



Das AWI in den Jahren 2004 und 2005 *Report 2004/2005*

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

Das AWI in den Jahren 2004 und 2005
Report 2004/2005



Report 2004/2005

Das AWI in den Jahren 2004 und 2005

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



Inhalt | Content

11 1. Vorwort | *Introduction*

17 2. Ausgewählte Forschungsthemen | *Selected research topics*

Algen im Klimawandel: Neue Messmethoden zeigen den Gasaustausch der Zellen in Echtzeit.

Björn Rost, Klaus-Uwe Richter

18 *Algae and climate change: new methods show the gas exchange of cells in real time*

Arktische Klimaprozesse und globale atmosphärische Auswirkungen

Klaus Dethloff, Annette Rinke, Elena Sokolova, Subodh Kumar Saha

22 *Arctic climate processes and global atmospheric impacts*

Das Klima der letzten 10 000 Jahre: Eine Verknüpfung aus Beobachtungsdaten, Umweltarchiven und Modellstudien

Gerrit Lohmann

26 *The climate of the last 10 000 years: Combining observational data with environmental archives and model studies*

Chemische Ökologie mariner Protisten - Bedeutung für die Dynamik mariner Nahrungsketten

Allan Cembella, Uwe John, Bernd Krock, Tilman Alpermann, Urban Tillmann

30 *Chemical ecology of marine protists - implications for marine food web dynamics*

Nährstoffbelastung des Wattenmeeres: Besserung in Sicht

J. E. E. van Beusekom, M. Loebl, K. Reise, A. Schanz

34 *Eutrophication of the Wadden Sea: Signs of improvement*

Planktonregen im Südpolarmeer: Das europäische Eisendüngungsexperiment EIFEX (European Iron Fertilization Experiment)

Philipp Assmy, Boris Cisewski, Joachim Henjes, Christine Klaas, Oliver Sachs

38 *Plankton rain in the Southern Ocean: The European Iron Fertilization Experiment EIFEX*

- Sind Lebensgemeinschaften polarer Meere
Verlierer der Klimaveränderung?
Gisela Lannig, Ute Jacob, Thomas Brey, Rainer Knust, Hans-O. Pörtner
- 42 *Does global warming pose a threat to
polar ecosystems?*
- Marine Genomik – Von den Genen zur Evolu-
tion und Ökologie mariner Organismen
Klaus Valentin
- 45 *Marine Genomics – through genomes to
evolution and ecology of marine organisms*
- Frostblumen: Salzige Kristalle auf dünnem Eis
Hans-Werner Jacobi, Sandra Lehmann
- 48 *Frost flowers: salty crystals on thin ice*
- Gemeinsam in den Hausgarten:
Deutsch-französische Kooperation in
der Tiefseeforschung
Thomas Soltwedel, Michael Klages
- 51 *Together ‘en route’ for HAUSGARTEN:
Franco-German co-operation in deep-sea
research*
- Fernerkundung in arktischen Periglazial-
landschaften – Auf den Spuren der Permafrost-
dynamik
Guido Große, Dirk Wagner, Lutz Schirrmeister
- 54 *Remote sensing in Arctic periglacial landsca-
pes – The tracing of permafrost dynamics*
- Frühling im Weddellmeer: Biologisch-physi-
kalische Wechselwirkungen zwischen Atmo-
sphäre, Eis und Ozean
Christian Haas, Gerhard Dieckmann, Hartmut Hellmer, Michael Schröder
- 58 *Go with the floe: biological-physical interac-
tions between atmosphere, ice and ocean in
the Weddell Sea*

63	3. Forschung <i>Research</i> MARCOPOLI
66	3.1 MARINE
81	3.2 COAST
100	3.3 POLAR
133	3.4 Neue Themen <i>Additional funding</i>
141	4. Entwicklungen in den Fachbereichen <i>Progresses in the Scientific Divisions</i>
167	5. Neue Technologien <i>New technologies</i>
185	6. Logistik und Forschungsplattformen <i>Logistics and research platforms</i>
211	7. Nationale und internationale Zusammenarbeit <i>National and international cooperation</i>
221	8. Mariner Umweltschutz <i>Marine environmental protection</i>
227	9. Informationszentrum <i>Information centre</i>
241	10. Bibliothek <i>Library</i>
247	11. Technologietransfer <i>Technology transfer</i>
253	12. Presse- und Öffentlichkeitsarbeit <i>Public relations department</i>
267	13. Personeller Aufbau und Haushaltsentwicklung <i>Personnel structure and budget trends</i>
273	14. Veröffentlichungen, Patente <i>Publications, patents</i>
341	Anhang <i>Annex</i>

Ingo Arndt

Die Titelfotos in diesem Bericht stammen von dem Tier- und Naturfotografen Ingo Arndt. Die Aufnahmen entstanden im Winter 2004/ 2005 während der ISPOL Expedition. Polarstern trieb mehrere Wochen mit einer Eisscholle in der Antarktis. Das zusammen mit dem Autoren Claus-Peter Lieckfeld erarbeitete und im Verlag Frederking & Thaler erschienene Buch ‚Logbuch Polarstern‘ dokumentiert in Wort und Bild diese außergewöhnliche Expedition.

Mit seinen Bildern möchte Ingo Arndt beim Betrachter Emotionen wecken, ihm den Reichtum der Natur vor Augen führen. Für seine Bilder wurde Ingo Arndt bei World Press Photo ausgezeichnet und gewann mehrfach Preise beim BG Wildlife Photographer of the Year in London.

Ingo Arndt

Ingo Arndt, wildlife and nature photographer, is the author of the cover photos in this report. The images were taken during the winter of 2004/2005 throughout the ISPOL expedition. 'Polarstern' was drifting for several weeks with an ice floe in the Antarctic. 'Logbook Polarstern', written jointly with writer Claus-Peter Lieckfeld and published by Frederking & Thaler, documents this unusual expedition in words and images. Ingo Arndt intends to stir emotions in his audience and wants to illustrate nature's riches. Ingo Arndt has received awards from World Press Photo for his photographs and has won several prizes at the BG Wildlife Photographer of the Year in London.

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

Ministerialdirektor
 Reinhard Junker
 (Vorsitzender)
 Staatsrat Rainer Köttgen
 (Stellv. Vorsitzender)
 Ministerialrat
 Peter Bradhering
 Ministerialrat Prof. Dr.
 Diethard Mager
 VLR1 Friedrich Catoir
 Staatsrat Hans-Henning Lühr
 Ministerialdirigent
 Dr. Josef Glombik
 Ministerialrat Michael Wagner
 Prof. Dr. Johannes Oerlemans
 (Vorsitzender des Wissen-
 schaftlichen Beirates)
 Sandra Ahrens
 Prof. Dr. Manfred Fuchs
 Prof. Dr. Angelika Brandt
 Prof. Dr. Rüdiger Wolfrum
 Prof. Dr. Bo Barker Jørgensen

Beratende Gäste

Prof. Dr. Wilfried Müller
 Prof. Dr. Jörn Thiede
 (Direktor)
 Prof. Dr. Heinrich Miller
 (Stellv. Direktor/AWI)
 Prof. Dr. Karen Wiltshire
 (Stellv. Direktorin/BAH)
 Prof. Dr. Ulrich Bathmann
 (Vorsitzender des Wiss. Rates)

Dr. Rainer Paulenz
 (Verwaltungsdirektor)
 Marika Sündermann
 (Vorsitzende des Personalrats)

Gäste

Dr. Holger Bienhold
 Heinz Wübbenhorst
 Bernd R. Krause
 Reinhold Ollig
 Prof. Dr. Jürgen Mlynek
 (Präsident der HGF)
 Prof. Dr. Wolfgang Heyser

Wissenschaftlicher Beirat

Der Präsident der MPG:
 Prof. Dr. Peter Gruss
 Ständiger Vertreter:
 Prof. Dr. Bo Barker Jørgensen
 Der Präsident der DFG:
 Prof. Dr. Ernst-Ludwig
 Winnacker
 Ständiger Vertreter:
 Prof. Dr. Volker Mosbrugger
 Der Präsident der BGR:
 Prof. Dr. Bernhard Stribrny
 Ständiger Vertreter:
 Dr. Herrmann-Rudolf Kudrass
 Der Leiter der BFA:
 Prof. Dr. Hans-Stephan Jenke
 Ständiger Vertreter:
 Dir. u. Prof. Dr. Gerd Hubold
 Der Rektor der Universität
 Bremen:
 Prof. Dr. Wilfried Müller
 Ständiger Vertreter:
 Prof. Dr. Reinhard X. Fischer
 Prof. Dr. Johannes Oerlemans
 (Vorsitzender)
 Prof. Dr. Martin Heimann
 (Stellv. Vorsitzender)
 Prof. Dr. Christoph Reigber
 Prof. Dr. Miriam Sibuet
 Prof. Dr. Olav Eldholm
 Prof. Dr. Karen J. Heywood
 Prof. Dr. Jan W. De Leeuw
 Dr. Dominique Raynaud
 Prof. Dr. Dr. H. Steinhart
 Prof. Dr. Eva Maria Pfeiffer

Beratende Teilnehmer

Der Vorsitzende des Kura-
 toriums des AWI:
 Ministerialdirektor Reinhard
 Junker
 Vom Vorsitzenden ernannter
 Vertreter: N.N.
 Der Stellv. 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
 Die Stellvertreterin des
 Direktors für die BAH:
 Prof. Dr. Karen Wiltshire
 Der Vorsitzende des
 Wissenschaftlichen Rates
 des AWI:
 Prof. Dr. Ulrich Bathmann
 Stellvertreterin:
 Dr. Ragnhild Asmus

Direktorium

Prof. Dr. Jörn Thiede
(Direktor)

Dr. Rainer Paulenz
(Verwaltungsdirektor)

Prof. Dr. Heinrich Miller
(Stellv. Direktor/AWI)

Prof. Dr. Karen Wiltshire
(Stellv. Direktorin/BAH)

Prof. Dr. Gerrit Lohmann
(Sektionsleiter)

Prof Dr. Heinrich Miller
(Stellv. Direktor/AWI)

Dr.-Ing. Hans Oerter
(Wiss. Vertreter)

Prof. Dr. Dirk Olbers
(Fachbereichssprecher)

Prof. Dr. Hans-Otto Pörtner
(Sektionsleiter)

Prof. Dr. Karsten Reise
(Leiter Wattenmeerstation Sylt)

Dr. Lutz Schirrmeister
(Wiss. Vertreter)

Prof. Dr. Michael Schlüter
(Sektionsleiter)

Dr. Volker Strass
(Wiss. Vertreter)

Dr. Ralph Tiedemann
(Sektionsleiter)

PD Dr. Ulrike Wacker
(Sektionsleiterin)

Prof. Dr. Christian Wiencke
(Sektionsleiter)

Prof. Dr. Dieter Wolf-
Gladrow

(Sektionsleiter)

Gäste
Dr. Olaf Boebel
(Technol. Projekt)

Prof. Dr. Franciscus Colijn
(GKSS)

Dr. Hartwig Gernandt
(Logistik)

Dr. Michael Klages
(Technol. Projekt)

Prof. Dr. Peter Lemke
(Technol. Projekt)

Dr. Rainer Paulenz
(Verwaltungsdirektor)

Margarete Pauls
(Pressesprecherin)

Dr. Manfred Reinke
(Wiss. Referent des Direktors)

Prof. Dr. Meinhard
Schulz -Balde
(WBGU)

Marika Sündermann
(Personalrat)

Dr. Daniel Steinhage
(Technol. Projekt)

Prof. Dr. Jörn Thiede
(Direktor)

Eva Viehoff
(Frauenbeauftragte)

Dr. Frank Wilhelms
(Technol. Projekt)

Prof. Dr. Karen Wiltshire
(Stellv. Direktorin/BAH)

Wissenschaftlicher Rat

Prof. Dr. Wolf Arntz
(Sektionsleiter)

Dr. Ragnild Asmus
(Stellv. Vorsitzende)

Prof. Dr. Ulrich Bathmann
(Vorsitzender)

Prof. Dr. Friedrich Buchholz
(Sektionsleiter)

Prof. Dr. Allan Cembella
(Fachbereichssprecher)

Prof. Dr. Klaus Dethloff
(Sektionsleiter)

Dr. Eberhard Fahrbach
(Sektionsleiter)

Dr. Gunnar Gerdts
(Wiss. Vertreter)

Dr. Karsten Gohl
(Wiss. Vertreter)

Dr. Christian Haas
(Sektionsleiter)

Prof. Dr. Wolfgang Hiller
(Rechenzentrum)

Prof. Dr. Hans-Wolfgang
Hubberten

(Fachbereichssprecher)

Dr. Wilfried Jokat
(Wiss. Vertreter)

Wissenschaftlicher Beirat (Prof. Dr. Oerlemanns)		Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung		Kuratorium (MinDir Junker)	
Wissenschaftlicher Rat (Prof. Dr. Bathmann)	Ombudsmann (Prof. Dr. Augstein)	Direktorium Prof. Dr. Thiede · Dr. Paulenz Prof. Dr. Miller · Prof. Dr. Wiltshire		Wissenschaftliches Referat (Dr. Reinke)	Presse- und Öffentlichkeitsarbeit (Pauls)
Personalrat und Frauenbeauftragte (Sündermann, Viehoff)	Nutzerbeiräte (Großgeräte)			Justiziar (Ruholl)	Innenrevision (Bernshausen, Kersten)

Wissenschaftliche Fachbereiche, Technologien und allgemeine Dienste

Geowissenschaften (Prof. Dr. Hubberten)	Biowissenschaften (Prof. Dr. Cembella)	Klimawissenschaften (Prof. Dr. Olbers)	Neue Technologien	Allgemeine Dienste
Geophysik (Dr. Jokát)	Biologische Ozeanographie (Prof. Dr. Bathmann)	Atmosphärische Zirkulationen (Prof. Dr. Dethloff)	Unterwasserfahrzeuge und Tiefsee-Technologie (Dr. Klages)	Logistik und Forschungsplattformen (Dr. Gernandt)
Glaziologie (Prof. Dr. Miller)	Marine Biogeologie (Prof. Dr. Wolf-Gladrow)	Meteorologie der Polargebiete (PD Dr. Wacker)	Marine Messsysteme (Dr. Boebel)	Verwaltung (Dr. Paulenz)
Periglazialforschung (Prof. Dr. Hubberten)	Makroalgen-Biologie (Prof. Dr. Wiencke)	Messende Ozeanographie (Dr. Fahrbach)	Flugzeug- und Landtechnik (Dr. Herber)	Allgemeine Serviceeinrichtungen (D. Neumann)
Marine Geologie und Paläontologie (Prof. Dr. Tiedemann)	Ökologie mariner Tiere (Prof. Dr. Arntz)	Ozeandynamik (Prof. Dr. Olbers)	Eisbohrungen (Dr. Wilhelms)	Rechenzentrum und Datenbanken (Prof. Dr. Hiller)
Marine Geochemie (Prof. Dr. Schlüter)	Physiologie mariner Tiere (Prof. Dr. Pörtner)	Meereisphysik (Dr. Haas)	Technologien für die Marikultur (NN)	Bibliothek (Brannemann)
	Ökologische Chemie (Prof. Dr. Cembella)	Dynamik des Paläoklimas (Prof. Dr. Lohmann)	Erdbeobachtungssysteme (Prof. Dr. Lemke)	Technologietransfer (Dr. Sauter)
	Ökologie der Schelfmeere (Prof. Dr. Buchholz)			
	Ökologie der Küsten (Dr. R. Asmus)			

Forschungsprogramm MARCOPOLI – AWI (Prof. Dr. Miller)

Marine (MAR) (Prof. Dr. Olbers)	Coast (CO) (Prof. Dr. Cembella)		Polar (POL) (Prof. Dr. Lemke)				Infrastruktur (I) (Prof. Dr. Miller)
Dekadische Variabilität und globale Änderung (Dr. R. Gerdes)	Küste im Wandel: Langfristige Entwicklungen und extreme Ereignisse (Prof. Dr. Reise)	Chemische Interaktionen (Prof. Dr. Cembella)	Prozesse und Wechselwirkungen im polaren Klimasystem (Dr. Lüpkes)	Veränderungen der physikalischen Umwelt im Nordpolarmeer (Dr. Schauer)	Autökologie planktischer Schlüsselarten und Gruppen (Prof. Dr. Bathmann)	Vom Permafrost in die Tiefsee der Arktis (Prof. Dr. Schlüter)	Neue Themen COM: German community ocean model (Dr. Schröter)
Palaeoklimatische Mechanismen und Variabilität (Prof. Dr. Bijma)	Diversität der Küsten (Prof. Dr. Wiltshire)	Beobachtungen und Informationen für das Küstenzonenmanagement (Dr. van Beusekom)	Klima- und Ökosystem im Südozean (Prof. Dr. Smetacek)	Makroorganismen im Klimawandel (Prof. Dr. Pörtner)	Klimavariabilität seit dem Pliozän (Dr. Gersonde)		New Keys: Neue Schlüssel zu polaren Klimaarchiven (Dr. H. Fischer)

(Stand 31.12.2005)



1. Vorwort | *Introduction*



1. Die Stiftung Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung 2004 und 2005

Das Alfred-Wegener-Institut ist das Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung. Es wurde 1980 gegründet, um die Aufnahmebedingungen für den Antarktis-Vertrag zu erfüllen. Dieser und die Mitgliedschaft der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) im Scientific Committee on Antarctic Research (SCAR) forderte den Aufbau eines umfassenden Forschungsprogramms im Vertragsgebiet (alle Gebiete 60° südlicher Breite), wodurch die Gründung des AWI, der Neubau des Forschungseisbrechers ‚Polarstern‘ und die Erstellung der Georg von Neumayer-Station in der Antarktis ausgelöst wurde. Das AWI wurde am 15. Juli 1980 durch Verkündung des Stiftungsgesetzes durch den Bremer Senat gegründet. Das 25-jährige Jubiläum des Instituts wurde im Juli 2005 festlich mit einer wissenschaftspolitisch gestalteten Veranstaltung im Neubau des Instituts in Bremerhaven gefeiert.

Im selben Jahr jährte sich am 1. November der Geburtstag Alfred Wegeners zum 125. Mal. Dieses Tages sowie seines Todestages vor 75 Jahren wurde im Rahmen des 2. Internationalen Alfred-Wegener-Symposiums in Bremerhaven gedacht. Das Alfred-Wegener-Institut ist inzwischen ein Helmholtz-Zentrum mit fast 800 Mitarbeitern, verteilt auf die vier Standorte Bremerhaven, Potsdam, Helgoland und Sylt. Die Eingliederung des Institutes für Meereskunde in Bremerhaven, die Gründung der Forschungsstelle auf dem Telegrafenberg in Potsdam, unter deren Dach sich die terrestrische Polarforschung mit ihren Wur-

1. The Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research 2004 and 2005

The Alfred Wegener Institute is the Helmholtz Centre for Polar and Marine Research. It was founded in 1980 in order to meet the terms of admission to the Antarctic treaty, which, together with the membership of the German Research Foundation (DFG) on the Scientific Committee on Antarctic Research (SCAR), demanded the establishment of an extensive research programme in the treaty region (all areas southwards 60° southern latitude). Foundation of the AWI was initiated by this requirement, as was the construction of the research and supply vessel ‘Polarstern’ and the establishment of the Georg von Neumayer Station in the Antarctic. On July 15th, 1980, the AWI came into being with proclamation of the foundation statutes by the senate of Bremen. In July 2005, the 25th anniversary of the institute was commemorated through a festive science policy event, which took place in the new building of the institute in Bremerhaven.

To mark the occasion of Alfred Wegener’s 125th birthday on November 1st of the same year, and to commemorate his death 75 year ago, the second International Alfred Wegener Symposium was held in Bremerhaven. The Alfred Wegener Institute has become a Helmholtz Centre with almost 800 staff members, distributed across the four locations of Bremerhaven, Potsdam, Helgoland and Sylt. Expansion of our research has been facilitated by the integration of the Institute for Marine Sciences in Bremerhaven, by inclusion of the two marine stations Biological Sta-

zeln in dem Polarforschungsprogramm der DDR sammelte, und die beiden Meeresstationen Biologische Anstalt Helgoland und Wattenmeerstation Sylt ermöglichen den Ausbau unserer Forschung. Mit Hilfe der inzwischen aufgebauten aufwändigen Infrastruktur der stationären und mobilen Forschungsplattformen führen wir ein umfassendes Forschungsprogramm in der Polar- und Meeresforschung durch. Das AWI nimmt weltweit, gemeinsam mit einer Reihe internationaler Wettstreiter, eine Führungsrolle in der Polar- und Meeresforschung ein. Durch die enge Anbindung an die Universitäten in Bremen, Potsdam, Kiel, Hamburg und Oldenburg wird ein reger Austausch mit akademischen Lehrstätten gepflegt. Dadurch konnte eine große Schar von Nachwuchswissenschaftlern in die wissenschaftlichen Programme des Alfred-Wegener-Institutes eingebunden werden. Gleichzeitig erlaubten Kooperationen mit den Hochschulen Bremen und Bremerhaven die Verfolgung angewandter Perspektiven in der Polar- und Meeresforschung sowie den gemeinsamen Aufbau neuer Studiengänge.

Die Forschungsarbeiten in der Helmholtz-Gemeinschaft verteilen sich zurzeit auf sechs Forschungsbereiche. Das Alfred-Wegener-Institut verfolgt gemeinsam mit dem GKSS-Forschungszentrum Geesthacht im Rahmen des Forschungsbereiches „Erde und Umwelt“ die Perspektiven des Forschungsprogramms MARCOPOLI (Marine, Coastal and Polar Systems and Infrastructure), das im Laufe des Jahres 2006 durch die Wissenschaftlichen Beiräte der Forschungszentren begutachtet wird. Parallel dazu werden wir in naher Zukunft in Diskussionen der wissenschaftlichen Perspektiven Nachfolgeprogramme in der Polar- und Meeresforschung für das Institut entwickeln.

tion Helgoland and Wadden Sea Station Sylt and by establishment of the research location 'Telegrafenberg' in Potsdam. The Potsdam location emerged from the GDR polar research programme and, ever since, has united terrestrial polar research under one roof. By means of our substantial infrastructure of stationary and mobile research facilities we have been conducting an extensive polar and marine research programme. Globally, the AWI shares a leading role in polar and marine research with few other international contenders. The close connection to the universities in Bremen, Potsdam, Kiel, Hamburg and Oldenburg has provided active exchange with academic teaching institutions, enabling a large number of young scientists to be integrated into the scientific programmes at AWI. At the same time, co-operations with universities in Bremen and Bremerhaven have advanced the pursuit of applied aspects in polar and marine research, as well as the joint establishment of new degree programmes.

Research programmes within the Helmholtz Association currently cover six research areas. Together with the GKSS Research Centre Geesthacht and as part of the research area 'Earth and Environment' the AWI is engaged in research programme MARCOPOLI (Marine, Coastal and Polar Systems and Infrastructure). In 2006, MARCOPOLI is scheduled for evaluation by the scientific advisory councils of the research centres. Concurrently, we will be using discussions on scientific perspectives to develop successor programmes in polar and marine research for the Institute.

The years 2004 and 2005 have been extraordinarily successful for the Alfred Wegener Institute: An increasing number of publications in internationally

Die Jahre 2004 und 2005 waren für das Alfred-Wegener-Institut außerordentlich erfolgreich. Dies zeigt sich in einer wachsenden Anzahl von Publikationen in zahlreichen angesehenen internationalen Fachzeitschriften, in über 100 für das AWI gesicherten Patenten und Schutzrechten sowie durch ständig steigende Drittmittel. Zusätzliche Drittmittel werden von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), der Helmholtz-Gemeinschaft sowie von der Europäischen Union im Rahmen des 6. Forschungsrahmenprogramms eingeworben. Seit Herbst 2005 formuliert das AWI, in enger Zusammenarbeit mit seinen Partneruniversitäten, Initiativen im Rahmen der Exzellenzinitiative des Bundes und der Länder. Die erfolgreiche Umsetzung dieser Anträge wird dabei eine große Herausforderung für die betroffenen Universitäten sowie ihre außeruniversitären Partner sein.

Mit Beginn 2004 verfolgt das AWI seine wissenschaftlichen Ziele im Rahmen der so genannten programmorientierten Förderung innerhalb des Forschungsbereichs „Erde & Umwelt“ der Helmholtz-Gemeinschaft. Hierfür wurde ein 5-Jahresprogramm ausgearbeitet, das in seinen Schwerpunkten die drängenden Fragen der Marinen-, Küsten- und Polarsysteme aufgreift. Hinter dem Akronym MARCOPOLI (Marine, Coastal and Polarsystems and Infrastructure) verbirgt sich auch die große Infrastruktur, die das AWI für die Forschung insgesamt zur Nutzung vorhält. Der Programmteil „Küste“ wird gemeinsam mit dem GKSS-Forschungszentrum Geesthacht in mehrfach vernetzten Forschungsthemen bearbeitet. Die Berichte aus den Fachbereichen wie auch die kurzen Darstellungen einzelner Forschungsthemen zeigen deren weite Spannweite und sollen einen Eindruck unserer Arbeit vermitteln.

recognised journals, more than 100 patents and trade mark rights secured by the AWI and continually increasing external funds all provide evidence for this. Additional external funds continue to be acquired from the German Research Council (DFG), the Federal Ministry of Education and Research (BMBF), the Helmholtz Association, as well as from the European Union as part of the sixth research framework. Since the autumn of 2005, the AWI, together with its partner universities, has been developing initiatives through the Initiative of Excellence Competition of the federal and state governments. The successful implementation of these submissions will be a tremendous challenge for the universities involved, as well as for their non-university partners.

The scientific goals of AWI are being achieved since the beginning of 2004 within a 5 year cycle of program oriented funding within the Helmholtz research area 'Earth and Environment'. This research program with the acronym MARCOPOLI (Marine, Coastal and Polarsystems and Infrastructure) is designed to address the urgent questions of the polar and coastal systems, which are interlinked by the oceans. The program topic I provides large scale research infrastructure for the wider scientific community. The program topic coast in particular is carried out jointly with the GKSS Research Centre Geesthacht through a number of interlinked work packages. The reports from the research departments and the short research highlights should show the wide scope and provide an impression of our research.

On September 5th, 2005, the Alfred Wegener Institute was certified as a family-friendly employer. The Federal Minister for Families, Renate Schmidt presented the AWI with the basic certificate for the Job

Am 5. September 2005 wurde das Alfred-Wegener-Institut als familienfreundlicher Arbeitgeber zertifiziert. Bundesfamilienministerin Renate Schmidt überreichte das Grundzertifikat zum Audit Beruf und Familie® der gemeinnützigen Hertie Stiftung. Das Alfred-Wegener-Institut präsentiert sich in hervorragender Weise als innovative Forschungseinrichtung, welche die Vereinbarkeit von Beruf und Familie seit Jahren voranbringt. Eine steigende Nachfrage für die institutseigenen Krippenplätze sowie die 1330 in den Ferien seit 2001 betreuten Kinder bestätigen das AWI in diesem Engagement sowie die Unterstützung bei vielfältigen Fragen „rund um die Familie“.

and Family Audit® of the non-profit Hertie Foundation. For several years, the Alfred Wegener Institute has been gaining an extraordinary reputation as an innovative research institution, advancing the coordination of job and family. A growing demand for the Institute's child care places, as well as a total of 1330 children enrolled in the holiday programme since 2001, are factors reassuring the AWI in its commitment and in its support for numerous family issues.



2. Ausgewählte Forschungsthemen | *Selected research topics*



Algen im Klimawandel: Neue Messmethoden zeigen den Gasaustausch der Zellen in Echtzeit

Björn Rost, Klaus-Uwe Richter

Im Oberflächenwasser der Ozeane sorgen Mikroalgen (Phytoplankton) für die Nahrungsgrundlage der marinen Artengemeinschaft. Als Energiequelle für ihr Wachstum nutzen sie das Sonnenlicht, um Kohlendioxid (CO_2) zu organischen Verbindungen wie Zucker umzuwandeln. So bindet das Phytoplankton große Mengen an CO_2 und beeinflusst maßgeblich das Klima auf unserem Planeten. Im Rahmen des globalen Klimawandels sind große Veränderungen im marinen Ökosystem zu erwarten. Der Anstieg im atmosphärischen CO_2 -Gehalt wird neben höheren CO_2 -Konzentrationen im Meerwasser einen niedrigeren pH-Wert zur Folge haben, d.h. der Ozean wird saurer. Die zunehmende Erwärmung des Oberflächenwassers wird Durchmischungstiefe und damit Lichtklima und Nährstoffeintrag aus tieferen Wasserschichten beeinflussen. Erste Ergebnisse zeigen, dass solche Veränderungen nachhaltige Auswirkungen auf das Phytoplankton haben werden.

Wir haben den Einfluss unterschiedlicher CO_2 -Verfügbarkeit auf verschiedene Aspekte der Photosynthese bei wichtigen Phytoplanktonarten untersucht (Abb. 1). Obwohl im Meerwasser überreichlich vorhanden, ist die Nutzung von anorganischem Kohlenstoff mit erheblichem Aufwand für die Zelle verbunden. So kann das für die Kohlenstofffixierung verantwortliche Enzym RubisCO Kohlenstoff nur in Form von CO_2 nutzen, welches nur etwa ein Prozent des im Meerwasser gelösten anorganischen Kohlen-

Algae and climate change: new methods show the gas exchange of cells in real time

Björn Rost, Klaus-Uwe Richter

In the oceans' surface microalgae (phytoplankton) provide the nutritional basis for the marine food web. Using the sunlight as their source of energy for growth, they fix carbon dioxide (CO_2) into organic compounds like sugars. This way phytoplankton binds large quantities of CO_2 , hereby strongly influencing the climate on our planet. Global climate change will induce large changes in the marine ecosystem. Apart from higher aquatic CO_2 concentrations, the increase in atmospheric CO_2 will cause lower pH values, i.e. the oceans will get more acidic. Rising temperatures will impact surface ocean stratification, which in turn affect light climate and nutrient input from deeper layers. These environmental changes are bound to affect phytoplankton.

We studied the effect of CO_2 availability on different aspects of photosynthesis in important phytoplankton species (Figure 1). Despite relatively high concentrations of inorganic carbon in the ocean, phytoplankton cells have to invest considerable resources in carbon acquisition. The responsible enzyme for carbon fixation RubisCO is restricted to CO_2 , which represents less than 1% of the inorganic carbon dissolved in seawater and cannot use the predominant carbon species bicarbonate (HCO_3^-). Moreover, RubisCO requires CO_2 concentrations far above those found in seawater to work efficiently. Most microalgae have thus developed mechanisms that enhance the CO_2 concentration at the site of RubisCO.

Abb. 1: Schematisierte Gaswechselprozesse bei Phytoplanktern (links): Neben der photosynthetischen Sauerstoffentwicklung am Photosystem II und der CO_2 -Fixierung durch das Enzym RubisCO sind auch die Mechanismen des Kohlenstoffwechsels skizziert. Anorganischen Kohlenstoff (Ci) kann als CO_2 oder als HCO_3^- über Transporter in die Zelle und den Chloroplasten aufgenommen werden. Häufig spielt auch das Enzym Karboanhydrase (CA) eine große Rolle, da es die ansonsten langsame Einstellung des chemischen Gleichgewichts zwischen CO_2 und HCO_3^- beschleunigt und somit CO_2 schnell nachliefern kann. Membraneinlass-Massenspektrometrie (MIMS) dient der Betrachtung dieser Prozesse (unten): Die im Seewasser gelösten Gasmoleküle wandern durch die Membran und werden nur wenige Sekunden später im Massenspektrometer ionisiert, nach Masse/Ladungsverhältnis (m/z) getrennt und detektiert. Einige der wichtigsten Kollektoren-Kombinationen für spezielle Messaufgaben sind dargestellt. Das Diagramm (rechts) zeigt einen typischen Kurvenverlauf der CO_2 - und O_2 -Konzentrationen über einen Licht/Dunkel-Zyklus bei einer Photosynthesemessung.

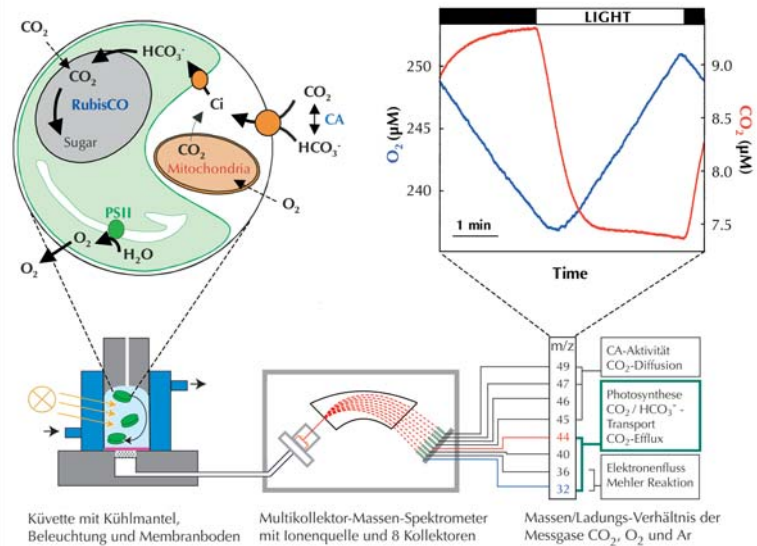


Fig. 1: Schematized gas exchange processes in phytoplankton (left): In addition to photosynthetic oxygen evolution at photosystem II and CO_2 fixation by the enzyme RubisCO, mechanisms of carbon acquisition are outlined. Inorganic carbon (Ci) can be taken up as CO_2 or HCO_3^- via transporters into the cell and chloroplast. The enzyme carbonic anhydrase (CA) is also involved in most species, since it accelerates the otherwise slow inter-conversion between HCO_3^- and CO_2 , hereby supplying CO_2 from the large HCO_3^- pool in seawater. Membrane-inlet mass spectrometry (MIMS) allows the monitoring of these processes (below): Gas molecules dissolved in seawater permeate through the membrane and are get ionised only seconds later in the mass spectrometer. Depending on their mass/charge ratio (m/z), ions are then separated and detected. Collector combinations are given for most important assays. The diagram shows a typical time-course of O_2 and CO_2 concentrations over a light/dark-cycle during a photosynthesis assay.

stoffs ausmacht. Der überwiegende Teil liegt allerdings als Hydrogenkarbonat (HCO_3^-) vor. Um effizient wirken zu können, benötigt RubisCO zudem CO_2 -Konzentrationen, die weit über denen im Meerwasser liegen. Algen haben daher verschiedene Mechanismen entwickelt, welche die CO_2 -Konzentration am Ort von RubisCO erhöhen.

Zur Untersuchung des Kohlenstoffwechsels und anderer Aspekte der Photosynthese wurde die Membraneinlass-Massenspektrometrie (MIMS) am Alfred-Wegener-Institut etabliert (Abb. 1). Sie ermöglicht die Betrachtung von Gaswechselprozessen in Echtzeit. Eine Anwendung erlaubt es, zwischen CO_2 und HCO_3^- als Kohlenstoffquelle zu unterscheiden und deren konzentrationsabhängigen Transportraten zu bestimmen. In anderen Anwendungen ermöglicht der Einsatz von stabilen Isotopen, Aktivitäten der Karboanhydrasen (CA) oder photosynthetische Elektronenflussraten zu bestimmen. Der Vorteil der unterschiedlichen MIMS-Techniken liegt darin, dass mehrere Prozesse gleichzeitig und unter naturnahen Bedingungen untersucht werden können.

Verschiedene Phytoplanktongruppen haben unterschiedliche Wege des Kohlenstoffwechsels entwickelt. Alle bislang untersuchten Arten können neben CO_2 auch HCO_3^- aufnehmen, unterschieden sich jedoch stark in Regulierbarkeit und Effizienz dieser Prozesse. Auch in anderen Aspekten des Kohlenstoffwechsels gibt es große Unterschiede. Während einige Arten auch bei niedrigsten CO_2 -Konzentrationen keine CA-Aktivität zeigen, können wir bei Diatomeen z.T. sehr hohe und stark mit der CO_2 -Verfügbarkeit regulierte CA-Aktivitäten beobachten. Je nach Effizienz und Anpassungsfähigkeit des Kohlenstoffwechsels ergeben sich folglich auch CO_2 -abhängige Photosyntheseleis-

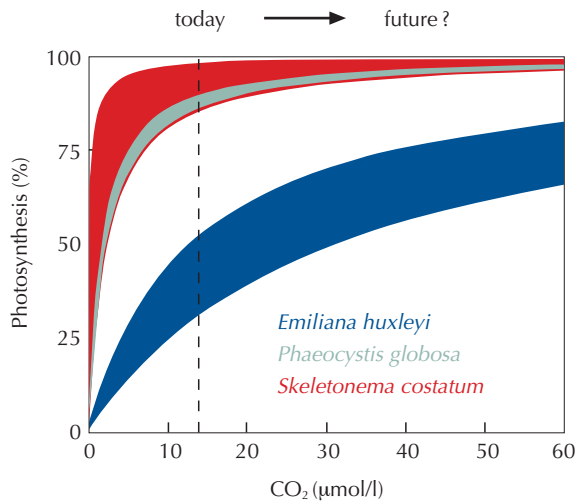
To examine the acquisition of carbon and other aspects of photosynthesis, the membrane-inlet mass spectrometry (MIMS) was established at the Alfred Wegener Institute (Figure 1). It allows monitoring gas exchange processes in real time. One application allows distinguishing between CO_2 and HCO_3^- as carbon sources and determines the uptake rates as function of concentration. In other applications, the use of stable isotopes enables CA-activities to be measured or photosynthetic electron fluxes. The advantage of the MIMS approach is that multiple processes can be investigated under conditions similar to those in the natural environment.

Phytoplankton groups have developed different modes of carbon acquisition. All hitherto investigated species were able to take up both CO_2 and HCO_3^- . They differed, however, strongly in terms of regulation and efficiency in their uptake systems. We also found large differences in other aspects of carbon acquisition. While some species showed no CA-activities even at lowest CO_2 concentrations, we often measured high and tightly regulated CA-activities in diatoms. Depending on efficiency and flexibility in carbon acquisition, we consequently observed differences in the CO_2 -sensitivity of photosynthesis (Figure 2). These findings suggest that the increase in CO_2 will have profound effects on phytoplankton communities, such as a shift in the dominance of species.

In future experiments on acclimation of microalgae, we will investigate representatives of other phytoplankton groups, such as the nitrogen-fixing cyanobacteria. In addition to CO_2 , the influence of other environmental parameters like light and nutrient availability on gas exchange processes will be

tungen (Abb. 2). Diese artspezifischen Unterschiede können zu einer veränderten Zusammensetzung des Phytoplanktons als Folge des Klimawandels führen.

In zukünftigen Experimenten zur Anpassung von Mikroalgen sollen weitere Vertreter der Phytoplanktongruppen, wie z.B. die stickstofffixierenden Cyanobakterien, untersucht werden. Neben CO_2 werden hierbei auch andere Umwelteinflüsse wie Licht und Nährstoffverfügbarkeit auf die Gaswechselprozesse betrachtet. Ein verbessertes Verständnis der Photosyntheseleistung, insbesondere des Kohlenstoffwechsels von Phytoplanktern, ist Grundvoraussetzung, um Folgen des Klimawandels auf die marine Lebensgemeinschaft abschätzen zu können.



assessed. A better understanding of photosynthesis, especially carbon acquisition, will improve our predictive capabilities of the responses of marine phytoplankton to global changes.

Abb. 2: Die Photosyntheseleistung verschiedener Phytoplanktonarten unterscheidet sich in ihrer CO_2 -Abhängigkeit. Während viele Arten maximale Raten bei den heutigen CO_2 -Konzentrationen (ca. $15 \mu\text{mol/l}$) erreichen, zeigen andere Arten wie der Coccolithophoriden *Emiliana huxleyi* höhere Photosyntheseraten, wenn CO_2 die heutige Konzentration übersteigt. Solche Arten können von einem Anstieg im atmosphärischen CO_2 profitieren. Der hier dargestellte Bereich in den Photosyntheseraten reflektiert die artspezifische Fähigkeit, auf veränderte CO_2 -Konzentrationen während des Wachstums zu reagieren.

Fig. 2: Photosynthesis of phytoplankton species differ in their CO_2 sensitivity. Although many species are close to their maximum rates of photosynthesis under present-day CO_2 levels (approx. $15 \mu\text{mol/l}$), some species such as the coccolithophorid *Emiliana huxleyi* show higher rates when CO_2 is increased above present levels. This raises the possibility that such species may benefit directly from the current increase in atmospheric CO_2 . The range in responses reflects the species-specific ability to respond to changes in CO_2 concentrations during growth.

Arktische Klimaprozesse und globale atmosphärische Auswirkungen

Klaus Dethloff, Annette Rinke, Elena Sokolova,
Subodh Kumar Saha, Wolfgang Dorn, Dörthe Handorf,
Andreas Benkel, Burkhardt Rockel, Hans von Storch

Die globale atmosphärische Zirkulation wird maßgeblich durch die Polarregionen beeinflusst: Eisflächen besitzen ein großes Rückstrahlvermögen (Albedo) für Sonnenstrahlung. Somit erwärmen sich vom Eis bedeckte Bereiche deutlich weniger als unbedeckte Gebiete. In der Folge kann die Eisbedeckung weiter zunehmen. Umgekehrt kann eine Erwärmung einen Rückgang der Eisbedeckung mit weiter verstärkter Erwärmung nach sich ziehen. Mögliche Änderungen der Eisdicke, der Eisausdehnung und der beschriebenen Eis- und Schnee-Albedo-Rückkopplung stellen eine der größten Unsicherheiten bei der Vorhersage der zukünftigen Klimaentwicklung dar. Damit ist die Arktis eine Schlüsselregion für das Verständnis des globalen Klimasystems.

Zirkulation der arktischen Atmosphäre

Die arktische Zirkulation im Winter wird in der mittleren Troposphäre, d.h. in etwa fünf Kilometern Höhe, durch einen polaren Wirbel bestimmt, der mit seinem Druckminimum über Nordamerika liegt und sich bis nach Westeuropa erstreckt. Diese Druckverteilung wird durch die Topographie der Erdoberfläche, die Land-Meerverteilung und die Abstrahlung von Wärme in den Weltraum während der Polarnacht bestimmt. Dieses globale Muster der Luftdruck- und Temperaturverteilung hat sich in den letzten fünf Jahrzehnten deutlich verändert. In den Wintern trat eine signifi-

Arctic climate processes and global atmospheric impacts

Klaus Dethloff, Annette Rinke, Elena Sokolova,
Subodh Kumar Saha, Wolfgang Dorn, Dörthe Handorf,
Andreas Benkel, Burkhardt Rockel, Hans von Storch

The global atmospheric circulation is significantly influenced by the polar regions: Ice possesses a high backscatter capacity (albedo) for solar radiation. Therefore, ice covered areas warm up to a lesser extent than comparable ice free areas. As a result, the ice cover is able to grow further. On the other hand, initial warming can be amplified when resulting in a retreat of the ice cover. Possible changes in ice thickness, ice extent and the described ice- and snow-albedo feedback belong to the biggest uncertainties in the projection of the future climate evolution. In this context, the Arctic can be considered as a key region for understanding the global climate system.

Circulation of the Arctic atmosphere

The Arctic winter circulation in the middle troposphere, i.e. at about five kilometers height, is governed by a polar vortex, which has its pressure minimum over North America and extends across the whole Arctic up to Western Europe. The pressure pattern is determined by the topography of the earth surface, the land-sea distribution, and the massive heat loss due to long-wave radiation into the outer space during the polar night. This global pattern of sea-level pressure and temperature has changed considerably over the past five decades: A significant warming has become apparent in winter and a slight cooling in summer. The observed winter warming is

kante Erwärmung und in den Sommern ein leichte Abkühlung auf. Die beobachtete Erwärmung im Winter steht im Zusammenhang mit den Änderungen der Fernverbindungsmuster der Nordatlantischen Oszillation (NAO) oder der Arktischen Oszillation. Dieses natürliche Variabilitätsmuster zeichnet sich durch großräumige Schwankungen des Luftdrucks im Bereich des Islandtiefs und des Azorenhochs aus. In der positiven Phase der NAO sind Islandtief und Azorenhoch stärker ausgeprägt, in der negativen Phase abgeschwächt. Diese Luftdruckanomalien gehen in der positiven Phase einher mit einer verstärkten West-Ost-Strömung über dem Nordatlantik und einer schwächeren West-Ost-Strömung in der negativen Phase. Diese Schwankungen üben einen starken Einfluss auf das Klima Europas aus. In der positiven NAO-Phase gelangt vermehrt warme und feuchte Meeresluft nach Nord- und Mitteleuropa. In der negativen Phase transportieren großskalige Wellenmuster kalte Polarluft nach Europa.

