, V., Solomon, S., Brown, J. (2003). Arctic Coastal Dynamics (ACD) - A new LOICZ Regional Project, *IGBP-LOICZ Newsletter No. 29* (December 2003), 1-5.
- Reise, K., Lackschewitz, D. (2003). Das Sylter Watt und seine Vögel, In: Pfeifer, G. (ed.) *Avifauna von Sylt*, Husum Druck- und Verlagsgesellschaft, Husum.
- Remedios, J., Spang, R., Luo, B., Adriani, A., Carslaw, K., Larsen, N., Neuber, R., Newnham, D., Peter, T. (2003). Progress in observations of polar stratospheric clouds, *Air pollution research report 79: Stratospheric ozone 2002, proceedings of the sixth European symposium 2 to 6 September 2002*, 79, 377-380.
- Saier, B., Buschbaum, C. (2003). Bedrohte Inseln - Über Miesmuschelbänke im Wattenmeer, *Naturschutz heute*, 1/03, 40-41.
- Sarnthein, M., Weinelt, M., Larsen, B., Bartoli, G., Blümel, M., Budeus, G., Dunhill, G., Gai, C., Kierdorf, C., Kißling, K., Kösters, F., Lorenz, A., Matthiessen, J., Millo, C., Mühr, P. (2003). Coring a sediment record of variations in the Denmark Strait Overflow, In: *The expedition ARKTIS XVIII/1 a,b of the research vessel „Polarstern“ in 2002*, ed. P. Lemke, Reports on Polar and Marine Research, Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research, Bremerhaven, 446, 22-36.
- Sauter, E., Baumann, L., Harms, C., Hohmann, C., Kolar, I., Quéric, N., Schewe, I., Soltwedel, T., Wegner, J., Wisotzki, A. (2003). Geochemical and biological investigations at Hakon Mosby Mud Volcano, *Berichte zur Polar- und Meeresforschung*, 446, 75-80.
- Sauter, E., Boetius, A., Schlüter, M., Damm, E., Klages, M. (2003). Acoustic Detection of Methane Plumes, *International Research Consortium on Continental Margins IRCCM, Annual Report 2002*, 42-44.
- Schlitzer, R., Monfray, P., Hoepffner, N. (2003). Global ocean productivity and the fluxes of carbon and

nutrients: combining observations and models. Report of a Workshop held at the Institute for Environment & Sustainability, EC Joint Research Centre, 24 - 27 June 2002, Ispra, Italy, JGOFS Report No. 38, 68 pp.

Schnack-Schiel, S. B. (2003). The Macrobiology of Sea Ice, In: Sea Ice: An Introduction to its Physics, Biology, Chemistry and Geology, Blackwell Science Ltd, Oxford, 211-239.

Schoenwaelder, M. (2003). Book Review; Quick Photoshop for Research: A guide to Digital Imaging for Photoshop 4X,5X,6X,7X. By Jerry Sedgewick. Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York, USA, 2002., Microscopy and Analysis, March 2003.

Schulz, A., Warneke, T., Notholt, J., Schrems, O., Neuber, R., Gathen, P. von der (2003). Groundbased FTIR, ozonesonde and LIDAR measurements for the validation of SCIAMACHY (AOID 331), Proceedings of the Envisat Validation Workshop, SP-531, ESA Publication Division.

Schulz, A., Krieg, J., Notholt, J., Lehmann, R. (2003). Summertime evolution of ozone in the high Arctic, Proceedings of the sixth European Symposium on Stratospheric Ozone, 2 September to 6 September, 2002, Göteborg, Sweden, 418-421.

Soltwedel, T., Sauter, E., Sablotny, B., Wegner, J. (2003). Carbon remineralisation by the benthic community, Berichte zur Polar- und Meeresforschung, 446, 65-67.

Soltwedel, T., Quéric, N., Sauter, E., Schewe, I. (2003). Interdisciplinary research at a deep-sea long-term station, Berichte zur Polar- und Meeresforschung, 446, 62-64.

Tillmann, U. (2003). Giftmörderin mit Appetit, Biologie in unserer Zeit, 33 (5), 284-285.

Wacker, U. (2003). Some aspects on treatment of clouds and precipitation in weather forecast models, Draft for ICON Working Group. <http://icon.enes.org/internal>, 1-13.

Wagner, D., Kobabe, S., Pfeiffer, E. -M. (2003). Methanogenesis under extreme environmental conditions in permafrost soils: a model for exobiological processes? Proceedings of the 8th International Conference on Permafrost. Extended Abstract. Zürich, Switzerland, 21-25 July, 2003.

Wheeler, A. J., Kenyon, N. H., Ivanov, M. K., Beyer, A., Cronin, B. T., McDonnell, A., Schenke, H. W., Akhmetzhanov, A. M., Satur, N., Zaragosi, S. (2003). Canyon Heads and Channel Architecture of the Gollum Channel, Porcupine Seabight, In: J. Mienert & P. Weaver (Editors), European Margin Sediment Dynamics: Side-scan Sonar and Seismic Images, Springer-Verlag, 183-186.

Wiencke, C. (2003). Meeresgroßalgen - Unentdeckte Welt unter Wasser, Visions of Wellness 2003, 32.

Wommack, K. E., Suttle, C. A., Wilson, W. H., Weinbauer, M., Pédros-Alio, C., Schütt, C. (2003). Viral diversity, CIESM 2003. Ecology of marine viruses. CIESM Workshop Monograph, n° 21, 14-17.