Globale Auswirkungen arktischer Klimaprozesse

Die Auswirkung einer verbesserten Beschreibung der arktischen Prozesse für globale Klimamodelle wurde im europäischen Forschungsprojekt GLIMPSE („Global implications of Arctic climate processes and feedbacks“) untersucht. Eine verbesserte Beschreibung der Eis- und Schnee-Albedo-Rückkopplung wurde zunächst in einem regionalen Klimamodell der Arktis getestet und dann in ein globales Klimamodell des gekoppelten Systems Atmosphäre-Ozean-Meereis implementiert. Ein Vergleich zwischen Modellierungsergebnissen mit der verbesserten und der alten Eis-Albedo-Rückkopplung zeigt von der Arktis induzierte ringförmige Wellenstörungen, die sich bis in

linked to changes in the teleconnection pattern of the North Atlantic Oscillation (NAO) and the Arctic Oscillation (AO). This natural variability pattern is characterized by large-scale variations of sea-level pressure in the region of the Icelandic low pressure system and the high pressure system over the Azores. A negative pressure anomaly at Iceland and a positive pressure anomaly at the Azores characterize the positive NAO phase, whereas a positive pressure anomaly at Iceland and a negative pressure anomaly at the Azores represent the negative NAO phase. These pressure anomalies are associated with an increased zonal flow over the North Atlantic in the positive phase and a decreased zonal flow and stronger planetary wave patterns in the negative phase. These variations exert strong influence on the climate of Europe. In the positive NAO phase warmer and more humid air masses usually reach North and Central Europe, whereas in the negative phase large-scale wave patterns more frequently transport cold polar air masses onto Europe.

Global implications of Arctic climate processes

The global impacts of improved Arctic process parameterizations have been investigated in the European research project GLIMPSE (Global Implications of Arctic Climate Processes and Feedbacks). An improved parameterization of the ice and snow-albedo feedback was investigated in a regional climate model of the Arctic and afterwards implemented in a global climate model of the coupled atmosphere-ocean-sea-ice system. A comparison of the model results between the improved and the old ice-albedo feedback shows Arctic-induced annular wave disturbances, which propagate into the tropics (Figure 3).

die Tropen ausbreiten (Abb. 3). Diese von der Arktis ausgehenden dynamischen Änderungen bewirken eine Umverteilung der Energieflüsse der planetaren atmosphärischen Wellen und eine Zunahme der Wellenenergie in mittleren Breiten in der Troposphäre. Dadurch werden deutliche Änderungen in den Telekonnektionsmustern der Atmosphäre induziert (Abb. 4). Im Mittel sind das Islandtief und das Azorenhoch der NAO weniger stark ausgeprägt. Damit ist eine Tendenz zu negativen NAO-Phasen auszumachen. Man erkennt auch die aus Beobachtungen bekannte Nichtstationarität dieses Telekonnektionsmusters auf Zeitskalen von Jahrzehnten bis zu Jahrhunderten.

Arktische Prozesse üben somit starke Einflüsse auf das Fernverbindungsmuster in der Troposphäre und das europäische Klima aus. Damit muss angenommen werden, dass auch Szenarien der zukünftigen Klimaentwicklung von arktischen Prozessparametrisierungen beeinflusst werden.

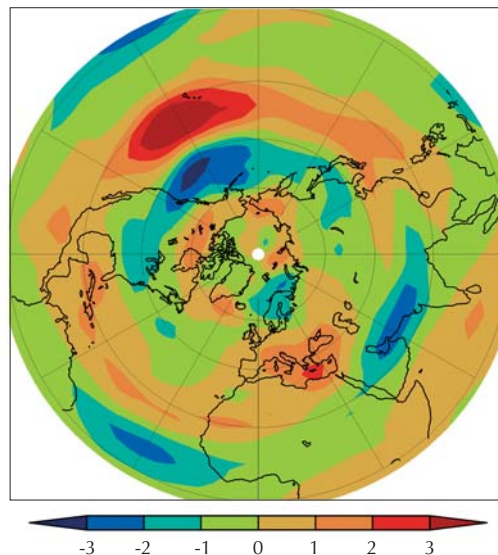
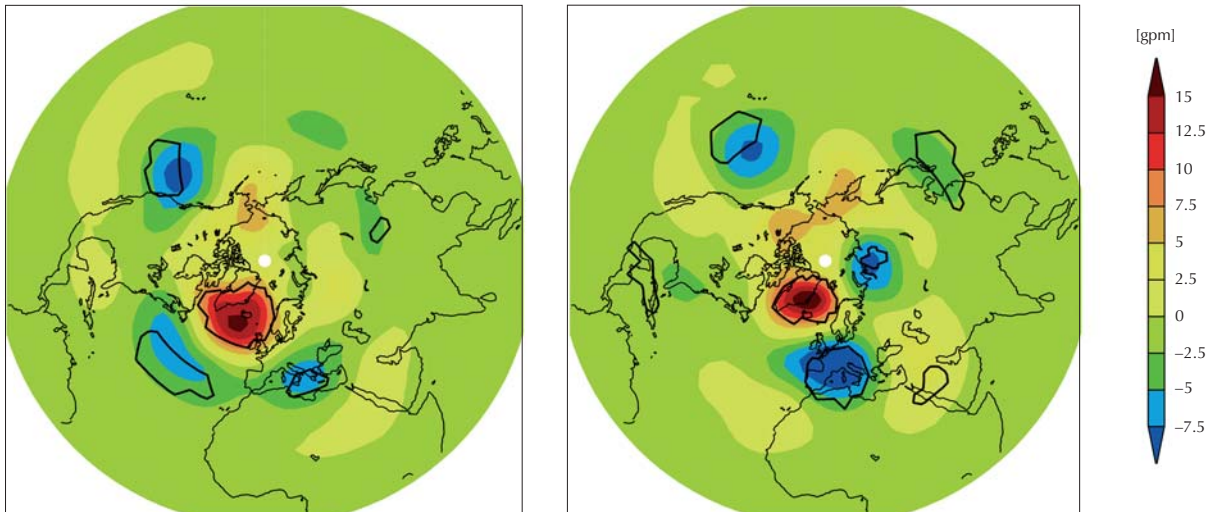


Abb. 3: Differenzen West-Ost-Komponente des Windes (m/s) in ca. fünf Kilometern Höhe (Zonalwind in 500 Hektopascal) zwischen alten und neuen Modellrechnungen als Mittel über acht Winter. In gelb-roten Bereichen ist die Strömung im neuen Modell westlicher, in grün-blauen Bereichen östlicher als im alten Modell.

Fig. 3: Differences of the zonal wind component (m/s) at about five kilometers height (zonal wind at 500 hPa) between model simulations with new and old albedo parameterization averaged over 8 winters. Yellow and red colors indicate regions where the new simulation yields a stronger westerly flow, green and blue colors indicate a stronger easterly flow.

Abb. 4: Vergleich des Luftdrucks (geopotenzielle Höhe des 500 Hektopascal-Niveaus) zwischen alten und neuen Modellrechnungen. Rote Bereiche deuten auf einen höheren durchschnittlichen Luftdruck in den neuen Modellrechnungen hin, blaue auf einen niedrigeren. Links: Mittelwert über die ersten 250 Winter des 500-jährigen Modelllaufs, rechts: Mittelwert über die zweiten 250 Winter.

Fig. 4: Comparison of the pressure (geopotential height of the 500 hPa level) between model simulations with new and old albedo parameterization. Red colors indicate higher pressure in the new simulations, blue colors indicate lower pressure. Left hand side: average over the first 250 winters of the 500-year model simulation; right hand side: average over the second 250 winters.



These dynamical changes originated from the Arctic produce a redistribution of the energy fluxes of the planetary atmospheric waves and an increase of wave energy in the mid-latitude troposphere. This induces distinct changes in the teleconnection patterns of the atmosphere (Figure 4). The Icelandic low and the Azores high pressure centers of the NAO are less pronounced on average. This represents a tendency towards negative NAO phases. Furthermore, the non-stationarity of this teleconnection pattern on time scales from decades to centuries, which is well-known from observations, is also visible in the simulations.

Thus, Arctic processes exert strong influence on tropospheric teleconnection patterns and the European climate. For this reason, it has to be assumed that scenario simulations of the future climate will be affected by parameterizations of Arctic climate processes as well.

Das Klima der letzten 10 000 Jahre: Eine Verknüpfung aus Beobachtungs- daten, Umweltarchiven und Modell- studien

Gerrit Lohmann

Um den vom Menschen verursachten Anteil am derzeitigen Klimawandel verlässlich vorhersagen zu können, ist eine Abgrenzung zur Stärke natürlicher Klimavariabilität wichtig. Sind die milden Winter der letzten Jahrzehnte bereits die Vorboten einer umfassenden Klimaveränderung?

Zur Beantwortung dieser Frage ist ein Verständnis der atmosphärischen und ozeanischen Dynamik notwendig. Zum Beispiel bestimmen die Lage und die Stärke der Westwinde in unseren Breiten, ob milde oder harte Winter auftreten. Um die heutige Klimaveränderung vor dem Hintergrund natürlicher Schwankungen zu bewerten, ist es daher notwendig, das vergangene Klima zu rekonstruieren. Dazu werden historische Daten herangezogen. Verlässliche Temperaturmessungen sind jedoch nur für die letzten 50 - 150 Jahre verfügbar. Bedingt durch die industrielle Entwicklung ist das Klima in dieser Periode aber schon gestört. Für eine Rekonstruktion natürlicher Klimaschwankungen über längere Zeiträume eignen sich die Daten aus Eiskernen, Meeressedimenten und Korallen. Die Analyse dieser Archive erlaubt Aussagen zur Verletzlichkeit des Klimasystems und die Quantifizierung abrupter Klimaänderungen.

Für das Verständnis heutiger und vergangener Klimazustände sowie die Rekonstruktion von Klimaschwankungen sind Verfahren geeignet, die natür-

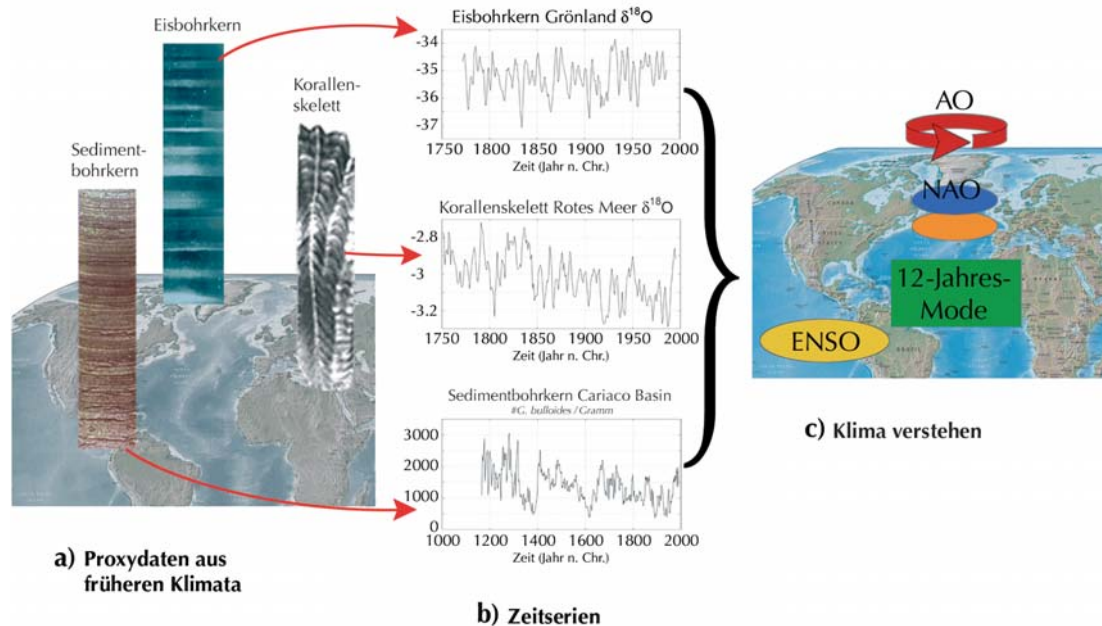
The climate of the last 10 000 years: Combining observational data with environmental archives and model studies

Gerrit Lohmann

To reliably predict the anthropogenic influence on present climate change it is important to differentiate it from the strength of natural climate variability. Are the mild winters of the last decades already the precursor of a global warming?

To answer this question it is necessary to understand the dynamics of atmosphere and ocean. In our latitudes, for example, location and strength of the westerlies determine whether the winters are mild or hard. To assess present climate change against the background of natural variations we must therefore reconstruct the climate of the past, using historical data. Reliable temperature measurements, however, are only available for the last 50 - 150 years and due to the industrial development the climate has already been disturbed during that period. Data from ice cores, sea sediments and corals are suitable to reconstruct natural climate variations over longer periods. Analysing these archives permits statements on the vulnerability of the climate system and the quantification of abrupt climate changes.

To understand present and past climatic conditions and to reconstruct climatic variations we need methods that identify natural circulation patterns aided by model or historical data (Figure 5). In the ideal case, this method supplies us with a reconstruction of climate modes and brings the instrumental data of the last 50-150 years into a long-term context.



liche Zirkulationsmuster mit Hilfe von Modell- oder historischen Daten identifizieren (Abb. 5). Im Idealfall liefert dieses Verfahren eine Rekonstruktion von Klimaschwankungen und ordnet die instrumentellen Daten der letzten 50 - 150 Jahre in einen längerfristigen Kontext ein.

Um dominante Klimaveränderungen während der letzten 10 000 Jahre (Holozän) zu identifizieren, werden unterschiedliche Datensätze der globalen Meeresoberflächentemperatur analysiert. Insbesondere soll die Frage geklärt werden, ob die beobachtete Klimavariabilität im letzten Jahrhundert typisch für das gesamte Holozän ist. Unsere Studie konzentriert sich daher auf die mögliche Rolle der Arktischen Oszillation (AO) und der Nordatlantischen Oszillation (NAO) als antreibende Mechanismen für Temperaturänderungen im Holozän.* Für diese Untersuchungen werden gemeinsam mit unseren Partnern

Abb. 5: Schema zur Interpretation von geologischen Daten mit jahresgenauer Datierung a), am Beispiel von Eiskernen, Meeressedimenten und einer Korallenchronologie b). In c) sind einige bekannte Klimamoden schematisch dargestellt: AO (Arktische Oszillation), NAO (Nordatlantische Oszillation), quasi-dekadische Schwingungen im Atlantik, ENSO (El Niño - Southern Oscillation)

Fig. 5: Scheme for the interpretation of geological data with dating per year a) referring to ice cores, sea sediments and a coral chronology (b). In (c) some known climate modes are shown schematically: AO (Arctic Oscillation), NAO (North Atlantic Oscillation), quasi-decadal oscillations in the Atlantic, ENSO (El Niño - Southern Oscillation)

an der Universität Bremen, dem Max-Planck-Institut für Meteorologie Hamburg sowie der Universität Kiel Datensätze der Meeresoberflächentemperaturen statistisch analysiert und mit Modellergebnissen verglichen (Abb. 6).

Die Klimarekonstruktionen aus Sedimenten zeigen eine Abkühlung in hohen Breiten und eine Erwärmung in niedrigen Breiten (Abb. 6a). Dieser Temperaturentrend ist räumlich jedoch nicht einheitlich und deutet auf einen Übergang von einer positiven AO/NAO-Phase im frühen Holozän (mit vermehrten Westwinden in unseren Breiten) zu einer negativen AO/NAO-Phase während des späten Holozäns. Ein derartiger Übergang wurde in gleicher Weise durch Modellrechnungen mit einem gekoppelten Atmosphäre-Ozean-Modell bestätigt (Abb. 6b). Die Abbildung zeigt, dass die Temperaturentrends gut übereinstimmen. Mit Hilfe des Modells lassen sich Gebiete identifizieren, die auf Klimaänderungen besonders empfindlich reagieren. Der Vergleich der rekonstruierten Klimadaten mit Modellen liefert einen neuen Zugang zur Interpretation von Klimadaten, einen Test für die verwendeten Klimamodelle, sowie eine Abschätzung natürlicher Klimatrends vor dem Hintergrund der erwarteten Klimaveränderungen.

* Zur Dynamik der Arktischen Oszillation siehe auch den Beitrag von Dethloff et al.

Different records of the global sea surface temperature are analysed to identify dominant climate modes during the last 10,000 years (Holocene). Special attention is given to the question whether the observed climate variability of the last century is typical for the whole Holocene. Therefore, our study concentrates on the possible role of the Arctic Oscillation (AO) and the North Atlantic Oscillation (NAO) as driving mechanisms for the changes in temperature during the Holocene. For these examinations, records of sea surface temperatures are statistically analysed and compared with model results (Figure 6). Cooperating partners are Bremen University, the Max Planck Institute for Meteorology in Hamburg and Kiel University.*

The climate reconstruction from sediments shows a cooling in high latitudes and a warming in low latitudes (Fig. 6a). This temperature trend, however, is heterogenic and can be compared with a transition of the AO/NAO pattern from a positive phase in the early Holocene (with increased westerlies in our latitudes) to a negative phase during the late Holocene. Such a transition was equally confirmed by model calculations with a coupled atmosphere-ocean model (Figure 6b). The figure shows that temperature trends match well. With the model we can identify regions that react to climate changes in a particularly sensitive way. Comparing the reconstructed climate data with models offers us a new access to the interpretation of climate data, a test for the climate models as well as an evaluation of natural climate trends against the background of expected climate changes.

* Regarding the dynamics of the Arctic Oscillation see Dethloff et al.

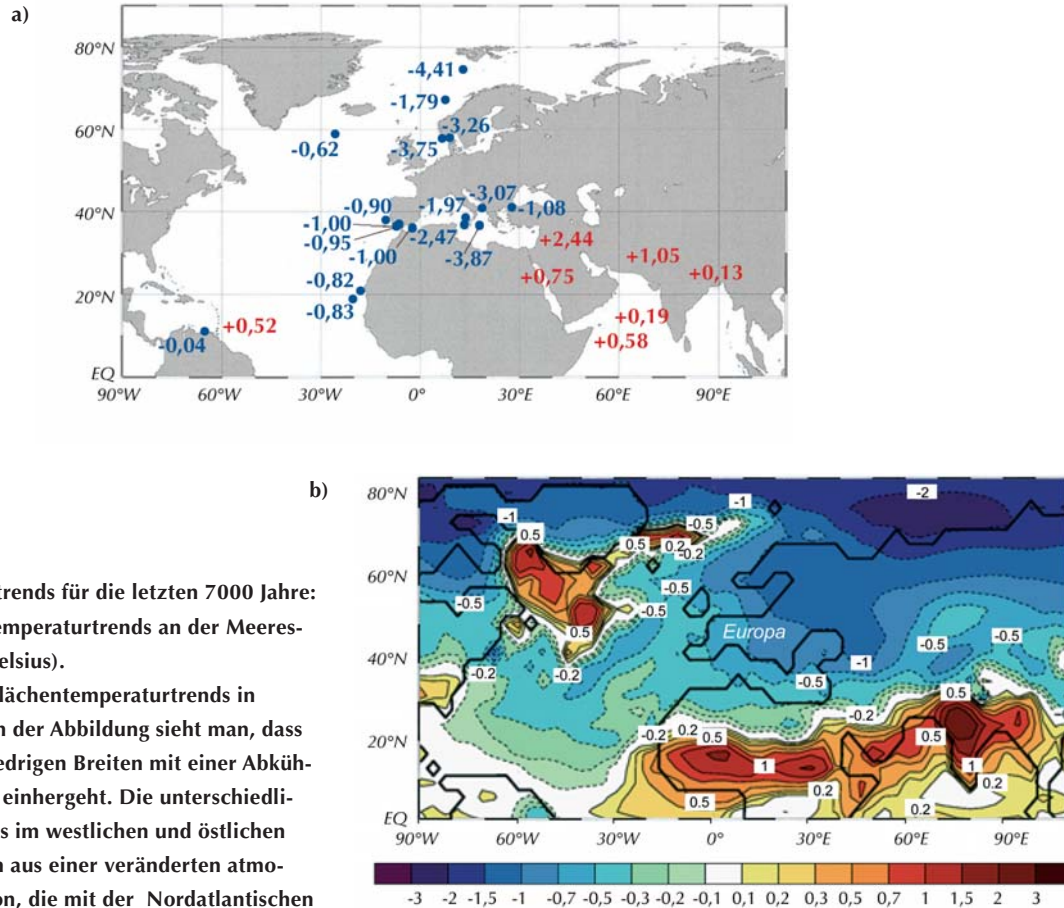


Abb. 6: Temperaturtrends für die letzten 7000 Jahre:
 a) Rekonstruierte Temperaturtrends an der Meeresoberfläche (in Grad Celsius).

b) Simulierte Oberflächentemperaturtrends in einem Klimamodell. In der Abbildung sieht man, dass eine Erwärmung in niedrigen Breiten mit einer Abkühlung in hohen Breiten einhergeht. Die unterschiedlichen Temperaturtrends im westlichen und östlichen Mittelmeer resultieren aus einer veränderten atmosphärischen Zirkulation, die mit der Nordatlantischen Oszillation (NAO) verknüpft ist.

Fig. 6: Temperature trends for the last 7,000 years:

a) Reconstructed temperature trends at the sea surface (in °C).

b) Simulated surface temperature trends in a climate model. The figure shows that a warming in low latitudes is combined with a cooling in high latitudes. The different temperature trends in the western and eastern Mediterranean result from an altered atmospheric circulation, coupled with the North Atlantic Oscillation (NAO).

Chemische Ökologie mariner Protisten - Bedeutung für die Dynamik mariner Nahrungsketten

Allan Cembella, Uwe John, Bernd Krock,
Tilman Alpermann, Urban Tillmann

Protisten sind einzellige Mikroorganismen, die in marinen Nahrungsketten, im globalen Kohlenstofffluss und in biogeochemischen Stoffkreisläufen eine wichtige Rolle spielen. Sie können auf lokalen- und regionalen Skalen durch schnelles Wachstum dichte Massenansammlungen von Zellen bilden. Solche Entwicklungen sind als schädliche Algenblüten bekannt, auch „rote Tiden“ genannt, wenn es zu einer Verfärbung des Wassers kommt. Diese Blüten können verheerende Auswirkungen für marine Ökosysteme und den Menschen haben.

Die Artenzusammensetzung und -vielfalt von Protisten, ihr Wachstum und physiologische Eigenschaften sind gut untersucht. Die chemische Ökologie, d.h. Untersuchungen artspezifischer chemischer Interaktionen, ist jedoch weniger gut bekannt. Dabei spielen bioaktive Substanzen, auch Allelochemikalien genannt, vermutlich eine bedeutende Rolle bei der Wachstumssteuerung, bei der Konkurrenz zwischen Arten und bei der Sukzession im Ökosystem. Von den vermuteten Funktionen allelochemischer Substanzen findet ihr Einsatz als chemische Verteidigung am meisten Beachtung. In dieser Funktion können allelochemische Substanzen dazu dienen, Konkurrenten um Nährstoffe auszuschließen und auch Fraßverluste zu verringern.

Der marine Dinoflagellat *Alexandrium*, ein toxischer Protist, ist von besonderer Bedeutung für die

Chemical ecology of marine protists - implications for marine food web dynamics

Allan Cembella, Uwe John, Bernd Krock,
Tilman Alpermann, Urban Tillmann

Protists are eukaryotic microorganisms that play an important role in food web dynamics, global carbon flux, and biogeochemical cycling. Furthermore, on a local and regional scale, massive proliferation of marine protists can lead to the formation of dense aggregations of cells known as “Harmful Algal Blooms” (HABs), or “red tides,” when visible water discoloration occurs. Such HABs can have devastating consequences for marine ecosystems and human health.

Although much has been described about growth, taxonomic composition and diversity, and ecophysiology of marine protists, relatively little is understood of the species-level chemical interactions controlling growth, competitive outcomes and species succession in the ecosystem – collectively termed chemical ecology. The production of allelochemicals – biologically active components eliciting specific responses in target organisms – may be an important mediator of intra- and inter-specific interactions among marine protists. Among the putative functions of allelochemicals, their use as agents of chemical defence is most often invoked. In this sense, allelochemicals could be targeted to exclude competitors from exploiting limited resources, as well as to avoid or reduce predation.

The marine dinoflagellate Alexandrium, a toxic protist, is of particular relevance to North Sea coas-

küstennahen Ökosysteme der Nordsee. Bei Untersuchungen vor der Ostküste Schottlands wurden mit Hilfe von molekularbiologischen Methoden und morphologischer Kriterien drei *Alexandrium*-Arten nachgewiesen. Zwei dieser Arten kommen weltweit vor, *A. tamarense* und *A. minutum*, und produzieren Tetrahydropuran-Neurotoxine, die, von Muscheln angereichert, beim Menschen für die Paralytische Muschelvergiftung (PSP) verantwortlich sind. Die dritte Art, *A. ostenfeldii*, produziert ebenfalls Gifte, neuartige makrozyklische Iminotoxine, auch Spirolide genannt. Es gibt immer mehr Hinweise darauf, dass allelochemische Effekte auf Mikroalgen und andere Protisten in der Gattung *Alexandrium* häufig vorkommen. Um die Stärke allelochemischer Wirkung von Substanzen zu messen werden so genannte EC_{50} Werte bestimmt. Das ist die Zelldichte, bei der 50 Prozent der Zielorganismen geschädigt sind. Bei *Alexandrium* reichen weniger als 100 Zellen pro Milliliter aus, um andere Mikroalgen und Planktontieren negativ zu beeinflussen bis hin zur vollständigen Zell-Lyse. Vergleichende Untersuchungen haben jedoch auch gezeigt, dass allelochemische Effekte sehr stark zwischen verschiedenen *Alexandrium*-Arten und sogar zwischen verschiedenen Kulturen einer Art variieren können. Auf jeden Fall können solche schädlichen Auswirkungen signifikant die Bildung und Aufrechterhaltung von *Alexandrium*-Blüten erklären, wenn sie Veränderungen im Konkurrenz- und Fraßverhalten hervorrufen.

Was löst die allelochemische Antwort aus? Es gibt eine Reihe bekannter, von Mikroalgen produzierter Phycotoxine mit starker biologischer Wirkung üblicherweise auf Ionenkanäle oder Enzymfunktionen, und stark toxischen Effekten auf Menschen, marine

tal ecosystems. By application of morphological criteria and rRNA molecular probes, we have detected three Alexandrium species in studies of field populations from the North Sea. Two of these species, A. tamarense and A. minutum, are known worldwide to be producers of tetrahydropurine neurotoxins, which accumulate in shellfish and are responsible for paralytic shellfish poisoning (PSP). The third species, A. ostenfeldii, has been found to produce novel macrocyclic imine toxins known as spirolides. There is increasing evidence that allelochemical effects on microalgae and heterotrophic protists are widely expressed by members of the genus Alexandrium. Low effective concentrations ($EC_{50} < 100 \text{ cells ml}^{-1}$) required to elicit lysis of 50 % of the target cells indicate a high allelochemical potency of Alexandrium spp. Nevertheless, comparative experiments have shown that allelochemical effects differ markedly among different Alexandrium species and even among strains within a species. In any case, such deleterious consequences may be highly significant in explaining the formation and maintenance of Alexandrium blooms, if they provoke alterations in grazing behaviour and affect competitive outcomes.

What is causing the allelochemical response? There are a number of known phycotoxins with potent biological activity towards cells and tissues, usually affecting ion channels or enzyme function, and thus causing, toxic effects against humans, marine mammals and seabirds. Our initial suspicions thus concentrated on the known phycotoxins produced by Alexandrium, the saxitoxin derivatives associated with PSP and the spirolides. However, current knowledge indicates that allelochemical properties of Alexandrium spp. are not correlated to

Säuger und Meeresvögel. Unsere anfänglichen Überlegungen konzentrierten sich deshalb auf die von *Alexandrium* produzierten bekannten Phycotoxine – die mit PSP zusammenhängenden Saxitoxinderivate und die Spirolide. Unsere gegenwärtigen Erkenntnisse zeigen jedoch, dass die allelochemischen Eigenschaften von *Alexandrium* spp. nicht mit diesen Phycotoxinen zu korrelieren sind. Es sind somit unbekannte extrazelluläre Substanz(en), die offensichtlich nicht im Zusammenhang mit PSP-Toxinen oder Spirolidgehalten stehen, für diese starken allelochemischen Effekte verantwortlich.

Auch wenn somit keine Hinweise für eine mögliche allelochemische Wirkung von Spiroliden und anderer Phycotoxine gegen Protisten vorliegen, ist die Frage nach der chemisch-ökologischen Relevanz

these phycotoxins. Unknown extracellular substance(s), apparently unrelated to PSP toxins or to spirolide content, are responsible for the potent allelochemical effects.

In spite of the lack of evidence of allelochemical interaction against protists, it is still relevant to question the chemical ecological significance of spirolides and other phycotoxins. In parallel studies of the biosynthetic pathway to spirolide production, in collaboration with the National Research Council, Halifax, Canada, we have effectively demonstrated the polyketide nature of spirolides. Polyketides are secondary metabolites, most commonly found in bacteria and fungi, but also in certain protists and higher plants.

Like spirolides, most of the known phycotoxins produced by marine protists are polyethers, and thus are presumed although not proven to be polyketide-derived. Polyketide biosynthesis in both prokaryotes (bacteria) and eukaryotes (protists, fungi, plants and

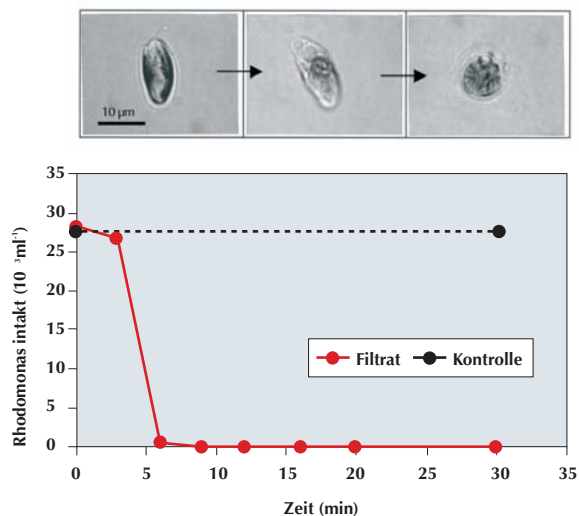


Abb. 7: Die Zelyse von *Rhodomonas baltica* (obere Bildserie) nach Exposition mit allelochemischen Substanzen von *Alexandrium* ist ein schneller Prozess. Während im Kontrollversuch die Anzahl intakter Zellen mit der Zeit unverändert bleibt, sind im Inkubationsversuch mit Filtrat einer Kultur von *Alexandrium ostenfeldii* bereits nach wenigen Minuten nahezu alle Zellen vollständig zerstört.

Fig. 7: Cell lysis of Rhodomonas baltica (upper panel) after exposure to Alexandrium allelochemicals is a rapid process. In the control experiment number of intact cells remained unchanged. However, when co-incubated with the cell-free filtrate from a culture of Alexandrium ostenfeldii, almost all cells are completely lysed after a few minutes.

dieser Substanzen berechtigt. In parallelen Untersuchungen zu den Biosynthesewegen der Spirolide in Zusammenarbeit mit dem National Research Council in Halifax, Kanada konnten wir die Polyketidnatur von Spiroliden eindeutig nachweisen. Polyketide sind Sekundärmetabolite, hauptsächlich von Bakterien und Pilzen, aber auch in Protisten und höheren Pflanzen. Die meisten der bekannten Phycotoxine mariner Protisten sind Polyether und gehören somit möglicherweise ebenfalls zu der Gruppe der Polyketide. Die Polyketid-Biosynthese verläuft sowohl in Prokaryoten (Bakterien) als auch in Eukaryoten (Protisten, Pilzen, Pflanzen und Tieren) über das Enzym Polyketidsynthase (PKS). Wir sind auf der vielversprechenden Suche nach beteiligten regulatorischen Genen, indem wir erste genomische Ansätze zur funktionalen Genexpression bei verschiedenen Protisten-Arten verfolgen. Bei *Alexandrium ostenfeldii* konnte eine Reihe verschiedener Gene identifiziert werden, die vermutlich im Zusammenhang mit der Toxinsynthese stehen. Darunter waren auch Gene, die für PKS zu kodieren scheinen. Allerdings ließen sich nur 9 Prozent aller Sequenzen bekannten Genen zuordnen. Diese geringe Übereinstimmung mit bekannten Genen stellt nach wie vor eine große Herausforderung für Untersuchungen zur Expression und zur funktionellen Regulierung von Biosynthesegenen von Sekundärmetaboliten in Dinoflagellaten, und besonders für die Spirolidbiosynthese in *Alexandrium*, dar.

animals) is typically mediated by the enzyme polyketide synthase (PKS). We have embarked on a promising search for the associated regulatory genes using limited genomic approaches to functional gene expression for a number of protistan species. For *Alexandrium ostenfeldii*, we detected several genes putatively related to toxin synthesis, including genes that appear to encode PKS. Yet only 9 % of the total sequences were homologues to known genes. The low degree of sequence homology in *A. ostenfeldii* continues to present a challenge for determining the expression and regulatory function of biosynthetic genes for dinoflagellate secondary metabolites, and specifically for spiroside biosynthesis in *Alexandrium*.

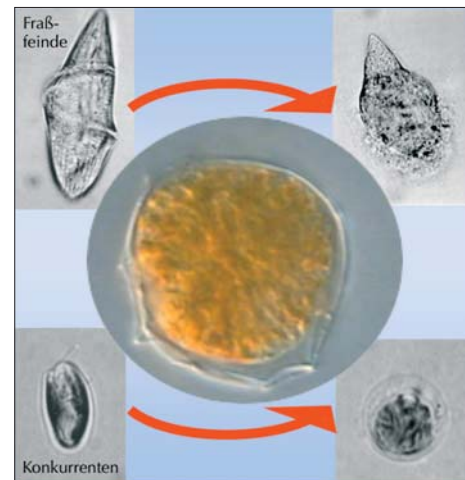


Abb. 8: Extrazelluläre allelochemische Substanzen von *Alexandrium* spp. können Zell-Lyse bei sowohl einzelligen Fraßfeinden als auch bei Konkurrenten verursachen.

Fig. 8: Extracellular allelochemical substances produced by Alexandrium spp. may cause cell lysis of both protistan grazers and competitors.

Nährstoffbelastung des Wattenmeeres: Besserung in Sicht

J. E. E. van Beusekom, M. Loebel, K. Reise, A. Schanz

Intensive Landwirtschaft, phosphathaltige Waschmittel und andere menschliche Einflüsse sorgten im 19. und vor allem im 20. Jahrhundert für eine starke Zunahme des Nährstoffeintrags über die Flüsse in die Küstenmeere. Wir gehen davon aus, dass die Flüsse heutzutage etwa sieben- bis achtmal mehr Nährstoffe in die Nordsee transportieren als zu vorindustrieller Zeit. Während der 1970er und 1980er Jahre wurde klar, dass als Folge dieser Überdüngung auch die von Mikroalgen produzierte organische Substanz zugenommen hatte. Sichtbare Zeichen an der Küste waren die sich auf den Stränden türmenden Schaumberge. Sie entstanden nach dem Zusammenbruch üppiger Blüten des Flagellaten *Phaeocystis globosa*. Die Abnahme der Seegrasbestände im Gezeitenbereich des südlichen Wattenmeeres (vgl. Abb. 9) und die Zunahme von Grünalgen waren weitere Anzeigen einer sich verschlechternden Qualität des Ökosystems Wattenmeer. Auch die Umweltqualität von Flüssen und Seen hatte sich infolge der zugenommenen Belastung mit Nährstoffen verringert. Die Politik reagierte und Maßnahmen wurden eingeleitet um die Nährstoffbelastung (Eutrophierung) auf dem Festland und im Meer zu reduzieren. Mittlerweile gibt es Anzeichen dafür, dass sich der Eutrophierungszustand des Wattenmeeres verbessert.

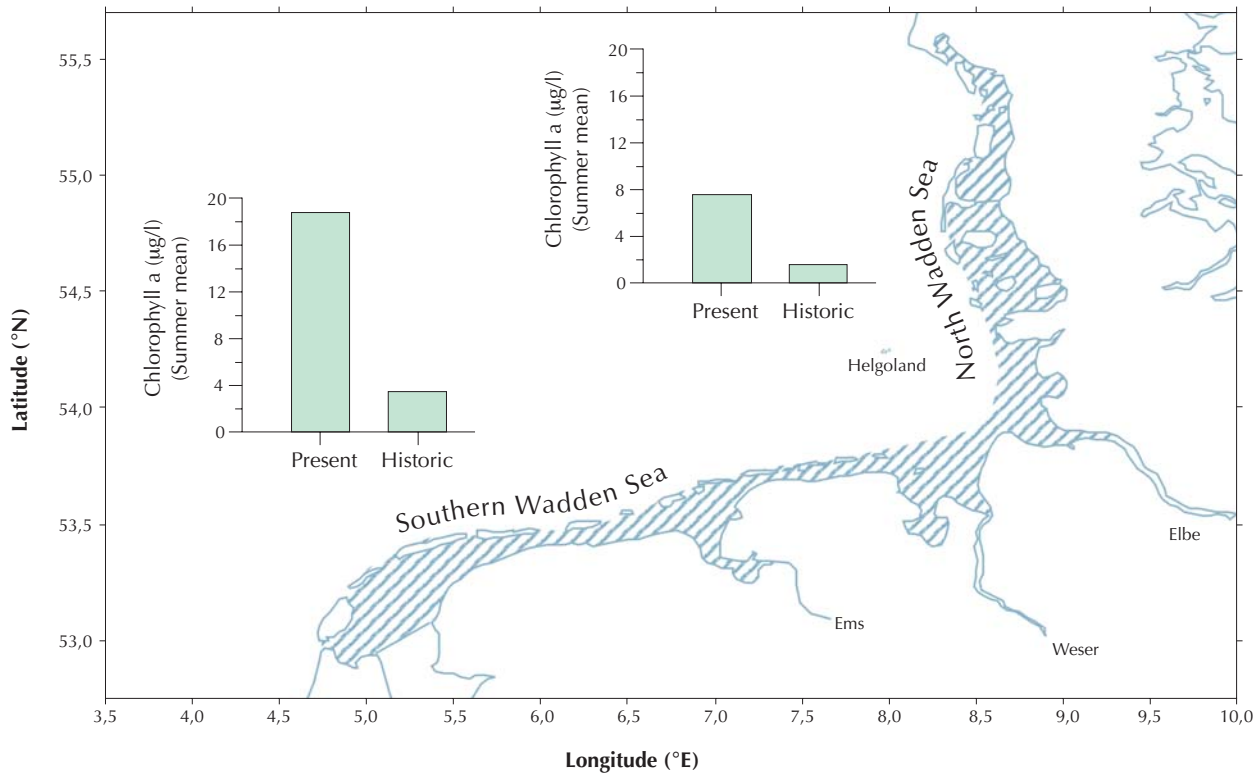
Um die Nährstoffbelastung zurückzudrängen wurden in den 1970er Jahren unter anderem phosphatfreie Waschmittel und eine bessere Abwasserklärung eingeführt. Die Flusseinträge zeigen nach wie vor

Eutrophication of the Wadden Sea: signs of improvement

J.E.E. van Beusekom, M. Loebel, K. Reise, A. Schanz

*During the past centuries, human pressure on coastal ecosystems has dramatically increased. This is among others reflected by riverine nutrient loads. We estimate that nowadays about seven- to eightfold more nutrients are carried by rivers into the coastal zone than without human influences. During the 1970's and early 1980's, it became evident that due to the increased nutrient fluxes into the North Sea and into the Wadden Sea, the amount of organic matter produced by microalgae had increased. Visual signs were the thick layers of foam originating from decaying blooms of the flagellate *Phaeocystis globosa* that covered beaches during late spring. Other signs that the quality of Wadden Sea ecosystem was deteriorating included a decrease of area covered with seagrass in the Southern Wadden Sea (The Netherlands and Lower Saxony) and an increase in green macroalgae. Also freshwater lakes and rivers had deteriorated due to increased nutrient concentrations. Policy makers responded and measures were taken to reduce the amounts of nutrients in rivers, lakes and in the coastal zone. Evidence is now accumulating that the eutrophication status of the Wadden Sea is improving.*

Riverine nutrient loads: Measures to reduce the riverine nutrient burden included the implementation of waste water treatment and the introduction of phosphate-free detergents. Long-term data show large interannual differences in the amount of riverine nutrients transported into the coastal zone.



große Schwankungen von Jahr zu Jahr, die aber hauptsächlich auf unterschiedliche Niederschlags- und damit Abflussmengen zurückzuführen sind. Korrigiert man die Nährstoffeinträge entsprechend, dann zeigt sich, dass sich nach Erreichen eines Maximums etwa Mitte der 1980er Jahre die Einträge um etwa zwei bis drei Prozent pro Jahr verringern.

Der Import organischer Substanz von der Nordsee in das Wattenmeer prägt den Umsatz im Wattenmeer. Eine direkte Quantifizierung dieses Imports ist jedoch noch nicht möglich. Um Änderungen im Umsatz feststellen zu können, mussten so genannte Stellvertreterbeziehungen (Proxies) entwickelt werden. Wir haben zwei vorgeschlagen: die saisonale Stickstoff-

Abb. 9: Vergleich der mittleren Sommer-Biomasse des Phytoplanktons im Wattenmeer (~1985–2002) mit historischen Schätzungen (linke Grafik: südliches Wattenmeer, rechte Grafik: nördliches Wattenmeer). Heutzutage wird etwa vier- bis fünfmal mehr organische Substanz umgesetzt als zu vorindustriellen Zeiten.

Fig. 9: A comparison of the mean summer phytoplankton biomass in the Wadden Sea since about the mid-1980's with historic estimates. Left graph: Southern Wadden Sea, Right graph: Northern Wadden Sea. Nowadays, about four to five fold more organic matter is turned over than during pre-industrial conditions.

dynamik (Herbstwerte von Ammonium und von Nitrit) und die sommerliche Biomasse des Phytoplanktons. In den meisten Teilen des Wattenmeeres korrelieren diese Proxies signifikant mit den Flusseinträgen. Dies zeigt, dass das Wattenmeer mit einem verringerten Stoffumsatz auf die gesunkenen Flusseinträge reagiert. Die Proxies deuten außerdem darauf hin, dass der Eutrophierungsstatus des südlichen Wattenmeeres etwa zweimal höher ist als im nördlichen Wattenmeer.

Eine weitere Änderung im Wattenmeer, die mit der Eutrophierung in Zusammenhang steht, ist die Zunahme von Grünalgen ab den späten 1970er Jahren, die etwa 1990-1993 ihren Höhepunkt erreichte. Regelmäßige Beobachtungen im nördlichen Wattenmeer zeigen, dass die Bedeckung seitdem zurückgeht. In 2004 erreichte sie zum ersten Mal wieder ein Niveau wie vor den 1980er Jahren.

Viele Zeichen deuten also darauf hin, dass sich der Eutrophierungsstatus des Wattenmeeres verbessert. Aber wie weit müssen wir gehen? Die europäische Gesetzgebung schreibt vor, dass sich das Wattenmeer im Jahr 2015 in einem „guten ökologischen Zustand“ befinden soll. Als Referenz werden häufig historische Bedingungen benutzt, also ein Zustand ohne große menschliche Einflüsse. Ein Vergleich mit historischen Schätzungen zeigt, dass heutzutage etwa vier- bis fünfmal mehr organische Substanz und Nährstoffe umgesetzt werden als in vorindustrieller Zeit. Ob eine weitere Reduzierung der Nährstoffeinträge irgendwann aber durch die Nahrungskette hindurch zu einer Nahrungsknappheit bei Endkonsumenten wie Vögeln führen kann, ist noch unklar.

They are mainly due to variations in freshwater discharge. After correcting for this it becomes evident that riverine nutrient input in the coastal zone reached a maximum during the 1980's. Since then, nutrient loads into the North Sea decrease by about 2-3% per year.

Indicators of the Wadden Sea Eutrophication Status: The amount of organic matter that is turned over in the Wadden Sea is to a large extent determined by organic matter import from the adjacent North Sea. Quantification of this process is not yet possible. To detect changes in the organic matter turnover in the Wadden Sea, so-called proxies had to be developed. We have proposed two: the seasonal dynamics of nitrogen (autumn values of NH_4 and NO_2) and summer phytoplankton biomass. In most of the Wadden Sea these proxies correlated significantly with riverine nitrogen input. This shows that the Wadden Sea responds in a positive way to the decreasing nutrient loads. The proxies also highlight differences in the eutrophication status between the less eutrophic Northern (Schleswig-Holstein) and the more eutrophic Southern Wadden Sea.

Another eutrophication related change noted in the Wadden Sea was the increase of green macroalgae from the late 1970's to a peak in 1990-1993. We now see signs of improvement. Regular observations in the northern Wadden Sea indicate that the area covered with green macroalgae is gradually decreasing. In 2004 it reached for the first time the marginal occurrences prior to the 1980's.

All available signs indicate that the eutrophication status of the Wadden Sea is improving. But how far do we have to go? European legislation dictates that the Wadden Sea has to be in a good ecological status



Abb. 10: Seegraswiesen (rechts: eine Detailaufnahme mit zwei Strandschnecken) sind geeignete Qualitätsindikatoren für den Zustand und die Stabilität des Wattenmeeres, weil sie empfindlich auf Umweltänderungen reagieren. Seegraswiesen sind ein wichtiger Lebensraum für Jungfische und Wirbellose. Während der 1950er und 1960er Jahre verschwanden die meisten Seegraswiesen aus dem Gezeitenbereich des südlichen Wattenmeeres. Im nördlichen Wattenmeer fand keine vergleichbare Abnahme statt. Im letzten Jahrzehnt nahmen die mit Seegras bedeckten Flächen stetig zu.

Fig. 10: Seagrass beds (right panel: close up with two periwinkles) are a suitable quality indicator for the health and stability of the Wadden Sea ecosystem, as they respond very sensitively to changes in their environment. Seagrass beds represent an important marine habitat and serve as a feeding and nursery habitat for juvenile fishes and invertebrates. During the 1950's and 1960's most intertidal seagrass beds in the Southern Wadden Sea vanished and are now slowly recovering. In the Northern Wadden Sea no comparable decline was observed. During the past decade, the area covered with seagrass increased continuously. (Photos: A. Schantz)

by 2015. As a reference, historic conditions (before large scale human impact) are often used. A comparison of the present status with historic estimates shows that at present still about four to five times more organic matter and nutrients are turned over in the Wadden Sea than under historic conditions. Whether a further reduction of nutrient supply will eventually result in a food shortage for top consumers is as yet unclear.

Planktonregen im Südpolarmeer: Das europäische Eisendüngungs- experiment EIFEX (European Iron Fertilization Experiment)

Philipp Assmy, Boris Cisewski, Joachim Henjes, Christine Klaas, Oliver Sachs, Victor Smetacek, Volker Strass

Die alljährlich durch die Verbrennung fossiler Brennstoffe freigesetzten 6 Milliarden Tonnen Kohlenstoff in Form des Klimagases Kohlendioxid (CO₂) sind Mitverursacher des zunehmenden Treibhauseffektes. Es gibt verschiedene Ansätze, das entstandene CO₂ langfristig der Atmosphäre zu entziehen. Wie die höheren Landpflanzen, nehmen auch Planktonalgen im Meer durch Photosynthese große Mengen CO₂ auf. Absterbende Algen haben somit einen bedeutenden Einfluss auf den Kohlenstoffhaushalt der Erde. Gelangt der in den Algen enthaltene Kohlenstoff in die Tiefsee, ist dieser langfristig dem Kontakt mit der Atmosphäre entzogen. Diesen Prozess bezeichnet man als biologische Kohlenstoffpumpe. Zur CO₂-Entsorgung wurde vorgeschlagen, die biologische Kohlenstoffpumpe im Ozean durch Düngung von Planktonalgen mit Eisen zu verstärken. Um die Realisierbarkeit dieses Ansatzes zu testen, wurde vom Alfred-Wegener-Institut in Kooperation mit verschiedenen nationalen und internationalen Partnern das europäische Eisendüngungsexperiment EIFEX durchgeführt.

Das pflanzliche Plankton bildet die Basis der Nahrungskette im Weltozean – dem größten Ökosystem unserer Erde. Obwohl es nur einen Bruchteil (0,5 %) zur gesamten pflanzlichen Biomasse der Erde beiträgt, macht die planktische Primärproduktion etwa

Plankton rain in the Southern Ocean: The European Iron Fertilization Experiment EIFEX

Philipp Assmy, Boris Cisewski, Joachim Henjes, Christine Klaas, Oliver Sachs, Victor Smetacek, Volker Strass

Fossil fuel combustion causes annual emissions of 6 billion tons of carbon in the form of carbon dioxide (CO₂) which significantly contributes to the greenhouse effect. Different strategies have been proposed in order to reduce anthropogenic input of CO₂ into the atmosphere. Microalgae in the oceans (phytoplankton) take up large amounts of CO₂ via photosynthesis and influence the carbon budget of our planet by transferring carbon from the surface to the deep ocean through sinking. This process called the 'biological pump' leads to a long-term withdrawal of carbon from the atmosphere. An enhancement of the biological pump of the ocean through iron fertilization of the phytoplankton has been proposed as a way to reduce atmospheric CO₂. To test the feasibility of this approach, the Alfred Wegener Institute conducted a European iron fertilization experiment (EIFEX) on board R.V. 'Polastern' in collaboration with several national and international partners.

Phytoplankton constitutes the first link of the food chain in the global ocean – the largest ecosystem in our planet. Although phytoplankton constitutes only a fraction (0.5 %) of the total plant biomass of the planet, it contributes about 45 % to the annual carbon-uptake via photosynthesis equivalent to approximately 150 billion tons. Consequently high turnover rates occur within the plankton, where growth, mortality and sinking rates are nearly balanced. In

45 % der jährlichen Kohlenstoff-Aufnahme durch Photosynthese von rund 150 Milliarden Tonnen aus. Dieses Beispiel verdeutlicht die hohen Umsatzraten im Plankton, dessen Wachstums-, Sterbe- und Sinkraten sich ungefähr die Waage halten. In drei riesigen ozeanischen Regionen, dem äquatorialen und subarktischen Pazifik sowie dem Südpolarmeer, ist das Algenwachstum durch Eisenmangel begrenzt. Durch Eisendüngung in diesen Gebieten konnte in bisher zehn Experimenten eine rasante Vermehrung der Algen erreicht werden. Dies ging mit einer Abnahme des CO_2 -Gehaltes im umgebenden Meerwasser einher. Die erste Voraussetzung für eine künstliche Beschleunigung der biologischen Kohlenstoffpumpe durch den Aufbau von Algenbiomasse war also erfüllt. Die entscheidende Frage aber, welches Schicksal eine absterbende Algenblüte nehmen würde, war damit noch nicht beantwortet. Alle bisherigen Eisendüngungsexperimente waren zu kurz, um die Algenblüte bis zu ihrem Ende durch Erschöpfung der Nährstoffe oder Alterung der Zellen zu verfolgen.

Das europäische Eisendüngungsexperiment EIFEX sollte den Zusammenbruch der eiseninduzierten Algenblüte und den Verbleib des darin enthaltenen Kohlenstoffs verfolgen. Während EIFEX wurden von Bord des Forschungseisbrechers Polarstern 13 Tonnen gelöstes Eisensulfatpulver über eine Fläche von etwa 400 Quadratkilometern ausgebracht. Die sich dadurch entwickelnde Algenblüte wurde über einen Zeitraum von mehr als fünf Wochen verfolgt.

In der letzten Woche des Experimentes konnte eine signifikante Trübung des Tiefenwassers bis zum Meeresboden in etwa 4000 Meter als Folge der absterbenden und sinkenden Algenblüte beobachtet werden (Abb. 11 zeigt die obersten 500 Meter). Mikroskopi-

three major oceanic regions, the equatorial and sub-arctic Pacific as well as the Southern Ocean the growth of the phytoplankton is limited due to low iron concentrations. Previous iron fertilization experiments in these regions led to a rapid increase of phytoplankton biomass and a clear decrease in dissolved inorganic carbon concentrations (including CO_2) in the water column. However, the fate of these phytoplankton blooms had not been studied yet. The aim of EIFEX was to follow the fate of the iron-induced phytoplankton bloom (growth and decay) and determine the influence of the bloom on the carbon budget of the fertilized patch. During EIFEX we fertilized an area of over 400 km² with 13 tons of iron sulfate dissolved in seawater. The temporal development of the phytoplankton bloom was followed over a period of more than five weeks. In the final week of the experiment a significant increase in turbidity of the deeper water layers down to the ocean floor could be observed as a result of the dying and sinking phytoplankton bloom. (Figure 11: shows turbidity due to algal cells in the upper 500 meters of the water column as a function of time).

Microscopic analysis of water samples revealed the presence of aggregates composed of phytoplankton from the bloom together with zooplankton faecal material that sank out to deeper water layers. Geochemical measurements at the sediment/water boundary layer as well as the analysis of sediment cores indicated that a five millimeter thick layer of fresh plankton material had sedimented in the deep ocean (Figure 12). A detailed budget of the amount of carbon exported into the deep ocean is in preparation.

The EIFEX results indicate that iron fertilization can lead to transport of organic material to the deep

sche Auswertungen ergaben, dass sich viele Algenketten der induzierten Blüte mit aufgelöstem Kotmaterial von Zooplankton zu Flocken verklebt hatten und in die Tiefe gesunken waren. Die Auswertung geochemischer Messungen an der Wasser/Sediment-Grenzfläche sowie analog dazu geborgene Sedimentkerne zeigten eine etwa fünf Millimeter dicke Schicht frisch abgestorbenen Planktons, das sich in der Tiefsee abgelagert hatte (Abb. 12). Detaillierte Bilanzen über die in die Tiefsee exportierte Kohlenstoff-Menge werden derzeit erstellt.

Die bisherigen Ergebnisse von EIFEX zeigen, dass sich durch Eisendüngung atmosphärisches CO_2 in organische Materie umwandeln und in die Tiefsee transportieren lässt. Das vom Menschen durch Freisetzung von CO_2 verursachte Treibhausproblem lässt sich damit jedoch nicht lösen. Die CO_2 -Mengen, die im gesamten Südpolarmeer biologisch entfernt werden könnten, machen nur einen geringen Anteil des jährlichen CO_2 -Ausstoßes aus. Es ist daher ratsamer, die CO_2 -Freisetzung zu drosseln, als einen regulierenden Mechanismus der Natur zu manipulieren. Hinsichtlich der zukünftigen Klimaentwicklung sollte das vorrangige Ziel einer nachhaltigen Energiepolitik eine effizientere Energienutzung in Kombination mit einer CO_2 -neutralen Energiegewinnung sein.

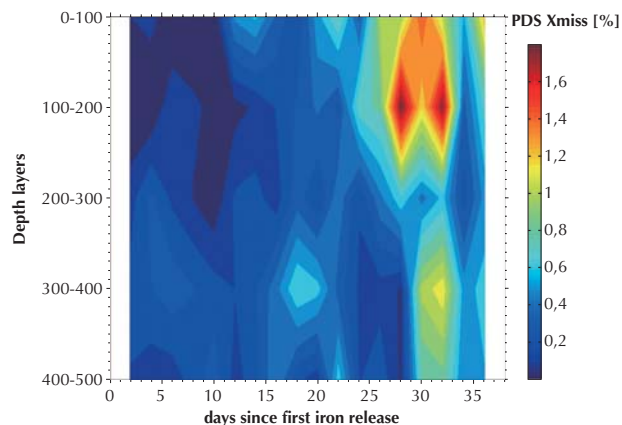


Abb. 11: Trübungszunahme in der Tiefe durch die absinkende Algenblüte während EIFEX.

Fig. 11: Turbidity due to algal cells in the upper 500 meters of the water column as a function of time.

ocean. However, the amount of CO_2 which could be biologically removed by fertilization of the entire Southern Ocean amounts to only a minor fraction of the annual CO_2 emissions. The overriding aim for a sustainable energy policy should be efficient energy use in combination with reduced CO_2 emissions.

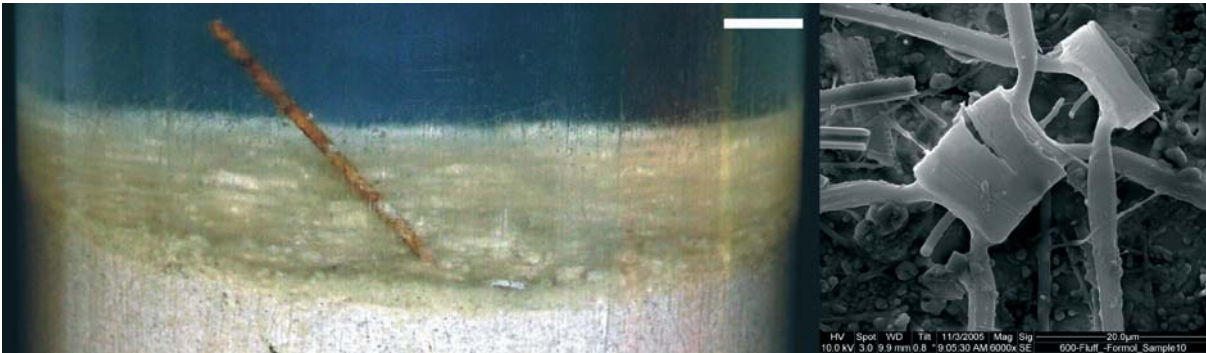


Abb. 12: Geborgener Sedimentkern mit einer etwa 5 Millimeter dicken Lage aus sedimentierten Resten der Algenblüte am Meeresboden (links). In der Bildmitte ist ein Tiefsee-Röhrenwurm zu sehen (Balken = 1 Zentimeter). Rasterelektronenmikroskopische Aufnahme aus dem Algenteppich mit einer der dominanten Kieselalgen (*Chaetoceros atlanticus*) während EIFEX (rechts).

*Fig. 12: Salvaged sediment core from the sea floor with a 5 mm thick layer of sedimented remnants of the phytoplankton bloom (left). The centre of the picture shows an abyssal tube worm (scale bar = 1 cm). SEM picture of fresh plankton material with one of the dominant diatom species (*Chaetoceros atlanticus*) during EIFEX (right). (Photos: U. Marx, O. Sacha)*

Sind Lebensgemeinschaften polarer Meere Verlierer der Klimaveränderung?

Gisela Lannig, Ute Jacob, Thomas Brey, Rainer Knust, Hans-O. Pörtner

Antarktische Tiere leben bei beständig kalten Wassertemperaturen von bis zu $-1,8$ °C. Die Körpertemperatur wechselwarmer Tiere, wie zum Beispiel von Fischen und Muscheln, entspricht der Umgebungstemperatur. Ihre Anpassung an die besondere antarktische Kälte geht einher mit einer deutlich verringerten Toleranz gegenüber Erwärmung. Einige wirbellose Tiere reagieren besonders empfindlich auf steigende Temperaturen, manche Fische können sich hingegen an längerfristige Erwärmung besser anpassen. Wir müssen daher Mechanismen und Grenzen der physiologischen Leistungsfähigkeit kennen, um die Auswirkungen von Klimaänderungen auf polare Tiere und die Struktur polarer Nahrungsketten abschätzen zu können.

Der Temperaturbereich, in dem ein Organismus überleben, sich entwickeln und fortpflanzen kann, wird maßgeblich durch die Sauerstoffversorgung im Organismus bestimmt. Außerhalb des optimalen Bereichs gehen die Sauerstoffversorgung und damit auch die Leistungsfähigkeit des Tieres bis zu dem Punkt zurück, wo ein Überleben nicht mehr möglich ist. Labor- und Feldbeobachtungen an Aalmuttern (*Zoarces viviparus*) aus der Nordsee bestätigen dieses konzeptionelle Modell (Abb. 13).

Bei Erwärmung des Wassers um nur wenige Grad haben somit empfindliche Organismen im Bereich des Antarktischen Schelfs geringe Überlebenschancen. Aufgrund fehlender Rückzugsgebiete werden solche

Does global warming pose a threat to polar ecosystems?

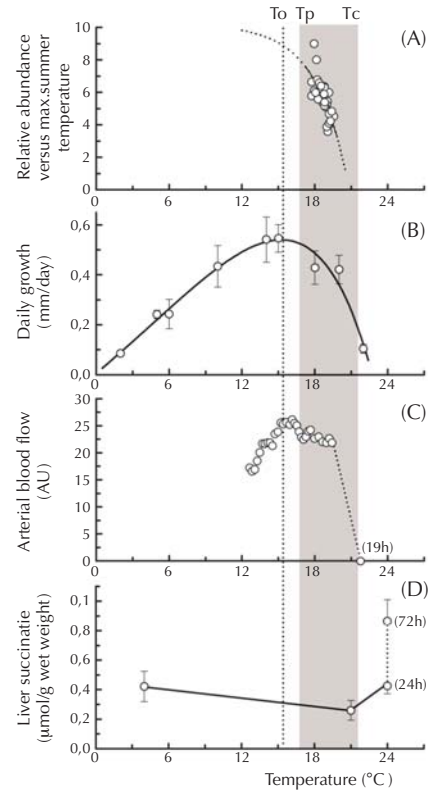
Gisela Lannig, Ute Jacob, Thomas Brey, Rainer Knust, Hans-O. Pörtner

Antarctic waters are extremely cold, with temperatures as low as -1.8 °C. The body temperatures of ectothermal animals like fish and mussels equal ambient temperature. Thus, the metabolism of Antarctic animals is optimally adapted to the cold, but this accomplishment causes them to be sensitive to warmer temperatures. Current evidence indicates that many Antarctic invertebrates are highly sensitive to warming, whereas some fish species may tolerate moderate temperature increments. To predict and estimate the effects of climate change on polar animals and on the structure of polar food webs it is necessary to gain a mechanistic understanding of the thermal limits of physiological capacity.

*The temperature range in which an animal is able to survive, to grow and to reproduce is mainly characterized by optimized oxygen supply to the organism. Beyond the optimal temperature range oxygen supply and metabolic performance decline until a temperature is reached where survival is no longer possible. This conceptual model is confirmed not only by laboratory but also by field data obtained in eelpout (*Zoarces viviparus*) from the North Sea (Figure 13). According to this model, even a small increase in water temperature may be effective in highly sensitive animals from the Antarctic shelf. Such species are prone to become extinct as there may be no cold habitat left as a retreat. In contrast, sub-polar species and those inhabiting "warmer" deep-sea layers can migrate to higher latitudes. There*

Abb.13: Im ostfriesischen Wattenmeer fällt der Bestand der Aalmutter (*Zoarces viviparus*) aufgrund steigender Sterblichkeit bei hohen Sommer-temperaturen (A). Mögliche Ursache dafür ist eine verminderte Sauerstoffversorgung im Organismus, die auch die Abnahme des Wachstums in der Wärme erklärt (B). Höchstes Wachstum findet sich bei hohem arteriellem Blutfluss und Sauerstofftransport (C) und definiert den optimalen Temperaturbereich. Oberhalb der optimalen Temperatur (T_o) nimmt die Leistungsfähigkeit der Tiere aufgrund abnehmender Sauerstoffversorgung des Gewebes ab. Dies wird deutlich im grau hinterlegten Pejusbereich (pejus = schlechter werdend), der zwischen der Pejustemperatur (T_p) und der kritischen Temperatur (T_c) liegt. Mit Erreichen der kritischen Temperatur bei 24 °C bricht die Sauerstoffversorgung ein und anaerobe Endprodukte (z.B. Succinat) werden gebildet (D).

Fig. 13: Abundance of eelpout (*Zoarces viviparus*) in the East Frisian Wadden Sea declines due to elevated mortality at high summer temperatures (A). Loss in abundance is associated with reduced oxygen supply to the organism, which also explains reduced growth rates at high temperatures (B). Growth rate is highest at high arterial blood flow and thus oxygen transport to tissues (C). The growth optimum characterizes the optimal temperature range. Beyond the optimal temperature (T_o) oxygen supply to tissues declines resulting in decreased growth performance. This becomes apparent in the pejus range (pejus = getting worse, marked grey) between pejus temperature (T_p) and critical temperature (T_c). Beyond the critical temperature at 24 °C oxygen supply drops more strongly and anaerobic end products (e.g. succinate) accumulate.



is preliminary evidence that large bottom-living crustaceans from the sub-Antarctic will soon be able to colonize Antarctic ecosystems.

Whether and to what extent extinction of existing or immigration of new species would affect the structure of Antarctic ecosystems depends on feeding links. It was long believed that the structure of the Antarctic food web is simple. At present we know, however, that the food web of the Weddell Sea is highly complex and different from other marine systems. More species and feeding links than elsewhere have been detected and the value of mean linkage density is higher than usually reported. Many species are so called generalists, i.e. they can exploit many different food sources, and the dietary overlap

Arten vermutlich aussterben. Hingegen können subpolare Arten und solche aus der „wärmeren“ Tiefsee ihre Verbreitungsgebiete in höhere Breiten ausdehnen. Es gibt erste Anzeichen, dass große bodenlebende Krebse (Seespinnen) der Sub-Antarktis gerade damit beginnen, die antarktischen Gewässer neu zu besiedeln.

Ob und wie der Wegfall oder Neuzugang der einen oder anderen Art auch Auswirkungen auf das Gesamtsystem hat, hängt von den Nahrungsbeziehungen ab. Lange galten Nahrungsnetze der Antarktis als einfach strukturiert. Heute wissen wir aus dem Weddellmeer, dass das dortige Nahrungsnetz hochkomplex ist und sich von denen anderer Meere deutlich unterscheidet. Es gibt hier mehr Arten und Nahrungsbeziehungen als anderswo und die mittlere Anzahl von Beziehungen zwischen Arten ist sehr hoch. Viele Arten können bei Bedarf verschiedene Nahrungsquellen nutzen, sie sind Generalisten und die Überlappung der Nahrungsspektren verschiedener Arten ist hoch. In diesem Netzwerk kann der Ausfall einer Art oft durch eine andere kompensiert werden. Antarktische marine Systeme werden daher auf eine graduelle Veränderung der Umwelt vergleichsweise elastisch reagieren. Ereignisse, die viele Arten simultan und stark beeinträchtigen, wie zum Beispiel ein schneller Verlust der Schelfeisflächen, das Verschwinden von Schlüsselorganismen in der Nahrungskette wie dem Krill (Abb. 14) oder eine Einwanderung überlegener Räuberarten mit neuen ökologischen Ansprüchen, werden jedoch Struktur und Funktion des antarktischen Ökosystems drastisch verändern.

between different species is high. In such networks the extinction of one species can often be compensated by another species. Hence, small changes in the environment might have little impact on marine Antarctic foodwebs. However, events that affect many species simultaneously and seriously, such as the loss of shelf ice sheets, extinction of key organisms like krill (Figure 14), or invasion by competitive predators with new ecological needs will have profound consequences for structure and functioning of the Antarctic ecosystem.

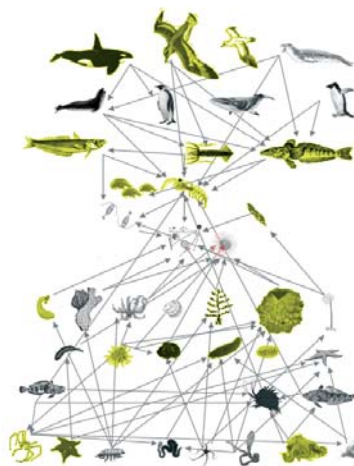


Abb. 14: Vereinfachtes marines Nahrungsnetz der sub-antarktischen Insel Bouvetoya. Die zentrale Nahrungsquelle des Systems ist Phytoplankton und Krill, die sowohl vom pelagischen als auch dem benthischen Teil des Nahrungsnetzes genutzt werden. Innerhalb beider Teilsysteme sind die Arten vielfach miteinander vernetzt.

Fig. 14: Simplified coastal food web at the sub-Antarctic Bouvet Island. Phytoplankton and krill are the central food resources of the system and are used by the pelagic as well as the benthic part of the food web. Species are highly interconnected within both sub-systems.

Marine Genomik – Von den Genen zur Evolution und Ökologie mariner Organismen

Klaus Valentin

Genomik, die Ermittlung der DNA-Sequenz sämtlicher Gene eines Organismus, ist in der Öffentlichkeit vor allem durch das „Human Genome Project“ bekannt geworden. Mit Hilfe der Genomik kann der Stoffwechsel eines Organismus rekonstruiert werden und es sind Rückschlüsse über die Genomevolution möglich. Nun hält die Genomik auch Einzug in die Marine Biologie.

Mit Beteiligung des Alfred-Wegener-Instituts wurde erstmals das Genom einer marinen Alge, das der Diatomee *Thalassiosira pseudonana*, vollständig sequenziert (Abb. 15, Armbrust et al. (2004) Science 306: 79-86). Die Wahl war auf eine Diatomee gefallen, weil diese Algengruppe eine besonders wichtige Rolle im marinen Phytoplankton spielt und mit geschätzten 20 % zur globalen Photosynthese beiträgt. Diatomeen besitzen filigran ornamentierte Silikatschalen und sind auch aus evolutionärer Sicht von besonderem Interesse. Ihre photosynthetischen Einheiten, die Plastiden, waren einmal frei lebende Rotalgen, die erst durch die so genannte „sekundäre Endosymbiose“ zu Plastiden wurden – zwei eukaryotische Zellen mit zusammen 5 Genomen (2 Zellkerne, 2 Typen Mitochondrien und eine Plastide) haben sich so in einer neuen, besonders erfolgreichen Symbiose zusammengefunden. Von den einmal vorhandenen 2 Kernen blieb nur einer übrig, ebenso nur einer von den beiden Mitochondrientypen. Diatomeen bieten also die Möglichkeit, Spuren von

Marine Genomics – through genomes to evolution and ecology of marine organisms

Klaus Valentin

Genomics, aiming at the determination of the DNA sequence of all genes of an organism, has gained public interest through the human genome project. It allows reconstruction of metabolic pathways of an organism but also can be used to draw conclusions on genome evolution. Now genomics have entered the field of marine biology.

*The Alfred Wegener Institute was involved in sequencing of the first genome from a marine alga, *Thalassiosira pseudonana* (Figure 15, Armbrust et al. (2004) Science 306: 79-86). This species, a diatom, was chosen because the taxon plays a pivotal role in the marine phytoplankton, diatoms contribute an estimated 20 % to global CO₂ fixation. Diatoms possess complex and beautifully ornamented silica shells and they are also interesting from an evolutionary point of view. Their photosynthetic entities, the plastids, once were free-living red algae which were transformed into organelles through a process called “secondary endosymbiosis” – two eukaryotic cells, together possessing 5 genomes (2 nuclei, 2 types of mitochondria and one plastid) formed a novel, very successful symbiosis. From the 2 nuclei only one survived as did only one of the two mitochondrial types. As a consequence diatoms offer the possibility to unravel traces of the ancestral 5 genomes in the extant three ones (nucleus, mitochondrion, plastid).*

Perhaps the biggest challenge in genomics is the determination of the functions of thousands of puta-

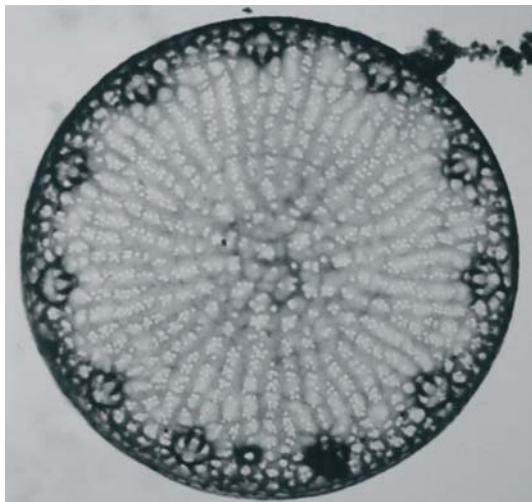


Abb. 15: Erstmals vollständig sequenziert, die Diatomee *Thalassiosira pseudonana*

Fig. 15: *The first marine alga to be completely sequenced, the diatom Thalassiosira pseudonana (Photo courtesy of Grete Hasle, University Oslo, Norway)*

ursprünglich einmal 5 Genomen der beteiligten Zellen in den heute noch vorhandenen drei Genomen (Kern, Plastid, Mitochondrion) zu finden.

Die größte Herausforderung der Genomik ist die Bestimmung der Funktion tausender von Genen, die durch die Sequenzierung identifiziert wurden. Bei *T. pseudonana* galt es die Funktionen und die evolutionären Ursprünge von bis zu 11 400 Genen zu identifizieren um so die Biologie dieser Algengruppe besser verstehen zu können. Die Analyse konnte große Teile des Stoffwechsels aufklären und einige Gentransferereignisse nachweisen. So wurden Kopien des Photosynthese-Gens *psbW* sowohl im Plastiden als auch im Kern gefunden, ein Hinweis für einen aktuellen Gentransfer. Weiterhin fanden sich Gene für Phytochrom, ein Signalpigment, dass bisher nur

in *T. pseudonana* identifiziert wurde. In *T. pseudonana* wurde die Aufgabe bis zu 11,400 Genen mit dem Ziel der weiteren Erforschung der Diatombiologie. Die Analyse hat wichtige Teile der *T. pseudonana* Metabolismus entschlüsselt und identifiziert eine Reihe von Gentransferereignissen, z.B. das Photosynthesegen *psbW* war im Zellkern und im Plastid, was einen jüngeren Gentransfer demonstriert. Ein Gen wurde gefunden, das für Phytochrom, ein Signalfarbstoff, der bisher nur von grünen Landpflanzen und Cyanobakterien bekannt ist, kodiert. Dieses Pigment wird durch rotes Licht stimuliert, welches in der marinen Umgebung fast vollständig fehlt, daher bleibt seine Funktion bei Diatomen rätselhaft.

Im Gegensatz zu Pflanzen oder Tieren besitzen Diatomee alle Gene, die für zwei Stoffwechselwege der Fettsäureabbau notwendig sind. Dies könnte erklären ihren großen Erfolg in der polaren Umgebung durch die schnelle und effektive Nutzung von Speicherglipiden. Besonders bemerkenswert war die Entdeckung aller Gene des Harnstoffzyklus, ein Stoffwechselweg, der bisher nur bei Tieren bekannt war. Dieser Stoffwechselweg hat viele Funktionen bei Diatomee, z.B. für die Synthese von Signalmolekülen oder die Bildung der Siliziumhülle. Jüngere Ergebnisse deuten darauf hin, dass sie auch in der Lage sind, Prolin über den Harnstoffzyklus zu produzieren. Prolin ist ein wichtiges osmotisches Stabilisierendes, das Wasser binden kann, was den Wasserverlust in salzigen Umgebungen verhindert.

Das *T. pseudonana* Genomprojekt war erst zu Beginn. Ende 2005 wurde ein zweites Diatom Genomprojekt abgeschlossen und die AWI wird bei der Analyse helfen. Die Art, *Phaeodactylum tricornutum* (Figure 16), ist ein Cosmopolit, der eine wichtige Rolle bei der kommerziellen Nutzung von Diatomee spielt, z.B. für die Fettsäureproduktion. Die AWI ist einer der 9 europäischen Partner des *Ectocarpus siliculosus* Genomprojekt. *E. siliculosus* (Figure 16) gehört zu

aus grünen Landpflanzen und Cyanobakterien bekannt war. Es bleibt zu klären, welche Funktion dieses, auf rotes Licht reagierende Pigment hat, da im marinen Milieu kaum Rotlicht vorkommt.

Abgeleitet von ihrer Genausstattung könnten Diatomeen, anders als Tiere oder Landpflanzen, Fettsäuren auf zwei Wegen abbauen. Möglicherweise sind sie in Polargebieten deshalb so erfolgreich, weil sie Reserve-Lipide besonders schnell und effektiv nutzen können. Spektakulär war die Entdeckung sämtlicher Gene des Harnstoffzyklus, der bisher nur aus Tieren bekannt war. Dieser könnte in Diatomeen vielfältige Funktionen haben, zum Beispiel die Synthese von Signalstoffen oder die der Herstellung der Silikat-Zellwand. Jüngste Ergebnisse zeigen, dass Diatomeen den wichtigen Osmolyten Prolin über den Harnstoffzyklus synthetisieren könnten. Osmolyte wie Prolin können Wasser binden und so verhindern, dass der Zelle im salzigen Milieu über Osmose Wasser entzogen wird.

Das Genomprojekt um *T. pseudonana* ist erst der Anfang. Ende 2005 wurde die Sequenzierung einer weiteren Diatomee, *Phaeodactylum tricornutum*, mit Beteiligung von Wissenschaftlern des Alfred-Wegener-Instituts abgeschlossen. *P. tricornutum* (Abb. 16,

the brown algae which play an important global role in structuring ecosystems on rocky shores or the intertidal. Future genome projects the AWI is involved in concern a sea ice bacterium and a red macroalgae.

links) ist weltweit verbreitet und spielt auch eine bei der kommerziellen Nutzung von Diatomeen wichtige Rolle, zum Beispiel bei der Herstellung von Fettsäuren. Das Alfred-Wegener-Institut ist einer von neun europäischen Partnern eines Genomprojektes für die Braunalge *Ectocarpus siliculosus* (Abb. 16, rechts), das derzeit in Frankreich durchgeführt wird. Braunalgen haben bei der Strukturierung von Ökosystemen an Küsten eine wichtige Funktion, speziell an Felsküsten oder Küsten mit ausgeprägten Gezeiten von den tropischen bis zu den polaren Gebieten. Weitere Genomprojekte mit Beteiligung des Alfred-Wegener-Instituts sehen die Sequenzierung eines Meereisbakteriums und einer roten Makroalge vor.

Abb. 16: Im Blickpunkt der Genomforscher – Die Diatomee *Phaeodactylum tricornutum* (links) und die Braunalge *Ectocarpus siliculosus* (rechts).

*Fig. 16: Current focus of marine genomics – the diatom *Phaeodactylum tricornutum* and the brown macroalgae *Ectocarpus siliculosus*. (Photos: left, A. de Martino and Ch. Bowler, Stazione Zoologica and Ecole Normale Supérieure, France)*



Frostblumen: Salzige Kristalle auf dünnem Eis

Hans-Werner Jacobi, Sandra Lehmann

Frostblumen entstehen auf neuem Meereis. Glitzernd strecken sie ihre salzigen Blätter und Halme in die Luft. Für die Wissenschaft ist das Interessante an den Frostblumen allerdings ihr hoher Salzgehalt: Frostblumen können dreimal so viel Meersalz wie das Meerwasser enthalten. Aus dem Meersalz können reaktive Halogenverbindungen entstehen, die in jedem Frühjahr die bodennahen Ozonkonzentrationen in weiten Polarregionen auf Null fallen lassen. Satellitenmessungen weisen einen engen räumlichen Zusammenhang zwischen dem Auftauchen der Frostblumen und dem Auftreten erhöhter Halogenkonzentrationen nach. Der eigentliche Prozess der Halogenaktivierung kann von den Satelliten aus jedoch nicht beobachtet werden.

Uns ist es gelungen, die Bedingungen, die zur Entstehung von Frostblumen nötig sind, im Labor zu erzeugen: hohe relative Luftfeuchtigkeit und extrem niedrige Lufttemperaturen. Unter optimalen Bedingungen wachsen die Frostblumen im Kühlraum über Nacht und formen wunderbare Kristalle, die wir mit Hilfe einer Infrarot-(IR)-Kamera auch aus der Nähe betrachten können (Abb. 17). Frostblumen werden aufgrund ihrer geringen Masse durch die kalte Umgebungsluft sehr stark abgekühlt. Das Meereis wird hingegen von dem darunter liegenden, flüssigen Wasser gewärmt. In den Bildern der IR-Kamera heben sich die kalten Frostblumen daher kontrastreich vom warmen Meereis ab. Aneinandergereiht ergeben die IR-

Frost flowers: salty crystals on thin ice

Hans-Werner Jacobi, Sandra Lehmann

Frost flowers grow on new sea ice. They stretch their salty leaves and blades glittering and glistening into the air. What makes them so interesting for scientists is their salt content: frost flowers can contain three times as much salt as standard seawater. From the salt reactive halogen compounds can be produced, which let the atmospheric ozone concentration at the Earth's surface drop to zero in large parts of both polar regions. Remote sensing data indicate a strong spatial correlation between the occurrence of frost flowers and elevated halogen concentrations. The specific process of the halogen activation, however, cannot be observed from satellites.

We succeeded in generating the ambient conditions necessary for the growth of frost flowers in the laboratory: high relative humidity and extremely low air temperatures. Optimized conditions let the frost flowers form over night generating extraordinary crystals, which we observe at close range using an infrared (IR) camera (Figure 17). Due to their small mass frost flowers assume the low ambient temperatures of the surrounding air. In contrast, the underlying liquid seawater keeps the sea ice warm. In the pictures of the IR camera the cold frost flowers can be identified in a stark contrast against the warm sea ice. In a sequence of IR pictures the growth of the frost flowers can easily be observed in detail.

Frost flowers rise due to the condensation of water molecules from the atmosphere onto the sea ice. Even at temperatures well below the freezing point a quasi-liquid surface layer covers the ice, which forms the frost flowers. Since the sea ice is also covered

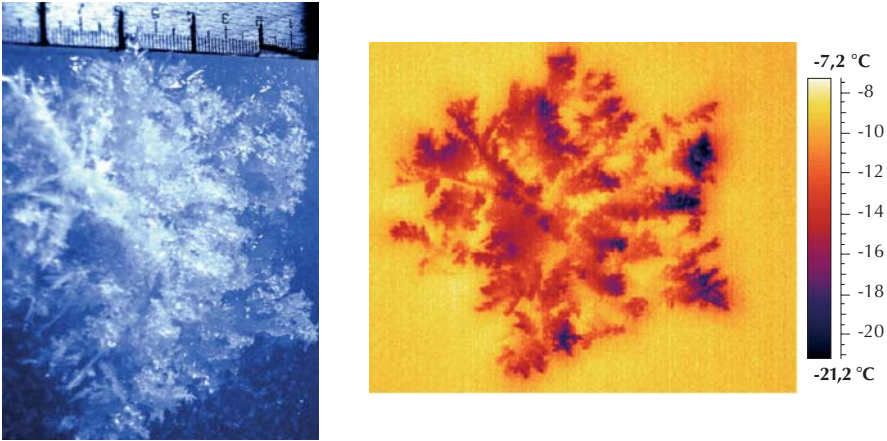


Abb. 17: Aufnahmen einer künstlichen Frostblume (links mit einer Digitalkamera, rechts mit einer IR-Kamera). In der IR-Aufnahme lassen sich die einzelnen Strukturen gut wiedererkennen. Die horizontale Ausdehnung der Frostblume beträgt ca. 10 cm. Die IR-Aufnahme demonstriert die starken Temperaturunterschiede zwischen der Frostblume (Temperaturen an den Spitzen zwischen -14 und -20 °C) und der relativ warmen Eisoberfläche (-9 °C). Die Daten können zur Berechnung von Temperaturunterschieden oder des Bedeckungsgrads verwendet werden.

Fig. 17: Pictures of an artificial frost flower (left with a digital, right with an IR camera). Separate structures in the visible picture can easily be recognized in the IR picture. The horizontal dimension of the frost flower was around 10 cm. The IR picture demonstrates the stark temperature differences between the frost flower (temperatures around -14 and -20 °C at the tips of the branches) and the relatively warm sea ice surface (-9 °C). The data can be analyzed regarding the temperature gradients and degrees of surface coverage.

with a thin film of salty, but liquid brine, the sea salt ions can migrate from the brine into the frost flowers. Our first laboratory experiments indicate that the salt content of the frost flowers increases with the age of the frost flowers, which is in good agreement with the described mechanism.

This young research topic concerning frost flowers will be continued from August until October 2006 during the Polarstern cruise ANT XXIII/7, which will bring us into the ice-covered Weddell Sea. At that time of the year the Weddell Sea offers ideal conditions for the observation of frost flowers. We expect that the then available data will help to resolve the relationship between the occurrence of frost flowers and the depletion of ozone at the earth's surface.

Aufnahmen ganze Filme, die das Wachstum der Frostblumen im Detail wiedergeben können.

Die Frostblumen wachsen durch die Kondensation von Wassermolekülen aus der Atmosphäre auf dem Meereis. Das Eis, aus dem die Frostblumen bestehen, ist auch bei Temperaturen unter dem Gefrierpunkt von einer quasi-flüssigen Oberflächenschicht überzogen. Da das Meereis ebenfalls mit einem dünnen Film einer hochkonzentrierten Salzlösung bedeckt ist, können die Ionen aus dieser Meersalzlösung in die Frostblumen hineinwandern. Unsere ersten Laboruntersuchungen deuten darauf hin, dass der Salzgehalt der Frostblumen mit dem Alter zunimmt. Dieser Befund steht im Einklang mit dem oben beschriebenen Mechanismus.

Die noch junge Forschung an Frostblumen soll von August bis Oktober 2006 während der Polarsternfahrt ANT XXIII/7 im eisbedeckten Weddellmeer fortgesetzt werden. Zu dieser Jahreszeit erwarten wir dort ideale Bedingungen, um die Entstehung der Frostblumen zu beobachten. Wir erwarten mit Hilfe der dann zur Verfügung stehenden Daten, die Beziehung zwischen dem Auftreten von Frostblumen und dem Auftreten des Ozonabbaus am Boden präziser beschreiben zu können.

Gemeinsam in den Hausgarten: Deutsch-französische Kooperation in der Tiefseeforschung

Thomas Soltwedel, Michael Klages

Im Spätsommer 2005 startete das französische Forschungsschiff ‚L'ATALANTE‘ mit Wissenschaftlern, Ingenieuren und Technikern des AWI und des französischen Meeresforschungsinstituts IFREMER (Institut Français de Recherche pour l'Exploration de la Mer) im norwegischen Tromsø zu einer gemeinsamen Arktis-Expedition. Unter Teilnahme nationaler und internationaler Gastwissenschaftler setzte die Expedition damit die erfolgreiche deutsch-französische Zusammenarbeit zwischen den beiden Instituten fort. Bereits zum vierten Mal ermöglichte diese Kooperation den Wissenschaftlern des AWI mit dem tieftauchenden, ferngesteuerten Tauchfahrzeug (Remotely Operated Vehicle, ROV) VICTOR 6000 zu arbeiten und weltweit einmalige Experimente am Boden der Tiefsee durchzuführen. Die enge Kooperation mit dem IFREMER hat der Tiefseeforschungsgruppe des AWI dazu verholfen, eine der Arbeitsgruppen in Deutschland zu sein, die auf die meisten Tauch-Einsätze mit einem Tiefsee-ROV zurückblicken kann. Erstmals wurde außerdem ein autonomes Tiefseefahrzeug des AWI eingesetzt. Das AUV (Autonomous Underwater Vehicle) hängt im Gegensatz zum ROV nicht an einem Kabel, sondern fährt vorprogrammierte Kurse in Tiefen bis zu 3000 Metern selbstständig ab.

Ziele der Expedition waren der 1,5 Kilometer große, fast kreisrunde Hakon Mosby Schlammvulkan (HMSV) in 1280 Metern Wassertiefe nördlich von Norwegen sowie der „Hausgarten“ westlich von Spitzbergen,

Together 'en route' for HAUSGARTEN: Franco-German co-operation in deep- sea research

Thomas Soltwedel, Michael Klages

In late summer 2005, scientists, engineers and technicians of the AWI and the French marine institute IFREMER (Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer) embarked the French research vessel 'L'ATALANTE' in Tromsø (Norway) for a joint expedition to the Arctic Ocean. National and international guest scientists were involved in the recent expedition representing a further step in the successful French-German co-operation between the two institutes. For the fourth time, this collaboration between IFREMER and AWI allowed scientists of the German partner to work with the French remotely controlled deep-sea submersible (Remotely Operated Vehicle, ROV) VICTOR 6000 and to accomplish worldwide unique experiments at the deep seafloor. The close co-operation with IFREMER permitted the AWI Deep-Sea Research Group to be one of the few scientific groups in Germany working extensively with deep-water ROVs. The cruise was also used to test AWI's new Autonomous Underwater Vehicle (AUV) for the first time in a polar region. In contrast to the ROV, the non-cabled AUV is capable to follow, independently, pre-programmed courses at water depths down to 3000 meters.

Destinations of the expedition were the Hakon Mosby Mud Volcano (HMMV), an almost circular structure of 1.5 kilometres in diameter at 1280 meters water depth north of Norway as well as the so-called "Hausgarten" west of Spitsbergen, the first,

die erste und bislang einzige Tiefsee-Langzeitstation in polaren Regionen. Aus dem Schlammvulkan entweicht das klimawirksame Treibhausgas Methan in großen Mengen. Welchen Beitrag die methanhaltigen Sedimente im weltweiten Klimasystem darstellen, welche Bedeutung sie als Energiereservoir für die Menschheit haben und welche Anpassungsmechanismen dieser Lebensraum den assoziierten Tiefsee-Organismen abfordert, sind nur einige der Fragen, an denen die Wissenschaftler arbeiten.