Patentanmeldungen AWI 2002 und 2003

- Baum, C., Fleischer, L.-G., Meyer, W., Siebers, D. (2002). Biozid-freie Antifouling-Beschichtung mit \“Lotus-Effekt\“ für Unterwasserflächen, DE 10117945.
- Bringmann, G., Lang, G., Mühlbacher, J., Schaumann, K., Steffens, S., Müller, W. E. G. (2002). Sorbicillacton A und Sorbicillacton-A-Derivate, Verfahren zu ihrer Herstellung, sie enthaltende Arzneimittel und deren Verwendung, 10238257.3.
- Medlin, L. K., Lange, M., Kerkmann, K. (2002). Detektion von toxischen Algen mit speziellen Gensonden und elektrochemischem Nachweisverfahren mittels Biochips, 102 28 785.6.
- Mock, T., Valentin, K. (2002). Calpain- und Metalloprotease, (Patent).
- Mock, T., Valentin, K. (2002). \“Delta-12-Desaturase\“ (Patent).
- Ohm, K. (2002). Verfahren zur Bestimmung des Salzgehaltes von Flüssigkeiten und Vorrichtung zur Verfahrensdurchführung u, 19921079.
- Ohm, K. (2002). Rechnerunterstütztes Kalibrierverfahren und Vorrichtung zur Verfahrensdurchführung, 19957309.
- Reinhardt, H., Kriews, M. (2002). CryoLAC (Cryogenic Laser Ablation Chamber), DE 302 42 231.
- Sablotsny, B. (2002). Flüssigkeitsgefüllter Druckzylinder für die statische Hochdrucktechnik, Patentanmeldung DPMA 10232622.3.
- Sauter, E. J. (2002). Bodenwasser-Strömungsmesser mit verbundenen Richtungs- und Messfahnen, Patentanmeldung 10232626.6.
- Sauter, E. J. (2002). Bodenwasser-Probennehmer mit in der Strömung ausrichtbaren Probenflaschen, Patentanmeldung 10232623.1.
- Strass, V.H. (2002). Netzstrumpf-Treibanker, 101 49 025 Deutsches Patent- und Markenamt.
- Tan, T.-L., Montfort, F.-P., Meyer, D. (2002). Mikrobiologisches Verfahren zur Biosynthese der natürlichen blau-violetten Farbstoffe Violacein und Desoxyviolacein und deren Verwendung, Patent unter der Veröffentlichungsnummer DE 10063712 C1 siehe auch unter <http://www.depatistnet.de>.
- Tüg, H. (2002). Mobiler Tagungswächter, 10164646.
- Tüg, H. (2002). Vorrichtung zur indirekten Messung von Temperaturänderungen, 4440936.
- Tüg, H. (2002). Lichtmessvorrichtung zur ortsaufgelösten Detektion von schwachen Lichtquellen (Bucky Ball), 10153104.
- Tüg, H. (2002). Messverfahren zur Langzeitbestimmung der Dickenänderung einer Eisscholle und Vorrichtung zu seiner Durchführung, 19609278.
- Tüg, H. (2002). Rechnergestützte Schmelzsonde zur Ermittlung unterschiedlicher Messparameter im Eisbereich, 10164648.
- Bringmann, G., Hentschel, U., Ziebuhr, W., Lang, G., Kozitskaya, S., Müller, W. E. G., Schaumann, K., Steffens, S. (2003). Tajixanthonhydrat und Tajixanthon-Derivate, deren biologische Aktivitäten und deren Verwendung, 10329874.6.
- Dick, D., Dunker, E., Kriews, M., Littmann, M., Reinhardt, H. (2003). Vorrichtung zum mechanischen Abtragen der obersten Schicht einer Festkörperprobe, AWI 01/0803 DE.
- Wegner, J. (2003). Antrieb für eine Arbeitsmaschine im Unterwassereinsatz, Patentanmeldung DPMA 103 33 513.7.