Der Hausgarten wird seit 1999 regelmäßig aufgesucht, um in einem multidisziplinären Ansatz Reaktionen eines Tiefsee-Ökosystems auf einen globalen Klimawechsel zu identifizieren. Die derzeitigen dramatischen Veränderungen in der Eisbedeckung und im ozeanischen Wärmetransport in die Arktis werden sich auf die belebte Umwelt im offenen Ozean und am Meeresboden auswirken – erste Tendenzen einer kontinuierlichen Erwärmung des Wassers konnten dort noch in 2500 Metern Tiefe nachgewiesen werden. Wie das Ökosystem darauf reagiert, welche Veränderungen stattfinden und wo die Belastungsgrenzen der empfindlichen polaren Tiefsee-Ökosysteme liegen, diese und andere offene Fragen sollen durch dauerhaftes Engagement an der Tiefsee-Station beantwortet werden. Der Hausgarten ist mittlerweile weit über die Grenzen Deutschlands hinaus bekannt. Im geplanten Projekt ESONET (European Seas Observatory Network) der Europäischen Union stellt er das nördlichste Tiefsee-Observatorium in einem Netzwerk aus zehn derartigen Observatorien entlang des europäischen Kontinentalrandes dar.

and by now only deep-sea long-term station in Polar Regions. HMMV releases the greenhouse gas methane in large quantities. Major questions of scientists working at the HMMV are: To what extent does methane from HMMV sediments contribute to the world's climatic system? Do gas hydrates play a role as a potential energy reservoir for mankind? What mechanisms of adaptation are required from deep-sea organisms associated to methane containing sediments?

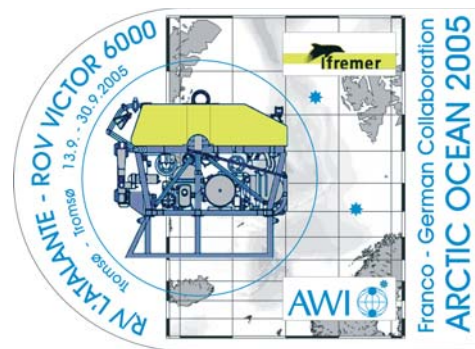


Abb. 18: Expeditionsaufkleber der deutsch-französischen Expedition „Arctic Ocean 2005“.

Fig. 18: Expedition sticker of the Franco-German expedition “Arctic Ocean 2005”.

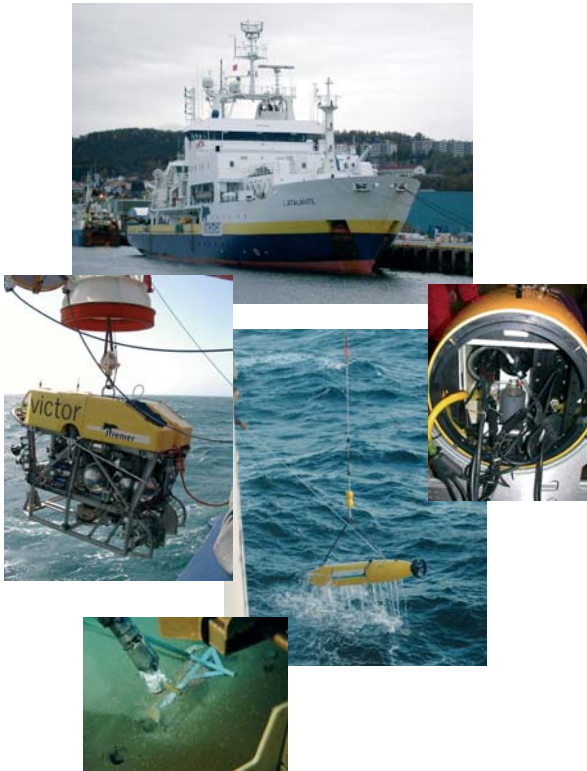


Abb. 19: Oben: Das französische Forschungsschiff L'ATALANTE im Hafen von Tromsø; Links: Einsatz des ferngesteuerten Tiefseefahrzeugs „Victor 6000“; Unten: Beprobung eines „large food-falls“ (Schweinswal-Kadaver) in 5500 m Wassertiefe; Mitte: Bergung des 4 m langen autonomen Unterwasserfahrzeugs; Rechts: Blick in den Nutzlastraum des autonomen Unterwasserfahrzeugs.

Fig. 19: Top: The French research vessel L'ATALANTE in the port of Tromsø; Left: Deployment of the remote operated vehicle "Victor 6000"; Bottom: Sampling of a "large food-fall" (porpoise carcass) at 5500 m water depth; Centre: Recovery of the 4 m Autonomous Underwater Vehicle (AUV); Right: View into the payload section of the AUV.

The deep-sea long-term station Hausgarten has been regularly visited since 1999 in order to identify reactions of a deep-sea system to global climate change in a multidisciplinary approach. The recent dramatic changes in sea-ice cover and in the oceanic heat transport into the Arctic Ocean will affect ecosystems in the open ocean and at the deep seafloor – first tendencies of continuously increasing temperatures could be traced even in 2500 meters water depth. How will the ecosystem react? To what extent will the ecosystem change? What will be the maximum load the sensitive arctic ecosystem could tolerate? These and other open questions will be followed in a long-lasting commitment at this deep-sea long-term station. Meanwhile, Hausgarten is well-known far beyond the borders of Germany. In the planned large project ESONET (European Seas Observatory Network) of the European Union, Hausgarten represents the northernmost deep-sea observatory in a network of ten similar observatories along the European continental margin.

Fernerkundung in arktischen Periglaziallandschaften – Auf den Spuren der Permafrostdynamik

Guido Große, Dirk Wagner, Lutz Schirrmeister

Der gegenwärtige Klimawandel verändert Gebiete mit dauerhaft gefrorenen Böden, den so genannten Permafrost in der Arktis. Im Zuge der Klimaschwankungen der jüngsten Erdgeschichte im Quartär erfuhren diese von Dauerfrost geprägten Landschaften immer wieder Umformungen des Reliefs. Die verschiedenen Oberflächenformen und -eigenschaften dieser Periglaziallandschaften sind somit Zeugen der Permafrostdynamik und des quartären Klimageschehens. Sie lassen sich mit Hilfe von Fernerkundungstechniken und geographischen Informationssystemen (GIS) qualitativ und quantitativ erfassen und stellen damit ein wichtiges Archiv der Klimageschichte dar.

Der ausgedehnte und bis 1,5 Kilometer tief reichende Permafrost in Sibirien ist das Ergebnis langfristig stabiler, kaltklimatischer Bedingungen im Pleistozän (vor 1,8 Mio Jahre – 10 000 Jahren). Während der letzten Kaltzeit entstand in weiten Tieflandsgebieten der nord- und zentralsibirischen Arktis eine 20-60 Meter mächtige, eisreiche Permafrostzone, der so genannte Eiskomplex. Dieser reagierte sehr sensibel auf die schnelle Klimaerwärmung vor ca. 12-10 000 Jahren, was zu einer oberflächennahen Zerstörung des Permafrostes innerhalb von wenigen hundert Jahren führte. Eine massive Landschaftsveränderung war die Folge (Abb. 20). Daher können Permafrostentstehung, -verbreitung und -degradation als Klimaindikatoren betrachtet werden.

Remote sensing in Arctic periglacial landscapes – The tracing of permafrost dynamics

Guido Große, Dirk Wagner, Lutz Schirrmeister

Current climate change is impacting perennial frozen ground in the Arctic, so-called permafrost. The permafrost-dominated periglacial landscapes were influenced by recurring relief changes during the climate fluctuations in the younger, quaternary, history of Earth. Therefore, the existing different surface structures and surface properties of these landscapes are witnesses of permafrost dynamics and quaternary climate events. Their qualitative and quantitative properties can be recorded by applying remote sensing techniques and geographical information systems (GIS) and thus provide an important archive for climate history.

The extent and up to 1.5 kilometre deep permafrost in Siberia is a result of long-term stable and cold-climatic conditions during the Pleistocene (from 1.8 million years – 10,000 years). A 20-60 meter thick deposit of ice-rich permafrost, the so-called ice complex, was formed in the wide lowland regions of the North and Central Siberian Arctic during the last cold stage. These highly sensitive deposits reacted rapidly on the fast climate warming approximately 12-10,000 years ago, resulting in the destruction of permafrost close to the surface within a few hundred years. Massive changes in landscape morphology were the result (Figure 20). Hence, permafrost formation, distribution, and degradation can be considered as climate indicators.

Due to the thawing of ground ice the landscape surface is settling, and depressions, lake basins, and



Abb. 20: Typische Periglaziallandschaft Nord-ostsibiriens mit Thermokarstsenken und Talsystemen (Bykovsky Halbinsel, östliche Laptevsee).

Fig. 20: Typical periglacial landscape in North-east Siberia, showing thermokarst depressions and valley systems (Bykovsky Peninsula, Eastern Laptev Sea) (Photo: M. Krbetschek, 1998, Saxon Academy of Sciences).

Durch das Tauen von Grundeis senkt sich die Geländeoberfläche ab und es bilden sich nachfolgend Senken, Seebecken und Talsysteme, der so genannte Thermokarst. Diese Landschaftsformen lassen sich in den vegetationsarmen Tundragebieten mit Hilfe von Fernerkundung gut untersuchen. Periglaziale Landschaften wurden anhand von hoch auflösenden Satellitenbildern (Landsat-7, Corona), digitalen Geländemodellen und Felddaten aus den Küstengebieten der Laptevsee charakterisiert und klassifiziert (Abb. 21). Hauptaugenmerk lag dabei auf der räumlichen Verbreitung von Thermokarst. Anhand dieser Daten lassen sich Umweltinformationen vergangener Zeiten von ausgewählten Orten auf größere Räume übertragen und die Ablagerungsbedingungen spätquartärer Periglaziallandschaften (z.B. Aufschüttungsebene oder

valley systems are formed. This process and its forms is the so-called thermokarst. The structures can be easily observed in tundra regions sparsely covered with vegetation by applying remote sensing methods. High-resolution satellite images (Landsat-7, Corona) were used for the characterization and classification of periglacial, permafrost-dominated landscapes in the coastal lowlands of the Laptev Sea (investigation areas in Figure 21). The focus of the study was the investigation of the spatial distribution of thermokarst. These data allow the transfer of palaeo-environmental information from distinct localities to a larger region. Furthermore, the depositional environment in Late Quaternary periglacial landscapes (e.g. an accumulation plane, or thermokarst) can be reconstructed. The investigation areas in the North Siberian coastal lowland are influenced by thermokarst up to 78 % of the total area (Figure 22).

The thermal and simultaneous mechanical destruction of permafrost, called thermo-erosion, results in a massive coastal retreat of several meters per year at Arctic ice-rich permafrost coasts. High-resolution aerial and satellite imagery from 1950-2005 were used for the assessment of coastal retreat rates and coastal dynamics. Based on GIS analyses, the future evolution of such coasts and resulting ecological and economical challenges can be forecasted.

Beyond the balancing of sediment, freshwater, and organic carbon released and relocated during permafrost destruction, another focus was the indirect quantification of trace gases fluxes from permafrost landscapes. The greenhouse gas methane is produced by microbial activity also during permafrost degradation. The systematic classification of permafrost surfaces using remote sensing data was applied to the Siberian Lena Delta region. As a result, local

Thermokarst) rekonstruieren. Die Untersuchungsgebiete im nordsibirischen Küstentiefland sind bis zu 78 % der Gesamtfläche von Thermokarst beeinflusst (Abb. 22).

Die als Thermoerosion bezeichnete, thermische und gleichzeitige mechanische Zerstörung von Permafrost führt an eisreichen arktischen Küsten zu einem massiven Küstenrückgang mit Raten von bis zu mehreren Metern pro Jahr. Hochauflösende Luft- und Satellitenbilder von 1950-2005 wurden erfolgreich für die Bewertung der Rückgangsraten und der Dynamik der Küsten eingesetzt. GIS-Analysen helfen dabei, Prognosen für den zukünftigen Küstenverlauf und daraus resultierender ökologischer und ökonomischer Herausforderungen zu erstellen.

Neben der Bilanzierung von Sediment, Süßwasser und Kohlenstoff, die im Zuge von Permafrostdegradation freigesetzt und umgelagert werden, stehen auch indirekte Bestimmungen von Spurengasflüssen im Blickpunkt. Das Treibhausgas Methan wird als mikrobielles Umsatzprodukt unter anderem bei der Permafrostdegradation freigesetzt. Die gezielte Klassifizierung von Permafrostoberflächen mit Fernerkundungsdaten wurde beispielhaft am sibirischen Lena-Delta eingesetzt. Damit konnten lokale Emissionsmessungen von Methan, wie sie von der Forschungsstelle Potsdam im Lena-Delta durchgeführt werden, aus den verschiedenen Tundrenoberflächen auf regionale Skalen übertragen werden. So haben z.B. trockene bis feuchte, von Zwergsträuchern dominierte Tundrenflächen mit 6,3 % zwar einen geringen Anteil an der Gesamtfläche, tragen aber mit 50 % zur Gesamtemission bei. Dagegen haben Böden mit geringer Wassersättigung zwar einen 30 %igen Flächenanteil, sind aber nur mit 0,4 % an der Methanemis-

measurements of methane emissions carried out by AWI Potsdam staff in the delta on different tundra surface types, were transferred to a regional scale. Dry to wet dwarf-shrub dominated tundra has a small total area (6.3 %) in the Lena Delta but contributes to about 50 % of the total emission. In contrary, soils with low water saturation have a high total area (30 %), but contribute to only 0.4 % of the total methane emission. Weighted by the total area of individual classes, the methane emission in the Lena Delta is about 23.7 milligramme CH₄ per squaremetre and day. This results in a daily emission of about 690 tons of methane for the entire Lena Delta. Considering the seasonal characteristics of methane emission, an annual methane emission of 78,600 tons was calculated.

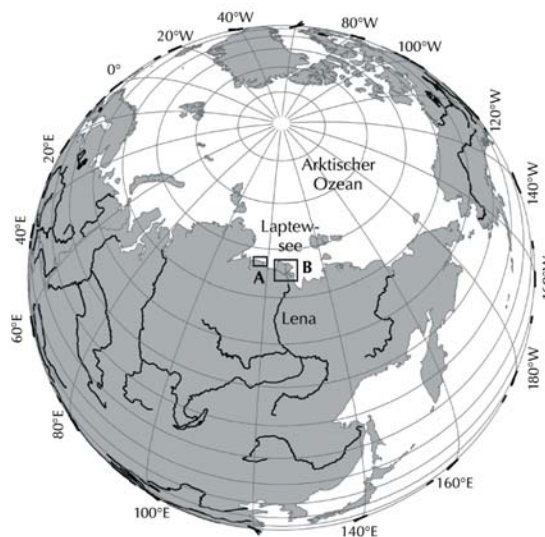


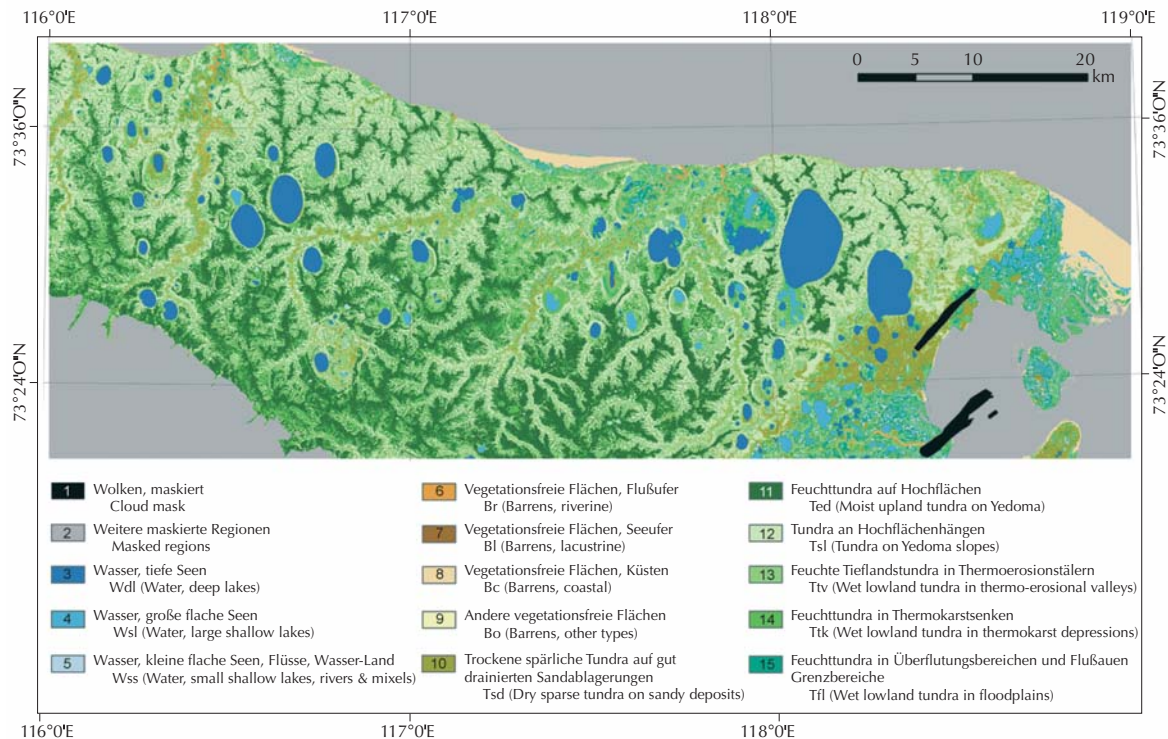
Abb. 21: Übersichtskarte mit den Untersuchungsgebieten A) Kap Mamontov Klyk und B) Lena-Delta im Permafrost-dominierten Küstentiefland Nordostsibiriens.

Fig. 21: Location of the investigation areas in the permafrost-dominated coastal lowland of North Siberia A) Cape Mamontov Klyk and B) Lena Delta.

sion beteiligt. Gewichtet nach den Flächenanteilen der einzelnen Klassen betragen die Methanemissionen 23,7 Milligramm Methan pro Quadratmeter und Tag, was eine tägliche Emission von 690 Tonnen für das gesamte Lenadelta ergibt. Unter Einbeziehung des jahreszeitlichen Emissionsverlaufs wurde daraus ein jährlicher Methanausstoß von 78 600 Tonnen bilanziert.

Abb. 22: Die auf Landsat-7-Daten, Geländemodellen und Felddaten basierende Landschaftsklassifikation des Untersuchungsgebietes zeigt Seen und Täler, die durch Tauen des Permafrostes im Frühholozän (10-8 000 Jahre v.H.) entstanden sind (Kap Mamontov Klyk Region, westliche Laptevsee).

Fig. 22: The landscape surface classification based on Landsat-7 imagery, terrain models and field data shows lakes and valleys formed by permafrost destruction during the Early Holocene (10,000-8,000 years ago) (Cape Mamontov Klyk region, western Laptev Sea).



Frühling im Weddellmeer: Biologisch-physikalische Wechselwirkungen zwischen Atmosphäre, Eis und Ozean

Christian Haas, Gerhard Dieckmann, Hartmut Hellmer,
Michael Schröder

Das westliche Weddellmeer ist eines der wenigen Gebiete im Südpolarmeer, das auch im antarktischen Sommer weitgehend von Eis bedeckt bleibt. Von früheren Polarstern-Expeditionen ist bekannt, dass das dortige Eis im Sommer ungewöhnlich geschichtet und stark von Algen besiedelt ist, wodurch es eine besondere Rolle für die biologische Primärproduktion und den Kohlenstoffkreislauf spielt (Abb. 23). Im November 2004 brach Polarstern zum Projekt ISPOL (Ice Station POLarstern) in das Weddellmeer auf. Das multidisziplinäre Vorhaben unter Beteiligung führender Wissenschaftler aus acht Ländern sollte zu einem besseren Verständnis der physikalisch-biologischen Prozesse im schmelzenden Meereis beitragen. Fünf Wochen lang ankerte das Schiff an einer Eisscholle, um biologische, chemische, glaziologische, meteorologische und ozeanographische Messungen in Luft, Schnee, Eis und Wasser durchzuführen. Während dieser Zeit driftete die Scholle 98 Kilometer nach Norden (Abb. 2). Eisdickenmessungen ergaben, dass verschiedene Eistypen unterschiedlicher Herkunft im ISPOL-Gebiet vorherrschten (Abb. 24). Das zweijährige Eis im Westen und Osten war zwei bis vier Meter dick und mit bis zu einem Meter Schnee bedeckt. Dazwischen befand sich ein Band dünneren einjährigen Eises, das vor dem Ronne-Schelfeis entstanden und seitdem fast 1000 Kilometer ins Untersuchungsgebiet gedriftet war.

Go with the floe: biological-physical interactions between atmosphere, ice and ocean in the Weddell Sea

*Christian Haas, Gerhard Dieckmann, Hartmut Hellmer,
Michael Schröder*

The western Weddell Sea is one of the few regions of the Southern Ocean covered by perennial sea ice. Earlier Polarstern expeditions have shown a strong layering of the ice with high algal standing stocks, suggesting that the ice plays an important role for primary production and the Carbon Cycle (Figure 23). In November 2004, RV Polarstern headed towards the Weddell Sea to conduct the Ice Station POLarstern (ISPOL) experiment. This multidisciplinary project involved leading scientists from eight countries to improve our understanding of physical-biological processes during the sea ice melting season. For five weeks the ship was anchored to an ice floe to conduct biological, chemical, glaciological, meteorological, and oceanographic measurements in the air, ice and water. During the experiment, the floe drifted 98 kilometres to the North (Figure 24). Ice thickness measurements showed the presence of two major ice regimes in the study region: two to four meter thick second-year ice to the West and East covered by up to one meter of snow and a south-north extending band of thinner first-year ice in-between. Satellite imagery revealed that this ice originated from the Ronne polynya, and has drifted almost 1000 kilometres into the study region.

Despite spring/summer conditions and the low southern latitude of 67°30'S, ice and snow thickness only decreased by 20 to 30 centimetres. Low atmospheric

Trotz der Jahreszeit und der niedrigen südlichen Breite von $67^{\circ}30'S$ nahmen Eis und Schnee während ISPOL nur um 20 bis 30 Zentimeter in ihrer Dicke ab. Die geringen atmosphärischen und ozeanischen Wärmeströme von wenigen Watt pro Quadratmeter reichten nur aus, um das Eis auf -2 bis -1 °C zu erwärmen, was zu einer starken Erhöhung der Porosität des Eises führte (Abb. 23). Chemische Untersuchungen konnten zeigen, dass das Eis dadurch im Sommer zum Austausch wichtiger Klimagase wie Kohlendioxyd (CO_2) und Dimethyl-Sulfid (DMS) zwischen Ozean und Atmosphäre beiträgt, obwohl nur stellenweise eine Zunahme der Algenbesiedlung festgestellt werden konnte. Zunehmendes Algenwachstum führte allerdings zu großen Krillschwärmen unter dem Eis und zu einem ständigen Fluss von gelöstem und partikulärem Kohlenstoff in das Wasser.



Abb. 23: Die beim Eisbrechen gekippte Scholle ist stark von Algen besiedelt und zeigt die sommerliche Schichtung des porösen Meereises.

Fig. 23: Small ice floe tilted during ice breaking. The ice is strongly inhabited by algae and shows the typical layering of porous summer sea ice. (Photo: C. Haas)

and oceanic heat fluxes of a few Watts per square meter lead to warming of the ice to -2 to -1 °C, resulting in increases of ice porosity (Figure 23). Chemical measurements showed that this increased the exchange of climatically relevant gases like Carbon Dioxide (CO_2) and Dimethyl-Sulfide (DMS) between ocean and atmosphere, even at low increases of algal growth. However, increased algal growth did support large swarms of krill feeding under the ice and resulted in a continuous flux of dissolved and particulate Carbon into the water.

Observations of vertical temperature and salinity distributions in the water column were performed by means of a new CTD probe deployable by helicopter. Within a region of 60 nautical miles around the Polarstern drift track, the bottom water was 0.5 °C colder than observed during a similar Russian-American drift experiment (ISW-1) in 1992. Tracer analysis showed for the first time that this water originated from the neighbouring Larsen-C Ice Shelf, and has flown down the continental slope in a sporadic event. During the drift period, surface water salinity decreased only slightly, mainly due to lateral melting of ice floes and brash ice in leads.

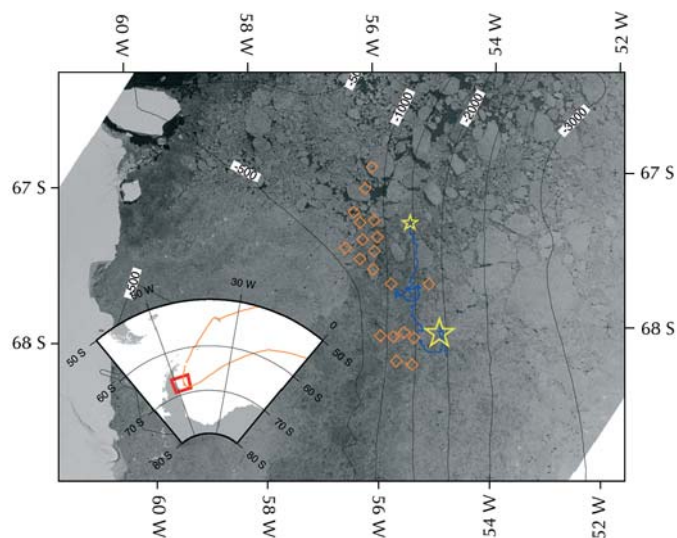
The station floe fractured twice during the observation period, but with little consequences for the scientific program. Unfortunately, the long-term Polarstern schedule required a completion of the study in early January 2005. Therefore, we plan to repeat the project to cover the complete summer melting between January and March as part of a future Polarstern drift experiment.

Zur Analyse der vertikalen Verteilung von Temperatur und Salz in der Wassersäule wurde eine neuartige Hubschraubersonde eingesetzt. Messungen in einem Umkreis von bis zu 60 Seemeilen um die Polarstern-Driftspur ergaben, dass das Bodenwasser um $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ kälter war als bei dem russisch-amerikanischen Driftexperiment ISW-1 im Jahre 1992. Durch Tracer-Analyse gelang erstmalig der Nachweis, dass das benachbarte Larsen-C-Schelfeis eine Quelle für Eisschelfwasser ist, das offenbar in einem einmaligen Ereignis den Kontinentalhang hinab geglitten war. An der Wasseroberfläche wurde nur eine geringe Salzgehaltsabnahme beobachtet, die durch seitliches Abschmelzen von Eis und Eisbruchstücken in Wasserrinnen erklärt werden kann.

Während der Drift brach die Eisscholle zweimal auseinander, was die wissenschaftlichen Arbeiten jedoch nur kurzfristig unterbrach. Leider erforderte der Polarstern-Zeitplan bereits Anfang Januar 2005 eine Beendigung der Untersuchungen. Um die Beobachtungen der sommerlichen Schmelzperiode zu vervollständigen, ist eine Fortsetzung von ISPOL für die Zeit Januar bis Februar geplant.

Abb. 24: Envisat-Radar-Satellitenbild des westlichen Weddellmeeres und des Larsen-C-Schelfeises an der Antarktischen Halbinsel. Bei 56° W ist das dunkle Band einjährigen Eises zu sehen. Darüber sind die Tiefenlinien (schwarz), die ISPOL Drift-Spur (blau) sowie Anfang (großer gelber Stern) und Ende der Drift (kleiner gelber Stern) gezeigt. Orange Rauten zeigen die Stellen, an denen Salzgehalts- und Temperaturmessungen des Wassers mit Hubschraubern durchgeführt wurden.

Fig. 24: Envisat radar satellite image of the western Weddell Sea and Larsen-C Ice Shelf east of the Antarctic Peninsula. A dark band of first-year ice is visible at 56° W . Black lines show water depth contours. The Polarstern drift track is shown by the blue line, with begin and end of the drift indicated by the large and small yellow stars, respectively. Positions of helicopter measurements of water temperature and salinity are indicated by orange diamonds.





3. Forschung | *Research*



MARCOPOLI

Marine Coast Polar Infrastructure



Mit Beginn 2004 verfolgt das AWI seine wissenschaftlichen Ziele im Rahmen der so genannten programmorientierten Förderung innerhalb des Forschungsbereichs „Erde & Umwelt“ der Helmholtz-Gemeinschaft. Hierfür wurde ein 5-Jahresprogramm ausgearbeitet, das in seinen Schwerpunkten die drängenden Fragen der Marinen-, Küsten- und Polarsysteme aufgreift. Hinter dem Akronym MARCOPOLI (Marine, Coastal and Polarsystems and Infrastructure) verbirgt sich auch die große Infrastruktur, die das AWI für die Forschung insgesamt zur Nutzung vorhält. Der Programmteil „Küste“ wird gemeinsam mit dem GKSS-Forschungszentrum Geesthacht in mehrfach vernetzten Forschungsthemen bearbeitet. Die Berichte aus den Fachbereichen wie auch die kurzen Darstellungen einzelner Forschungsthemen zeigen deren weite Spannbreite und sollen einen Eindruck unserer Arbeit vermitteln.

The scientific goals of AWI have been achieved since the beginning of 2004 within a 5 year cycle of program oriented funding within the Helmholtz research area "Earth and Environment". This research program with the acronym MARCOPOLI (Marine, Coastal and Polarsystems and Infrastructure) is designed to address the urgent questions of the polar and coastal systems, which are interlinked by the oceans. The program topic I provides large scale research infrastructure for the wider scientific community. The program topic coast in particular is carried out jointly with the GKSS Research Centre Geesthacht through a number of interlinked work packages. The reports from the research departments and the short research highlights should show the wide scope and provide an impression of our research.

3.1 MARINE

Der globale Ozean spielt eine bedeutende Rolle in vielen Umweltprozessen und ist ein wichtiges Verbindungsglied zwischen polaren und extra-polaren Regionen. Für kurze Zeitskalen – bis zu Dekaden – tragen sowohl der Ozean als auch die Atmosphäre zum veränderlichen Klimageschehen bei. Längerfristige Schwankungen – bis zu Jahrtausenden – sind dagegen vorzugsweise durch ozeanische Effekte bedingt. Dann kommen die Eisschilde mit ihrer enormen Trägheit ins Spiel. Auf den sehr langen Zeitskalen der tektonischen Veränderung der Erde – Jahrmillionen – stellt sich die Ozeanzirkulation auf die sich ändernde kontinentale Gestalt und Bodentopographie. Die isotopische Zusammensetzung der lebenden Organismen wird durch die jeweiligen Klimazustände erzwungen und manifestiert sich in ozeanischen Sedimenten und in den polaren Eisschilden.

MAR1: Dekadische Variabilität und globale Veränderung

Atmosphärische Klimavariabilität auf dekadischen Skalen

Simulationen mit einem global gekoppelten AOGCM haben gezeigt, dass Veränderungen in der polaren Energiesenke einen starken Einfluss auf das Klima in den mittleren und hohen Breiten ausüben, indem sie die Stärke der Westwinde in mittleren Breiten und die Zyklonenzugbahnen modulieren. Eine realistischere Meereis- und Schnee-Albedo Parametrisierung verändert die Eis-

3.1 MARINE

The global ocean plays an important role for urgent environmental problems. It provides a link between polar and extra-polar parts of the climate system. On small time scales up to decades, ocean and atmosphere contribute to climate variability. For time scales of tens to a few thousands of years, the ocean is considered the key component. On even the longer time scales polar ice sheets come into play. On time scales of tectonic changes, with opening or closing of water passages, the ocean circulation adjusts to the changing continental geometry. Changes in the abundance and isotopic composition of marine biomass are affected by climate conditions and document climate change in the oceanic sediment, providing an archive of climate history.

MAR1: Decadal Variability and Global Change

Atmospheric decadal-scale climate variability

By means of simulations with a global coupled AOGCM it is shown that changes in the polar energy sink region exert a strong influence on the mid- and high-latitude climate by modulating the strength of the mid-latitude westerlies and storm tracks. It is found that a more realistic sea-ice and snow albedo treatment changes the ice-albedo feedback and the radiative exchange between the atmosphere and the ocean sea-ice system. The planetary wave energy fluxes in the middle troposphere of mid-latitudes between 30 ° and 50 °N are redistributed, which induces perturbations in the zonal and meridional pla-

Albedo Rückkopplung sowie den Energieaustausch zwischen der Atmosphäre und dem ozeanischen Meereissystem. Die Energieflüsse der planetaren Wellen in der mittleren Troposphäre werden in mittleren Breiten zwischen 30 ° und 50 °N verändert, wodurch Störungen der zonalen und meridionalen planetaren Wellenzüge von den Tropen über die mittleren Breiten in die Arktis angeregt werden. Es stellte sich heraus, dass die verbesserte Parametrisierung von arktischem Meereis und Schnee-Albedo Veränderungen im Schwingungsmuster der Arktischen und Nordatlantischen Oszillation (AO/NAO) auslöst, die für das europäische Klima von großer Tragweite sind.

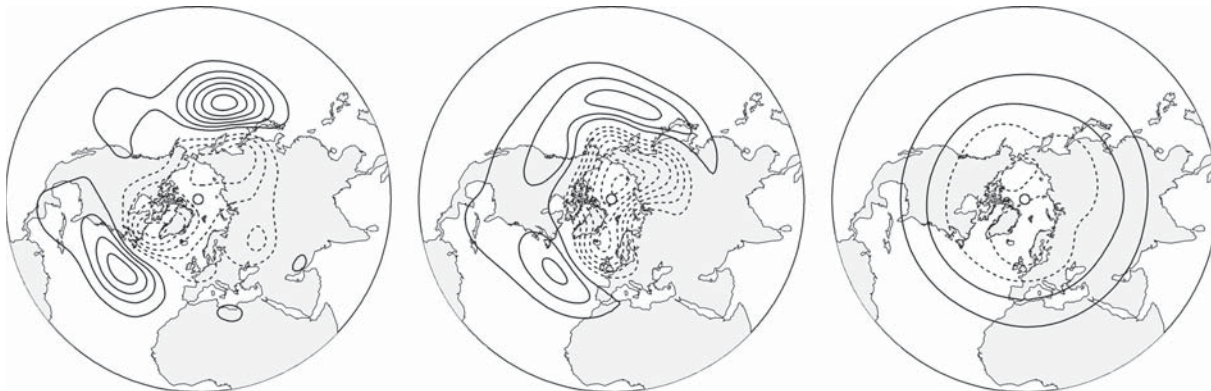
In einem idealisierten Modell der atmosphärischen Winterzirkulation auf der nördlichen Halbkugel wurde gezeigt, dass die Arktische Oszillation (AO) als zonalsymmetrisches Muster bereits auf einem rotierenden Aqua-Planeten (AQUA) entsteht. Land-See Kontraste (THERMAL) und Orographie (ORO) in Verbindung mit der Lokalisierung transienter barokliner Aktivität verwandeln die AO in ein zonal asymmetri-

netary wave trains from the tropics over the mid-latitudes into the Arctic. The improved parameterization of Arctic sea-ice and snow albedo turned out to trigger changes in the Arctic and North Atlantic Oscillation pattern with strong implications for the European climate.

An idealized model of the northern hemisphere atmospheric winter circulation showed that the Northern Annular Mode arises from an annular pattern on a rotating aqua-planet. It is modified to a zonally asymmetric pattern by land-sea contrasts and orography connected with the localisation of transient baroclinic activity. Dynamical mechanisms of atmospheric regime behaviour are investigated in the

Abb. 1: Erste EOF der 833 hPa Geopotentialfläche für die Experimente ORO (links), THERMAL (Mitte), und AQUA (rechts) im T21 Modell. Der Isolinienabstand beträgt 5 gpm, und negative Konturen sind gestrichelt.

Fig. 1: First EOF of 833 hPa geopotential height for the experiments ORO (left), THERMAL (middle), and AQUA (right) in the T21 model. Contour interval is 5 gpm, negative contours are dashed.



sches Muster (Abb. 1). Dynamische Mechanismen mit Regime-Verhalten wurden im Zusammenhang mit einem quasi-geostrophischen Dreischichten-T21-Modell der atmosphärischen Winterzirkulation über der nördlichen Hemisphäre erforscht. Das Modell, gesteuert durch realistische Orographie und thermischen Antrieb und mit einem neu entwickelten Tuning-Verfahren, simuliert die Arktische Schwingung sehr realistisch. Es zeigt ausgeprägte, intern generierte interannuelle und dekadische Variabilität und Zirkulationssysteme, die recht gut mit den beobachteten übereinstimmen. Zwei bekannte Hypothesen zum Ursprung des Regime-Verhaltens wurden geprüft: (i) multiple Gleichgewichte und (ii) chaotisches Umherwandern zwischen Attraktorrainen. Die erste Hypothese wird mit einer sehr hohen Wahrscheinlichkeit widerlegt, während die zweite vermutlich stimmt.

Ein neuer statistischer Ansatz zur Quantifizierung dynamischer und chemischer Beiträge zur gesamten Sauerstoffvariabilität wurde entwickelt. Es stellte sich heraus, dass die tägliche Schwankung von einem neuen dynamischen Proxy dominiert wird, der die kombinierte Wirkung von Konvergenz/Divergenz in Flüssen und horizontaler Advektion beschreibt. Ein Lagrange-Modell des Wasserdampftransports in der tropischen Tropopause wurde entwickelt. Dieses neue Werkzeug zum Studium des Wasserdampftransports in die Stratosphäre ist das erste, das sich auf die thermodynamische Gleichung zur Formulierung des Vertikaltransports stützt; und es wird verlässlichere Flüsse liefern, als die bisher in Modellen benutzten.

context of a quasi-geostrophic three-level T21 model of the wintertime atmospheric circulation over the northern hemisphere. The model, driven by realistic orography and using a thermal forcing determined by a newly developed tuning procedure, represents a reasonable climatology and simulates the Arctic Oscillation quite realistically. It exhibits pronounced internally generated interannual and decadal variability and, in particular, circulation regimes which agree fairly well with observed ones. Two known hypotheses about the origin of regime behaviour, as it occurs in our model, are addressed: (i) multiple equilibria and (ii) chaotic itinerancy between attractor ruins. The first hypothesis is falsified at a very high probability, while the second is likely to be true. A new statistical approach to quantify dynamical and chemical contributions to total ozone variability has been developed. It was found that the day to day variability is dominated by a new dynamical proxy, which describes the combined effect of convergence/divergence in the flow and horizontal advection. A Lagrangian model of water vapour transport in the tropical tropopause has been developed. This new tool to study water vapour flux into the stratosphere is the first that relies on the thermodynamic equation for the formulation of the vertical transport and will result in more reliable fluxes than previously used in models.

Extreme anomalies and climate change

The hydrographic data from the ISPOL (Ice Station POLarstern) expedition (ANT XXII/2) into the western Weddell Sea were compared with the only other existing data from this area, obtained during the expedition Ice Station Weddell (ISW-1) in 1992. This revealed significant differences in the characteristics

Extreme Anomalien und Klimawandel

Die hydrographischen Daten der ISPOL (Ice Station POLarstern) Expedition (ANT XXII/2) aus dem westlichen Weddellmeer wurden mit den einzigen ebenfalls aus diesem Gebiet stammenden Daten der Expedition Ice Station Weddell (ISW-1) aus dem Jahr 1992 verglichen. Dabei zeigten sich signifikante Unterschiede in den Charakteristiken des Winter- (WW) und des Bodenwassers (BW). Das salzärmere WW (am Ende des antarktischen Winters) während ISPOL führte zu einer stabileren Pycnocline, die den ozeanischen Wärmestrom in das Meereis auf im Mittel nur wenige W/m^2 reduzierte. Die tiefen Temperaturen des BW in rund 1500 Metern Tiefe können – nach der Analyse der Tracerdaten am IUP-Bremen – dem Einfluss von Eisschelfwasser zugeschrieben werden. Damit wurden bisherige Spekulationen hinsichtlich der Modifikation von Schelfwassermassen unter dem Larsen-C Schelfeis bestätigt. Das Fehlen einer direkten Verbindung zwischen Schelf- und Bodenwasser deutet auf ein einmaliges Abgleiten schweren Wassers am Kontinentalhang hin. Die sporadische Bildung kalten Bodenwassers entlang der Antarktischen Halbinsel bestand bisher nur als Hypothese, beruhend auf den Beobachtungen im nordwestlichen Weddellmeer. Es ist anzunehmen, dass die beobachteten Veränderungen durch die Variabilität des Weddellwirbels, eine Verlagerung der Schelfkantenfront und durch vermehrten Süßwassereintrag in das westliche Weddellmeer aufgrund einer neuen Schelfeiskonfiguration (Zerfall von Larsen B) verursacht wurden.

„Hindcast“-Simulationen mit zwei verschiedenen Modellen der NAOSIM-Hierarchie besagen, dass in den letzten 50 Jahren mindestens zwei extreme Süßwasser-Exportereignisse aus dem Nordpolarmeer auf-

of winter (WW) and bottom water (BW). The low-salt WW (at the end of the Antarctic winter) during ISPOL led to a more stable pycnocline, which reduced the oceanic heat flux into the sea ice to only a few W/m^2 on average. According to the analysis of tracer data at the IUP Bremen, the low temperatures of the BW at about 1500 meters depth can be ascribed to the influence of ice shelf water. This confirmed previous speculations regarding the modification of shelf water masses under the Larsen-C ice shelf. The lack of a direct connection between shelf and bottom water indicates a nonrecurring slide of heavy water at the continental slope. Until now, the sporadic formation of cold bottom water along the Antarctic Peninsula was only a hypothesis, based on observations in the north-western Weddell Sea. We suppose that the observed changes were caused by the variability of the Weddell eddy, a displacement of the shelf edge front and increased fresh water input into the western Weddell Sea due to a new shelf ice configuration (disaggregation of Larsen B).

“Hindcast” simulations with two different models of the NAOSIM hierarchy imply that in the last 50 years at least two extreme events of fresh water export from the Arctic Ocean occurred. In the mid-sixties, a heavy outpouring of sea ice and fresh water from the Barents Sea into the West Spitsbergen current caused a strong reduction of the sea surface height gradient between Greenland and Spitsbergen. This led to a drastic reduction of fresh water transports southwards and to an accumulation of low-salinity water in the Arctic Ocean. The large fresh water content decreased only slowly in the course of the following decades. We could explain a freshening of the subpolar westerly boundary currents south of Denmark Strait with an anomalously high

traten. In der Mitte der 60er Jahre führte ein starker Ausstrom von Meereis und Süßwasser aus der Barentssee in den West-Spitzbergen-Strom zu einer starken Abnahme des Gradienten in der Oberflächenauslenkung zwischen Grönland und Spitzbergen. Dadurch kam es zu einer drastischen Reduktion des südwärtigen Süßwassertransports und einer Akkumulation von salzarmem Wasser im Nordpolarmeer. Die geringen Salzgehalte wurden im Laufe der folgenden Jahrzehnte nur langsam abgebaut. Eine Aussüßung der subpolaren westlichen Randströme südlich der Dänemarkstraße in der Mitte der 1990er Jahre konnten wir durch einen anomal hohen (flüssigen) Süßwasserexport durch die Framstraße erklären. Eine großräumige Umverlagerung von Salz im Nordpolarmeer ging diesem Exportereignis voraus.

Die Messungen mit verankerten Geräten in der Framstraße ergaben seit 1997 eine starke Zunahme des Wärmetransports von der Norwegischen See in den Arktischen Ozean. Auf einen ersten Puls von 1997 bis 1999, bei dem sich der Wärmetransport beinahe verdoppelte, folgte nach einer leichten Abnahme ab 2004 eine erneute Zunahme. Während das erste Ereignis durch eine Zunahme von Temperatur und Strömungsgeschwindigkeit bedingt war, wird das zweite fast ausschließlich durch Temperaturzunahme hervorgerufen.

Ozeanischer subpolarer Austausch auf beiden Halbkugeln

Modellsimulationen zum Einfluss des subpolaren Nordatlantiks auf die Bedingungen im Nordpolarmeer zeigen, dass barokline Störungen aus dem Bereich des östlichen Subpolarwirbels bis ins

(liquid) fresh water export through the Fram Strait. This export event was preceded by a large-scale redistribution of salt in the Arctic Ocean.

The ongoing measurements by moored instruments in the Fram Strait have revealed an increase of the heat flux from the Norwegian Sea into the Arctic Ocean since 1997. The strongest increase was observed from 1997 to 1999, when the amount of heat transported through the Fram Strait nearly doubled. After a slight decrease the next strong event started in 2004. During the first period, higher volume flux and higher temperature were equally responsible for the heat transport increase, whereas during the second event the temperature increase dominated.

Oceanic subpolar exchanges in both hemispheres

Model simulations on the influence of the subpolar North Atlantic on the conditions in the Arctic Ocean showed that baroclinic perturbations can be traced from the eastern subpolar gyre to the Arctic Ocean. A prediction, however, is made difficult by the complexity of the initial perturbation and the modification of water masses in the North Seas. Oceanic heat transport anomalies are consistent with deviations in the ice volume in the Arctic Ocean. As both signals occur nearly at the same time, the correlation is to be explained by heat flux from the ocean to the atmosphere and resulting anomalous atmospheric transports.

In calculations with a high-resolution version of the NAOSIM hierarchy we concentrated on transports in the Fram Strait at first. The model reproduces the recirculation in this area for the first time and shows that net transports are considerably smaller than north and southwardly transports. Model results were used to quantify the uncertainties in the measured transports.