Anhang | *Annex*

I. Wissenschaftliche Veranstaltungen |

Scientific events

Anhang I / Annex I

24.01.2002	Statusseminar des BMBF-Verbundprojektes ARKTIEF-2 (Dr. E. Fahrbach)	06. - 09.06.2002	Bremerhaven „Eis und Meer“, Großveranstaltung des AWI im Jahr der Geowissenschaften (M. Pauls)
20./21.02.2002	Nutzerbeirat Gastforschung und Kurse (Prof. J. Thiede)	08.06.2002	Tag der Artenvielfalt (Dr. M. Strasser, Prof. K. Reise)
04. - 06.03.2002	Potsdam, Germany Workshop on Arctic Ozone Loss (Markus Rex)	16.06.2002	Potsdam Lange Nacht der Wissenschaften (Prof. H.-W. Hubberten)
04./08.03.2002	Doktorandenseminar des FB Klimasystem (Dr. U. Wacker, Dr. D. Olbers)	29.06.2002	Potsdam Tag der offenen Tür (Prof. H.-W. Hubberten)
08. - 12.04.2002	Symposium: Seasonal and latitudinal adaptations to temperature: mechanisms, constraints and fishery implications, Society for Experimental Biology, University of Wales, Swansea (Prof. H.-O. Pörtner, Dr. N.M. Whiteley)	01. - 15.09.2002	Summerschool on Coastal Seas System Analysis and Monitoring von IOW, GKSS und AWI (Prof. Dr. K. Reise, Prof. Dr. F. Buchholz)
11. - 12.04.2002	Straßburg EPICA Scientific Steering Committee Meeting (Prof. H. Miller)	09. - 11.09.2002	ICES-North Sea Benthos Study Group Workshop (Koordinator Dr. E. Rachor)
12. - 13.04.2002	Potsdam 24. Arbeitstreffen des AK Geologie der Polargebiete in der DGP und FKPE-AG Geophysik der Polargebiete (Prof. H.-W. Hubberten)	13.09.2002	Bremerhaven „Colloquium on Aspects of Marine Natural Products Chemistry“ (Dr. M. Köck)
15. - 21.04.2002	Bremerhaven Workshop: Analysis of Single Cells in the Marine Phytoplankton (Dr. L. Medlin)	16. - 17.09.2002	Potsdam EPICA Science Groups Meeting (Prof. H. Miller)
12. - 16.05.2002	Moskau 3th „Siberian River Runoff (SIRRO)“ Workshop (Prof. D. Fütterer)	18. - 20.09.2002	Potsdam 1st Joint International EPICA/ItASE Workshop (Prof. H. Miller)
27.04.2002	Helgoland Tag der offenen Tür in der BAH (Prof. F. Buchholz)	20.09.2002	Potsdam EPICA Executive Committee Meeting (Prof. H. Miller)
28. - 29.05.2002	Bremerhaven, BMU-Fachtagung: Ökologische Begleitforschung zur Windenergienutzung im Offshore-Bereich (Dr. R. Knust, Dr. J. Heuers)	17.10.2002	Langzeitreihen-Seminar (Dr. P. Martens, Dr. J. v. Beusekom)
06. - 07.06.2002	Bremerhaven 3. DoktorandInnen-Tag am AWI	21. - 24.10.2002	Zell/Mosel EPICA Drillers Group Meeting (Dr. F. Wilhelms)
		21. - 23.11.2002	Bremerhaven Southern Ocean ACCESS Workshop (Dr. V. H. Strass)
		01. - 07.12.2002	Kurs Sandy Beach Ecology, University of Antofagasta, Chile (J. Laudien)

02.-05.12.2002	Oslo 3rd Int. Arctic Coastal Dynamics (ACD) Workshop (Dr. V. Rachold)	18.07.2003	Workshop „Yellow Sea and North Sea Tidal Flats Compared“ (Prof. K. Reise)
22.-25.01.2003	Doktorandenseminar “Ecology between the Tides” (WMS Sylt)	27.08.2003	Mailand EPICA Scientific Steering Committee Meeting (Prof. H. Miller)
23.-24.01.2003	ACSYS - Treffen der Teilnehmer am deutschen ACSYS Programm mit öffentlichen Vorträgen über Inhalt und Stand der vom BMBF geförderten Projekte (Christof Lüpkes)	05.-11.09.2003	Southern Ocean Science Week (Dr. E. Fahrbach)
27.-28.02.2003	Hansekolleg „Coastal Studies of Universities Bremen and Oldenburg“ (Prof. K. Reise, Dr. I. Heidbrink)	06.09.2003	Potsdam Brandenburg Tag (Prof. H.-W. Hubberten)
16.-18.03.2003	Bremerhaven/Bremen Internationaler Workshop „Future Marine Technologies“ (Prof. M. Schlüter)	08.-12.09.03	Potsdam 9th International Symposium on Antarctic Earth Sciences (ISAES) (Prof. D. Fütterer, H.-W. Hubberten, H. Miller)
23.-25.03.2003	Bremerhaven DFG-Kolloquium im Schwerpunktprogramm Antarktisforschung (Dr. H. Oerter)	08.-13.09.2003	Summer School on Ecological Coastal Perspectives (AWI/GKSS/IOW)
26.03.2003	Abschlussseminar des BMBF-Verbundprojektes ARKTIEF-2 (Dr. E. Fahrbach)	26.09.2003	Potsdam 1. Potsdamer Wissenschaftsnacht (Prof. H.-W. Hubberten)
04.-05.04.2003	Nizza EPICA Scientific Steering Committee Meeting (Prof. H. Miller)	04.-09.10.2003	San Feliu de Guixols Polar Regions and Quaternary Climate, EuroConference on the Comparison of Ice Core Records with Marine Sediments and Climate Models (Prof. H. Miller)
12.05.2003	Statusseminar des BMBF-Verbundprojektes CLIVAR/marin-2 (Dr. E. Fahrbach)	20.-24.10.2003	IBMANT/ANDEEP Interactions between the Magellan Region and the Antarctic Benthic Deep-Sea Biodiversity, Ushuaia, Argentinien (Prof. W. Arntz/Dr. S. Thatje zusammen mit Universität Hamburg und CADIC Ushuaia)
20.-21.05.2003	Workshop Algenzüchtung und Polykulturprojekte (AWI / IFM Kiel, Prof. K. Lüning)	10.-14.11.2003	St. Petersburg 4th Int. Arctic Coastal Dynamics (ACD) Workshop (Dr. V. Rachold)
02.-06.06.2003	Moskau 4th „Siberian River Run-off (SIRRO)“ Workshop (Prof. Fütterer)	18.-20.11.2003	Workshop des NPA zum Trilateral Monitoring- und Bewertungsprogramm (TMAP) im Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer (NPA)
03.-07.06.2003	Workshop “Food web in the Wadden Sea”, Academy for Advanced Study (Prof. K. Reise, Dr. E. Flach)	11.-12.12.2003	ASOF-N Seminar (Dr. E. Fahrbach)
18.-20.06.2003	4. AWI-Doktoranden-Tag (AWI)		
30.06.-01.07.2003	Bremerhaven International HYDRO-SWEEP User Workshop (Dr. Schenke)		