Nordpolarmeer hinein zu verfolgen sind. Eine Vorhersage ist aber durch die Wassermassenmodifikation im Europäischen Nordmeer erschwert. Ozeanische Wärmetransportanomalien sind konsistent mit Eisvolumenschwankungen im Nordpolarmeer. Weil beide Signale fast zeitgleich sind, ist die Korrelation durch Wärmeabgabe des Ozeans an die Atmosphäre und darauf folgende anomale atmosphärische Transporte zu interpretieren.

In Rechnungen mit einer hochauflösenden Version der NAOSIM-Modellhierarchie haben wir uns zunächst auf die Transporte in der Framstraße konzentriert. Das Modell reproduziert zum ersten Mal die Rezirkulation in diesem Bereich, so dass die Netto Transporte wesentlich kleiner als die nord- und süd-wärtigen Transporte ausfallen. Die Modellergebnisse wurden verwendet, um Unsicherheiten in den gemessenen Transporten zu quantifizieren.

Ozean, Eisdecken und Meeresspiegel in einem sich wandelnden Klima

Die Auswirkungen eines erhöhten Süßwassereintrags von Grönland auf den Meeresspiegel wurden mit einem globalen Ozean-Meereis-Modell untersucht. Die direkte Änderung durch das hinzugefügte Süßwasser ist relativ klein. Eine bedeutendere Änderung kommt durch die Modifikation der großräumigen Zirkulation zustande. Die Umwälzbewegung im Nordatlantik schwächt sich auf etwa die Hälfte des ungestörten Wertes ab. Es kommt zu einer Akkumulation von Süßwasser im subpolaren Atlantik und im Nordpolarmeer, die zu einem Meeresspiegelanstieg von bis zu 60 Zentimeter (vor Norwegen und entlang Teilen der sibirischen Küste) führt.

Ocean, ice sheets and sea level in a changing climate

The effects of an increased fresh water input from Greenland on the sea level were examined with a global ocean-sea ice model. The direct modification of sea level through the added fresh water is relatively small. A more important alteration is caused by the modification of the large-scale circulation. The overturning in the North Atlantic weakens to about half the undisturbed value. Fresh water accumulates in the subpolar Atlantic and in the Arctic Ocean and causes the sea level to rise by up to 60 cm (off Norway and along parts of the Siberian coast).

Since 1993, the changes in sea level have been quantified by satellite altimeter measurements with nearly global coverage and great accuracy. Together with hydrographic data, these data are assimilated into a global ocean model which can reproduce deviations in sea level. These investigations aim at quantifying, on a regional as well as on a global average, the parts responsible for these changes: the steric part (thermal expansion, haline contraction) as well as the ocean's fresh water budget. A problematic zone for these explorations is the area of the Antarctic Circumpolar Current (ACC), for which insufficient observational data are available. Therefore we performed several comparison experiments, during which we assimilated different constellations of additional data in the region of the Weddell and Ross seas. These data have been taken from a regional model (BRIOS). Experiments show that changes in the area of the ACC have a strong influence on the long-term trend of the ocean's global heat content, i.e. on the steric contribution to sea level change. As the total changes in ocean volume are given by the altimeter measurements in the experiments, this influences the fresh water budget specified by the model.

Die Änderungen des Meeresspiegels sind seit 1993 durch die Altimetermessungen von Satelliten mit nahezu globaler Abdeckung und großer Genauigkeit bestimmt. Diese Daten werden zusammen mit hydrographischen Daten in ein globales Ozeanmodell assimiliert, das dadurch in der Lage ist, diese Meeresspiegelschwankungen genau wiederzugeben. Ziel der Untersuchungen ist es, sowohl im regionalen als auch im globalen Mittel die Anteile zu quantifizieren, die für diese Änderungen verantwortlich sind: den sterischen Anteil (thermische Ausdehnung, haline Kontraktion) sowie den Süßwasserhaushalt des Ozeans. Eine Problemzone bildet bei diesen Untersuchungen der Bereich des Antarktischen Zirkumpolarstroms (ACC), der nur ungenügend durch Messdaten abgedeckt ist. Deshalb wurden mehrere Vergleichsexperimente durchgeführt, in denen im Bereich des Weddell- und Rossmeeres verschiedene Konstellationen zusätzlicher Daten assimiliert wurden. Diese Daten sind dem regionalen Modell (BRIOS) entnommen. Die Experimente zeigen, dass Änderungen im Bereich des ACC einen großen Einfluss auf den langfristigen Trend des globalen Wärmeinhalts des Ozeans haben, d.h. auf den sterischen Anteil der Meeresspiegeländerungen. Da die totalen Volumenänderungen des Ozeans in den Experimenten durch die Altimetermessungen gegeben sind, hat dies wiederum Einfluss auf den durch das Modell bestimmten Süßwasserhaushalt.

Der Einfluss globaler Veränderung auf marine Organismen und Folgen für marine Biogeochemie

Die Zunahme der atmosphärischen CO₂ Konzentrationen und der Temperatur führt zu Änderungen im Karbonatsystem des Ozeans und beeinflusst somit die Karbonifizierung und die isotopische und elementare

The impact of global change on marine organisms and consequences for marine biogeochemistry

*Our understanding of strontium incorporation into coccolith calcite of *Emiliania huxley* was brought forward significantly by the combination of an experimental and a modelling approach. Determination of strontium exchange coefficients for coccoliths is nontrivial, since the chemistry of seawater differs from that of the coccolith vesicle solution. Exchange coefficients of coccolith calcite found in our study and in the literature are high compared to values of inorganically precipitated calcite. Although kinetic effects can explain part of this offset, the origin of this discrepancy is yet undisclosed. We have explained the high apparent partition coefficient values measured for coccolith calcite in terms of a simple model based on the channel/carrier mediated transport of calcium and strontium ions inside the algal cell. The model is solely based on thermo-dynamical constraints and does not assume a relationship between the exchange coefficient and the crystal growth rate. Application of the model to two independent datasets shows that the discrepancy of the temperature dependence between the apparent partition coefficient observed in coccoliths and inorganically precipitated calcite can be reconciled.*

The hypothesis that photosynthesis is favored by the calcification process in coccolithophorids is currently discussed. Data on the impact of varying Ca²⁺ concentrations and light intensity on the production of particular organic carbon (POC), inorganic carbon (PIC) and the carbon isotope fractionation, however, do not support this hypothesis. Our measurements of photosynthetic oxygen production and the absorption rates of CO₂ and HCO₃, taken with a membrane inlet mass spectrometer (MIMS), also do not back the hypothesis of the direct coupling of calcification and photosynthesis.

Zusammensetzung von Biomineralien. Unser Verständnis der Strontiumaufnahme im Coccolithophoriden-Kalzit von *Emiliania huxley* wurde beträchtlich vorangebracht durch die Kombination eines experimentellen Ansatzes mit einem Modellierungsansatz. Die Bestimmung von Strontiumaustauschkoeffizienten für Coccolithophoriden ist nicht trivial, da die Chemie von Seewasser sich von der in den Vesikeln der Coccolithophoriden unterscheidet. Austauschkoefizienten von Coccolithophoriden-Kalzit, die in unserer Studie und in der Literatur gefunden wurden, sind hoch im Vergleich zu den entsprechenden Werten von anorganisch ausgefälltem Kalzit. Obwohl kinetische Effekte einen Teil dieser Verschiebung erklären können, ist der Ursprung dieser Diskrepanz unbekannt. Wir haben den hoch erscheinenden Teil der Koeffizientenwerte, die für Coccolithophoriden-Kalzit gemessen wurden, mit Hilfe eines einfachen Modells erklärt, das den Transport von Kalium und Strontium innerhalb der Algenzelle berücksichtigt. Das Modell basiert nur auf thermodynamischen Grundsätzen und setzt den Austauschkoefizienten und die Rate des Kristallwuchses nicht in Beziehung. Die Anwendung des Modells auf zwei voneinander unabhängige Datensätze zeigt, dass die Diskrepanz zwischen dem scheinbaren Austauschkoefizienten, der in Coccolithophoriden beobachtet wurde, und dem von anorganisch ausgefälltem Kalzit durch dieses Modell miteinander in Einklang gebracht werden kann.

Kontrovers diskutiert wird auch immer noch die Hypothese, dass die Photosynthese durch den Prozess der Kalzifizierung in Coccolithophoriden begünstigt wird. Untersuchungen zum Einfluss variabler Ca^{2+} -Konzentrationen und Lichtintensitäten auf die

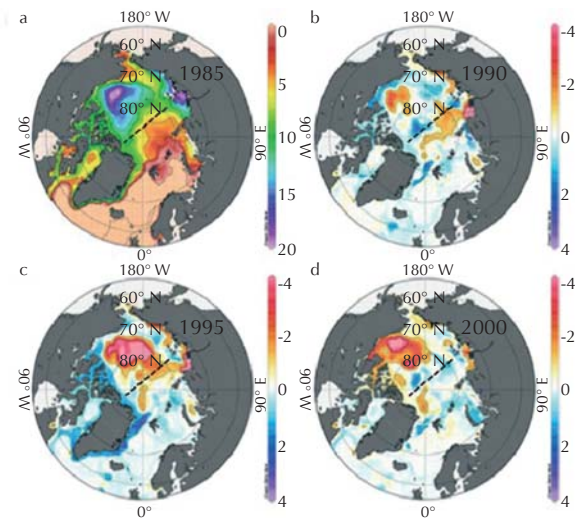


Abb.2: Abweichung des Salzgehalts in den oberen 250 Metern von 34.8, hier dargestellt als die Dicke einer reinen Süßwasserschicht. Abbildung a) zeigt den von NAOSIM simulierten Zustand im Jahr 1985, b) die Abweichung davon für 1990, c) für 1995, d) für 2000. Der Aussüßung des Ostgrönlandstroms im Jahre 1995 geht eine Umverteilung des Süßwassers vom östlichen ins westliche Nordpolarmeer voraus.

Fig. 2: Changes in salinity in the upper 250 m of 34.8, shown here as thickness of a pure fresh water layer. Fig. a) shows the state simulated by NAOSIM in 1985, b) the deviation for 1990, c) for 1995, d) for 2000. The freshening of the East Greenland Current in 1995 was preceded by a shifting of fresh water from the eastern to the western Arctic Ocean.

Produktion von partikulärem organischen Kohlenstoff (POC), anorganischem Kohlenstoff (PIC) und die Kohlenstoffisotopenfraktionierung können diese Hypothese jedoch nicht unterstützen. Unsere Messungen der photosynthetischen Sauerstoffproduktion und der CO₂- und HCO₃-Aufnahmeraten, die mit einem Membraneinlass-Massenspektrometer (MIMS) durchgeführt wurden, weisen nicht auf eine direkte Kopplung von Kalzifizierung und Photosynthese hin.

MAR2

Die bestehende Forschungsinfrastruktur am AWI bietet eine einzigartige Umgebung, um vergangenen, gegenwärtigen und künftigen Klimawandel zu studieren, wobei die Wissenschaft vom Zusammenspiel der Gruppen profitiert. Ein Schwerpunkt von MAR2 liegt auf Rekonstruktion und Modellierung von früheren Klimaveränderungen mit Schwerpunkt im maritimen Bereich. Geophysikalische Daten und Proxies werden jeweils zu Modelleingabe und Validierung genutzt.

Mechanistische Modelle von Paläoproxies

Die Sektion "Marine Biogeowissenschaften" konzentriert sich auf Validierung und Entwicklung von Proxy-Beziehungen. Die Prüfung prognostischer Klimamodelle für künftige Klimaveränderungen hängt kritisch von unserer Fähigkeit ab, das Klima der Vergangenheit quantitativ zu rekonstruieren. Deshalb nutzen wir stabile Proxies für Paläotemperatur und -salzgehalt, um die thermohaline Zirkulation genau zu re-konstruieren (Dichtefelder). Trotz mehr als 50

MAR2

Infrastructure at the AWI offers a unique research environment to study past, present and future variations of climate change whereby science benefits from the interactions between the groups. One focus of MAR2 is on the reconstruction and modelling of past climate change from a marine perspective. Geophysical data and proxies are used as model input and for validation, respectively.

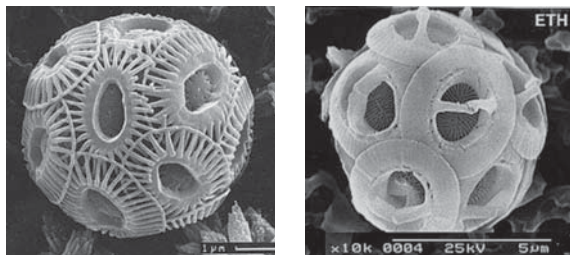
Mechanistic models of palaeoproxies

Within MAR2, the "Marine Biogeosciences" section focuses on validation and development of proxy relationships. Testing prognostic climate models for future climate change critically depends on our ability to quantitatively reconstruct past climate. This basically translates to using robust proxies for palaeotemperature and salinity in order to accurately reconstruct the thermohaline circulation (density fields). However, despite more than 50 years of palaeoceanographic research, palaeosalinity remains the only one of the most important oceanographic parameters which can currently still not be quantified by a single proxy from sedimentary records. Therefore, one of the scientific highlights of the last year was a couple of successful pilot experiments towards development of such an independent salinity proxy.

*Two haptophyte algae, *Emiliania huxleyi* and *Gephyrocapsa oceanica*, were cultured at different temperatures and salinities to investigate the impact of these factors on the hydrogen isotopic composition of long chain alkenones biosynthesized by these haptophyte algae. There was no significant correla-*

Jahren paläoozeanographischer Forschung bleibt Paläosalinität jedoch der einzige wichtige ozeanographische Parameter, der noch immer nicht aus Sedimentsdatensätzen quantifiziert werden kann. Darum waren mehrere erfolgreiche Pilotexperimente im letzten Jahr wissenschaftliche Glanzlichter auf dem Weg zur Entwicklung eines solchen unabhängigen Salinitätsstellvertreters (Proxy).

Zwei haptophyte Algen, *Emiliana huxleyi* und *Gephyrocapsa oceanica* (Abb. 3a, b), wurden bei verschiedenen Temperaturen und Salzgehalten gezüchtet, um den Einfluss dieser Faktoren auf die



Emiliana huxleyi

Gephyrocapsa oceanica

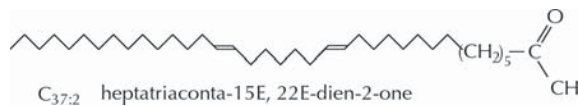


Abb. 3a, b: SEM-Bilder von zwei Hauptproduzenten von Alkenonen.

Abb. 3 c: Die chemische Struktur der Alkenone.

Fig. 3: This figure shows SEM pictures of two of the major producers of alkenones exemplified by the chemical structure below.

tion of the fractionation factor $\alpha_{\text{alkenones-H}_2\text{O}}$ with temperature but a negative linear correlation was observed between the $\alpha_{\text{alkenones-H}_2\text{O}}$ and salinity with a 5.4‰ change (!) in fractionation per ‰ salinity. This demonstrates that salinity has a substantial impact on the stable hydrogen isotopic composition of long chain alkenones in natural environments (δD) and hence, that δD has a huge potential to estimate palaeosalinity. We will continue along these lines of research and are confident that it will have a significant impact on the palaeoceanographic and palaeoclimatologic community.

Palaeoclimate simulations and climate reconstruction

Aided by computer simulations and conceptual models, the 'Paleo-Climate Dynamics' group at the AWI tries to find basic mechanisms for climate change contributing to a system-analytical understanding of the system Earth.

Models of components of the earth's system are used to depict climate dynamics and material fluxes on short as well as geological time scales. This procedure provides an improved access to the interpretation of climate data.

Current works deal with the stability of the oceanic circulation during past and recent climate changes. Such investigations allow statements on the vulnerability of the climate system and the quantification of abrupt climate changes and they present in detail the interaction of the atmospheric circulation, the transport of water vapour and the cryosphere with the oceanic circulation. It is shown that for the development and termination of ice ages the palaeoclimatic records from ice cores and marine sediments can be explained, when an interactive oceanic circulation is included. These circulation changes cause interhemispheric temperature gradients and shifts of the intertropical convergence zone.

Abb. 4: Zeitserien des nordatlantischen Tiefenwasserausstroms bei 30°S. Die globale Erwärmung wird durch einen linearen Übergang von glazialen zu interglazialen Bedingungen in Temperatur, Meereis und Windschub simuliert. In Übereinstimmung mit Analysen von Eisbohrkernen nehmen wir eine Erwärmung von 47 % des totalen Termination-I Temperaturanstiegs innerhalb von 7000 Jahren an. Diese Änderung entspricht dem Übergang vom Klima des letzten glazialen Maximums zur Bølling/Allerød Warmphase im nordatlantischen Raum. In LGM_19ka (schwarze Kurve) wird das Abschmelzen der nordhemisphärischen Eisschilde durch Süßwasserpulse von 0.25 Sv nach 1000 Modelljahren und einem darauf folgend permanenten Süßwassereintrag von 0.05 Sv in den Nordatlantik simuliert. In Experiment LGM_H (rote Kurve) wird zusätzlich eine Abfolge der Heinrich-Ereignisse 1a und 1b mit einer Stärke von 0.15 Sv und einer Dauer von 400 Jahren (zentriert um 2500 und 4000) simuliert.

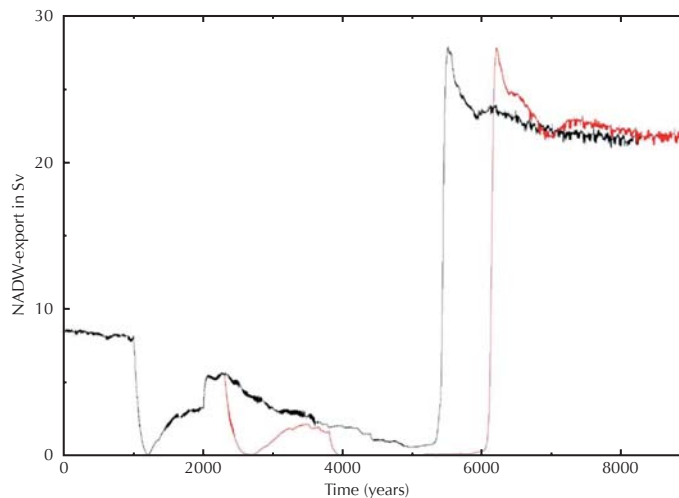


Fig. 4: Time series of the North Atlantic Deep Water export at 30° S. Global warming is simulated by a linear transition from glacial to interglacial conditions in temperature, sea ice and wind stress. In conformity with analyses of ice cores, we assume a warming of 47 % of the total termination-I temperature increase in 7000 years. This alteration corresponds to the transition from the climate during the last glacial maximum to the Bølling/Allerød warm phase in the North Atlantic region. In LGM_19ka (black curve) we simulate the melting of the ice shields in the northern hemisphere by fresh water pulses of 0.25 Sv after 1000 model years and a following permanent fresh water input of 0.05 Sv into the North Atlantic. In the experiment LGM_H (red curve) we additionally simulate a sequence of Heinrich events 1a and 1b with a strength of 0.15 Sv and a duration of 400 years centered at 2500 and 4000).

Wasserstoffisotopen-Zusammensetzung von langkettigen Alkenonen zu erforschen, die durch diese Algen biosynthetisiert wurden. Es gab keine nennenswerte Wechselbeziehung zwischen dem Fraktionierungsfaktor ($\alpha_{\text{alkenones-H}_2\text{O}}$) und der Temperatur, aber es wurde eine negative lineare Übereinstimmung beobachtet zwischen $\alpha_{\text{alkenones-H}_2\text{O}}$ und Salzgehalt mit einer 5.4 ‰ Fraktionierung pro ‰ Salzgehalt. Das zeigt, dass der Salzgehalt einen wesentlichen Einfluss auf die Zusammensetzung stabiler Wasserstoffisotope langkettiger Alkenone (Abb. 3c) in natürlicher Umgebung (δD) hat und somit δD ein großes Potential zur Rekonstruktion von Salzgehalt hat.

Paläoklimasimulationen und Klimarekonstruktionen

Die Paläoklimadynamik-Gruppe am AWI versucht, mit Hilfe von Computersimulationen und Konzeptmodellen grundlegende Mechanismen für Klimavariationen herauszufinden, die zu einem systemanalytischen Verständnis des Systems Erde beitragen. In der Modellierung werden Modelle von Komponenten des Erdsystems genutzt, um die Klimadynamik und Stoffflüsse auf kurzen bis hin zu geologischen Zeitskalen abzubilden. Dieses Verfahren liefert somit einen neuen Zugang zur Interpretation von Klimadaten.

Laufende Untersuchungen befassen sich mit der Stabilität der ozeanischen Tiefenzirkulation für vergangene und rezente Klimawechsel. Diese Arbeiten erlauben die Quantifizierung abrupter Klimaänderungen und Aussagen zur Verletzlichkeit des Klimasystems. Dabei werden die Wechselwirkungen der atmosphärischen Zirkulation, des Wasserdampftransportes und der Kryosphäre mit der ozeanischen Zirkulation herausgearbeitet. Es zeigt sich, dass für das Entstehen und Vergehen von Eiszeiten die paläokli-

Ocean gateway and basin evolution - consequences for ocean circulation and ice sheet development

During the period under review, the Geophysical group worked on the theme “Ocean gateway and basin evolution – consequences for ocean circulation and ice sheet development“. In 2004, a successful geophysical expedition was undertaken with RV Polarstern off Spitzbergen. The ice situation permitted seismic mapping of the entire western Yermak plateau and the adjacent mid-ocean ridge (Lena Trough). These data were needed for an IODP drill proposal, submitted in 2005, with the aim to describe the history of the opening of the Fram Strait. Another IODP application was submitted for the Alpha-Mendelev Ridge. Unfortunately, the Polarstern expedition, which is essential to substantiate the application, could not be realized in 2005 and is now scheduled to take place in 2008.

Projects off southeast Africa with two expeditions of RV Sonne serve an improved geodynamic reconstruction of Africa and the Antarctic as well as the development of marginal conditions for the Cenozoic ocean current history of the region around the Agulhas Plateau. In addition to these studies, crustal seismic experiments were conducted across the Agulhas Plateau, the Mozambique Ridge, the Discovery Seamounts and the Walvis Ridge in order to obtain a first budget of the magmatic activity in this region during the Mesozoic.

In East Antarctica, the geophysical flight campaign has been continued in the framework of a German-Japanese cooperative programme. In addition to mapping of the subglacial geology, an important objective is the recording of magnetic seafloor spreading anomalies off the coast. This airborne campaign

matischen Befunde aus Eiskernen und marinen Sedimenten erklärt werden können, wenn die ozeanische Tiefenzirkulation sich verringert bzw. anspringt und somit für interhemisphärische Temperaturgradienten und Verlagerungen der innertropischen Konvergenzzone sorgt.

Entwicklung von ozeanischen Meeresengen und Meeresbecken - Konsequenzen für Ozeanzirkulation und Bildung von Eisschilden

Im Berichtszeitraum bearbeitete die Geophysik das Thema „Ocean gateway and basin evolution – consequences for ocean circulation and ice sheet development“. Vor Spitzbergen wurde 2004 eine erfolgreiche geophysikalische Expedition mit FS Polarstern durchgeführt. Die Eissituation erlaubte die seismische Kartierung des gesamten westlichen Yermak-Plateaus sowie des angrenzenden mittelozeanischen Rückens (Lena Trog). Diese Daten wurden für die Erstellung eines IODP-Bohrvorschlages zur Beschreibung der Öffnungsgeschichte der Framstraße benötigt. Der Antrag wurde 2005 eingereicht. Ebenfalls wurde ein weiterer IODP-Antrag für den Alpha-Mendeleev-Rücken gestellt. Die notwendige Polarstern-Expedition, die zur Untermauerung des Antrages unbedingt erforderlich ist, konnte 2005 leider nicht durchgeführt werden und soll 2008 stattfinden.

Projekte vor dem südöstlichen Afrika mit zwei Fahrten des FS Sonne dienen einer verbesserten geodynamischen Rekonstruktion von Afrika und der Antarktis sowie der Erarbeitung von Randbedingungen für die känozoische Meeresströmungsgeschichte der Region um das Agulhas-Plateau. In Ergänzung zu diesen Arbeiten wurden krustenseismische Experimente am Agulhas-Plateau, am Mozambique-Rücken, den Dis-

will help considerably to improve the geodynamic reconstruction models of this region.

The development of sediment drifts supplies information about the palaeoceanographic and palaeoclimatic system in particular region. A sediment deposition model has been developed for a drift at the Antarctic Peninsula, showing an expansion of the ice-sheet for the period between 15 and 9 Ma and its retreat from 9 Ma onwards.

Consequences of glaciation in the northern hemisphere cannot only be identified locally, but also through the changes in ocean current systems of the southern hemisphere, which leave obvious traces in the sedimentary sequences along the southwest African continental slope. By correlating seismic data with climate information from palynological data, we succeeded in identifying a change from a humid to a dryer climate for the continent at 2.2 Ma.

Another important scientific result is the new plate-tectonic reconstruction of the South Pacific in a high temporal and spatial resolution, which now serves as the basis for a first palaeotopographic model. This development includes a nearly completed modelling of crustal development and magmatic events in the New Zealand region before, during and after the break-up of the Gondwana continent. For the first time, we also identified reactivated magmatism of the Bounty Trough in the Early to Mid-Miocene. It is likely that former fault zones from the Gondwana break-up were reactivated as channels for rising magma.

In 2005, AWI and GFZ started acquiring a new national amphibian equipment pool for broadband seismology. 30 broadband ocean-bottom seismometers (OBS) were delivered to AWI; additional 50 units

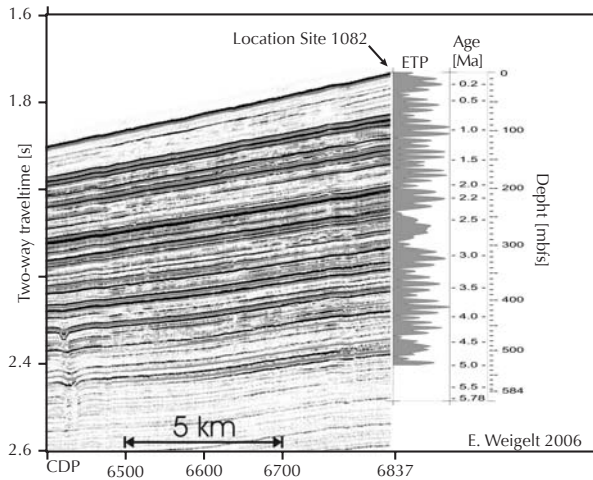


Abb. 5: Seismisches Profil am Ort der Bohrung „ODP Leg 175 Site 1082“ im Kapbecken vor Südwest-Afrika. Die graue Kurve (ETP) zeigt eine Überlagerung der Perioden von Exzentrizität, Erdachsenneigung und Präzession der Erdbahn. Aus den Bohrlochdaten wurde eine Schall-Tiefenverteilung berechnet und damit das Alter der Zyklen in Zwei-Weg-Laufzeit konvertiert. Die Verknüpfung von reflektionsseismischen Profilen mit Bohrlochdaten zeigt in den oberen seismischen Einheiten eine offensichtlich periodische Abfolge von kontinuierlichen Reflektoren hoher Amplituden. Sie sind für den Zeitraum der letzten 3,5 Millionen Jahre besonders gut ausgeprägt. Als Ursache für die Periodizität der Reflektoren vermuten wir glazial-interglaziale Zyklen. Diese stellen Klimabereiche dar, während derer sich die Zusammensetzung der Sedimente drastisch änderte. Solche Veränderungen beeinflussen auch die Dichte und P-Wellengeschwindigkeiten in den Ablagerungen, wodurch Impedanzkontraste entstehen, die sich mithin im seismischen Reflektionsmuster widerspiegeln.

Fig. 5: Seismic data close to ODP Leg 175 Site 1082 in the Cape Basin off south-western Africa. The grey curve (ETP) shows the combined cyclicity of eccentricity, tilt and precession of the earth's orbit. The cyclicity data were converted from age domain into two-way travel time domain by sonic logs calculated from P-wave velocities of the site data. The combination of reflection seismic lines with drill site records reveals an apparently regular sequence of continuous high amplitude reflectors characterizing the upper seismic units. They have been well pronounced for about the last 3.5 million years and indicate a periodicity. As a reason for the regularity of reflectors we suggest glacial to interglacial cycles as they present climate thresholds at which sediment composition drastically changes. These changes also influence density and P-wave velocity of the deposits and, consequently, find their expression in impedance contrasts and thus in the seismic reflection pattern.

covery-Seamounts und dem Walfisch-Rücken durchgeführt, um eine erste Bilanzierung der magmatischen Aktivität in dieser Region im Mesozoikum zu erstellen.

In der Antarktis wird im Rahmen eines deutsch-japanischen Programms die geophysikalische Flugkampagne der Ostantarktis fortgesetzt. Neben der Kartierung der subglazialen Geologie ist die Erfassung von magnetischen Spreizungsanomalien vor der Küste ein wichtiges Ziel. Durch die Befliegung können die geodynamischen Rekonstruktionsmodelle in dieser Region deutlich verbessert werden.

Die Entwicklung der Sedimentdrift liefert Hinweise auf das paläoozeanographische und paläoklimatische System in einem Gebiet. Für eine Drift an der Antarktischen Halbinsel ist ein Ablagerungsmodell entwickelt worden, das für den Zeitraum von 15 - 9 Ma eine Ausdehnung und ab frühestens 9 Ma einen Rückzug des Eisschildes aufzeigt.

Folgen der Vereisung in der Nordhemisphäre lassen sich nicht nur lokal, sondern auch über die Veränderungen der Meeresströmungssysteme der Südhalbkugel identifizieren, die deutliche Spuren in den sedimentären Sequenzen entlang des südwestafrikanischen Kontinentalrandes hinterlassen. Durch die Korrelation von seismischen Daten mit Klimainformationen aus palynologischen Daten ist es gelungen, eine Änderung von humidem zu eher trockenem Klima vor 2.2 Ma für den Kontinent zu identifizieren.

Ein weiteres wichtiges wissenschaftliches Ergebnis ist die neue plattentektonische Rekonstruktion des Südpazifiks in hoher zeitlicher und räumlicher Auflösung, die u.a. Grundlage für ein erstes paläotopographisches Modell bildet. Hierzu gehört auch die nahezu abgeschlossene Modellierung der Krustenentwicklung und magmatischen Ereignisse der neu-

will follow in 2006. It is planned to make first use of the equipment in the South Atlantic in April 2006. In May 2006, the first long-term use will start off the shores of Crete.

seeländischen Region vor, während und nach dem Aufbruch des Gondwana-Kontinents. Zusätzlich ist im Bounty Trog zum ersten Mal reaktivierter Magmatismus im frühen/mittleren Miozän identifiziert worden, der ehemalige Störungszonen des Gondwana-Aufbruchs als Aufstiegskanäle nutzte.

Im Jahr 2005 wurde mit dem Aufbau eines neuen nationalen amphibischen Gerätepools für Breitbandseismologie am AWI und GFZ begonnen. Im Jahr 2005 wurden 30 Breitband-Ozeanbodenseismometer an das AWI geliefert; weitere 50 Einheiten folgen 2006. Die ersten Einsätze dieser Geräte sind für April 2006 im Südatlantik geplant. Im Mai 2006 beginnt der erste Langzeiteinsatz vor Kreta.

3.2 COAST

Küsten sind hochdynamische Bereiche, die Grenzgebiete mit weiten Übergangszonen darstellen und sich vom Rand der Landmasse bis hin zum Schelfmeer erstrecken. Als Übergangsbereich zwischen terrestrischen und marinen Energie- und Stoffflüssen (Materie und Organismen) umfassen Küstengebiete eine Vielfalt von komplexen Ökosystemen wie Gezeitenzonen, Felsküsten, Riffe und Inseln. Küstengebiete werden vom Menschen stark genutzt als Lebensraum, für Freizeit, Fischerei, Aquakultur, Quelle von Naturstoffen, Transport und in einigen Fällen zur Energiegewinnung, z. B. durch Windparks. Trotz der Bemühungen, die Küstenzonen bei gleichzeitiger Optimierung der Ressourcen-Nutzung zu stabilisieren, unterliegen sie andauernden geomorphologischen, hydrodynamischen und meteorologischen Veränderungen. Es wird erwartet, dass diese physikalischen Belastungen der Küsten als Ergebnis des globalen Wandels stark zunehmen werden, was sich in lokalem und regionalem Ausmaß zeigen wird. Darüber hinaus muss der menschliche Eingriff durch Überfischung, Ausbaggern und Hafenausbauten, Urbanisation, Verschmutzung und Eutrophierung als zusätzlicher Stressfaktor in einem ohnehin fragilen System betrachtet werden. Eine zentrale Aufgabe unseres Küstenforschungsprogramms ist es, eine solide Basis wissenschaftlicher Erkenntnisse über die Stabilität, Biodiversität, Stressfaktoren und das Potential der Küstensysteme zu liefern. Wir haben bereits wesentliche Erkenntnisse über die fundamentalen Prozesse der Diversität der Küsten und der Nahrungskettendynamik gewonnen, speziell in der Nordsee und der Küste des Wattenmeeres. Ist erst einmal eine solide Basis von Informationen über

3.2 COAST

Coasts are highly dynamic environments acting as a boundary with wide transition zones extending from the marginal land mass to the shelf sea. As an interface between terrestrial and marine fluxes of energy, matter and organisms, coastal zones comprise a diversity of complex ecosystems, such as tidal flats, rocky shores, reefs and islands. Coastal areas are often heavily exploited as human habitats and for recreation, fisheries, aquaculture, sources of natural products, transportation and in some cases for energy generation, e.g. via windparks. In spite of efforts to stabilize coastal zones while optimizing resource utilization, the coast is subject to continuous geomorphological, hydrodynamic and meteorological changes. These physical stresses on the coasts are expected to increase in magnitude in response to Global Change expressed on a local and regional scale. Furthermore, human intervention linked to over-fishing, dredging and harbour construction, urbanization, pollution and eutrophication must be considered as additional stressors on already fragile systems. A focal task of our coastal research programme is to provide a solid base of scientific knowledge on the stability, biodiversity, stressors and potential of the coastal system. We have already attained significant insights into the fundamental processes of coastal diversity and food web dynamics, particular for the North Sea and Wadden Sea coasts. Once a solid base of information is generated on the functioning and integration of coastal ecosystems is achieved, these processes can be modelled to generate scenarios and hypotheses of the consequences of accelerated or mitigated coastal changes.

Funktionen und Verflechtungen von Küstenökosystemen erstellt worden, können diese Prozesse modelliert werden, um Szenarien und Hypothesen über die Konsequenzen von zunehmenden oder sich abschwächenden Veränderungen der Küsten zu errechnen. Durch unsere Partnerschaft mit der GKSS werden wir in der Lage sein, den politisch Verantwortlichen und der Gesellschaft die notwendigen Instrumente und Interpretationen zur Verfügung zu stellen, die für ein langfristiges integriertes Küstenzonenmanagement erforderlich sind.

CO1: Küste im Wandel: Langfristige Entwicklungen und extreme Ereignisse

Küstengebiete sind oft betroffen von den verheerenden Folgen extremer Ereignisse (Tsunamis, Sturmfluten, rapider Erosion, schädlichen und giftigen Algenblüten, Einwanderung fremder Arten etc.), aber diese Phänomene müssen im Zusammenhang mit langfristigen Entwicklungen interpretiert werden. Wir konzentrieren uns in erster Linie auf die Nordsee und die Wattenmeerküste, und durch die enge Kooperation mit der Küstenforschung der GKSS bei der Modellierung physikalischer und ökologischer Prozesse in den Küstenzonen betreiben wir detaillierte Analysen der ökologischen Veränderungen. Diese Forschungen werden für Rekonstruktionen sowie für Projektionen zusammengeführt, damit Managementoptionen auf eine solide und breite Wissensbasis über Veränderungen im Küstenbereich gestützt werden können.

In our partnership with GKSS, we will be able to deliver the necessary tools and interpretation required by policy makers and society at large with a view towards Integrated Coastal Zone Management.

CO1: Coastal Change: Long-term Trends and Extreme Events

Coastal areas are often subject to devastating effects of extreme events (tsunamis, storm surges, rapid erosion, noxious and toxic algal blooms, foreign species invasions, etc.), but these phenomena must also be interpreted in the context of long-term trends. We are focusing primarily on the North Sea and Wadden Sea coasts and via close cooperation with the Coastal Research Institute of GKSS on modelling physical and ecological processes in the coastal zone, we are conducting detailed analyses of ecological change. These studies are linked to generate scenarios from our joint reconstructions and projections, in order to base options of coastal management on sound and broad insights into coastal change processes.

Exposed sandy shores like those of the island of Sylt in the North Sea are particularly sensitive zones characterized by an accelerated rise in sea level. Sequences of high resolution aerial photographs have been analysed to allow us to quantitatively describe the morphological changes to beaches and dunes. Underwater acoustic methods (RoxAnn) and side-scan sonar have demonstrated the presence of sand waves up to seven meters in height. These dynamic structures arise in the deep inlets between the barrier

Exponierte Sandküsten wie die von Sylt sind besonders neuralgische Zonen bei beschleunigt ansteigendem Meeresspiegel. Deshalb werden hochaufgelöste Bildserien über Fernerkundung erstellt und ausgewertet. So können die morphologischen Veränderungen im Strand- und Dünenbereich quantitativ beschrieben werden. Unter Wasser wurden mit akustischen Methoden (RoxAnn) und einem Fächerlot bis zu sieben Meter hohe Sedimentwellen vermessen, die sich in den tiefen Gezeitenrinnen zwischen den Barriereinseln ausbilden. Sie sorgen für Sedimentverlagerungen zwischen Innen- und Außenküste. Nur wo die Innenküste von der Nordsee viel Sediment erhält, sind die Inselstrände in der Lage mit dem Anstieg des Meeresspiegels mit zu wachsen. Unsere geologischen Untersuchungen sollen Defizitbereiche in der Sedimentverteilung identifizieren, damit der Küstenschutz durch künstliche Sandzufuhr Gefahren für die Inselsubstanz abwenden kann. Von Bedeutung für die Sedimentumlagerungen an der Küste sind auch die von Stürmen verursachten Hochwasserstände. Numerische Modelle zu deren Schwankungen in den letzten vierzig Jahren liefern jetzt eine kritische räumliche Auflösung, die eine Übertragung auf ufernahe Sedimentbewegungen möglich macht.

Auch der Temperaturentwicklung kommt eine treibende Rolle bei langfristigen Veränderungen an der Nordseeküste zu. Die Dauermessungen auf der Helgoländer Reede wurde vor dem Hintergrund des globalen Wandels eingehend analysiert. Sie zeigen seit 1962 eine Erwärmung um 1,1 °C und parallel dazu stellt sich überraschenderweise die Frühjahrsblüte im Algenplankton zunehmend später ein. Die Datenanalysen in Kombination mit Experimenten zeigen, dass dies mit einer herbstlichen Erwärmung zusammen-

islands, exchanging sediment between the inner and outer coast. Beaches along the islands may only grow up the sea level rise where there is a sufficient supply of sediment. Our geological investigations aim to identify areas of sediment deficiency, which may be compensated with artificial sediment replenishments. Storm-related sea level variations along the North Sea coast over the last 40 years have now been simulated with numerical high-resolution modelling. These hindcasts will be used to identify relationships to sediment transport in the nearshore zone.

*Temperature also plays a significant role in the long-term development of coastal processes. The long term data set Helgoland Roads has been extensively analysed against the backdrop of Global Change. There has been an evident warming of 1.1 °C since 1962 and the spring phytoplankton bloom and high diatom abundances are occurring later in spring. We have shown by analyses of the data series, as well as in experiments, that this is related to a warming in the autumn and consequent extended grazing of zooplankton. We have also analyzed the shifts in species composition, revealing a change in phytoplankton succession to diatom species, e.g. *Guuardia delicatula*, that prefer warmer waters. These data are the first indication of a warming-related shift in phytoplankton succession, timing of the spring bloom and food web changes. The consequences of this are expected to be life cycle/ food resource mismatches through to regime shifts in the North Sea.*

Such shifts have also been seen in the salinity of the system, which has steadily risen by an average of 1 unit in 40 years. This is probably related to a change in movements of water masses in the North Sea. With

hängt. Die wiederum ermöglicht es dem Zooplankton länger vom Algenplankton zu fressen und dadurch dessen Entwicklung im folgenden Frühjahr zu verzögern.

Auch im Artenspektrum der Planktonalgen haben sich schon Veränderungen gezeigt. So ist z.B. die wärmeliebende Kieselalge *Guillardia delicatula* häufiger geworden. Überprüft wurde dieser Befund mit Untersuchungen zu Wachstum und Vermehrung unter vorgegebenen Temperaturbedingungen im Labor. Unsere Daten sind der erste Hinweis, wie die generelle Erwärmung zu Verschiebungen in der saisonalen Algenentwicklung und im Nahrungsnetz führen kann.

Neben der Temperatur ist auch der Salzgehalt im Wasserkörper um die Insel Helgoland leicht angestiegen. Mit Hilfe von Modellen konnte dies durch einen verstärkten Zustrom von Nordseewasser aus Westen erklärt werden. Episoden mit geringerem Salzgehalt resultierten aus einem Zustrom aus Nordost. Im Gegensatz zu früheren Annahmen ist also nicht direkt das Elbwasser für solche Episoden verantwortlich. Diese Erkenntnis ist ein wichtiger Meilenstein im Verständnis der Veränderungen des Wassersystems der Deutschen Bucht.

Die Lebensgemeinschaften im Küstenwasser ändern sich aber nicht nur durch Klimawandel und anthropogene Erhöhung der Nährstoffkonzentrationen, sondern auch direkt durch den globalen Austausch von Organismen durch immer mehr und immer schneller fahrende Schiffe sowie durch die weltweit zunehmende Aquakultur. Da die heimischen Austern durch Raubbau aus dem Wattenmeer verschwanden, wurden vor zwanzig Jahren Pazifische Austern (*Crassostrea gigas*) in Zucht genommen. Diese wilderten sich über ihre Planktonlarven aus und setzten sich im

the help of models, we have shown for the first time that salinity 'events' often originate from an influx of water from the North Sea west of Helgoland and that low salinity events are typically related to movement of water from the northeast towards Helgoland. Unlike previously assumed, low salinity events are not directly attributable to the outflow of the River Elbe. This information is an important milestone in understanding changes in the water systems of the German Bight.

*Changes in the biota are not only caused by climate change and anthropogenic nutrient supply. The direct exchange of organisms transported by increasing global ship traffic, as well as via expanding aquaculture in the sea, are becoming ever more important. Because native oysters have been driven to extinction by overexploiting the natural stocks in the Wadden Sea, culturing of Pacific oysters (*Crassostrea gigas*) commenced twenty years ago. These oysters have become 'wild' through dispersal of their larvae, which settled upon mussel beds. Quantitatively this remained rather unimportant until recently when three particularly warm summers in a row (2001 to 2003) initiated an unexpected invasion of oysters. Throughout the entire Wadden Sea, mussel beds became overgrown by the Pacific oysters (see Figure 1).*

What are the consequences of the shift from mussels to oysters for the ecosystem? Are the Pacific oysters an appropriate substitute for those oysters which once were native in the Wadden Sea? Our experiments show that the success of the Pacific oysters is due to a lack of predation. Crabs and sea stars always preferred mussels over oysters in choice experiments. Furthermore, coastal birds were unable

Gezeitenbereich auf den Bänken der Miesmuscheln fest. Zunächst quantitativ unbedeutend, nahm die Invasion der Austern aber durch drei besonders warme Sommer (2001 bis 2003) überraschend eine so rasante Entwicklung, dass überall im Wattenmeer Muschelbänke von Austern überwachsen wurden (siehe Abb. 1).

Was sind Auswirkungen dieses Wechsels von Miesmuscheln zu Austern für das Ökosystem und können die Pazifischen Austern als Ersatz für die heimischen Austern gelten? Unsere Experimente zeigten, dass der Erfolg der Pazifischen Austern insbesondere darauf beruht, dass sie in der Nordsee keine ernsthaften Fressfeinde haben. Krebse und Seesterne bevorzugen

to take these oysters as prey because of the strong shell. Although the oysters are important suspension-feeders, consuming abundant biomass of phytoplankton, they constitute a dead-end in the food web. Moreover, Pacific oysters are not an ecological equivalent for the native oysters. While Pacific oysters have invaded the intertidal zone and have taken the place of mussels in this niche, native oysters once dwelled alongside the tidal channel just below the zone of the mussels. The native species were associated with a rich and unique assemblage of algae and invertebrates. Pacific oysters, in contrast, provide a habitat for the associated species of mussel beds.



Abb. 1: Die charakteristischen Muschelbänke im Wattenmeer werden überwachsen von der eingeschleppten Pazifischen Auster (rechts).

Fig. 1: The characteristic mussel beds in the Wadden Sea taken over by an invasion of Pacific oysters (right).