II. Abgeschlossene Examensarbeiten | *Completed Theses and Dissertations*

Anhang II / Annex II

Diplomarbeiten des Fachbereichs Klimasystem

- Karsten Lettmann** 2002 Lineare Stabilitätsanalyse druckgetriebener thermohaliner Konvektion in einem porösen Kanal. Universität Bremen
- Bright Kwakye-Awuah** 2003 Photochemical destruction of hydrogen peroxide (H₂O₂) and formaldehyde (HCHO) in artificial snow. Universität Bremen.

Dissertationen des Fachbereichs Klimasystem

- Wolfgang Dorn** 2002 Natürliche Klimavariationen der Arktis in einem regionalen hochauflösenden Atmosphärenmodell. Universität Potsdam.
- Thomas Garbrecht** 2002 Impuls- und Wärmeaustausch zwischen der Atmosphäre und dem eisbedeckten Ozean. Universität Bremen.
- Olaf Klatt** 2002 Interpretation von FCKW-Daten im Weddellmeer. Universität Bremen.
- Simon D. Lopez** 2002 Numerische Modellierung turbulenter Umströmungen von Gebäuden. Universität Bremen.
- Adriane F. Pereira** 2002 Numerical investigation of tidal processes and phenomena in the Weddell Sea, Antarctica. Universität Bremen.
- Stefanie Ronski** 2002 Ventilation der Grönlandsee - Variabilität und ihre Ursachen. Universität Bremen.

Michael P. Schodlok
2002

Über die Tiefenwasserausbreitung im Weddellmeer und in der Scotia-See: Numerische Untersuchungen der Transport- und Austauschprozesse in der Weddell-Scotia-Konfluenz-Zone. Universität Bremen.

Petra Wahl
2002

Messung und Charakterisierung laminarer Ozonstrukturen in der polaren Stratosphäre. Universität Potsdam.

Daniel Borowski
2003

The Antarctic Circumpolar Current: Dynamics of a circumpolar channel with blocked geostrophic contours. Universität Bremen.

Jennifer Brauch
2003

Multidecadal and NAO related variability in a numerical model of the North Atlantic circulation. Universität Bremen.

Martin Fortmann
2003

Einfluss der Aerosol-Wolken-Strahlenwechselwirkung auf arktische Klimaprozesse. Universität Potsdam

Martin Prange
2003

Einfluss arktischer Süßwasserquellen auf die Zirkulation im Nordpolarmeer und im Nordatlantik in einem prognostischen Ozean-Meereis-Modell. Universität Bremen.

Christian Rodehacke
2003

Wassermassentransformation im Weddell-Wirbel: Tracerstudien mit dem Regionalen Ozeanmodell BRIOS. Universität Bremen.

Diplomarbeiten des Fachbereichs Pelagische Ökosysteme

- Birte Gerdes**
2002
Einfluss von Erdöl auf die Entwicklung bakterieller Biozönosen in Meereis, Schmelztümpeln und Sedimenten des Arktischen Ozeans. Fachhochschule Weihenstephan
- Simone Germer**
2002
Taxonomische Strukturen bakterieller Gemeinschaften unterschiedlicher Wasserkörper des Nordpolarmeeres. Universität Oldenburg
- Miriam Harjes**
2002
Der Einfluss von Eisendüngung auf die Sukzession und Zusammensetzung des Planktons im Südlichen Ozean. Universität Bremen
- Sandra Jansen**
2002
Silikatlösung von Diatomeen durch Zooplanktonfraß. Universität Köln
- Sören Krägefsky**
2002
ADCP Zooplankter: Feldbeobachtungen und Experimente. Universität Bremen
- Christian Germer**
2003
Physiologische Untersuchungen an Bakterien aus dem Antarktischen Ozean. Universität Bremen
- Lena von Harbou**
2003
The feeding ecology of the ascidian *Halocynthia pyriformis* (Tunicata) in the presence of transparent exopolymer particles (TEP). Universität Bremen
- Bernadette Oettl**
2003
Stoffwechselphysiologische Untersuchungen an Larven des Antarktischen Krill *Euphausia superba*. Universität Bremen

Dissertationen des Fachbereichs Pelagische Ökosysteme

- André Luiz Belém**
2002
Modeling physical and biological processes in Antarctic sea ice. Universität Bremen
- Inga Hense**
2002
Numerische Untersuchungen mit einer Hierarchie biologisch-physikalischer Modelle. Universität Bremen
- Uwe John**
2002
Investigations into the role of bacteria/dinoflagellate interactions in paralytic shellfish poisoning. Universität Bremen
- Robin Brinkmeyer**
2003
Molecular characterization of bacterial communities in Arctic sea ice. Universität Bremen
- Sandra Ehrenhauf**
2003
Impact of pore water advection on transport and remineralization of planktonic diatoms in permeable shelf sediments. Universität Bremen
- Thomas Mock**
2003
Photosynthesis in Antarctic sea-ice diatoms. Universität Bremen
- Reinhold Müller**
2003
Wege der Temperaturanpassung bei marinen Crustaceen aus verschiedenen Klimazonen: Mechanismen der qualitativen und quantitativen Enzymregulation am Beispiel der Citratsynthase. Universität Hamburg
- Kerstin Töbe**
2003
Investigations into the role of bacteria/dinoflagellate interactions in Paralytic Shellfish Poisoning. Universität Bremen