Miesmuscheln. Auch von Vögeln werden die hart-schaligen Austern kaum gefressen. Die Austern filtrieren zwar sehr viel Plankton, stellen selbst aber eine Sackgasse im Nahrungsnetz dar. Pazifische und heimische Auster sind nicht äquivalent im Ökosystem. Während die Pazifische Auster im Gezeitenbereich siedelt und dort den Platz der Miesmuscheln übernimmt, lebte die heimische Auster in den tiefen Prieln unterhalb der Miesmuschelzone und war von einer reichhaltigen Lebensgemeinschaft begleitet. Die Pazifischen Austern haben dagegen weitgehend die mit Miesmuschelbänken assoziierten Algen und Wirbellosen übernommen.

Insgesamt weisen unsere Untersuchungen zu den langfristigen Entwicklungen an der Nordseeküste auf eine Beschleunigung der Veränderungen hin, von der Geo- und Hydrodynamik hin zum ökologischen System. Das hat Implikationen auf die gesetzten Qualitätsziele im Rahmen der Vereinbarungen zwischen den Wattenmeeranrainern und der Richtlinien der EU für den Zustand der europäischen Gewässer.

On the whole, our investigations on the long-term developments at the North Sea coast indicate an acceleration of change, from geo- and hydrodynamics to a turnover in the ecosystem. This has implications for the quality targets agreed upon by the three Wadden Sea states and on the standards of the EU Water Framework Directive for coastal water bodies.

CO₂: Coastal Diversity: Key Species and Food Webs

CO₂: Küstendiversität: Schlüsselarten und Nahrungsnetze

Unser Forschungsziel ist das holistische wissenschaftliche Verständnis der Schelfmeere, insbesondere bezogen auf die ökologische Vielfalt der Nordsee sowohl in ihren unterschiedlichen Habitaten als auch im Hinblick auf die Gefährdungen eines solchen Ökosystems. Innerhalb des MARCOPOLI Programms ist es uns gelungen, verschiedene Disziplinen erfolgreich und eng zu vernetzen, neue Technologien einzuführen und Konzepte zu entwickeln, die dazu beitragen werden, grundlegende ökologische Fragen zu beantworten. Unsere Forschungen befassen sich besonders intensiv mit der Funktion der Ökosysteme und deren Schlüsselorganismen, d.h. mit solchen Arten, die als Dreh- und Angelpunkte des Systems aufzufassen sind.

Eine der Fragen ist, inwieweit Schlüsselorganismen, die bisher aufgrund morphologischer Kriterien als ein und dieselbe Art galten, tatsächlich funktionell identisch sind und ob sie in verschiedenen Populationen unterschiedliche Nischen besetzen. Wir sammeln Informationen, die sich auf das bisher sehr wenig verstandene „Plankton-Paradoxon“ beziehen, warum es so viele verschiedene sympatrische „Arten“ in derselben ökologischen Nische gibt. Zum Beispiel wurde die zentrische Diatomee *Thalassiosira rotula* – eine Art, die eine Schlüsselfunktion in der Nahrungskette spielt – in der gesamten Nordsee zu verschiedenen Jahreszeiten isoliert. Ihre Taxonomie, Genetik, Physiologie und Ökologie wurde eingehend untersucht. Das Ergebnis ist, dass diese „eine“ Art so verschiedene Anpassungen an unterschiedlichste Wasserkör-

A holistic scientific appraisal of coastal seas is necessary to understand the functioning of diverse habitats and the encumbering pressures upon the ecosystem. Within the MARCOPOLI programme, we have successfully managed to network diverse disciplines, introducing innovative technology to provide concepts to answer fundamental ecological questions with particular emphasis on the ecological diversity of the North Sea. The research is designed with particular emphasis on key species, i.e. those that are considered to have a pivotal role in ecosystem function.

*One of the questions was whether key species - often taken for granted as unitary, based upon morphological criteria from various populations - are really functionally identical or whether they occupy different niches. This extends to include the information required to deal with the poorly explained “Paradox of the Plankton” – why are there so many different co-occurring ‘species’ within the same apparent ecological niche? For example, the centric diatom *Thalassiosira rotula*, which plays a pivotal role in the food chain, was isolated all over the North Sea and at different times of the year. The taxonomy, genetics, physiology and ecology of this species have been examined in detail. The outcome is that this ‘one’ species is so diverse in its adaptations to different water conditions that one has to rethink its definition. In response to temperature alone, we found both warm-water and cold-water adapted strains of *T. rotula*. We also discovered that the toxic aldehydes produced as a predator defence vary conside-*

per und -temperaturen zeigt, dass die Art nun völlig neu definiert werden muss. Es gibt dabei wärme- und kälteadaptierte *T. rotula*. Wir haben auch entdeckt, dass die toxische Aldehyd, die von der Diatomee zur Fraßabwehr produziert werden, ganz entscheidend vom Nährstoffstatus der Alge abhängig sind. Dieses beeinflusst unser Verständnis der Räuberabwehr erheblich. Wir konnten weiterhin zeigen, dass mögliche Strategien zur Fraßvermeidung weder mit der chemischen Abwehr, wie durch Aldehyd, noch mit der Größe des Beuteorganismus zu tun haben können. Als Beispiel für den Größenzusammenhang soll hier der heterotrophe Dinoflagellat *Gyrodinium spirale* dienen, der sowohl *T. rotula* als auch eine *Paralia sulcata*-Kette inkorporiert hat, die viel größer als sie selbst ist (Abb. 2).

Wenn man sich mit Schlüsselarten befasst, ist es notwendig, ihre Rolle im Ökosystem im Auge zu behalten – wie zum Beispiel Beziehungen zu anderen Mikroorganismen. In Analogie zu größeren Organismen ist es interessant, dass Mikroalgen einschließlich *T. rotula* „Mikro-Siedlungsplattformen oder Mikro-Habitats“ für ihre eigenen Bakterien-Populationen sind. Spezifische Mikroalgen beherbergen dabei auch verschiedene Bakterien (ein Beispiel für versteckte bzw. bisher unerkannte Diversität), möglicherweise auch als Symbionten. Solche Beziehungen könnten sich als begrenzende Faktoren für die Nährstoffaufnahme der Mikroalge erweisen.

Parasitismus wird gewöhnlich in Ökosystemstudien einfach ignoriert, ist aber nicht zu vernachlässigen. Wir fanden, dass dreimal mehr Parasiten- als Wirtsarten im Wattenmeer vorkommen können, allerdings mit variablen Befallsraten. Weiterhin adoptieren in der Nordsee natürlich vorkommende Parasiten

rably depending on the nutrient status of the alga. This has significant consequences with regard to our thinking on chemically mediated predator defence mechanisms. We also showed some other potential predator defence strategies, e.g. adaptations for larger cell size, may not always be effective as a defence. For example, the heterotrophic dinoflagellate Gyrodinium spirale successfully ingests T. rotula and Paralia sulcata chains (see Figure 2) much larger than itself.

While studying key species, it is imperative to look at their context within the ecosystem, such as their relationship with other microorganisms. Interestingly, analogous to larger organisms, we found that microalgae (including T. rotula) are ‘micro-platforms’ or micro-habitats for their own populations of bacteria. Specific microalgae harbour different bacteria (an example of thus far hidden diversity), potentially in symbiotic relationships. Such relationships might prove to be the limiting factor in microalgal uptake of nutrients.

Parasitism is often ignored in ecosystem studies but it may nevertheless be important. In our studies, we found a three-fold higher number of parasites than host species in the Watt, albeit with variable infestation rates. Native parasites even adopt non-native bivalves introduced into the North Sea. Such relationships span many trophic levels and this can be studied using modelling techniques newly applied to shallow coastal seas. Ecosystem network analysis (ENA) has already shown how differences in food-chain length or biomass production in a system can be compared at different trophic levels. In the Wadden Sea, this method has shown that habitats for mussel banks and sea-grass beds show a high degree

sogar eingeschleppte Muschelarten. Solche Beziehungen überspannen mehrere Nahrungsebenen. Dieses Phänomen kann unter Einsatz neuer Modellier-Verfahren untersucht werden, die für unsere flachen Küstengewässer geeignet sind. Mithilfe der Netzwerk-analyse (network analysis, ENA) konnten zum Beispiel die Länge der Nahrungsketten oder die Biomasse-Produktion über unterschiedliche Trophiestufen hinweg verglichen werden. In verschiedenen Habitaten des Wattenmeeres hat diese Methode gezeigt, dass der Organisationsgrad (ascendancy) von Muschelbänken und Seegrasbetten hoch ist, während Sandbänke und andere stark hydrographisch exponierte Gebiete niedriger eingestuft wurden. Dabei sind auch Querbeziehungen zu den Interaktionen und Anpassungen der Schlüsselarten dieser Habitate zu erwarten.

Sehr diverse Habitatanpassungen sind essenziell für das Überleben von Organismen. Wir haben gezeigt, dass die Überlebensfähigkeit und der physiologische Zustand von Zooplankton durch die Nahrungswahl bestimmt werden. Wenn der Kohlenstoff-Gehalt (als Maß für die Nahrungsqualität) der Nahrung des Zooplanktons unter ein bestimmtes Minimum fällt, fressen die Tiere nicht mehr. Daraus lässt sich ableiten, dass der Erfolg der Art oder des von dieser Art abhängigen Teils des Nahrungsnetzes nicht nur durch den Aufenthaltsort der Organismen bestimmt wird, sondern auch davon, mit welchen anderen Arten sie assoziiert sind, sowie durch die Menge und Qualität des Sestons in ihrem Habitat. Ebenso konnten wir zeigen, dass die Verdauungsenzyme von Krebsen von Art zu Art stark variieren und von der Ernährungsweise abhängen. Solche Anpassungen sind häufig die Folge von drastischen Änderungen der

of organisation (ascendancy), whereas sand banks and other areas with high hydrodynamic exposure are not so highly organised. This will in some part be related to the interactions and adaptations of the key species in these habitats.

Adaptations of organisms to their habitats are crucial to their survival and are very diverse. We have shown that the survival and fitness of zooplankton are determined by what they eat. If the total carbon levels (food quality) of the food for zooplankton drop below a certain minimum level they will not feed. Thus, it is not just where they dwell in the water column, but the cohort species and abundance and quality of seston in their habitat that determines their success and the success of the dependent stage of the food web. Similarly, we have shown that in crustaceans the enzymes required for digestion of food varies from species to species and depends on their eating habits. These adaptations are often analogous to the changes in 'lifestyle' that these crustaceans must undergo in their life history; they often start off as plankton in the water column and end as adults in the benthos. How well these organisms are adapted to these extremely different 'lifestyles' and habitats determines their success and in turn that of their predators. Often this difference is comparable to an adaptation to living in an extreme habitat, such as in polar waters. Thus, geographical comparisons are the subject of our comparability studies on key species ranging from macroalgae to crustaceans. Key organisms are integrated into an ecosystem concept based upon knowledge of the habitats, the organisms in these habitats and their adaptations to their habitats. Via this information we are beginning to understand new and pivotal links of the food chain that are vital to successful ecosystem function.

Lebensweise dieser Krebse während ihrer Entwicklung. So beginnen sie ihr Leben oft als Larven in der Wassersäule (Meroplankton) und gehen später als Adulte zum Bodenleben im Benthos über. Der Grad der Anpassung solcher Tiere an die extrem unterschiedlichen Habitate und Lebensweisen bestimmt ihren eigenen ökologischen Erfolg ebenso wie den der auf sie angewiesenen Räuber. Häufig entsprechen solche Übergänge dem Leben in Extremsituationen beziehungsweise extremen Habitaten – wie etwa in den Polargebieten. Daher sind geographische Vergleiche an Schlüsselarten von Makroalgen bis zu Krebsen Teil unserer Untersuchungen. Schlüsselorganismen werden in ein Ökosystem-Konzept integriert, das auf neuen Kenntnissen der Habitate, der Arten in diesen Habitaten und ihrer Anpassungsfähigkeit beruht. Dank dieses Vorgehens erhalten wir zunehmend Hinweise auf entscheidende Beziehungen innerhalb der Nahrungsketten, die für die Funktion des Ökosystems von vitaler Bedeutung sind.

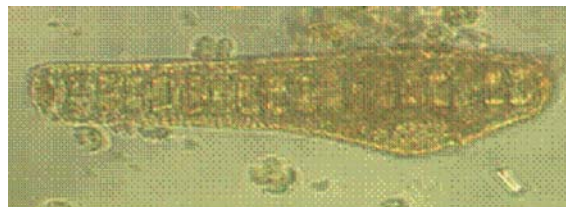


Abb. 2: Mikroskopenaufnahme der gedehnten Zelle eines heterotrophen Dinoflagellaten nach Ingestion einer 16 Zellen langen Kette der Diatomee *Paralia sulcatia*.

*Fig. 2: An optical micrograph of a heterotrophic dinoflagellate showing its distended shape after ingesting a 16 cells long chain of the diatom *Paralia sulcatia*.*

CO3: Chemical Interactions: Ecological Function and Effects

CO3: Chemische Interaktionen: Ökologische Funktionen und Effekte

Marine Organismen produzieren eine große Bandbreite von Naturstoffen, die biologisch hochwirksam gegenüber anderen Arten sind oder als chemische Botenstoffe innerhalb der Population einer bestimmten Art dienen. Diese bioaktiven Metabolite (Stoffwechselprodukte) können eine ausschlaggebende Rolle bei der chemischen Verteidigung, dem Nahrungserwerb, der sexuellen Reproduktion, im Lebenszyklus und beim Migrationsverhalten sowie anderen noch nicht beschriebenen Prozessen spielen. Die klassische Naturstoff-Forschung bei marinen Organismen fand in erster Linie bei benthischen Invertebraten aus den Tropen und Subtropen statt und konzentrierte sich häufig auf die Entschlüsselung der Zusammensetzung von neuen Metaboliten als mögliche Arzneimittel. In letzter Zeit zielten bioaktives Screening zur Entdeckung von medizinisch wirksamen Substanzen und andere biotechnologische Verfahren ebenfalls auf marine Bakterien, Cyanobakterien, Pilze und eukaryotische Mikro- und Makroalgen. Es wird erwartet, dass dies mit der Anwendung von genomischen und proteomischen Technologien noch zunimmt. Dagegen ist die ökologische Chemie - die Beziehung von Struktur und Funktion von marinen bioaktiven Substanzen in einem ökologischen Zusammenhang - vor allem in gemäßigten und polaren Ökosystemen der Küsten nur wenig beschrieben. Unser Forschungsansatz geht über die rein statische Beschreibung von marinen Naturstoffen hinaus hin zu einer dynamischen Perspektive ihrer Funktionen in Nahrungsketten und Ökosystemen der Küsten.

Marine organisms produce a vast array of natural substances with high biological activity against other species or which act as chemical messengers within a population of a given species. These bioactive metabolites may play a crucial role in chemical defence, predation, sexual reproduction, life history transitions and migratory behaviour. Classic research on the natural products chemistry of marine organisms (primarily benthic invertebrates from tropical and sub-tropical environments) has often focused on structural elucidation of novel metabolites as potential pharmaceuticals. More recently, bioactive screening for drug discovery and other biotechnological applications has also targeted marine bacteria, cyanobacteria, fungi and eukaryotic microalgae and macroalgae and this is expected to accelerate with the implementation of genomic and proteomic technologies. Nevertheless, the chemical ecology – the relationship between the structure and function of marine bioactive substances in an ecological context – remains poorly described, especially in temperate and polar coastal ecosystems. Our research approach is to move beyond the static description of marine natural products to a dynamic perspective of their function in food webs and coastal ecosystems. This knowledge is combined with ecological chemistry and ecotoxicological process studies linked to the effects of anthropogenic organic pollutants on marine food webs and ecosystem health from the molecular and cellular level to individuals within diverse populations. We maintain a focus on marine toxins

Diese Kenntnisse werden kombiniert mit ökologisch-chemischen und ökotoxikologischen Prozess-Studien zu den Auswirkungen anthropogener organischer Schadstoffe auf marine Nahrungsketten und der Gesundheit des Ökosystems; von der molekularen und zellularen Ebene bis hin zu den Individuen innerhalb unterschiedlicher Populationen. Marine Toxine verschiedener Organismen bleiben Schlüsselemente unserer Untersuchungen. Die Verbindung von Naturstoff-Forschung und der Forschung an anthropogenen organischen Substanzen in einem ökologischen Zusammenhang hat zu einem einmaligen Programm zum Verständnis der Dynamik in unserem Küsten-Ökosystem geführt.

Bakterien von unterschiedlichen marinen Standorten erwiesen sich als reiche Quelle neuer mariner biologischer Wirkstoffe. Actinomyceten aus Mangroven haben ein breites Spektrum an Naturstoffen ergeben. Interessante und vielfältige Wirkungen wurden besonders bei Trioxacarcin-Verbindungen festgestellt, von denen alle eine hohe antibakterielle und einige sogar hohe cytotoxische sowie antiplasmodiale Aktivitäten zeigten. Das Screening einer größeren Kollektion von arktischen Meereisbakterien auf Naturstoffen deckte ein Flavobakterium auf, welches 21 unterschiedliche Mono- und Dinitrophenole produziert, wobei einige dieser Nitroverbindungen vermutlich als Eisenchelatoren dienen - eine wichtige Funktion bei der Dynamik des mikrobiellen Nahrungsnetzes.

Eukaryotische Protisten mit den Arten des marinen Phytoplanktons und den benthischen Mikroalgen haben das Potential zur Biosynthese potenter mariner Phycotoxine mit hoher biologischer Aktivität als Enzyminhibitoren oder Ionenkanal-Hemmstoffe. Einen Schwerpunkt unserer Untersuchungen bildete

from various source organisms as key elements of our studies. The combination of natural products and anthropogenic organic components research in an ecological content has created a unique programme for understanding the dynamics of our coastal ecosystems.

Bacterial isolates from diverse marine habitats have proven to be a rich source of novel marine bioactive compounds. Actinomycetes from mangrove areas have yielded a broad spectrum of natural products. The trioxacarcins, in particular, exhibited manifold reactions in bioassays, including high antibacterial, anti-tumour and anti-malarial activity. Screening of Arctic sea-ice bacteria revealed a bacterium affiliated to Flavobacterium that produced 21 different mono- and di-nitrophenol compounds, some of which may be effective as iron chelators – an important function in microbial loop dynamics.

Eukaryotic protists, including species of marine phytoplankton and benthic microalgae, are capable of biosynthesis of potent marine phycotoxins with high bioactivity as enzyme inhibitors or ion-channel effectors. We have characterized the genetic structure and intra-population variation in Alexandrium tamarense, a dinoflagellate species that produce neurotoxins associated with paralytic shellfish poisoning (PSP). Clonal isolates (>200) collected from the Scottish east coast were subjected to phenotypic analysis of morphological characteristic and toxin composition, and complementary genotypic analysis with molecular markers. The work has revealed a surprisingly high intra-population variation in PSP toxin content and profiles, as well as allelochemical potency to potential protistan grazers and competitors. Genetic markers, such as microsatellites and

die Charakterisierung der genetischen Struktur und der Variabilität innerhalb einer Population von *Alexandrium tamarense*. Diese Dinoflagellatenart produziert Neurotoxine, welche die paralytische Muschelvergiftung (PSP) hervorrufen. Anhand von klonalen Isolaten von der Schottischen Ostküste wurden phänotypische Analysen sowohl der morphologischen Merkmale als auch der Toxin-Zusammensetzung durchgeführt. Ergänzend fanden genotypische Analysen mit molekularen Markern statt. In diesen Arbeiten zeigte sich eine überraschend hohe Variabilität innerhalb der Population, sowohl in Bezug auf PSP Toxingehalte und Toxin-Zusammensetzung als auch in Bezug auf allelochemische Effekte auf potentielle Fraßfeinde und Konkurrenten. Der Einsatz genetischer Marker, wie Mikrosatelliten und AFLP (amplified fragment length polymorphism) zeigte eine vergleichbar hohe genetische Variabilität innerhalb der Isolate aus einer diskreten Population von *A. tamarense*. Trotz dieser übereinstimmend hohen Variabilität konnte keine klare Korrelation zwischen den Expressionsmustern der bekannten Toxine, der allelochemischen Aktivität und den von uns etablierten genetischen Markern festgestellt werden.

Cnidaria, zu denen unter anderem die Quallen gehören, bewohnen die Ozeane seit ca. 670 Millionen Jahren. Sie bilden eine Hauptfraktion des Zooplanktons in den Küstengewässern der Nordsee. Unter den Quallen gibt es besonders gefährliche Spezies, welche bei versehentlichem Kontakt dem Menschen schmerzhaft Hautverletzungen, Muskelkrämpfe und Herz-Fehlfunktionen zufügen können. Quallen ernähren sich von Fischeiern, Larven und kleinen Fischen. Sie verursachen starke Verluste der Fischpopulationen. Einige Arten werden auch von

amplified fragment length polymorphism (AFLP), have demonstrated similarly high genetic variation among isolates from discrete populations of A. tamarense. In spite of the consistent high variation, there is no obvious correlation between the patterns of expression of known toxins, allelochemical activity and the genetic markers we have established.

The Cnidaria (or jellyfish and their allies) have inhabited the oceans for ca. 670 million years and represent a major zooplanktonic fraction in North Sea coastal waters. There are dangerous stingers among the jellyfish, which can cause painful dermal injuries, muscle cramps and cardiac dysfunction after contact by humans. Jellyfish prey on fish eggs, larvae and small fish thereby causing a severe impact on fish populations. Some species are also inhabited by bacterial endobionts. Basic biochemistry of the cnidarian toxins and the role of bacterial endobionts are generally unknown. Cnidaria were collected from waters of the German Bight (Helgoland), the Hebrides and the Orkney Islands (cruises HE 209 in 2003; HE 230 in 2004). Tentacles from Scyphozoa, Hydrozoa and Anthozoa were used for the isolation of venom containing capsules and the investigation of endobiotic bacteria. Although the ecological functions are not yet clear, phylogenetic identification of endobiotic microorganisms, chemical analysis of the toxins and interpretation of cellular effects are well advanced.

A systematic investigation of the most abundant sponges of the North Sea (Orkney and Shetland Islands), the Arctic (Spitsbergen) and the Caribbean Sea has revealed a broad spectrum of biological activities. The antibacterial, cytotoxic and enzyme-inhibitory effects of North Sea and Arctic sponges were

bakteriellen Endobionten bewohnt. Hier fehlen bislang die biochemischen Basisinformationen sowohl über die Nessel tiergifte als auch über die Rolle der bakteriellen Endobionten. Cnidaria wurden in den Gewässern der Deutschen Bucht (Helgoland), den Hebriden und den Orkney Inseln gesammelt (Forschungsfahrten HE 209, 2003 und HE 230, 2004). Tentakeln von *Scyphozoa*, *Hydrozoa* und *Anthozoa* dienen der Isolierung der Nesselkapseln und der Untersuchung endobiontischer Bakterien. Obwohl die ökologischen Funktionen noch unklar sind, ist die phylogenetische Identifizierung der endosymbiontischen Mikroorganismen, die chemische Strukturanalyse der Toxine und die Klärung der zellulären Effekte auf gutem Wege.

Eine systematische Untersuchung der am häufigsten vorkommenden Schwämme der Nordsee (Orkney- und Shetland-Inseln), der Arktis (Spitzbergen) und der Karibik ließ ein breites Spektrum biologischer Aktivitäten erkennen, wobei die antibakteriellen, zelltoxischen und enzymhemmenden Wirkungen vergleichbar mit denen von Schwämmen wärmerer Gebiete sind. Ökologische Untersuchungen bewiesen, dass Extrakte des arktischen Schwamms *Haliclona viscosa* fraßhemmende und antimikrobielle Aktivitäten beinhalten. Die hierfür verantwortlichen Verbindungen, 3-Alkylpyridinium-Alkaloide, konnten isoliert und mittels Massenspektrometrie als neue Naturstoffe identifiziert werden. Aus dem karibischen Schwamm *Stylissa caribica* konnten insgesamt elf neue Naturstoffe isoliert und mittels spektroskopischer Methoden in ihrer Struktur aufgeklärt werden. Von besonderem Interesse sind die Stylissadine, komplexe Pyrrolimidazol-Alkaloide, deren Stereochemie über NMR-Spektroskopie ermittelt wurde. Die für

*comparable to those of specimens of warmer habitats. Chemical ecological studies showed a feeding deterrent and antimicrobial activity of the Arctic sponge *Haliclona viscosa*. The responsible compounds, 3-alkylpyridinium alkaloids, were isolated and identified as new natural products via mass spectrometry. By comparison, stereochemistry of 11 new natural products from the Caribbean sponge *Stylissa caribica*, including the stylissadines, complex pyrrole-imidazole alkaloids, were established by NMR- spectroscopy. Of special interest is that the feeding-deterrent effect of this class of compounds was associated with their activity as blockers of cellular calcium-ion channels.*

Bromophenols are natural products that are also produced industrially as flame retardants. These compounds are found in many marine organisms, including fish, crustaceans, polychaete worms and even mammals. Bromophenols are considered to cause the 'seafood taste' in fish, although the highest natural concentrations are found in macroalgae. As suspected 'endocrine disruptors', bromophenols may disturb hormonal regulation in mammals. We have also investigated feeding deterrent properties of pyrrole alkaloids from marine sponges. Both brominated pyrrole alkaloids and phenols alter intracellular calcium signals of neuroendocrine cells (hormone-producing type PC12). Pyrrole alkaloids reduce calcium ion inward currents through voltage-operated membrane channels, whereas brominated phenols release additional calcium ions from intracellular calcium stores. We have shown the potential of these substances to act as potent chemical signals in isolated cells and chemosensory organs of sea slugs and shrimps.

diese Verbindungsklasse bereits bekannte fraßhemmende Wirkung auf Fische konnte mit ihrer Wirkung als Calciumkanalblocker korreliert werden.

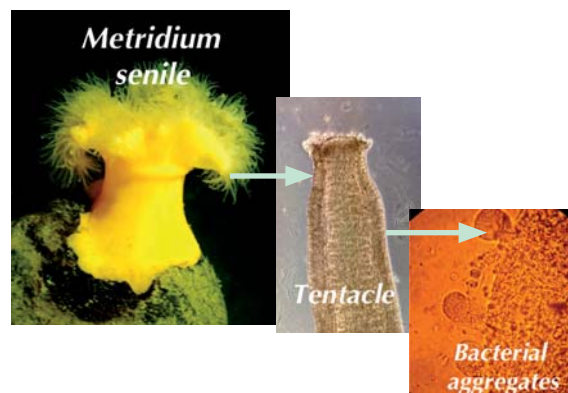
Einige Bromphenole sind Naturstoffe, werden aber auch industriell als Flammschutzstoffe hergestellt. Sie kommen in vielen Meeresorganismen wie Fischen, Krebsen, Polychaeten und auch Säugetieren vor. Diese Substanzen scheinen für den „Meeresgeschmack“ von Fischen verantwortlich zu sein und kommen zudem in höchsten Konzentrationen in Makroalgen vor. Einige Bromphenole stehen im Verdacht „endocrine disrupters“ zu sein und den Hormonhaushalt zu stören. Wir haben zudem fraßhemmende bromierte Pyrrolalkaloide aus Schwämmen untersucht. Sowohl bromierte Phenole als auch Pyrrolalkaloide verändern intrazelluläre Calciumsignale neuroendokriner Zellen (PC12). Pyrrolalkaloide reduzieren einwärts gerichtete Calcium-Ionen-Ströme durch spannungsabhängige Membrankanäle, während bromierte Phenole zusätzlich Calcium-Ionen aus intrazellulären Speichern freisetzen. Wir konnten das Potential dieser Substanzen als chemische Signalstoffe an isolierten Zellen und chemosensorischen Organen von Schnecken und Garnelen zeigen.

Die Entwicklung biodiagnostischer Verfahren ist Kernthema für die Überwachung und Risikoabschätzung von gesundheitlichen Auswirkungen der globalen Umweltverschmutzung für Meeresorganismen. Hauptziel der vergangenen zwei Jahre war die Identifikation krankhafter Veränderungen in zentralen Stoffwechsel- und Entgiftungsorganen an Plattfischen und Muscheln als Indikatororganismen (EU Initiative BEQUALM). Auf der Basis von Krankheitsmerkmalen und den damit einhergehenden genetischen und biochemischen und zellphysiologischen Antworten

The development of diagnostic techniques based upon genetic and cellular properties, as well as biochemical and pathological markers, is a key issue for monitoring and risk assessment of global marine pollution. Our major goals of the past two years have been the identification of health effects of pollution in central metabolic organs of marine vertebrates and invertebrates using flatfish and mussels as indicator organisms (EU BEQUALM initiative). By interlinkage of pathological events during toxic injury and carcinogenesis with genetic and metabolic changes during detoxification and biotransformation processes and transport of chemical pollutants, a suite of biomarkers for integrated assessment of animal health has been implemented. We have extensively validated the so-called 'core' biomarkers in different climate zones, in addition to developing novel stress tests. Crucially, because the data products are ranked interpretation will be simple for environmental managers implementing the new EU Water Framework Directive.

Abb. 3: Die Seeanemone *Metridium senile* ist in den Küstengewässern der Nordsee häufig aufzutreffen. Daneben eine vergrößerte Ansicht einer intakten Tentakel sowie eine lichtmikroskopische Aufnahme endosymbionthischer Bakterien innerhalb der Tentakel.

Fig. 3: The sea anemone *Metridium senile*, commonly found in coastal North Sea waters accompanied by a magnified view of an intact tentacle and a light micrograph of endosymbiotic bacteria within the tentacle



konnte eine Testbatterie von Biomarkern zur integrativen Beurteilung des Gesundheitszustandes von Meeresorganismen entwickelt werden. Die ausführlichen Studien im Rahmen des EU Projektes BEEP erlaubte die Validierung von „Core“ Biomarkern in verschiedenen Klimabereichen und die Entwicklung neuer Stressindikatoren. Künftig kann dadurch das Ausmaß der Stressantworten eingestuft und anhand von „Caging“ Experimenten kostengünstig im Rahmen von Biomonitoring Programmen gemäß der neuen EU Wasser Rahmen Richtlinien durchgeführt werden.

CO4: Beobachtungen und Informationen für das Küstenzonenmanagement

Informationen über den Status und die zeitliche Entwicklung der Küste sowie Kenntnisse über deren anthropogene und natürliche Ursachen sind das Rückgrat eines integrierten Küstenmanagements. Ziel des Arbeitspakets CO₄ ist es, wissenschaftliche Informationen und geeignete Entscheidungshilfen für das Küstenmanagement bereitzustellen. Anhand unserer

CO4: Observation and Information for Coastal Management

Information on the status and trends in the coastal environment, including knowledge of the natural and anthropogenic causes of change, are the backbone of integrated coastal zone management (ICZM). The aim of our research programme is to provide integrated tools and scientific information for formulating options for management and utilization of the coast in a safe and sustainable manner. The major challenge and strategic objective is to improve monitoring for complex coastal environments by harnessing the synergy of very different but complementary data sets and approaches, such as time series from fixed stations, remote and in situ sensing, laboratory experimentation and model simulations. In some cases this requires developing appropriate new observation techniques. Here we highlight two aspects dealing with the development and application of

Forschungsarbeiten können Optionen entwickelt werden, wie die Nutzung der Küsten sicher und nachhaltig gestaltet werden kann. Die kostengünstige Integration verschiedenster, komplementärer Daten beispielsweise aus der Fernerkundung, von permanenten Überwachungsstationen, aus Laborexperimenten und Modellen ist zur Zeit eine der großen Herausforderungen bei der Überwachung komplexer Küstensysteme. Die Entwicklung neuer Beobachtungstechniken und die Beurteilung des Umweltstatus sind in diesem Zusammenhang zwei besonders hervorzuhebende Aspekte des Arbeitspakets CO₄.

Toxische Algenblüten sind Teil des Phytoplanktons, dessen Toxine sich in Fischen und Muscheln anreichern können. Dadurch gefährden sie Fischerei, Aquakultur und letzten Endes die menschliche Gesundheit. Weiterhin können toxische Algenblüten lokal verheerende Auswirkung auf die Meeresumwelt haben und dadurch die wirtschaftliche Nutzung oder den Freizeitwert einer Küstenregion beeinträchtigen. Aus diesen Gründen ist es notwendig, umfassende Strategien zur Überwachung und Vorhersage solcher toxischen Blüten einzuführen. Der Nachweis und die Quantifizierung toxischer Algen basierten bis vor kurzem auf mikroskopischen Untersuchungen. Sie konnten nur von Spezialisten mit guten taxonomischen Kenntnissen durchgeführt werden. Unterstützt vom EU-Projekt ALGADEC haben wir einen DNS- Biosensor für den vollautomatischen Nachweis toxischer Algen entwickelt. Mit Hilfe molekularer Sonden können wir bis zu 14 verschiedene Algenarten parallel nachweisen. Für die in drei ausgewählten europäischen Küstenregionen am häufigsten vorkommenden toxischen Algen sind artspezifische Sonden entwickelt worden. Ein Prototyp des Multi-Probe-Chips

new plankton observation techniques and environmental assessment.

Harmful algal blooms (HABs) are components of the phytoplankton that are responsible for fish and shellfish toxicity, thereby causing damage to fisheries and aquaculture resources and indirectly to human health after consumption of toxic seafood. In addition, HABs can cause localized devastation to marine ecosystems affecting recreational and other uses of the coastal zone and via propagation of toxins through marine food chains. As a consequence, it is necessary to implement comprehensive strategies for monitoring and eventual prediction of these bloom events. The detection and quantification of toxic algae is traditionally based on microscopic investigations by specialized personnel and requires taxonomic know-how. With partial support of the EU-project ALGADEC, we are developing a fully automated DNA-biosensor system for the parallel detection of up to 14 species (to date) based on molecular probes. The development of species-specific probes for the most relevant toxic algae of three European regions has been completed. A prototype of a multiprobe-chip and the microfluidics-chamber, which are at the heart of the DNA-biosensor, are also now available. Parallel development of biooptical in situ sensing technology for HABs has been implemented for aquaculture sites in coastal embayments in eastern Canada and along the Mediterranean coast of Spain. We have a complete continuous time series of biooptical data related to seston distribution and plankton blooms (including periods where toxic species were present) over several months for these sites. The AWI has played a crucial role in the conception of the Science Plan for GEOHAB – the Glo-

und eine Mikrofluidic-Hybridisierungskammer – beide wesentliche Bestandteile des DNS-Biosensors – stehen ebenfalls zur Verfügung. Parallel entwickelte in situ bio-optische Sensoren für toxische Algenblüten wurden in Buchten mit Aquakulturen entlang der ostkanadischen Küste, im Mittelmeerraum und Spanien eingesetzt. Mittlerweile liegen für diese Gebiete kontinuierliche Zeitreihen bio-optischer Parameter vor, die in Zusammenhang mit Schwebstoffen und gelegentlich auftretenden toxischen Algenblüten über mehrere Monate erhoben wurden. Das Alfred-Wegener-Institut hat wesentlich zur Konzipierung des Wissenschaftsplanes für GEOHAB (Global Oceanography and Ecology of Harmful Algal Blooms) beigetragen und sich für vergleichende Feldstudien entlang der Nordseeküste von Schottland und Norwegen engagiert.

Das Zooplankton spielt in marinen Küstensystemen eine dominierende Rolle. Es kann durch Abweiden die Entwicklung von Phytoplanktonblüten kontrollieren und ist gleichzeitig eine wichtige Nahrungsgrundlage für Fische. Um die räumliche und zeitliche Dynamik des Zooplanktons besser zu überwachen, wurde ein neuer Planktonrecorder konzipiert. Das Gerät basiert auf einer eigens dafür entwickelten Lichtquelle (Patent angefragt), die eine genaue Quantifizierung des Zooplanktons mittels Video-Technik ermöglicht. Durch die extrem hohe Schärfe der Bilder ist eine bisher unerreichte taxonomische Auflösung möglich.

Durch Kombination dieser und weiterer Beobachtungstechniken wird es zukünftig möglich sein, das pelagische Ökosystem auf verschiedenen Ebenen umfassend zu analysieren – von Licht und Nährstoffen bis hin zu Phyto- und Zooplankton. Zusammen mit den

bal Oceanography and Ecology of Harmful Algal Blooms – and has developed technological linkages for comparative field studies on the North Sea coasts of Scotland and Norway.

Zooplankton have a critical function in coastal and shelf marine ecosystems by controlling phytoplankton abundance and thereby transferring biomass and energy to sustain higher trophic levels, such as fish populations. We have developed a new plankton recorder to detect zooplankton and to follow their dynamics at small temporal and spatial scales. A new light-frame design (patent applied for) enables quantification of zooplankton with video techniques. The high-resolution pictures allow unprecedented taxonomic resolution.

By combining these and further observation techniques, we intend to observe pelagic ecosystems on different levels, ranging from light and nutrients as forcing functions to phytoplankton and zooplankton dynamics. Integration of online data into models, in collaboration with our GKSS research partners, will ultimately allow for hindcasting, testing of alternative scenarios and ultimately short-term prediction of bloom development.

We have evaluated research and monitoring data to assess the current status of the Wadden Sea and trends in the framework of the Wadden Sea Quality Status Report. Major contributions include the assessment of the eutrophication status of seagrass and of the macrobenthos. In general, the Wadden Sea is developing in a positive way, however, there are important caveats. Introduced species have thus far not posed an overall threat to the Wadden Sea ecosystem. Nevertheless, vigilance is required with respect to newly introduced species, such as the Pacific oyster.

Küstenforschern der GKSS könnten durch die Integration von on-line-Daten in Modellen kurzfristige Vorhersagen zum Beispiel von Algenblüten gemacht werden. Im Rahmen des „Quality Status Report Wadden Sea“ (Qualitätszustandsbericht des Wattenmeeres) haben wir Forschungs- und Überwachungsdaten ausgewertet. Wichtige Beiträge umfassen die Einschätzung des Eutrophierungsstatus sowie den Zustand des Seegrases und des Makrobenthos. Im Allgemeinen entwickelt sich das Wattenmeer positiv. Allerdings werden neu in das Wattenmeer eingeschleppte Arten ein wichtiges Thema für die nahe Zukunft sein.



Abb. 4: Linkes Bild: Bio-optische Sensoren für Phytoplankton und Gelbstoffe wurden in verschiedenen Buchten mit Muschelkulturen entlang des nordatlantischen Ozeans (Ship Harbour, Nova Scotia) und des Mittelmeeres (Alfacs Bucht, Ebro Delta) eingesetzt.

Rechtes Bild: Im Wattenmeer dominieren meistens Kieselalgen das Phytoplankton. Toxische Dinoflagellaten kommen vor, aber mit niedrigen Zellzahlen (Bild: *Dinophysis acuminata*). Eine zuverlässige und schnelle Detektion niedriger Zellzahlen mittels in situ Zytometrie und molekularer Sensoren wird ein besseres Management unserer Küstenressourcen ermöglichen.

*Fig. 4: Biooptical sensors for plankton and CDOM (colored dissolved organic material) have been deployed in several coastal embayments in the North Atlantic (Ship Harbour, Nova Scotia) and the Mediterranean (Alfacs Bay, Ebro Delta) at shellfish aquaculture sites. In the Wadden Sea, diatoms typically dominate the phytoplankton but toxic dinoflagellates (Photo right: *Dinophysis acuminata*) also occur in these waters, albeit usually in low abundance. Rapid detection of low numbers of these cells by in situ cytometric methods and molecular probes will enable a better assessment of risk to coastal resources.*

3.3 POLAR

In diesem Teil des AWI-Forschungsprogramms werden Prozesse und Wechselwirkungen im polaren Bereich des Erdsystems anhand von Beobachtungen und Modellsimulationen auf verschiedenen Zeitskalen von Jahren bis zu Jahrmillionen interdisziplinär untersucht.

POL1: Prozesse und Wechselwirkungen im polaren Klimasystem

Physikalische Prozesse in polaren Regionen

Zum Verständnis von Klimaprozessen in Polarregionen ist es notwendig, Meer- und Schelfeis sowie deren Wechselwirkung mit ozeanischen und atmosphärischen Prozessen zu untersuchen. Unsere Forschung in diesem Bereich konzentrierte sich auf Beobachtungen der Dicke, Verteilung und Oberflächentopographie des Meereises (z.B. Kampagne SVALEX) in unterschiedlichen polaren Regionen und auf die Modellierung des Einflusses inhomogener Meereisbedeckung auf die atmosphärische Strömung. Ferner wurden die Drift und das Abschmelzen antarktischer Eisberge sowie ozeanischer Prozesse in der Schelfeisregion modelliert. Der spektakuläre Abbruch des Larsen-B Schelfeises in 2002 wurde mit Hilfe von Satellitenfernerkundung analysiert.

Bei Expeditionen in die Arktis, Antarktis (Projekt ISPOL, s. detaillierter Bericht) und zur Ostsee wurde die helikoptergetragene Elektromagnetik Sonde („HEM-Bird“) eingesetzt. So erfolgten Messungen der

3.3 POLAR

This part of the AWI research programme deals with processes and interactions in the polar region of the Earth System using interdisciplinary observations and model simulations on time scales ranging from years to millions of years.

POL1: Processes and Interactions in the Polar Climate System

Physical processes in polar regions

An understanding of climate processes in polar regions requires a detailed study of sea ice and shelf ice as well as their interaction with the oceanic and atmospheric processes. Research in this field concentrated on observations of the thickness, distribution, and surface topography of sea ice (campaign SVALEX) in different parts of the polar regions and on the modelling of the atmospheric flow influenced by inhomogeneous sea ice cover. Furthermore, the drift of Antarctic icebergs and their decay, as well as oceanic processes close to shelf ice regions have been modelled. The spectacular collapse of the Larsen-B ice shelf in 2002 was analysed in detail by means of satellite imagery.

Expeditions to the Arctic, Antarctic (project ISPOL, detailed description in this two-years report) and Baltic Sea were carried out using the helicopter borne electromagnetic sensor („HEM-Bird“) for sea ice thickness measurements, e.g. in 2004 between Spitsbergen and the North Pole. Previous observati-

Eisdicke zwischen Spitzbergen und dem Nordpol. Frühere Beobachtungen in derselben Region ergaben zwischen 1991 und 2001 eine Abnahme der Eisdicke. In 2004 wurde jedoch derselbe Wert (2 Meter) für die Eisdicke gemessen wie in 2001. Messungen nördlich von Ellesmere Island, einer Region mit der größten Eisdicke in der gesamten Arktis, ergaben dagegen zwischen 2004 und 2005 eine Zunahme der Eisdicke von 3,9 auf 4,2 Meter. Diese Ergebnisse belegen die Notwendigkeit zukünftiger kontinuierlicher Dickenmessungen in weiten Gebieten der Arktis.

Charakteristisch für Meereis auch in Gebieten mit hoher Packeisbedeckung ist das Auftreten teils offener, teils mit dünnem Eis bedeckter Rinnen. Das Modell METRAS wurde benutzt, um die atmosphärische Strömung im Bereich von Rinnen der Framstraße auf sehr kleiner Skala zu modellieren. Die Modellergebnisse belegen eine starke Variabilität der Strömung und der Energieflüsse im Rinnenbereich sowie die Notwendigkeit der Entwicklung einer für Klimamodelle geeigneten Parametrisierung des Rinneneffektes.

Das Wettervorhersagemodell LM des Deutschen Wetterdienstes (DWD) wurde zum ersten Mal unter antarktischen Bedingungen angewendet, und es wurde damit begonnen, Wolken- und Niederschlagsbildung in Dronning Maud Land zu untersuchen. Es zeigte sich, dass die Niederschlagsverteilung auf dem Plateau eine Folge des Zusammenwirkens von topographischem und synoptischem Antrieb ist.

ons in the same region revealed a decrease of ice thickness between 1991 and 2001. However, in 2004 the same value was observed as in 2001 (2 meters). Observations north of Ellesmere Island, a region with the largest sea ice thickness in the entire Arctic, revealed an increase of thickness from 2004 to 2005 from 3.9 to 4.2 meters. These results document the need of future continuous thickness observations over wide areas of the Arctic.

A typical sea ice feature, even in polar regions with large concentration of pack ice, is the existence of leads, which are free of ice or covered with very thin ice only. The METRAS model was used to simulate the atmospheric flow in the environment of leads in the Fram Strait on a small scale. The model results show a strong variability of the flow and of the energy fluxes over leads and the necessity to develop a parameterization of the lead effect suitable for climate models.

The LM weather forecast model of the German Weather Service was applied for the first time to Antarctic conditions and the investigation of cloud and precipitation formation in Dronning Maud Land was started. It was found that the precipitation distribution on the plateau is due to a combined effect of topographical and synoptic forcing.