Diplomarbeiten des Fachbereichs Benthische Ökosysteme

- | | | | |
|--|--|--|--|
| <p>Sonja Eisfeld
2002</p> | <p>Zur Reproduktionsbiologie des calanoiden Copepoden <i>Acartia clausi</i> der Nordsee.
Universität Bremen</p> | <p>Saskia Brandt
2003</p> | <p>Zooplanktonverbreitung im Bellingshausenmeer (Antarktis) im Herbst 2001 mit besonderer Berücksichtigung der Euphausiaceen. Universität Oldenburg</p> |
| <p>Berit Finkennest
2002</p> | <p>Experimente und histologische Untersuchungen an dominanten Copepoden der Nordsee.
Universität Kiel</p> | <p>Carmen Finken
2003</p> | <p>Bestandsaufnahme des Makrozoobenthos am Wollingster See und Silbersee. Universität Bremen</p> |
| <p>Berte Hoek
2002</p> | <p>Untersuchungen zu Auswirkungen eines Schiffswracks auf das Makrozoobenthos der umgebenden Weichböden. Universität Bremen</p> | <p>Britta Fudickar
2003</p> | <p>Wachstumsbedingungen und Bestand der schlauchbildenden Diatomee <i>Berkeleya rutilans</i> (Trentepohl) Grunow im Gezeitengebiet der Sylt- Rømø-Bucht. Universität Oldenburg</p> |
| <p>Martina Löbl
2002</p> | <p>Das Schlickgras <i>Spartina anglica</i> C.E. Hubbard Ausbreitung und Habitatveränderungen im Sylter Wattenmeer. Universität Marburg</p> | <p>Susanne Henning
2003</p> | <p>Der Einfluss der Großen Meteorbank auf die räumliche Verteilung des Mesozooplanktons im Nordostatlantik. Universität Oldenburg</p> |
| <p>Birte Matthiessen
2002</p> | <p>Nahrungsökologie von <i>Macroramphosus scolopax</i> (L., 1758) (Pisces) auf der Großen Meteorbank unter Berücksichtigung der Populationsstruktur. Universität Hamburg</p> | <p>Linda Hoppe
2003</p> | <p>Temperaturabhängigkeit des Energiestoffwechsels in ektothermen Meerestieren. Westfälische Wilhelms-Universität Münster</p> |
| <p>Sara Mertel
2002</p> | <p>Die Nahrungspräferenz juveniler Seesterne <i>Asterias rubens</i> (L.) im Wattenmeer. Universität Göttingen</p> | <p>Tanja Joschko
2003</p> | <p>Zusammensetzung und jahreszeitliches Auftreten von Küstenplankton vor Namibia. Universität Oldenburg</p> |
| <p>Peter Rehm
2002</p> | <p>Das Makrozoobenthos im Elbe-Urstromtal. Universität Marburg</p> | <p>Sandra Junge
2003</p> | <p>Der Einfluss von Muschelschill und anderer Grobpartikel auf den Wattwurm <i>Arenicola marina</i> L. im Sylter Wattenmeer (Nordsee). Universität Oldenburg</p> |
| <p>Diane Seidel
2002</p> | <p>Zur Verbreitungsökologie der Flächen Strandschnecke <i>Littorina fabalis</i> im Sylter Wattenmeer.
Universität Hamburg</p> | <p>Wiebke Kaiser
2003</p> | <p>Histologische und histochemische Untersuchungen an der Leber der Goldmaid (<i>Symphodus melops</i> L.). Universität Hamburg</p> |
| <p>Sabine Wolf
2002</p> | <p>Die Besiedlung von Schillfeldern durch benthische Makrofauna im Sylter Wattenmeer.
Universität Marburg</p> | | |