Atmospheric circulation structures and scenarios of polar climate changes

A new sea-ice and snow albedo treatment has been investigated within the regional climate model HIRHAM, which results in a more realistic temperature simulation and changed regional circulation patterns. With a global coupled model it has been shown that such changes of the Arctic radiative sur-

Atmosphärische Zirkulationsstrukturen und Szenarien des polaren Klimawandels

Im regionalen Klimamodell HIRHAM wurde eine neue Behandlung der Albedo von Meereis und Schnee untersucht. Diese bewirkte eine realistischere Simulation der Temperatur sowie eine geänderte regionale Zirkulation. Mit einem globalen gekoppelten Modell wurde gezeigt, dass eine Änderung der Arktischen Oberflächenstrahlungsbilanz einen starken Einfluss auf das Klima der mittleren und hohen Breiten hat, weil sie die Stärke der Westströmung in den mittleren Breiten sowie die Bahnen der Stürme modifiziert.

Eine Serie von Sensitivitätsstudien erfolgte mit dem gekoppelten Regionalmodell, um die Modellbedingungen herauszufinden, welche wesentlich für eine realistische Simulation der arktischen Meereisbedeckung sind. Eine realistische Reproduktion des Rückzuges von Meereis während des Sommers wird wesentlich durch die Meereisdickenverteilung zu Beginn der Schmelzperiode bestimmt. Die simulierte Eisdickenverteilung hängt wiederum von verschiedenen Modellparametern ab, aber besonders von der Parametrisierung der Gefrierprozesse in den Rinnen zwischen den Eisschollen.

Ein neues Landoberflächen/boden Schema in HIRHAM verbesserte die Ergebnisse bezüglich der regionalen atmosphärischen und bodenbezogenen Variablen, aber auch die großskaligen Zirkulationsmuster über dem arktischen Ozean. Letzteres hat Auswirkungen auf globale Modellsimulationen. Die Wahl des neuen Landoberflächenschemas hat einen signifikanten Einfluss auf die Berechnung der zukünftigen arktischen Temperaturen, des Niederschlags und des Luftdrucks. Die zukünftige Änderung der bodennahen Lufttemperatur weicht bei Verwendung des neuen

face budget exert a strong influence on the mid and high-latitude climate by modulating the strength of the mid-latitude westerlies and the storm tracks.

A series of sensitivity experiments has been conducted with the coupled regional model in order to identify those model conditions that are essential for a realistic simulation of the Arctic sea-ice cover. A realistic reproduction of the sea-ice retreat during summer is substantially controlled by the ice thickness distribution at the beginning of the melting period. The simulated ice thickness distribution, in turn, depends on several model parameters, but particularly on the parameterization of freezing processes in the leads between the ice floes.

A new land-surface/soil scheme within HIRHAM improved the regional soil and atmospheric variables but also the large-scale circulation patterns over the Arctic Ocean with implications for global model simulations. The choice of the new land surface scheme has a significant influence on the future projection of the Arctic temperature, precipitation and mean sea level pressure. The projected surface air temperature changes differ by ~2 K, when the new scheme is applied, with a stronger warming of the Siberian coast compared to previous model estimates.

Trace constituents in the polar atmosphere

The research concentrated on the observation of stratospheric ozone loss in both hemispheres, on the observation of stratospheric water vapour and on aerosol measurements. It was found that the severe Arctic ozone loss during the past decade occurred as a result of the anthropogenic increase in stratospheric halogens, but also due to long-term climate change. The winter 2004/05 showed the most severe

Schemas um etwa 2 K ab, wobei eine im Vergleich zu früheren Ergebnissen stärkere Erwärmung der sibirischen Küste prognostiziert wird.

Spurenstoffe in der polaren Atmosphäre

Die Forschung konzentrierte sich auf die Beobachtung des stratosphärischen Ozonabbaus in beiden Hemisphären, des stratosphärischen Wasserdampfes und auf Aerosolmessungen. Es zeigte sich, dass der starke arktische Ozonabbau im letzten Jahrzehnt sowohl ein Ergebnis des anthropogen verursachten Anstiegs stratosphärischer Halogene, aber auch des Klimawandels ist. Der Winter 2004/05 zeigte den stärksten Ozonabbau in der Arktis während des letzten Jahrzehnts. Es konnte belegt werden, dass maximale Ozonabbauraten pro Sonnenscheinstunde für die arktische und antarktische Stratosphäre gleich sind. In der Antarktis wird der Ozonabbau in einem größeren Gebiet beobachtet, und die Perioden des Abbaus dauern länger als in der Arktis.

Der Stratosphärische Wasserdampf beeinflusst das arktische Klima sowie den Ozonabbau über die Polaren Stratosphärischen Wolken (PSC). Während einer internationalen Vergleichsstudie wurde eine moderne, verlässliche Ballonsonde ausgewählt, welche nun für Langzeitbeobachtungen an der Koldewey-Station eingesetzt wird.

Troposphärisches Aerosol in polaren Regionen hat verschiedene Effekte auf das Klima. Während der Kampagnen ASTAR 2004 und SVALEX 2005 wurden der Ursprung, die Transportwege und die vertikale Struktur der physikalischen und chemischen Eigenschaften des Aerosols mit Hilfe von boden- und fluggestützten Messungen untersucht. Die erste Messung dauerte von Mai bis Juni 2004, wobei zwei AWI Flug-

ozone loss in the Arctic during the last decade. It was shown that maximum ozone reduction rates per sunshine hour are the same for the Arctic and Antarctic stratospheres. In the Antarctic, ozone loss is observed over a larger region, and the reduction periods last longer than in the Arctic.

The stratospheric water vapour content influences the Arctic climate as well as ozone loss via Polar Stratospheric Cloud (PSC) formation. During an international intercomparison campaign, a modern, reliable balloon sonde was identified, which is used now for long term observations of water vapour at the Koldewey station.

Tropospheric aerosols in the polar region have several effects on climate. During the ASTAR 2004 and SVALEX 2005 campaigns the origin, transport pathways, and the vertical structure of the aerosol physical and chemical properties were studied with surface-based and airborne measurements. The first one lasted from May 10th to June 10th, 2004, employing the two AWI aircrafts, which carried unique payloads, addressing both aerosol and cloud measurements. Simultaneous ground-based measurements took place in Ny-Ålesund, Spitsbergen. The observations showed very clean aerosol summer conditions, reflecting an early shift from the spring to the summer season. The second campaign with the 'Polar 2' aircraft in April 2005 covered a period of high aerosol load and revealed the orographic dependence and temporal development of the Arctic Haze phenomenon in Spitsbergen.

zeuge mit einzigartiger Messinstrumentierung sowohl für Aerosol als auch für Wolkenpartikelmessungen benutzt wurden. Simultane bodengebundene Messungen fanden in Ny-Ålesund statt. Die Beobachtungen belegten eine typische Sommersituation mit wenig Aerosol; die zweite Kampagne mit Polar 2 im April 2005 überdeckte eine Periode mit hoher Aerosollast. Es zeigte sich dabei eine orographische und zeitliche Abhängigkeit des Arctic Haze Phänomens auf Spitzbergen.

Eisschilddynamik, Massenbilanz und lithosphärische Reaktion

Das neue flugzeuggetragene SAR Interferometric Radar Altimeter System (ASIRAS) wurde in Zusammenarbeit mit der ESA auf Polar 4 installiert und getestet. Verschiedene, vom AWI koordinierte Messgruppen internationaler Institutionen untersuchten die Schneemorphologie während ASIRAS Überflügen in Grönland, Spitzbergen, und der kanadischen Arktis. Die Validierungsaktivitäten ergaben erste Ergebnisse bezüglich der Eindringtiefe und der Streueigenschaften von Radarwellen im Frequenzbereich zukünftiger Radaraltimeter Satelliten wie CryoSat-2.

Um die Akkumulation auf den polaren Eisschilden zu bestimmen, wurden die einzelnen Schichten des Eises mit Hilfe des bis zum Untergrund dringenden Radars für die so genannte Trockenschneezone der Antarktis analysiert. Durch Kombination mit abbildendem Radar ergab dies die erste hochaufgelöste Akkumulationskarte der Umgebung der EPICA Bohrstation auf Kohlen. Im Programm VISA wurden vom Flugzeug aus Messungen der Eisdicke, des Erdmagnetfeldes und des Schwerfeldes in Dronning Maud Land fortgesetzt. Ferner erfolgte eine Kombination mit bodengebundenen Vergleichsmessungen.

Ice sheet dynamics, mass balance and lithospheric response

In cooperation with ESA the new Airborne SAR Interferometric Radar Altimeter System (ASIRAS) was installed and tested on Polar 4. Several AWI-coordinated field groups of international institutions investigated the snow morphology during ASIRAS overflights in Greenland, Spitsbergen and the Canadian Arctic. The validation activities yielded first results on penetration depth and scattering characteristics of the radar wave in the frequency range of future radar altimeter satellites like CryoSat-2.

In order to assess the accumulation on polar ice sheets, internal horizons from ground penetrating radar measurements were analysed for the dry snow zone in Antarctica. Combined with imaging radar this yielded the first high resolution map of accumulation in the surrounding of the EPICA drill site at Kohlen station. Within the VISA program, airborne ice thickness, earth magnetic and gravity measurements in Dronning Maud Land were continued. This program was combined with ground based reference measurements.

A 3-D time-dependent thermomechanical ice sheet/ ice shelf/ lithosphere model was integrated over the last 740,000 years using the temperature forcing from the Dome C record. A remarkable feature of the forcing records is the apparent regime change prior to 450,000 years (stage 11), with a less clear signature of glacial cycles with less warm interglacials. The model results indicate that this regime change did not only occur in the forcing, but also in the evolution of the Antarctic ice sheet: after stage 11 the Antarctic ice sheet shows a clear and more or less regular pattern of glacial cycles. But obviously, in the period before stage 11, the Antarctic ice sheet remained mostly in a glacial mode.

POL2: Southern Ocean Climate and Ecosystem

Ein 3-dimensionales, zeitabhängiges, thermomechanisches Eisschild-/Schelfeis-Lithosphärenmodell wurde über die letzten 740 000 Jahre integriert, wobei als Temperaturantrieb die Daten von Dome C benutzt wurden. Ein bemerkenswertes Charakteristikum dieser Antriebsdaten ist der offensichtliche Wechsel des Regimes vor 450 000 Jahren (stage 11) zu einer Episode mit weniger klar ausgeprägten Eiszeiten und weniger warmen Zwischeneiszeiten. Die Modellergebnisse zeigen, dass dieser Regimewechsel nicht nur in den Antriebsdaten auftritt, sondern auch in der Entwicklung des Antarktischen Eisschildes sichtbar ist: Nach stage 11 zeigt der Antarktische Eisschild ein klares und mehr oder weniger regelmäßiges Muster von Eis- und Zwischeneiszeiten. Aber vor stage 11 blieb der Antarktische Eisschild offensichtlich meist im glazialen Modus.

POL2: Klima- und Ökosystem im Südozean

Die Zusammenarbeit von Biologen und Paläoozeanographen hat das Verständnis von Prozessen, die den globalen Kohlenstoffkreislauf und die Konzentrationen des Treibhausgases CO₂ in der Atmosphäre regulieren, wesentlich verbessert. Aus der Verknüpfung von Ergebnissen aus Eisendüngungs-Experimenten und Untersuchungen der Verbreitung von kieseligem Mikroplankton in der Wassersäule und Sedimenten konnten Szenarien abgeleitet werden, die die biologische Produktion und den Export von Kohlenstoff in den tiefen Ozean unter glazialen und interglazialen Bedingungen beschreiben. Das Vorkommen

The cooperation between biologists and paleoceanographers in POL2 has furthered our understanding of processes controlling the global carbon cycle and concentration of the greenhouse gas CO₂ in the atmosphere. Glacial scenarios of biological productivity and organic carbon export have been derived from the results of iron fertilization experiments and the distribution patterns of siliceous microorganisms in plankton and sediments. The distribution pattern of the hitherto overlooked resting spores of the diatom Chaetoceros shows that the glacial productivity regime in the Atlantic sector of the Southern Ocean was dominated by fast-growing, weakly silicified diatoms and non-siliceous primary producers such as the flagellate Phaeocystis, which enhances organic carbon export. During a glacial winter, iron-rich dust deposited on the sea-ice cover, which was twice as extensive as today, is released during spring into shallow meltwater lenses. Efficient nutrient utilization by higher primary production results in high export of organic carbon, which is estimated to be ten-fold higher than today. The calculations are based on abundances of the mesopelagic radiolarian Cycladophora davisiana. The present day, interglacial productivity regime, is characterized by low iron supply and correspondingly low productivity. This productivity regime is dominated by slow-growing, strongly silicified diatoms that lead to enhanced accumulation of biogenic silica in the sediments but contributes less to the CO₂ drawdown in the ocean. Scientists from the Alfred Wegener Institute partici-

von bislang wenig beachteten Dauersporen der Diatomeengattung *Chaetoceros* zeigt, dass glaziale Produktionsregime im atlantischen Sektor des Südozeans durch schnell wachsende, dünn verkieselte Diatomeen und skelettlose Primärproduzenten, wie die zu den Flagellaten gehörende Gattung *Phaeocystis*, charakterisiert waren und damit Kohlenstoff effektiv aus der Deckschicht exportiert werden konnte. Dabei spielt der äolische Eintrag des Mikro-Nährstoffes Eisen und seine Speicherung auf der Meereisdecke eine wesentliche Rolle. Das auf der Wintermeereisdecke, die im Glazial etwa doppelt so weit wie heute ausgedehnt war, abgelagerte Eisen wird pulsartig während der Frühjahrseisschmelze in das stratifizierte Oberflächenwasser abgegeben. Effektive Nutzung der Nährstoffe führt zu hoher Primärproduktion und organischen Kohlenstoffexport, der mindestens 10fach höher war als heute. Das kann aus den Häufigkeitsmustern der im Mesopelagial angesiedelten Ra-diolarie *Cycladophora davisiana* abgeleitet werden. Unter heutigen interglazialen Bedingungen, die durch hohe Nährstoffkonzentrationen und relativ geringe Produktion gekennzeichnet sind, wird das Produktivitätsregime durch langsam wachsende und stark verkieselte Diatomenarten dominiert, die zwar zu einer erhöhten Akkumulation von biogenem Silikat im Se-diment führen, aber wenig zur CO₂-Abspeicherung im Ozean beitragen.

Im Wissenschaftsmagazin *Nature* wurde unter Mitwirkung von Wissenschaftlern des Alfred-Wegener-Instituts eine internationale Studie veröffentlicht, die zeigt, dass die Aufnahme anthropogenen Kohlendioxyds (CO₂) durch den Ozean zu relativ großen pH-Absenkungen führt, vor allem in polaren Gebieten. Diese von 13 Rechenmodellen vorhergesagte Ver-

pated in an international study recently published in the science magazine "Nature". This study shows that the uptake of anthropogenic CO₂ by the ocean strongly affects seawater chemistry and will lead to large decreases in the ocean's pH, especially in polar regions. The seawater acidification predicted by 13 different carbon cycle models will occur much faster than previously thought and will result in undersaturation for the mineral aragonite in the Southern Ocean surface water by the year 2050. Within 50 to 100 years there could be severe consequences for marine calcifying organisms, which build their external skeletal material out of calcium carbonate. Most threatened are cold-water calcifying organisms, including sea urchins, cold-water corals, coralline algae and plankton known as pteropods—winged snails that swim through surface waters. And because these organisms provide essential food and habitat to others, their demise could affect entire ocean ecosystems.

The oceanographic measurements in the Weddell Sea indicate that the bottom water temperature increased steadily during the last decades. This is in contrast to the warm deep water, which enters from the Antarctic Circumpolar Current and has been cooling since 1996 after an earlier warming. The measurements indicate that climate related fluctuations from the upper layers reach the Antarctic deep sea and affect the properties of the sea water, which feeds the global thermohaline circulation.

As a successor to the Bremerhaven Regional Ice-Ocean Simulations (BRIOS) model, a Finite Element Sea ice-Ocean Model (FESOM) has been developed. The sea-ice component is based on the dynamic-thermodynamic AWI sea-ice model, which has been

sauerung der kalten Oberflächenwässer verläuft viel schneller als bisher vermutet und wird schon im Jahre 2050 im Südozean zu einer Untersättigung für das Mineral Aragonit führen. Aragonit bildet die Grundlage für die Gehäuse vieler wichtiger Meeresorganismen wie Seegurken, Kaltwasserkorallen und im Wasser schwebende Flügelschnecken, und es ist zu befürchten, dass es schon in naher Zukunft zu einem Verschwinden dieser Organismen in manchen Meeresregionen kommt. Da diese Tiere eine wichtige Nahrungsquelle für andere Tiere von Krebsen über Lachse bis zu Walen darstellen, sind schwerwiegende Auswirkungen auf das gesamte polare Ökosystem zu erwarten.

Ozeanographische Messungen im Weddellmeer zeigen, dass sich das Bodenwasser in den letzten Jahrzehnten kontinuierlich erwärmt hat. Dies steht im Gegensatz zum Warmen Tiefenwasser, das aus dem Antarktischen Zirkumpolarstrom einströmt und nach einer Erwärmung seit 1996 kälter wird. Die Messungen weisen darauf hin, dass die Tiefsee in der Antarktis längerfristigen Temperaturschwankungen unterliegt, die im Zeitraum von Jahrzehnten von den oberen Wasserschichten bis in die Tiefsee übertragen werden. Damit werden der Weg und der Zeitraum erkennbar, auf dem sich Veränderungen der klimatischen Bedingungen in der Antarktis auf die Eigenschaften des globalen Bodenwassers auswirken können.

Als Nachfolger des zirkumpolaren Modells des Südpolarmeeress, das im Rahmen des Bremerhaven Regional Ice-Ocean Simulations (BRIOS) betrieben wurde, entstand ein gekoppeltes Meereis-Ozean-Modell auf der Basis der Methode der Finiten Elemente. Dieses Finite Element Sea-Ice Ocean Model (FESOM) basiert wieder auf dem dynamisch-thermodynamischen

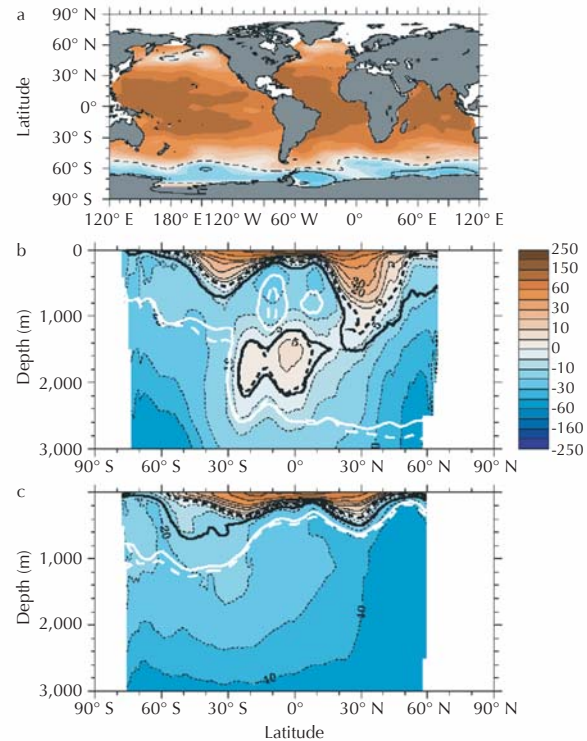


Abb. 1: Der Aragonit Sättigungsgrad im Jahr 2100, vorhergesagt von 13 OCMIP-2 Modellen: a Oberflächenkarte; b zonale Mittelwerte für den Atlantik und c Pazifik. Positive $\Delta[\text{CO}_3^{2-}]_A$ Werte zeigen Übersättigung an (rot); negative $\Delta[\text{CO}_3^{2-}]_A$ Werte stehen für Untersättigung (blau).

Fig. 1: The aragonite saturation state in the year 2100 as predicted by 13OCMIP-2 models: a surface map; b Atlantic and c Pacific zonal averages. Positive $\Delta[\text{CO}_3^{2-}]_A$ indicates supersaturation (red); negative $\Delta[\text{CO}_3^{2-}]_A$ indicates undersaturation.

schen AWI-Meereismodell, dessen Modellcode in weiten Teilen neu formuliert wurde. Die Ozean-Komponente gründet auf dem Finite Element Ocean Model (FEOM), das bisher in einer regionalen Konfiguration für den Nordatlantik betrieben wurde. In einem ersten Schritt wird FESOM in einer zirkumpolaren Version mit einer mittleren Auflösung von 1,5 ° und einem offenen Rand bei 48 °S betrieben. Dieses Modell wurde für mehrere Jahrzehnte integriert und liefert sehr realistische Resultate. Eine globale Version steht kurz vor der Fertigstellung. In Zusammenhang mit laufenden und zukünftigen Forschungsarbeiten zur Zirkulation und Biogeochemie des Südpolarmees wird dieses Modell mit lokal verfeinerten Gittern eingesetzt werden. Hierbei ist eine derzeit in Entwicklung befindliche Konfiguration mit einem wirbelauflösenden Gebiet im atlantischen Sektor des Antarktischen Zirkumpolarstroms besonders hervorzuheben.

POL3: Veränderungen der physikalischen Umwelt im Nordpolarmeer

Langzeitbeobachtungen der Konvektionsaktivität in der zentralen Grönlandsee wurden fortgesetzt. Die jährliche hydrographische Aufnahme wurde dabei 2004 und 2005 durch nährstoffchemische und optische Untersuchungen ergänzt. Automatische Tiefseeprofiler setzten den operationellen Betrieb fort. Zusätzlich wurde mit der Universität Cambridge ein akustisches Array zur Bestimmung des Konvektionsablaufs verankert. Bemerkenswerte Ergebnisse sind

re-coded with a discretization on finite elements. The ocean component is a modified version of the Finite Element Ocean Model (FEOM), which was previously used in a North Atlantic configuration. As a first step, the coupled model has been run in a circumpolar Southern Ocean domain with a mean horizontal resolution of 1.5 °. It has yielded stable integrations for many decades and gives very reasonable results. To overcome limitations due to the (closed) northern boundary at 48 °S, a global version is developed. In the context of future research projects aiming at, e.g., a thorough understanding of circulation variability and physical-biological interaction in the Southern Ocean, the finite element approach allows for an easy and individual refinement of the grid to the regions of specific interest.

POL3: Variations of the Physical Environment of the Arctic Ocean

The long term survey of the convection state in the Greenland Sea was continued with yearly campaigns in 2004 and 2005 and complemented by nutrient chemistry and ocean optics. The autonomous deep sea profilers continued their year-round measurements. Additionally, an acoustic array was installed in cooperation with the University of Cambridge, which identifies convective activity in detail. Among the main results are the absence of Pacific Waters in the East Greenland Current in the last years, the dominating role of Atlantic Waters for water mass modifications and convection in the Greenland Sea,

das nun mehrjährige Fehlen von Pazifischen Wassermassen im Ostgrönlandstrom, die dominierende Rolle des Atlantischen Wassers für die Wassermassenmodifikation und Konvektion in der Grönlandsee, die Fortsetzung des Trends zu höheren Temperaturen und Salzgehalten im Tiefenwasser, sowie der Nachweis der mehrjährigen Lebensdauer von kleinskalierten Wirbeln.

Um den Einfluss der Variabilität des atmosphärischen Antriebs, der Meereisbedeckung und des Strömungsregimes im Arktischen Ozean auf den Wasser- und Sedimenttransport in den sibirischen Schelfmeeren zu untersuchen, haben Wissenschaftler des AWI zusammen mit russischen und US-amerikanischen Wissenschaftlern an zwei NABOS-Expeditionen (Nansen and Amundsen Basins Observational Systems) teilgenommen. Dabei wurden in der Lapteewsee im Bereich der Großen Sibirischen Polynja, einem der Hauptbildungsgebiete von arktischem Meereis, zwei Verankerungen ausgebracht. Sie werden durch Verankerungen des NABOS-Programms auf dem Kontinentalhang ergänzt und sollen 2006 wieder geborgen werden.

Um den Gebrauchswert von benthischen Foraminiferen als Anzeiger von fossilen Methanfreisetzungen in der Arktis zu untersuchen, wurde die Zusammensetzung stabiler Isotope gemessen und zwar in Gehäusen lebender und toter Individuen der epibenthischen *Fontbotia wuellerstorfi* von einer aktiven Methan-Heraussickerung vor Nordnorwegen (Håkon-Mosby-Schlammvulkan, HMS). Diese Art wird wegen ihrer Verlässlichkeit als Aufzeichner des $\delta^{13}\text{C}$ von im Bodenwasser gelöstem anorganischem Kohlenstoff (DIC) bevorzugt für paläoozeanographische Rekonstruktionen verwendet. Am HMS in 1250 Metern

the continuing trend to higher temperatures and salinities of the deep waters, and the verification of a multi-year lifetime of small scale eddies.

The influence of the changing atmospheric forcing and sea ice cover on the circulation and the sediment transport in the Siberian shelf seas was studied in cooperation with Russian and US scientists. During two NABOS (Nansen and Amundsen Basins Observational Systems) expeditions in 2004 and 2005, two moorings were deployed in the range of the persistent Siberian Polynya in the Laptev Sea, which is the most productive sea ice formation site of the Arctic. The moorings are combined with the NABOS array and will be recovered with the Russian RV 'Kapt. Dranitsyn' in 2006.

*To investigate the use of benthic foraminifera as a means to document ancient methane release in the Arctic, the stable isotopic composition of tests of live and dead specimens of epibenthic *Fontbotia wuellerstorfi* from an active methane-venting seep off northern Norway (Håkon Mosby Mud Volcano, HMMV) was determined. Because of its reliability in recording $\delta^{13}\text{C}$ values of bottom-water dissolved inorganic carbon (DIC) this species is preferentially used in palaeoceanographic reconstructions. At the HMMV in 1250 meters water depth, $\delta^{13}\text{C}$ values of *F. wuellerstorfi* are by up to 4.4 ‰ lower than at a control site outside the volcano, thus representing the lowest values hitherto reported for this species. The comparison suggests that low test $\delta^{13}\text{C}$ values of *F. wuellerstorfi* are the result of incorporation of heavily $\delta^{13}\text{C}$ depleted methanotrophic biomass that these specimens feed on, rather than due to low bottom-water $\delta^{13}\text{C}_{\text{DIC}}$.*

Wassertiefe sind die $\delta^{13}\text{C}$ -Werte von *F. wuellerstorfi* um bis zu 4.4 ‰ niedriger als die von einer Kontrolllokation außerhalb des Vulkans. Dies sind die bisher niedrigsten für diese Art gemessenen Werte. Aus dem Vergleich ergibt sich, dass die niedrigen $\delta^{13}\text{C}$ -Werte von *F. wuellerstorfi* von der Aufnahme stark in $\delta^{13}\text{C}$ angereicherter methanotropher Biomasse herrühren und nicht vom niedrigen $\delta^{13}\text{C}_{\text{DIC}}$ des Bodenwassers.

Eine Komponente des marinen Methankreislaufs ist die mikrobielle Methanproduktion und -oxidation in der Wassersäule. Im Storfjord sind im Winter Konzentrationen deutlich über dem normalen Hintergrundwert von $< 5 \text{ nM}$ festgestellt worden. Da die Konzentrationen von der Oberfläche zum Meeresboden hin zunehmen, kann man von einer submarinen Freisetzung ausgehen. Durch Arbeiten während ARKXXII ist das Auftreten einer solchen Anomalie auch im Sommer nachgewiesen worden und es konnte gezeigt werden, dass das Methan rezent durch bakterielle Aktivitäten gebildet wird.

POL4: Makroorganismen im Klimawandel

Marine Organismen in polaren Nahrungsnetzen

Küstengewässer und Kontinentalschelfe sind weltweit die produktivsten Meeresgebiete, gleichzeitig verbinden sie Land und offenen Ozean. Daher spielen sie auch in den Polargebieten eine zentrale Rolle im Verständnis von Gegenwart und Zukunft mariner Ökosysteme. Die Insel Bouvet ist eine der wenigen abgelegenen Inseln im offenen antarktischen Ozean, etwa 1600

The marine methane cycle is influenced by microbial in situ methane production and oxidation in sea water. Observations in shallow parts of the Barents Sea (Storfjord) during winter showed methane concentrations exceeding considerably the background values of $< 5 \text{ nM}$. The concentration increase from the sea surface to the bottom points to a release of submarine methane during resuspension events of sediments, while the methane originates from recent bacterial activities. Samples obtained during ARKXXI/1a show anomalously high methane concentration in Storfjorden also during summer. However, in contrast to the winter situation, in summer the methane maxima are located in the upper water column supporting bacterial in situ production of methane in the euphotic zone.

POL4: Response of Higher Marine Life to Change

Organisms in polar marine food webs

On a global scale as well as in polar regions coastal and shelf oceans are the most productive marine areas and at the same time, they link land and sea. They are therefore essential for an understanding of present and future developments of marine ecosystems.

Bouvet Island is one of the few remote islands within the open ocean of Antarctica, about 1600 kilometers away from the nearest land mass. A first analysis of the surrounding marine ecosystem re-vealed a rather uncommon structure of the coastal food web.

Kilometer vom Festland entfernt. Das küstennahe Ökosystem dieser Insel ist ungewöhnlich, denn es fußt auf suspendiertem organischem Material, hauptsächlich Phytoplankton, als nahezu einziger Nahrungsquelle. Zwar entspricht der pelagische Teil des Nahrungsnetzes dem im offenen Ozean, wir finden die gleichen Arten und die gleichen Nahrungsbeziehungen. Das Benthos besteht jedoch fast ausschließlich aus Suspensionsfressern und ihren Räubern. Substratfresser und Arten, die im Boden leben, fehlen völlig. Der schnell fließende Zirkumpolarstrom verhindert, dass Material aus der Wassersäule sedimentiert und somit Weichböden entstehen, die Substratfresser einen Lebensraum bieten. Die bodenlebenden Tiere müssen daher ihre Nahrung aus dem Wasser filtern und konkurrieren somit direkt mit den Bewohnern des Pelagials.

Im Pelagial der arktischen Karasee sind Ökologie und Stoffflüsse komplexer, als bisher vermutet. Süßwassereintrag über Flüsse und Advektion aus dem Arktischen Ozean und der Barentssee definieren vier faunistisch unterschiedliche Regionen. Die bisherigen Schätzungen der Primärproduktion sind viel zu niedrig, um den Nahrungsbedarf des Gesamtsystems, abgeleitet aus Biomassedaten und Stoffwechselraten des Zooplanktons, des Benthos und der Bakterien, zu decken. Entweder wird die Primärproduktion deutlich unterschätzt, oder andere Quellen, vor allem durch Advektion, spielen eine wichtigere Rolle als angenommen. Aus diesen Ergebnissen lässt sich ein wesentlicher Schluss ziehen: Das Schelfökosystem der Karasee hat einen derart hohen Nahrungsbedarf, dass mit großer Wahrscheinlichkeit wenig Material für den Export in die zentralen Becken des Arktischen Ozeans übrig bleibt.

The system is centred on one single primary food source, suspended particulate organic matter, i.e. basically phytoplankton. The pelagic part of the food web does not exhibit any specific coastal features but resembles the self sustaining open ocean system. The benthic part of the food web consists of filter feeders and their predators, deposit feeders and infauna are completely missing. Thus Bouvet Island constitutes a shallow water 'oasis', where the fast flowing Antarctic Circumpolar Current prevents sedimentation and soft bottom formation. The benthic fauna just tries to get their share from the food drifting by, in direct competition with the pelagic consumers.

Pelagic ecology and energy flow in the Arctic Kara Sea are much more complex than thought previously. Riverine input and advection from the Arctic ocean as well as the Barents Sea define four distinct faunistic regions. Current estimates of primary production appear much too low to balance food requirements of the whole system as derived from biomass and metabolic rates of zooplankton, benthos and bacteria. Either primary production is seriously under-estimated, or other sources of food input, e.g. by advection, play a more significant role than thought previously. From these findings we can draw one major conclusion: Food requirements within the Kara Sea shelf ecosystem are so high that little will be left for export towards the central deep basins of the Arctic Ocean.

Die Rolle von Temperatur, Sauerstoff und Kohlendioxid in der Evolution

Erstmals wurde bei einem Tintenfisch, *Sepia officinalis* aus mitteleuropäischen Schelfmeeren, an den Grenzen des Temperatur-„Fensters“ eine mangelnde Kapazität des Sauerstofftransports durch das Herz-Kreislauf-System und das Blutpigment (Hämocyanin) nachgewiesen. Diese Befunde bestätigen die allgemeine Gültigkeit des Konzepts der sauerstofflimitierten Temperaturtoleranz für wasseratmende Tiere.

Die Auftrennung einer Art in physiologisch unterschiedliche Populationen ermöglicht ihr eine größere geographische Verbreitung. Unterschiede zwischen Populationen des atlantischen Kabeljaus (*Gadus morhua*) werden in der optimalen Leistungskapazität sichtbar, die durch die Anpassung des Herz-Kreislauf-Systems mitbestimmt wird. Vergleiche der venösen Blutgaswerte legen nahe, dass die arktische Population aus der Barentssee ein niedrigeres Temperaturoptimum aufweist als die der Nordsee. Bei niedriger Umgebungstemperatur verfügt arktischer Kabeljau über höhere Kapazitäten mitochondrialer Atmung. Die Kapazität zur Expression mitochondrialer Gene ist dementsprechend im Muskel deutlich erhöht, ein Hinweis auf unterschiedliche Genregulation in den Populationen. Ein Hypoxie-induzierter Transkriptionsfaktor (HIF-1) trägt über die Verbesserung der Blutversorgung zur Temperaturanpassung bei. HIF-1 wurde mittlerweile bei Fischen aus der Nordsee und der Antarktis nachgewiesen und sequenziert.

Die Spezialisierung antarktischer Tiere auf ein eng begrenztes Temperaturfenster in der Kälte findet sich auf allen Ebenen biologischer Organisation, ist jedoch auf der Ganztierebene besonders ausgeprägt. Untersuchungen an isolierten Leberzellen verschiedener

Role of temperature, O₂ and CO₂ in evolution

*It was shown for the first time for a cephalopod, the European cuttlefish *Sepia officinalis*, that the capacity for oxygen transport by the circulatory system and the blood pigment (haemocyanin) becomes limited at the border of the thermal envelope. This lends further support to the general validity of the concept of oxygen limited thermal tolerance in animals.*

*Separation into physiologically distinct populations supports a wider geographical distribution of a species, e.g. of Atlantic cod (*Gadus morhua*). Cod populations differ in their level of optimum performance, which is co-defined by circulatory capacity. As shown by comparison of venous oxygen tensions, Arctic cod from the Barents Sea displays a lower thermal optimum than North Sea cod, even when both populations were acclimated to 10°C. At low acclimation temperature, Arctic cod possess a higher capacity of mitochondrial respiration than the respective North Sea population. At the same time gene expression capacity of mitochondrial enzymes in muscle tissue is enhanced, providing evidence for different patterns of gene regulation in both populations. During temperature adaptation a hypoxia inducible transcription factor (HIF-1) causes improved blood oxygen supply. HIF-1 has been sequenced from fish species of the North Sea and the Antarctic.*

*Specialization of Antarctic animals in a narrow thermal window in the cold can be found on all levels of biological organization, but is most expressed at the whole animal level. Windows are somewhat wider at lower hierarchical levels, as seen in isolated Antarctic fish liver cells (Figure 2). Growth rate depends on protein synthesis capacity, which is cold compensated in the Antarctic eelpout (*Pachy-**

antarktischer Fischarten bestätigen, dass Zellen ein etwas breiteres Temperaturfenster abdecken als der Gesamtorganismus (Abb. 2).

Das Wachstum eines Organismus wird unter anderem durch die Kapazität der Eiweißsynthese limitiert. Diese ist bei der antarktischen Aalmutter (*Pachycara brachycephalum*) kältekompensiert, und zwar durch Steigerung der Translationskapazität, d.h. der Fähigkeit, die Eiweiße aus einzelnen Aminosäuren zusammenzubauen. Dementsprechend erfolgt der maximale Größenwuchs der stenothermen antarktischen Aalmutter bereits bei 4 °C, während die eurytherme Aalmutter (*Zoares viviparus*) aus der Nordsee erst bei 12 °C optimal wächst. Die antarktische Aalmutter kann zudem ihre Nahrung weit effizienter verwerten und nutzt Lipide in größerem Ausmaß als die Nordseeart.

Sauerstoffradikale tragen zur Begrenzung der Langlebigkeit von Tieren bei und werden durch Antioxidantien abgefangen. Dabei liegt das Glutathion im Mantelgewebe langlebiger polarer Muscheln (*Adamussium colbecki*, Antarktis, ~45 Jahre, *Arctica islandica*, Sub-Arktis, >375 Jahre) in höheren Konzentrationen vor als in borealen Arten (*Aequipecten opercularis*, ~8 - 10 Jahre).

Reaktion polarer Meeresorganismen auf aktuelle Veränderungen

Um die Wiederbesiedlung des antarktischen Meeresbodens nach Eisbergstrandungen zu simulieren und die Bedeutung biologischer Wechselwirkungen zu beurteilen, wurden numerische und konzeptionelle Modelle entwickelt. Die beobachtete hohe makrobenthische Biodiversität kann durch Ausbreitung von Jungstadien über sehr geringe Distanzen aufrechter-

car brachycephalum). This is achieved through higher translation capacity, i.e. the capacity to form protein molecules from individual amino acids. Accordingly, maximum growth of the stenothermal Antarctic species occurs at 4°C, while the eurythermal species (*Zoares viviparus*) grows maximally only at 12°C. The Antarctic eelpout displays a higher food conversion efficiency associated with a higher use of lipid metabolism than the North Sea species.

Oxygen radicals contribute to lifespan limitation and are destroyed by antioxidants like glutathione. Glutathione levels are higher in long-lived polar bivalves (*Adamussium colbecki*, ~45 years, *Arctica islandica* >375 years) than in boreal species (*Aequipecten opercularis*, ~8-10 years).

Response of polar marine life to recent change

Numerical and conceptual models were developed to simulate Antarctic benthic recolonisation processes after iceberg groundings and to verify the relevance of biological interactions. Short distances of juvenile dispersal are suitable to maintain the high macrobenthic biodiversity evaluated from field data. This strategy saves energy and minimizes the risk of drift loss and is considered advantageous due to the homogeneity of the Antarctic environment, which is, however, exposed to disturbances (Figure 3). The high species richness within ecological guilds can not only be explained by the occupation of distinct niches and pure chance, but also by mechanisms that suppress competition between species, such as predation, disturbance, unlimited resources and the lack of long-term barriers to dispersal.

Conceptual analysis suggests an increasing interaction of temperature and CO₂ effects on marine

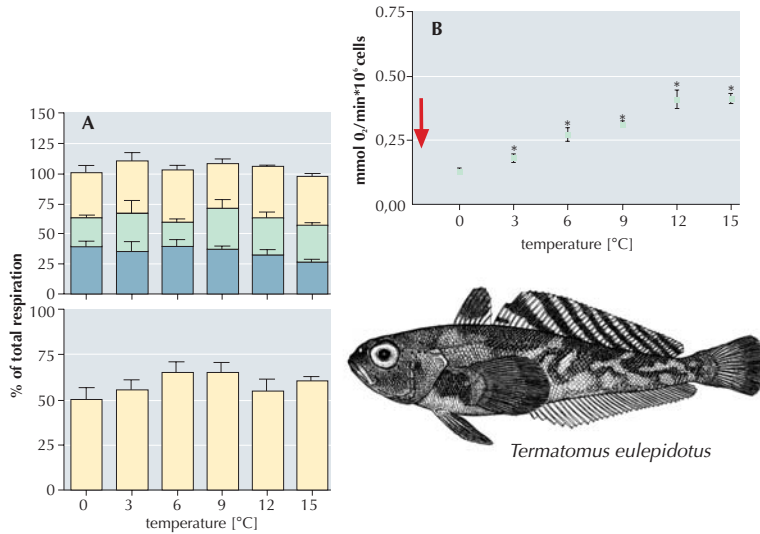


Abb. 2: Der Antarktische Nothotheniide *Trematomus eulepidotus* überlebt Umgebungstemperaturen über 6 °C nicht. Isolierte Leberzellen zeigen jedoch ein stabiles Energiebudget bis 15 °C (A; als Anteil der Gesamtatmung, blau: Proteinsynthese; grün: RNA/DNA Synthese; gelb: Na⁺K⁺-ATPase; beige (untere Abb.): ATP Synthese) bei steigendem zellulären Sauerstoffbedarf (B, Pfeil: Habitat Temperatur)

Fig. 2: The Antarctic nothotheniid *Trematomus eulepidotus* cannot withstand temperatures higher than 6 °C. Its liver cells, however, display a stable energy budget up to 15 °C (A; given as fractions of total respiration, blue: protein synthesis; green: RNA/DNA synthesis; yellow: Na⁺K⁺-ATPase; light brown (lower panel): ATP synthesis) at rising cellular oxygen demand (B, arrow: habitat temperature)

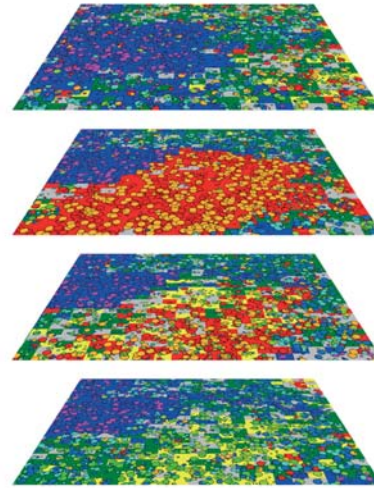
halten werden. Diese Strategie trägt dazu bei, Energie zu sparen und Verluste durch Verdriftung zu minimieren. Sie ist insbesondere in der grundsätzlich homogenen, aber durch Störungen geprägten antarktischen Umwelt für viele Tiere von Vorteil (Abb. 3). Die hohe Artenzahl innerhalb ökologischer Gilden ist nicht nur durch spezifische Einnischung und puren Zufall, sondern auch durch Mechanismen zu erklären, die den lokalen Wettbewerb unterdrücken, wie Fraßdruck, Störungen, unbegrenzte Ressourcenverfügbarkeit und das Fehlen langfristig wirksamer Ausbreitungsbarrieren.

Konzeptionelle Ansätze lassen in marinen Ökosystemen ein Zusammenwirken erhöhter Temperaturen und CO₂-Konzentrationen vermuten. Tatsächlich belegen erste Untersuchungen an der Krebsart *Cancer pagurus*, dass ein CO₂-Anstieg das Temperaturtoleranzfensters einengt. Dies zeigt sich u.a. an einer reduzierten Sauerstoffversorgung der Gewebe. Beim

ecosystems. First results obtained in the brachyuran crab *Cancer pagurus* provide evidence that elevated CO₂ levels cause a narrowing of the window of thermal tolerance as characterized by limitations in the capacity of oxygen supply to tissues. The thermal window of the lugworm *Arenicola marina* was found to shift dynamically between seasons. Windows were identified from patterns of oxygen consumption, ventilation and protein synthesis monitored in an artificial burrow. At the same acclimation temperature thermal windows were narrow in winter associated with lower rates of energy turnover and a very high response to warming compared to the wider windows found in spring.

Wattwurm *Arenicola marina* wurde im Experiment eine starke saisonale Veränderung des Temperaturtoleranzfensters beobachtet. Bei gleicher Umgebungstemperatur weisen die Tiere im Winter engere Toleranzfenster auf als im Frühjahr, verbunden mit verringertem Energieumsatz und erhöhter Temperaturempfindlichkeit.

Die Toleranz von Makroalgen und Amphipoden (Krebsen) aus dem Flachwasser gegenüber ultravioletter Strahlung (UVB) wurde vor Spitzbergen und an der antarktischen Halbinsel untersucht. Die obere Tiefenverbreitungsgrenze arktischer Braunalgentange wird durch die Anfälligkeit ihrer Zoosporen für UV-Stress bestimmt. Karnivore arktische Amphipoden erwiesen sich als weniger UVB-resistent als herbivore Krebse. Ihre Schutzpigmente wurden von der Strahlung erheblich gebleicht, und es kommt zur Photoinhibition antioxidativer Enzyme. Bei antarktischen Amphipoden führt UV-Strahlung und vor allem der kurzwellige UVB-Anteil zu gesteigerten Respirationsraten. Dieser gesteigerte Sauerstoffumsatz könnte ein Grund für den erhöhten oxidativen Stress der Tiere unter UV-Belastung sein.



Potential figure (high priority)

Abb. 3: Das räumlich aufgelöste Modell ermöglicht Analysen komplexer Diversitätsmuster. Kreise zeigen einzelne Tiere, Farben ihre Zugehörigkeit zu einzelnen Arten. Eine ungestörte, aber heterogene Gemeinschaft (oben) mit Arten, die an eine stabile Umwelt angepasst sind (blau, violett), wird in einem Eisbergkratzer zerstört und abrupt durch Erstbesiedler (rot, orange) ersetzt. In der weiteren Entwicklung (von oben nach unten) werden diese Pioniere von Arten abgelöst, die langsamer wachsen und sich fortpflanzen (gelb, grün).