- | | | | |
|--|---|--|--|
| <p>Martina Keller
2003</p> | <p>Saisonale Temperaturabhängigkeit mitochondrialer Prozesse beim Pierwurm <i>Arenicola marina</i>.
Universität Bremen. Erhält den Bremer Studienpreis 2003</p> | <p>Katja Broeg
2002</p> | <p>Funktionen von Makrophagen und ihren Aggregaten als histochemische Biomarker für Immunmodulation in Fischen verschiedener Klimazonen.
Tierärztliche Hochschule Hannover</p> |
| <p>Evelyn Kolatschek
2003</p> | <p>Aufbau der ²³Na-NMR-Spektroskopie für Untersuchungen am Muskelgewebe mariner Invertebraten. Universität Bremen</p> | <p>Torsten Fischer
2002</p> | <p>The effects of climate induced temperature changes on cod (<i>Gadus morhua</i>): linking ecological and physiological investigations.
Bremen University</p> |
| <p>Jan Michels
2003</p> | <p>Die Bedeutung von Morphologie und Stabilität der mandibel-Gnathobasen für die Ernährungsweise antarktischer Copepoden.
Universität Kiel</p> | <p>Susanne Gatti
2002</p> | <p>The role of Antarctic sponges in carbon and silica flow patterns in the eastern Weddell Sea.
Bremen University</p> |
| <p>Ilona Schirmer
2003</p> | <p>Salzwiesenpriel-Fauna Wurster Küste.
Staatsexamen Universität Essen</p> | <p>Inken Kruse
2002</p> | <p>Populationsökologie und -genetik des Polychaeten <i>Scaloplos armiger</i>.
Christian-Albrecht-Universität Kiel</p> |
| <p>Melanie Seidel
2003</p> | <p>Einfluss von Naturstoffen auf den Sauerstoffverbrauch der isolierten, perfundierten Kieme der Strandkrabbe <i>Carcinus maenas</i>.
Universität Bremen</p> | <p>Jürgen Laudien
2002</p> | <p>Population dynamics and ecology of the surf clam <i>Donax serra</i> (Bivalvia, Donacidae) inhabiting beaches of the Benguela upwelling system.
Bremen University</p> |
| <p>Sylvia Terbeck
2003</p> | <p>Der Einfluss von Kalium auf die Aktivität von <i>Sepia officinalis</i>.
Westfälische Wilhelms-Universität Münster</p> | <p>Iris Menn
2002</p> | <p>Ecological comparison of two sandy shores with different wave energy and morphodynamics in the North Sea. Hamburg University</p> |
| <p>Andreas Zipperle
2003</p> | <p>Einfluss von Süßwasserquellen auf die Makrofauna im Wattboden.
Universität Köln</p> | <p>Hauke Bietz
2003</p> | <p>Die Entwicklung der deutschen Wattforschung: Ein wissenschaftshistorischer Beitrag zur Bedeutung der Pionierarbeiten.
Universität Kiel</p> |
| <p>Ilka Zimmer
2003</p> | <p>Flügelschlagfrequenz als Maß für den Energieverbrauch bei Magellanpinguinen. Universität Bremen.</p> | | |

Dissertationen im Fachbereich Benthische Ökosysteme 2002/2003

- | | | | |
|---|--|--|---|
| <p>Olaf Heilmayer
2003</p> | <p>Umwelt, Anpassung und Evolution:
Ökologie der Pilgermuschel im lati-
tudinalen Gradienten.
Universität Bremen</p> | <p>Alexander Schröder
2003</p> | <p>Community dynamics and develop-
ment of soft bottom macrobenthos
in the German Bight (North Sea)
1969 - 2000.
Bremen University</p> |
| <p>Sandra Jaklin
2003</p> | <p>Recruitment dynamics of North Sea
macrozoobenthos in intertidal soft
bottoms; larval availability, settle-
ment and dispersal.
Universität Bremen</p> | <p>Daniela Storch
2003</p> | <p>Proteinsynthesekapazität und
Wachstum bei Kammuscheln
(Pectiniden) und Fischen (Zoarci-
den) aus polaren und gemäßigten
Breiten. Universität Bremen</p> |
| <p>Martina
Langenbuch
2003</p> | <p>Einfluss erhöhter CO₂-Partial-
drücke auf die Physiologie mariner
Wirbelloser und Fische.
Universität Bremen</p> | <p>Nuria Teixido
2003</p> | <p>Spatial patterns of Antarctic ben-
thic communities (Weddell Sea)
using landscape indices.
Bremen University</p> |
| <p>Gisela Lanning
2003</p> | <p>Physiologische Grundlagen tempe-
raturabhängiger Biogeographie bei
marinen Fischen.
Universität Bremen</p> | <p>Sven Thatje
2003</p> | <p>Reproductive trade-offs in benthic
decapod crustaceans at high
southern latitudes: tolerance of cold
and food limitation.
Bremen University</p> |
| <p>Heike Lippert
2003</p> | <p>Chemical interactions and palata-
bility of marine invertebrates in the
sub-Arctic water Kongsfjord (Spits-
bergen). Bremen University</p> | <p>Habilitation des Fachbereichs
Benthische Ökosysteme</p> | |
| <p>Carsten Pape
2003</p> | <p>Melatoningehalt in marinen Makro-
algen: Entwicklung und Validierung
quantitativer Bestimmungen mittels
HPLC und Enzym-gekoppeltem
Immunoassay.
Universität Hamburg</p> | <p>Angela Köhler
2003</p> | <p>Cellular response to toxic injury
in marine organisms.
Universität Hamburg.</p> |
| <p>Alejandro
Rodriguez
2003</p> | <p>Composition and dynamics in space
and time of polychaete larvae in
coastal waters of the North Sea.
Christian-Albrecht-Universität Kiel</p> | <p>Diplomarbeiten des Fachbereichs
Geosystem</p> | |
| <p>Anja Schanz
2003</p> | <p>Impact of hydrodynamics on inter-
tidal seagrass beds in the northern
Wadden Sea. Bremen University</p> | <p>Astrid Ahke
2002</p> | <p>Organischer Kohlenstoffeintrag in
die südliche Kara-See (Arktischer
Ozean): Biomarkeruntersuchungen
an Suspensionsproben aus den Ob-
und Yenisei-Ästuaren.
Universität Oldenburg</p> |

- Bettina Beeskow**
2002
Geochemistry of the Yenisey River - Composition of the fluvial end-member and its modification in the estuary. Universität Potsdam.
- Ottokarl Büchsen-schütz-Nothdurft**
2002
Entwicklung eines Ausgleichs-algorithmus zur Verbesserung der Kreuzfächerkalibrierung des Fächerecholots HYDROSWEEP DS-2. Universität Hannover
- Thomas Hartmann**
2002
Untersuchungen zum Einfluss unterschiedlicher GPS-Verfahren (SPS, D-GPS) auf die Genauigkeit von Digitalen Geländemodellen aus Fächersonarmessungen. Hochschule für Angewandte Wissenschaft, Hamburg
- Simone Hinspeter**
2002
Geochemisch – Isotopenhydrogeologische Untersuchungen zur Uferfiltration am Wasserwerk Beelitzhof – Wannsee
- Constanze Hohmann**
2002
Qualitative und quantitative Untersuchung von Eisbergpflugspuren im Bereich der Austaasenbank (Antarktischer Schelf). Hochschule für Angewandte Wissenschaft, Hamburg
- Marco Lack**
2002
Konzeption und Entwicklung eines Fachinformationssystems für die Visualisierung und Analyse der Dynamik arktischer Küsten. Universität Potsdam
- Toni Papakrivlous**
2002
Terrigener Sedimenteintrag auf dem Falklandplateau, SW-Atlantik: Abbild spätquartärer Umwelt- und Klimaänderungen in Patagonien.
- Tatjana Steinke**
2002
Universität Marburg
Fluviatiler Sedimenteintrag in die Kara-See während des Spätquartärs: Rekonstruktion nach Korngrößen- und Tonmineraldaten. Universität Bremen
- Corinna Zich**
2002
Untersuchungen in Berliner Oberflächen- und Grundwässern mit stabilen Isotopen. Universität Potsdam
- Dorothee Dick**
2003
Hochortsaufgelöste Analyse der chemischen Zusammensetzung des antarktischen Eisbohrkerns EDML 270 und Charakterisierung des eingeschlossenen Partikelhorizonts mittels Laserablations-IC-MS und Kryo-Rasterelektronenmikroskopie. Europa Fachhochschule Fresenius, Idstein
- Alexander Engeler**
2003
Organischer Kohlenstoffeintrag in spätquartären Sedimenten vom ostgrönländischen Kontinentalrand (Profil Fjord-Schelf). Universität Bremen
- Alexandra Frahm**
2003
Qualitative Untersuchungen einer ausgeprägten Tiefseerinnenstruktur am ostgrönländischen Kontinentalhang. Hochschule für Angewandte Wissenschaft, Hamburg
- Sonja Gütz**
2003
Submarine Hangstabilität – bathymetrische Aspekte des Sicherheitsfaktors F. Universität Bonn
- Johannes Heinzel**
2003
Aufbau und Zusammensetzung der oberen Permafrostschicht in glazifluvialen und glazimarinalen

- Kathleen Lindner**
2003
Ablagerungen Spitzbergens – Grundlagen zur Erklärung von Georadarsignalen. Universität Mainz
Integration von Tiefenmessungen unterschiedlicher Genauigkeit und deren graphische Darstellung. Universität Hannover
- Ulrike Marx**
2003
Organischer Kohlenstoffeintrag in spätquartären Sedimenten vom ostgrönländischen Kontinentalrand (Profil Kontinentalhang – Tiefsee). Universität Bremen
- Steffen Niemann**
2003
231Pa and 230Thex at the southeast South American continental margin. FU Berlin
- Dissertationen des Fachbereichs
Geosystem**
- Bernd Censarek**
2002
Thermal history of the middle and late Miocene Southern Ocean – Diatom evidence. Universität Bremen
- Fidan Göktas**
2002
Raumzeitliche Charakterisierung glaziometeorologischer und glaziochemischer Eiskernparameter auf dem Amundsenisen, Dronning Maud Land, Antarktis. Universität Bremen
- Claudia Hanfland**
2002
Radium-Isotope als Tracer für die Verbreitung von Schelfwasser in der Arktis und im südlichen Atlantischen Ozean. Universität Bremen
- Oliver Ritzmann**
2002
Untersuchungen zur geodynamischen Entwicklung von Westspitzbergen und der Framstraße. Universität Bremen
- Urs Ruth**
2002
Umweltsignale in Eisbohrkernen. Universität Heidelberg
- Mechita Schmidt-Aursch**
2002
Die Strukturen der Erdkruste in Ostgrönland mit Hilfe der Modellierung seismischer Wellenfelder. Universität Bremen
- Birgit Schneider**
2002
Einfluss räumlich und zeitlich variabler Refield-Verhältnisse auf den marinen Kohlenstoffkreislauf. Universität Bremen
- Frank Schoster**
2002
Terrigener Sedimenteintrag und Paläoumwelt im spätquartären Arktischen Ozean: Rekonstruktion nach Haupt- und Spurenelementverteilungen. Universität Bremen
- Georg Schwamborn**
2002
Late Quaternary sedimentation history of the Lena Delta. Universität Potsdam
- Daniel Birgel**
2003
Organischer Kohlenstofffluss und Biomarkerverteilungen auf dem Yermak-Plateau: Kurzfristige Variabilität von Paläoklima und Paläozeanographie im Spätquartär. Universität Bremen
- Olaf Eisen**
2003
Physikalisch-chemische Deutung elektromagnetischer Reflexionen aus Dronning Maud Land, Antarktis, und Ableitung der Variation der Akkumulationsrate. Universität Bremen
- Frank Kienast**
2003
Die Rekonstruktion der spätquartären Vegetations- und Klimageschichte der Laptevsee-Region auf

- Uwe Langrock**
2003
der Basis botanischer Großrestuntersuchungen. Universität Potsdam
- Etienne Wildeboer-Schut**
2003
Organischer Kohlenstoffeintrag im Nordatlantik: Rekonstruktion anhand von Biomarker- und Mazeraldatensätzen. Universität Bremen
- Untersuchung der neogenen Sedimentation im östlichen Südatlantik aus reflexionsseismischen Daten. Universität Bremen

Master Thesis des Fachbereichs Geosystem

- Merijin Jacops**
2002
Analysis of high resolution bathymetric data in the Eltanin Impact Area. University of Technology Delft, NL

Habilitationen des Fachbereichs Geosystem

- Dr. Volker Rachold**
2002
Sediment pathways and budgets of the Laptev Sea Region, Siberian Arctic: Implications for Arctic Land-Ocean Interactions. Universität Potsdam
- Dr. Bernhard Diekmann**
2003
Terrigenous sediment records of Cainozoic climate and environment: Case studies from the Atlantic sector of the Southern Ocean. Universität Bremen

Diplomarbeiten der Projektgruppe Kohlenstoffflüsse

- Christel Heemann**
2002
Phytoplanktonexsudation in Abhängigkeit der Meerwasserkarbonatchemie. Universität Oldenburg
- Lisa Weber**
2002
Modellierung der bio-geo-chemischen Reaktionen von Eisen im Oberflächenwasser des Atlantik: Die Rolle von atmosphärischem Staubeintrag für die Eisenaufnahme von Phytoplankton im offenen Ozean. Ruhr-Universität Bochum

Dissertationen der Projektgruppe Kohlenstoffflüsse

- Bärbel Hönisch**
2002
Stable isotope and trace elemental composition of foraminiferal calcite - from incorporation to dissolution. Universität Bremen
- Björn Rost**
2003
Inorganic carbon acquisition and isotope fractionation of marine phytoplankton with emphasis on the coccolithophore *Emiliana huxleyi*. Universität Bremen
- André G. Wischmeyer**
2002
Modelling the marine silicon cycle - physics, chemistry and biology. Universität Bremen

Diplomarbeiten der Projektgruppe AUV-Entwicklung und Tiefseegradienten

- Miriam Dickmann**
2002
Hartsubstratbesiedlung in einem Rinnensystem der tiefen Grönlandsee. Universität Kiel
- Eva Grünberger**
2002
Biotic interactions at the sediment-water interface of the arctic deep

- Nikolaus Ritter
2002
- sea: The role of the demosponge *Thenea abyssorum* (Porifera) in structuring nematode communities. Universität Wien
- Untersuchungen zur räumlichen Verteilung und zum Energiebedarf ausgewählter megabenthischer Arten des Molloy Deep im Arktischen Ozean. Freie Universität Berlin

Dissertationen der Projektgruppe AUV-Entwicklung und Tiefseegradienten

- Katrin Premke
2003
- Aggregations of Arctic deep-sea scavenging amphipods at large food falls. Universität Bremen
- Ingo Schewe
2002
- Leben unter permanenter Eisbedeckung: Effekte einer variablen Nahrungsverfügbarkeit auf die Ökologie und Verteilung kleinster benthischer Organismen in der Arktischen Tiefsee. Universität Bremen

Diplomarbeit der Projektgruppe Solare UV-Strahlung

- Susanne Liebner
2003
- Verbreitung und Aktivität der Methan oxidierenden Mikroflora in arktischen Böden des Lena-Deltas, Sibirien, Universität Potsdam, Institut für Geoökologie

Doktorarbeiten der Projektgruppe Solare UV-Strahlung

- Kirsten Hoyer
2002
- Occurrence, induction and physiological importance of UV-absorbing substances in polar macroalgae. Universität Bremen
- H. Lüder
2002
- Acclimation of the photosynthetic apparatus of the endemic Antarctic macroalga *Palmaria decipiens* to seasonally changing light conditions, Universität Bremen.
- Frank Poppe
2002
- Effekte von UV-Strahlung auf die antarktische Rotalge *Palmaria decipiens*. Universität Bremen
- Angelika
Dummermuth
2003
- Antioxidative properties of marine macroalgae from the Arctic. Universität Bremen

Diplomarbeit des Rechenzentrums

- Sebastian Lorr
2002
- Entwurf und Implementierung eines Systems zur Verwaltung elektronischer Publikationen an einem wissenschaftlichen Institut. Hochschule Bremerhaven.

**Alfred-Wegener-Institut
für Polar- und Meeresforschung
Columbusstraße
D-27568 Bremerhaven**

**Telefon +49(0)471/48 31-0
Telefax +49(0)471/48 31-11 49
Telex 238695 polar d
e-mail: awi-pr@awi-bremerhaven.de
<http://www.awi-bremerhaven.de>**

Bearbeitung der Texte:

**Dr. Claudia Müller-Werner
Margarete Pauls
Dr. Hein von Westernhagen**

Druck:

**Goihl Druck GmbH
Stuhr**

Redaktion:

**Margarete Pauls
Claudia Pichler**

Fotografie:

Umschlag und Kapitelseiten
**Elke und Joachim Simon
Köln**

Copyright:

**2004, Alfred-Wegener-Institut
Bremerhaven**

Gestaltung:

**Klemm Werbeagentur
Bremen**

ISSN 1618-3703