Fig. 3: The spatially explicit model allows analyses of complex diversity patterns. Circles represent single animals, colors indicate their affiliation to individual species. An undisturbed but heterogeneous assemblage (top) with species adapted to a stable environment (blue, pink) is destroyed by an iceberg scour and replaced by first colonisers (red, orange). During further development (from top to bottom) these pioneers are replaced by species with slower growth and reproduction (yellow, green).

POL5: Autökologie planktischer Schlüsselarten und Gruppen

Ein wichtiger Meilenstein war die Durchführung des Europäischen Eisendüngungsexperiments (EIFEX) und die Analyse der Rolle von Schlüsselorganismen im Pelagial bei der Entwicklung der induzierten Planktonblüten und ihrem weiteren Schicksal (siehe spezielle Forschungsthemen). Während EIFEX wurden die im Lebenszyklus der zirkumpolaren Kieselalge *Fragilariopsis kerguelensis* unbekanntes Geschlechtsstadien (Auxosporen und Gametangien) erstmalig beschrieben. Dabei wurden die maximale Größe einer Zelle von *F. kerguelensis* und der Größenbereich der Zellen, in denen Sex induziert werden kann, bestimmt.

Die molekularbiologische Anpassung der psychrophilen Diatomee *Fragilariopsis cylindrus* an erhöhten Salzgehalt im Lebensraum Meereis wurde mittels Salzchockexperimente untersucht. Dabei wurde die Regulation des Osmolytstoffwechsels durch Schlüsselgene der Prolinsynthese analysiert. Im Gegensatz zu höheren Pflanzen ist Ornithin das Ausgangssubstrat für Prolin unter Stressbedingungen.

Eine weitere wichtige Schlüsselgruppe sind Acantharien, frei lebende mikrophagische Protisten, die ein Größenspektrum von 50 µm bis 5 mm im Durchmesser erreichen und Barium-angereicherte (Ba/Sr SO₄) Skelettstrukturen ausbilden. Während EIFEX wiesen Acantharien schon vor der Düngung sehr hohe Abundanzen (50 ind. l⁻¹) auf, und ihre zeitliche Entwicklung folgte der Entwicklung der Phytoplanktonblüte, d.h. diese Organismen waren in der Lage auf erhöhte Nahrungsverfügbarkeit mit Populations-

UVB tolerance was investigated in seaweeds and amphipods from shallow coastal areas of Spitsbergen and the Western Antarctic Peninsula. The upper depth distribution limit of Arctic kelps is determined by the UV susceptibility of their zoospores. Carnivorous Arctic amphipods are less resistant to UVB than herbivores with sun-screening pigments being severely bleached and antioxidant enzymes being photo-inhibited by UV-radiation. Exposure to UV-radiation led to increased oxygen uptake in Antarctic amphipods. The effect was more pronounced under UVB than UVA exposure.

POL5: Autecology of Planktonic Key Species and Groups

*An important milestone was the European Iron Fertilization Experiment (EIFEX) and the analysis of the role of key species for the fate of the iron induced bloom. During EIFEX, previously unknown sexual stages (both auxospores and gametangial cells) of the circumpolar pennate diatom *Fragilariopsis kerguelensis* were recorded for the first time. It was possible to constrain the two cardinal points in the life cycle of *F. kerguelensis*: The maximum cell size (auxospores) and the sex inducible size window (gametangial size range). Acantharia were found frequently during EIFEX. They are delicate, free-living, microphagic, exclusively marine microzooplanktonic protozoa, ranging in size from 50 µm to 5 millimeter in diameter. Due to their barium-enriched celestite (Ba/Sr SO₄) skeletons, Acantharia's sinking*

wachstum zu reagieren. Dies ist wichtig, da es beim Absinken der Acantharienskelette auf noch ungeklärte Weise zu Barit(BaSO_4)-Bildung kommen kann, das in den Sedimenten abgelagert wird. Barit dient als Indikator (Proxi) für die biologische Produktivität in der Deckschicht.

Zur automatisierten Detektion und zur Quantifizierung von Mikroalgen wurde ein sensitiver Fluoreszenztest etabliert. Bei dieser einzigartigen Methode binden fluoreszierende, molekulare Sonden an Zielzellen an. Diese können dann selbst in Umweltproben quantifiziert werden.

Der antarktische Krill *Euphausia superba* hat eine zentrale Stellung im antarktischen Nahrungsnetz. Sein Überleben im Winter ist der Schlüsselfaktor für die Abschätzung der Populationsentwicklung; aber dies ist weitgehend ungeklärt. Es werden gegenwärtig vier Überwinterungsstrategien diskutiert: Reduktion des Metabolismus, Nutzung von Fettreserven und alternativen Nahrungsquellen (Zooplankton, Eisalgen und Schrumpfen). Unsere bisherigen Untersuchungen ergaben, dass adulter Krill seinen Stoffwechsel im antarktischen Herbst reduziert und diese Reduktion nicht nahrungsinduziert ist. Die jährliche Photoperiode in der Antarktis scheint interne physiologische Funktionen bei adultem Krill zu beeinflussen oder zu induzieren. Die Larvenstadien dagegen zeigen keine Überwinterungsstrategien. Sie haben nur eine geringe Hungertoleranz und hohe metabolische Raten, so dass sie stetig Nahrung aufnehmen müssen (Abb. 4). Untersuchungen im nahrungsarmen antarktischen Herbst haben ergeben, dass die Larven die Eisbiota nutzen müssen, um zu überleben. Bei dieser Nahrung zeigen sie hohe Fress- und Wachstumsraten (Abb. 5). Inwieweit Zooplanktonorganismen von den

may deposit barite (BaSO_4) in ocean sediments. This process is not fully understood, but is important as a proxy for biological productivity of the overlying water column.

AWI scientists have developed a fast and sensitive fluorescence test for the automated detection and quantification of microalgae. To date, this method is the only technique to enumerate cells automatically with the possibility to validate these cells directly afterwards microscopically. In this fast detection system, fluorescence labelled molecular probes stick to its target cells and these fluorescence labelled cells are afterwards automatically counted by solid phase cytometry. Those target cells can then easily be quantified even in field samples.

Antarctic krill, Euphausia superba (hereafter krill), plays a key role in the ecosystem of the Southern Ocean. The population size of krill seems to be driven by recruitment, rather than by predation pressure on postlarvae and recruitment may be related to seasonal sea ice dynamics. We demonstrated that larval and adult krill have fundamentally different over-wintering strategies. Adults are able to survive more than 200 days (i.e. the entire winter) without food by consuming their lipid reserves and reducing their metabolic rates. Larval krill have low lipid reserves and thus are not able to tolerate long starvation periods (Figure 4). Furthermore, adults may switch to benthopelagic or carnivorous feeding, whereas larval krill have to feed on ice algae to survive. Experiments conducted during expeditions with RV Polarstern have shown that lipid utilisation in starving furcilia does not seem to be linear but a more exponential process over time (Figure 5). Krill larvae have high metabolic rates and cannot survive

Larven als Nahrung genutzt werden und welche energetische Ausbeute dies für die Larven bringt, ist noch nicht ausreichend geklärt. Erste Experimente haben ergeben, dass die Krilllarven, die Zooplanktonorganismen, gegenüber dem Phytoplankton, nicht bevorzugt, sondern opportunistisch aufnehmen.

Gegenspieler von Krill in Ökosystemen der antarktischen Gewässer sind Salpen. Diese Tiere haben ihr Verbreitungsgebiet in den letzten Jahrzehnten weiter nach Süden ausgeweitet und kamen während der Polarsternexpedition 2005 nahe der Schelfeiskante vor. Die Auswirkungen dieser Faunenverschiebung auf Struktur und Funktion pelagischer Ökosysteme ist noch nicht abzusehen und wird daher weiter untersucht.

Nach der Entdeckung von außergewöhnlichen Lipiden in der Flügelschnecke *Clione limacina* wurden Untersuchungen zur Ernährungsphysiologie durchgeführt. *Clione* nutzt bis zu 80 % ihrer Nahrung, die ausschließlich aus einer anderen Flügelschnecke, *Limacina helicina*, besteht, und baut den überwiegenden Teil der Lipide selbst auf. Andererseits ist *Clione* aber auch in der Lage, extrem lange Perioden von bis zu einem Jahr völlig ohne Nahrung zu überstehen, was für ein aktives Tier, das permanent mit den Flügeln schlagen muss, um nicht abzusinken, einzigartig ist. Während des Hungerns werden alle Körperbestandteile genutzt, was zu einem starken Schrumpfen des Tieres führt.

In der Arktis werden in der Framstraße im AWI Langzeit-Untersuchungsgebiet „HAUSGARTEN“ seit 2000 kontinuierlich die zeitlichen und räumlichen Muster in der Produktion, Modifikation und Sedimentation von organischer Substanz mit Umweltparametern in Beziehung gesetzt. Die Sedimentationsmuster der biogeochemischen Parameter scheinen relativ gleich im Jahresverlauf. In den letzten Proben (2004-

without feeding. We used several physiological parameters to characterize fitness of larval krill in different areas of Antarctica. Such data sets were not available so far but are of great importance for the development of biochemical models on the life cycle of krill.

Salps are counter players for krill in Antarctic pelagic ecosystems. Their area of distribution has extended south during the last decades, which currently cannot be explained sufficiently. On the expedition with Polarstern in 2005 salps were found close to the shelf-ice edge. As the feeding habit of salps differs from krill, the effects on the structure and function on pelagic ecosystems might be great, another fact that will be investigated in the coming years.

The pelagic pteropod Clione limacina carries strange lipids. We tested the food spectrum of Clione and found that they feed with 80 % on another pteropod Limacina helicina. The lipids are de novo produced by Clione and help the animal to sustain extreme long periods (up to one year) without food. This is remarkable, as Clione has to swim actively the entire time to prevent sinking. During starvation periods the body and organs shrink immensely.

Since 2000, sediment traps have been continuously deployed in the Arctic Ocean in the area of the Fram Strait at the "HAUSGARTEN" long-term observing station. Seasonal patterns in production, modification and sedimentation of particulate organic matter in relation to changing abiotic conditions are recorded on an annual basis. On the background of an almost similar seasonal pattern in biogeochemical parameters a change in the "swimmers" composition in the trap material was recorded for the period 2004-2005. Whether this is accompanied by a change in the hydrographical regime has to be tested.

2005) deutet sich eine Artenveränderung im abgesunkenen Material aus den oberen 200 Metern der Wassersäule an. Vor allem die Zusammensetzung der „Schwimmer“ hat sich offensichtlich verändert. Inwieweit dies mit einer veränderten Hydrographie, eventuellen Veränderungen in der Artenzusammensetzung, unter dem Einfluss von Klimaveränderungen, einhergeht, muss noch geprüft werden.

Gelöstes organisches Material (DOM) hat wegen seiner vielfältigen Struktur und großen Menge eine enorme Bedeutung für globale Stoffkreisläufe und Interaktionen mit Organismen. Wegen der großen Komplexität ist die chemische Struktur immer noch weitgehend unbekannt, und daher gibt es auch nur unzureichende Informationen über Quellen, Bioverfügbarkeit, Abbau- und Bildungsprozesse. Seit einigen Jahren wurde am AWI die Fourier Transformation Ionen Zyklotron Resonanz Massenspektrometrie (FT-ICR-MS) auf diesem Gebiet etabliert, mit der sich das Gewicht einzelner Moleküle außerordentlich genau bestimmen lässt. Aus einzelnen Molekülen mit extremer Elementzusammensetzung (z.B. sehr niedriger Gehalt an Wasserstoffatomen) lassen sich direkt Strukturinformationen ableiten: So zeigte DOM in der Tiefsee einen signifikanten Anteil an polyaromatischen Kohlenwasserstoffen (PAHs), die vermutlich aus Verbrennungs- oder thermischen Prozessen stammen, wie sie zum Beispiel in Hydrothermalquellen stattfinden. Mehr als 200 PAHs konnten in Proben aus der Tiefsee identifiziert werden. DOM besteht schätzungsweise zu mindestens 2,4 % aus diesen Verbindungen, die wahrscheinlich aus Sedimenten und Böden mobilisiert werden und deren Mineralisierung eine signifikante Quelle im globalen Kohlenstoffkreislauf sein kann.

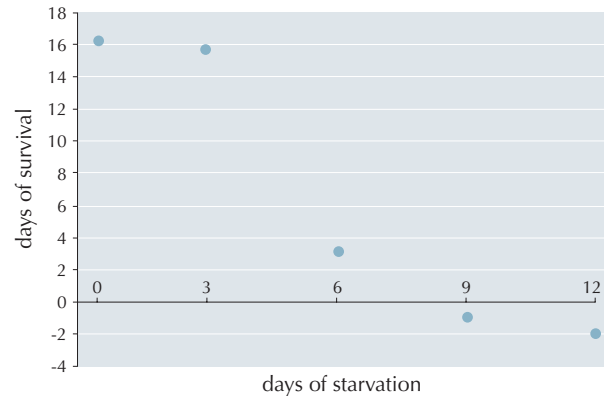


Abb. 4: *Euphausia superba*: Furcilia IV Larven. Die Überlebenszeit wurde berechnet, indem die Abnahme der Lipide des Tieres während der Hungerphase gemessen wurde. Hierbei wurden folgende Faktoren berücksichtigt: a) Minimal sind 3 % Lipide notwendig b) Bis zum Tag 6 des Hungerns wurde ein RQ von 0,72 angenommen (Lipidmetabolismus); danach wurde ein RQ von 0,9 angesetzt (Proteine und Lipide werden katabolisiert).

Fig. 4: *Euphausia superba*: furcilia IV larvae. Calculated survival time on the basis of body lipid content measured during the starvation experiment. For the calculation the following factors were taken into account: a) a minimum of 3 % of lipids are essential b) a RQ of 0.72 was used until the 6th day of starvation (lipids were preferentially catabolised) and thereafter a RQ of 0.9 was used (a mix of protein and lipids were metabolised).

POL6: Klimavariabilität seit dem Pliozän

Im Zentrum der Arbeiten steht die Dokumentation der vergangenen Klimaentwicklung aus terrestrischen, marinen und Eiskern-Klimaarchiven in einer zeitlichen Auflösung von jahreszeitlichen Änderungen bis zu Jahrtausenden. Durch Verknüpfung der Klimasignale aus der Atmosphäre und polaren Ozean- und Landgebieten werden Mechanismen entschlüsselt, die die Klimaentwicklung der Erde steuern und verstärken. Dies ist eine wesentliche Voraussetzung für realistische numerische Simulationen der vergangenen und zukünftigen Entwicklung von Klima und Meeresspiegelstand. Die Arbeiten stehen in engem Zusammenhang mit anderen Untersuchungen innerhalb des MCP-Programmes, insbesondere der Arbeitsfelder MAR1, MAR2, POL2, POL3, POL7 und New Keys.

Die Paläoklimarekonstruktionen an polaren Eisbohrkernen konzentrierten sich auf die multinationalen Tiefbohrprojekte "North Greenland Ice Core Project (NGRIP)" und das "European Project for Ice Coring in Antarctica (EPICA)", deren Ergebnisse bereits zu Meilensteinen der Eiskernforschung geworden sind. Darüber hinaus wurden die Arbeiten an einem Eiskern von der 720 Metern mächtigen Eiskappe auf Severnaya Zemlya (russische Arktis) fortgesetzt. Die hohe Jahresschichtdicke des NGRIP-Eiskerns erlaubt nunmehr Rekonstruktionen des letzten Vereisungszyklus in bisher unerreichter Auflösung. Mit dem NGRIP-Eiskern ist es erstmals auch möglich, die Temperaturen in Grönland am Ende der letzten Warmzeit (Eem) mit Hilfe von Wasserstoffisotopenmessungen zu

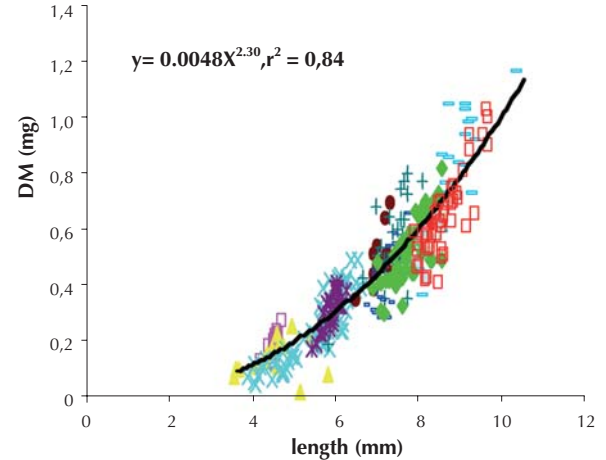


Abb. 5: Korrelation zwischen Körperlänge (mm) und Trockengewicht (DM) von Krilllarven von verschiedenen Gegenden und Jahreszeiten.

Fig. 5: Correlation between body length (mm) and body dry mass (DM) of larval krill from different study areas and years.

The fate of the large amount of dissolved organic material (DOM) in seawater influences global geochemical cycles. As it is composed by a variety of complex organic structures - most of which are still unknown - it also interacts with organisms. AWI scientists have established the Fourier Transformation Ion Cyclotron Resonance Mass-Spectrometry (FT-ICR-MS) to determine molecular mass with high precision to allow reconstruction of molecular structures. DOM from the deep-sea contains a significant amount of poly-aromatic carbon hydrates (PAHs). More than 200 PAHs were detected, some of which might have originated from deep-sea vents. It was estimated that up to 2.4 % of DOM worldwide originated from sediments, which, if remineralised, is significant for the global carbon budget.

POL6: Earth Climate Variability since the Pliocene

rekonstruieren. Es zeigt sich, dass dieser Zeitraum bis zu 5 °C wärmer als heute war. Die Eiskappe auf Severnaya Zemlya hat sich erst nach einer Warmphase in der jüngeren Bronzezeit (um 2700 J. v.h.) entwickelt und dokumentiert damit detailliert die arktische Klimaentwicklung in historischen Zeiten. Nach einer Warmperiode um 400 v. Chr. wurden die kältesten Temperaturen in der Endphase der „Kleinen Eiszeit“ um 1800 erreicht. Daran anschließend zeigen die an einer 150-jährigen Zeitreihe der Lufttemperatur in Nord-Norwegen (Vardø) geeichten Isotopenwerte bis 1930/40 einen Temperaturanstieg von 1,6 °C an.

Der EPICA-Dome C (EDC) Eiskern aus dem indischen Sektor der Antarktis erweitert den durch Eiskerne dokumentierten Zeitraum vergangener Klimaentwicklung auf mehr als 740 000 Jahre v.h., und damit auf das Doppelte des durch den Vostok-Eiskern abgedeckten Zeitfensters. Auffällig an den neuen EDC-Klimazeitreihen ist, dass die Warmzeiten im Zeitraum zwischen 750 000 und 450 000 J. v.h. deutlich kühler waren als nachfolgende, wie die derzeitige Warmzeit (Holozän). Aus Befunden zu einer Warmzeit vor ca. 400 000 Jahren, die dem Marinen Isotopenstadium 11 entspricht, kann abgeleitet werden, dass die holozäne Warmzeit, auch ohne Einfluss des Menschen, noch weitere 15 000 Jahre andauern wird. Eine zweite EPICA Eiskern-Bohrung, die vom AWI in Dronning Maud Land (Atlantischen Sektor der Antarktis) durchgeführt wird, wurde bereits bis zu einer Tiefe von 2564 Metern beprobt und verschiedenste chemische und isotopische Parameter gemessen. Die EPICA-Dronning-Maud-Land (EDML) Bohrung wurde im Januar 2006 erfolgreich beendet, wobei der Felsuntergrund in einer Tiefe von 2774 Metern erreicht worden ist. Vorläufige Datierungen

Central to the studies is the generation and inter-correlation of well-tuned climate records from polar continental ice, permafrost, lake and marine sediments to document past climate change at seasonal to millennial time scales. The combination of marine, atmosphere and land data is needed to decode mechanisms driving and amplifying the Earth's climate variability, an essential prerequisite for the establishment of realistic numerical simulations of past and future climate and sea level development. This research is closely related with studies accomplished in other MARCOPOLI work packages, such as in MAR1, MAR2, POL2, POL3, POL7 and New Keys.

Palaeoclimate reconstructions from polar ice cores concentrated on the two multinational deep ice core drilling projects, North Greenland Ice Core Project (NGRIP) and the European Project for Ice Coring in Antarctica (EPICA), which both led to milestone results in ice core research. In addition, studies on a core from the 720 meter thick Severnaya Zemlya ice cap (Russian Arctic) were continued. With the NGRIP ice core it was possible for the first time to reconstruct Greenland temperatures at the very end of the penultimate interglacial, the Eemian. Based on the stable water isotope record it was revealed that the Eemian was approximately 5 °C warmer than today. The high annual layer thickness of the NGRIP ice core allowed for climate reconstruction in unprecedented resolution over the last glaciation. The Akademii Nauk ice cap (Severnaya Zemlya) began to accumulate only after a warm period about 2700

des ältesten Eises ergeben ein Alter um 900 000 Jahre. Der EDML-Kern stellt ein direktes Pendant zu den grönländischen Eiskernen dar und liefert höher aufgelöste Zeitreihen über die letzten 80 000 Jahre. Diese Periode ist durch schnelle Klimaschwankungen (Dansgaard-Oeschger Ereignisse) im Nordatlantik charakterisiert, welche durch die thermohaline Zirkulation mit dem Klima des Südozeans gekoppelt sind. An der EDML-Bohrlokation konnte erstmals auch eine kontinuierliche Aerosolbeprobung durchgeführt werden. Der über einen 2-Jahreszeitraum gewonnene Datensatz ergibt deutliche Unterschiede im Eintrag von marinem biogenem Schwefel und Seesalzareosolen, obwohl beide Komponenten dieselbe Quellregion haben sollten. Dieser unerwartete Befund deutet darauf hin, dass hauptsächlich die Transporteffizienz und weniger Prozesse an der Signalquelle selbst die Eintragsmenge der Aerosole in das Klimaarchiv Eis regulieren.

Marine Klimazeitreihen wurden an holozänen und pleistozänen Sedimentabfolgen aus dem Arktischen Ozean, dem Ochotskischen Meer, dem pazifischen und atlantischen Sektor des Südozeans und dem Europäischen Nordmeer entwickelt. Die Arbeiten an Bohrkernen von der Ocean Drilling Program (ODP) Reise 177 in den atlantischen Sektor des Südozeans ergeben erstmals Zeitreihen, welche die holozäne und pleistozäne Südozeanentwicklung in hoher zeitlicher Auflösung auf einem latitudinalen Schnitt über den Südozean dokumentieren. Es wurden Parameter wie Oberflächenwassertemperatur, Meereisverbreitung und Nährstoffnutzung rekonstruiert. Die Zeitreihen der Wassertemperaturen, die für den Zeitraum der letzten 650 000 Jahre vorliegen, zeigen hohe Übereinstimmung mit der Temperaturabfolge aus Eis-

years ago and thus documents climate evolution during historic time at high sensitivity. After a warming around 400 BC, coldest temperatures were reached around 1800 AD, the late "Little Ice Age". The stable isotope derived temperatures calibrated with a 150-year air temperature record from northern Norway (Vardø) indicate a 1.6 °C temperature increase since 1800 AD until the 1930's.

The EPICA Dome C (EDC) ice core, located in the Indian Ocean sector of Antarctica, extended the time interval covered by ice core records for the first time to more than 740,000 years, which is nearly twice as much as in the previous Vostok ice core. The most enigmatic features of the new EDC record are the interglacials encountered in the time interval 740,000 - 450,000 years BP, which are significantly cooler than our current interglacial, the Holocene. Based on the analogue of Marine Isotope Stage (MIS) 11, a warm period at around 400,000 years BP, we estimate that (even without human interference) our current warm period would last for another 15,000 years. The second EPICA drilling, carried out by AWI, provides the first deep ice core from the Atlantic sector of Antarctica (Dronning Maud Land). Various chemical and isotopic parameters of the EPICA Dronning Maud Land (EDML) ice core have been measured down to a depth of 2564 meters. The EDML drilling was completed in January 2006, when bedrock was reached at a total depth of 2774 meters. Preliminary dating of the basal ice yields an age of around 900,000 years BP. The EDML core represents a direct Antarctic counterpart to the Greenland ice core records and provides high-resolution climate records over the last 80,000 years. This time period is characterized by rapid climate changes (Dansgaard-

kernen (u.a. EDC). Auch im Südozean waren die warmzeitlichen Temperaturen im Zeitraum vor 450 000 Jahren geringer als während jüngerer Warmzeiten. Damit kann die Temperatur zur Korrelation von Klimazeitreihen aus Eiskernen und marinen Abfolgen genutzt werden. Zeiten maximaler Winter- und Sommermeereisverbreitung stimmen mit Zeiten kältester Eiskerntemperaturen und Anstieg des Staubeintrages überein. Nicht nur wegen seines Einflusses auf die Albedo und die Produktion von Wassermassen stellt das Meereis einen wesentlichen Steuerungsfaktor im globalen Klimageschehen dar: In Kaltzeiten erreicht das antarktische Meereis eine doppelt so große Verbreitung wie in der heutigen Warmzeit und beschränkt damit den Austausch zwischen Atmosphäre und Südozean; mit seiner Ausdehnung verbundene Änderungen der atmosphärischen Zirkulation verstärken den Eintrag von Staub und den für die biologische Produktion benötigten Mikronährstoff Eisen in den Ozean; Staub und Eisen werden auf der Meereisdecke angesammelt und bei Abschmelzen des Meereises in das stratifiziertes Oberflächenwasser freigesetzt. Das wiederum regt eine erhöhte Algenproduktion an, die beim Absinken effektiv Kohlenstoff aus der Deckschicht des Südozeans zieht und damit zur Reduzierung des klimawirksamen Treibhausgases CO_2 beiträgt. Durch Korrelation von Klimasignalen aus Eis- und Sedimentkernen wurde die Phasenbeziehung der Klimaentwicklung in nördlichen und südlichen polaren Breiten in zeitlich hoher Auflösung erfasst. Damit konnte das komplexe Zusammenspiel von Änderungen der Insolation, der physikalischen Eigenschaften der Wassersäule und der Wassermassenzirkulation (u.a. durch Schmelzwasser eintrag), der Atmosphärenzirkulation und dem Export

Oeschger events) in the North Atlantic coupled to Southern Ocean climate by the thermohaline circulation. A continuous two-year monitoring of aerosol deposition at the EDML drill site reveals a surprisingly efficient biogenic sulfur transport, in contrast to sea salt aerosols, although the source region of both compounds is the marine boundary layer. Such patterns may indicate that aerosol signals in ice cores primarily depend of transport efficiency and differential deposition losses en route, rather than of the source strength itself.

Marine climate records have been generated on Holocene and Pleistocene sediment sections from the Arctic Ocean, the Sea of Okhotsk, the Pacific and Atlantic sectors of the Southern Ocean and the Nordic Seas. Our study of Ocean Drilling Program (ODP) Leg 177 sedimentary sequences from the Atlantic sector of the Southern Ocean provides the first records documenting Holocene and Pleistocene climate variability at high-resolution from a transect across the Southern Ocean. This includes parameters such as sea surface temperature, sea ice extent and nutrient utilization. Sea surface temperature records of the past 650,000 years compare remarkably well with atmospheric temperatures obtained from Antarctic ice cores (e.g. EDC), including the shift from lower to higher interglacial temperature regimes around 450,000 years. As such, temperature has been selected as a tool for correlation of marine and ice core records. Maximum winter and summer sea ice extents coincide with coldest ice core temperatures and increased dust deposition. Sea ice represents a major player in global climate development because of its impact on the albedo, water mass production and atmospheric CO_2 concentration. The

von organischem Kohlenstoff in polaren Breiten dokumentiert und in seiner Auswirkung auf die Klimaentwicklung interpretiert werden. Zusammenspiel und Wechselwirkungen der klimarelevanten Prozesse, die auf die polaren Breiten wirken oder von dort ausgehen, führen zu einer insgesamt uneinheitlichen Klimaentwicklung während der verschiedenen pleistozänen Glazial/Interglazialwechsel, aber auch zu hemispherischer und regionaler Differenzierungen der Klimaentwicklung. Ein Beispiel dafür ist eine unerwartet starke Aktivität des Agulhas Stromes während einer Kaltzeit vor ca. 350 000 Jahren. Dabei wurde Warmwasser aus dem indo-pazifischen Raum in den glazialen Südatlantik eingebracht, was dort regional zu Abweichungen gegenüber der globalen Entwicklung führte. Die Erfassung der Mechanismen, die den Austausch von Wassermassen und Nährstoffen zwischen polaren Ozean- und küstennahen Auftriebsgebieten in mittleren und niederen Breiten steuern, wurde mit einer Studie begonnen, die sich mit dem Benguela Auftriebsgebiet und seiner Beziehung zum Südozean während der letzten 350 000 Jahren befasst. Diese Arbeiten werden im Rahmen eines Projektes innerhalb des DFG-Forschungszentrums „Ozeanränder“ (RCOM) weiter ausgebaut. Marine Klimazeitserien, die die Entwicklung im nordatlantischen Raum während der letzten 3 bis 4 Millionen Jahre in hoher zeitlicher Auflösung dokumentieren, werden derzeit bearbeitet. Sie wurden 2005 während der Integrated Ocean Drilling Program (IODP) Reise 306 erbohrt und stellen einen neuen Eckpfeiler für die Erforschung bipolar wirksamer Klimamechanismen dar. Die im polaren Atlantik durchgeführten Arbeiten werden derzeit auch auf die bislang wenig erforschten polaren Gebiete des Pazifiks ausgedehnt. So wur-

Antarctic sea ice field expanded during glacials to twice the present extent. It restricted atmosphere/ocean exchange, enhanced glacial dust generation and acted as a storehouse of dust-Fe for seasonal release during melting into a stratified water column, which launched a biological productivity regime characterized by high carbon export efficiency. The high-resolution studies combining marine and ice core records document the in- and out-of-phase periods of northern and southern high latitude climate development that can be related to the complex interplay of processes involving insolation, physical properties of the water column and water mass circulation (e.g. via melt water injections), atmospheric circulation and biological export of organic carbon. This results in non-uniform amplitudes and sequences of events at the glacial/interglacial transitions and hemispheric/regional differentiation of climate development. An unexpected glacial increase of Agulhas Current activity was documented around 350,000 years ago, which allowed intensified Agulhas spillover into the Atlantic, flushing the glacial South Atlantic Ocean with heat previously accumulated in the Indo-Pacific tropics. The study of mechanisms controlling the exchange of water mass and nutrients between high-latitude ocean and mid-low latitude upwelling areas has begun with a survey of the Benguela upwelling area and its relation with the Southern Ocean during the past 350,000 years. This work continues within a project connected to studies within the DFG Research Center Ocean Margins (RCOM). Further enhancement of the understanding of the complex bipolar processes comes from the study of new sediment cores recovered in 2005 during the Integrated Ocean Drilling Program (IODP)

den bereits paläoozeanographische Rekonstruktionen an Sedimentkernen aus dem ost-pazifischen Sektor des Südozeans durchgeführt. Darüber hinaus wurden für zukünftige Probennahmen marin-geologische Expeditionen mit ‚Polarstern‘ und FS ‚Sonne‘ in süd- und nordpazifische Polargebiete geplant und ein Vorschlag zur Bohrung von zeitlich hochauflösenden pleistozänen-neogenen Sedimentabfolgen im pazifischen Südozean im Rahmen von IODP entwickelt.

Rekonstruktionen des Landschaftswandels und der Permafrostdynamik in den Periglazialräumen der Nordhemisphäre konzentrierten sich auf klimarelevante Schlüsselregionen in Ostsibirien und eine Pilotstudie in zwei Permafrosttunneln in Alaska. Paläoökologische und geokryologische Studien an Permafrostabfolgen der letzten 200 000 Jahre, die an der Küste der Laptewsee aufgeschlossen sind, zeigen Phasen der Permafrostbildung während Kaltzeiten und der Degradation während Warmzeiten wie Eem und Holozän. Permafrostbohrungen im Elgygytgyn-Meteoritenkratersee (Tschukotka) lieferten neue Erkenntnisse über die Hangdynamik in Abhängigkeit vom spätpleistozän-holozänem Klimawandel und die Nutzung von Textur-Eis als Klimaindikator. Die Daten vom gefrorenen Kraterstand sind eine wichtige Grundlage für die paläolimnologische Interpretation von Bohrkernen aus dem Elgygytgynsee, die im Rahmen eines ICDP (International Continental Drilling Program) durchgeführt werden. Umweltindikatoren aus zeitlich hochaufgelösten Seesediment-, Torf- und Eiskeil-Abfolgen Zentraljakutiens (Ostsibirien) deuten auf ausgeprägte Klimaschwankungen in der seit 10 000 Jahren andauernden Warmphase (Holozän) hin. Vor 8000 bis 4500 Jahren waren mildere Winter und höhere Sommertemperaturen als im späten Holo-

Leg 306 at key locations in the North Atlantic. These records represent a benchmark to extend the present knowledge of North Atlantic millennial-scale climate variability over the last few million years. The studies done in the Atlantic are now extended to the little explored Pacific polar regions. This work has begun with palaeoceanographic reconstructions of Pleistocene sediments in the eastern Pacific sector of the Southern Ocean, the preparation of future marine-geological cruises with RV Polarstern and RV Sonne to the southern and northern polar Pacific and the generation of an IODP proposal for the drilling of high-resolution Pleistocene and Neogene records in the Pacific Southern Ocean.

Reconstruction of the landscape development and permafrost dynamics in the northern-hemispheric periglacial realm focused on climate-sensitive key regions in eastern Siberia and a pilot study in two permafrost tunnels in Alaska. Palaeoecological and geocryological studies on permafrost sections exposed along the Arctic Laptev Sea coast of Yakutia show that permafrost aggregation prevailed during the cold stages of the past 200,000 years, while the Eemian and the Holocene warm stages were characterized by permafrost degradation. Permafrost drill cores and texture ice features in frozen ground from the impact crater rim of Lake El'gygytgyn (Chukotka) yielded insights into climate-related slope dynamics during the late Pleistocene-Holocene. The reconstruction of ancient slope stability is essential for the interpretation of sediment records from Lake El'gygytgyn, to be accomplished in the frame of an International Continental Drilling Program (ICDP). The palaeoenvironmental investigation of lake sediment and peat records and from ice wedges in cen-

zän charakteristisch. Zeitgleiche starke Wasserstandsschwankungen in Thermokarstseen dokumentieren häufige Variationen im Feuchtigkeitshaushalt, die möglicherweise an hochfrequente globale Klimaschwankungen (z.B. Arktische Oszillation, Solarzyklen) gebunden waren. Diese Untersuchungen tragen dazu bei, die holozäne Klimaentwicklung in Polargebieten durch Kombination von Land-, Ozean- und Eisdaten wesentlich zu verbessern.

Im Rahmen des ESF-Programms EUROMARGIN konnte eine Mega-Rutschung am Kontinentalrand von Svalbard mit Hilfe von sedimentechographischen und bathymetrischen Untersuchungen exakt vermessen werden. Mit einer betroffenen Fläche von ca. 10 000 km² und einem Volumen von 2400 km³ Sediment zählt die Yermak-Rutschung weltweit zu den größten bislang bekannten, vergleichbar mit der Storega-Rutschung vor Norwegen. Das mit AMS¹⁴C-Datierungen bestimmte Alter der Yermak-Rutschung von 30 000 Jahren fällt in den Zeitraum der Aufbauphase des Svalbard-Barentssee-Eisschildes.

In enger Anbindung an laufende und geplante Paläoklimarekonstruktionen wurden neue technische Voraussetzungen und Methoden zu Weiterentwicklung und Ausbau der bestehenden Proxy-Palette geschaffen. Um Parameter der sibirischen Klimaentwicklung (u.a. Sommertemperatur, Niederschlag, Vegetationszonierung) mit Hilfe statistischer Methoden quantitativ rekonstruieren zu können, wurden Referenzdatensätze entwickelt, die die Verbreitung von terrestrischen und aquatischen Bioindikatoren (Makropflanzenreste, Pollen, Diatomeen, Zuckmückenlarven, Muschelkrebse) und ihre Beziehung zu ökologischen und klimatischen Parametern beschreiben.

tral Yakutia (eastern Siberia) point to pronounced climate variations during the past 10,000 years (Holocene). The period between 8000 and 4500 years before present was characterized by less severe winters and warmer summer temperatures than today. Marked fluctuations of thermokarst lake levels document repeated changes in summer humidity. This variability is likely related to high-frequent seesaw effects and tele-connections in the global climate system (e.g. Arctic Oscillation, sun-spot cycles). These studies are part of a common effort to significantly augment the knowledge on polar Holocene climate development, combining land, ocean and ice core records.

As part of the ESF Program EUROMARGINS the extent of the Yermak Slide at the Spitsbergen continental margin (Arctic Ocean) has been revised based on new echosounding and bathymetric data. With an affected area of at least 10,000 km² and more than 2400 km³ involved sedimentary material this megaslide ranges among the largest exposed submarine slides worldwide, comparable to the Storegga Slide off central Norway. AMS¹⁴C dating places the main slide event around 30,000 years BP, which coincides with the build-up phase of the Svalbard-Barents Sea Ice Sheet (SBIS).

Closely related to the reconstructions of past climate development techniques for the reconstruction of past environments were improved through the development of new methods and proxies. To enhance the quantitative reconstruction of parameters such as temperature, precipitation and vegetation zonation from Siberian climate using statistical techniques, reference data sets have been set up including the distribution pattern of terrestrial and aquatic

Die Entwicklung eines Permafrost-Isotopenthermometers für die Rekonstruktion von Wintertemperaturen wurde durch umfangreiche Beprobung rezenter und holozäner Eiskeile sowie den Ausbau von Messfeldern zur Beobachtung der Eiskeilentstehung im Lenadelta und bei Jakutsk fortgesetzt. Da kieselige Mikrofossilien wesentliche Signalträger zur Rekonstruktion der Klima- und Umweltentwicklung in polaren Meeresgebieten und Seen darstellen, wurden technische Voraussetzungen und Methoden zur Bestimmung von stabilen Isotopenverhältnissen ($\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$, $\delta^{30}\text{Si}$, $\delta^{18}\text{O}$) an biogenem Opal und eingeschlossener organischer Substanz geschaffen. Diese Messungen erlauben Rekonstruktionen der Nährstoffnutzung und Wassermasseneigenschaften (Temperatur, Salzgehalt). Es wurden bereits Routineverfahren zur quantitativen Abtrennung von kieseligen Mikrofossilien und Mikrofossilgruppen aus Sedimenten entwickelt. Neue Informationen zur paläo-ozeanographischen Nutzung von Radiolarien wurde durch die Bearbeitung von Planktonfängen und Oberflächensedimenten aus dem Ochotskischen Meer gewonnen. Da sich dieses nordpazifische Randmeer durch einzigartige hydrographische Bedingungen auszeichnet, die Ähnlichkeit mit Bedingungen in glazialen polaren Meeresgebieten aufweisen, stützt diese Untersuchung die Entwicklung von Szenarien zur Beschreibung der glazialen Hydrographie und biologischen Produktionsregime in polaren Breiten.

bioindicators (macroplant remains, pollen, diatoms, chironomids, ostracodes) and their relation to the present-day ecological and climate boundary conditions. The development of a permafrost isotope thermometer for the reconstruction of winter temperatures was advanced through a dense sampling of recent and Holocene ice wedges and the establishment of observation sites near Yakutsk and in the Lena Delta. Considering that siliceous microfossils are prominent carriers of past environmental conditions in polar oceans and freshwater environments, technical capacities and methods for the measurements of the stable isotopic composition ($\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$, $\delta^{30}\text{Si}$, $\delta^{18}\text{O}$) of biogenic opal and the organic matter occluded therein have been established. Such measurements provide information on nutrient cycling and water mass properties (e.g. temperature, salinity). Workable techniques for the separation of siliceous microfossil and species groups for isotope measurements have been elaborated and are being tuned towards the separation of samples as monospecific as possible. This was accompanied by a critical assessment of the opal stable isotope proxies in order to identify key areas where improvements could be made to the proxies. New information on the significance of radiolarians for past environmental reconstructions have been extracted from a quantitative study of assemblages collected from the water column and surface sediments in the Sea of Okhotsk. Because this marginal sea is characterized by specific hydrographic conditions that may have affinities to glacial conditions of polar oceans, the study helps to generate scenarios describing glacial hydrographic and productivity regimes in polar latitudes.

POL7: Vom Permafrost in die Tiefsee der Arktis

Das Arbeitspaket POL7 hat die prozessorientierte Untersuchung der Küstendynamik arktischer Regionen, speziell im Hinblick auf den Stofftransport von gelösten und partikulären Komponenten, zum Ziel. Ein Schwerpunkt liegt auf der Untersuchung des Methankreislaufs in Böden und Sedimenten hoher nördlicher Breiten. Hierfür werden die Bildung und Zehrung dieses Spurengases und die Transportpfade untersucht, um die Bedeutung der arktischen Region für den globalen Methankreislauf zu identifizieren. Die Transportpfade sollen von der Küstenregion über die Ozeanränder bis in die Tiefsee verfolgt werden. Die Untersuchungen in der arktischen Tiefsee zielen auch darauf ab, die biologischen, geologischen und geochemischen Schlüsselfaktoren zu identifizieren, die für die benthische Biodiversität prägend sind. Für diese Untersuchungen werden so genannte "free falling lander" Systeme eingesetzt und Langzeitexperimente durchgeführt. Neben schiffsgebundenen Arbeiten werden für Vermessungen und Beprobungen auch ROVs und AUVs eingesetzt.

Die Rolle der Permafrostküsten im arktischen System

Eisreiche Permafrostablagerungen arktischer Tiefländer reagieren sehr sensibel auf Klimaänderungen. Fernerkundung, GIS-Methoden und digitale Geländemodelle haben sich als hervorragende Werkzeuge erwiesen, um die durch Permafrostdegradation geprägten Küstenebenen der Laptevseeregion zu klassifizieren und die Veränderungen zu quantifizieren. Mit Hilfe von Landsat-7-Daten und Felddaten wurde

POL7: From Permafrost to the Deep Sea in the Arctic

The work package aims to identify and understand the key processes controlling Arctic coastal dynamics and especially the associated material fluxes and methane emissions and their role in the entire Arctic System. One objective is to study formation, pathways and fate of methane in different Arctic terrestrial and marine environments and to assess their contribution to the global methane cycle. We will extend our research into the arctic deep-sea to identify key factors governing functional benthic biodiversity from a biological, geological and geochemical perspective using free falling lander systems, long-term experiments and observations with ROVs and AUVs.

The role of permafrost coasts in the Arctic system

Ice-rich permafrost deposits of Arctic coastal lowlands are sensible to climatic changes. Remote sensing, GIS-methods and digital terrain models are efficient tools to classify the thermokarst affected coastal plain of the Laptev Sea region as well as to quantify the landscape dynamics. According to analyses of Landsat-7 and field data, up to 78 % of the coastal plain near the COAST drill transect is affected by permafrost degradation. This thawing results in increasing fluxes of sediment, freshwater and carbon to the hydrosphere and atmosphere, accelerated coastal retreat and changes of existing biocoenoses.

The surface in permafrost regions is characterized by a high spatial variability. This is manifested by the occurrence of patterned ground phenomena, such as

ermittelt, dass bis zu 78 % der Küstenebene nahe der COAST Bohrung von Permafrostdegradation betroffen sind. Das Auftauen führt zu erhöhtem Stoffeintrag (Sediment, Süßwasser, Kohlenstoff) in die Hydro- und Atmosphäre, zu beschleunigtem Küstenrückgang, sowie zu Veränderungen bestehender Biozönosen.

Ein wesentliches Merkmal von Permafrostlandschaften ist die Oberflächenstrukturierung durch Frostbodenformen, z.B. Polygone, Kreise oder Streifen. Die Bildung dieser Formen wird in erster Linie durch das Klima bestimmt, das eine Vielzahl kryopedogener Prozesse zur Folge hat. Demzufolge sind Frostbodenformen auch Zeiger von Klima- und Umweltveränderungen. Unsere Ziele sind (i) die quantitative Beschreibung der Frostbodenformen mittels geometrischer Funktionen aus der statistischen Physik und (ii) die Untersuchung der Wärme- und Wassertransportprozesse, die zur Bildung und Erhaltung der Strukturen führen.

Methan Budgets in der polaren terrestrischen und marinen Umwelt

Für das Verständnis und die Einschätzung der gegenwärtigen und zukünftigen terrestrischen Kohlenstoffdynamik in der sibirischen Arktis wurden zwei Expeditionen in das Lenadelta – LENA 04 und LENA 05 – durchgeführt, um die Methanflüsse sowie die mikrobiellen Prozesse und Lebensgemeinschaften in Permafrostböden zu studieren. Die Langzeituntersuchungen zum Kohlenstoffumsatz zeigten große Unterschiede in der Methanemission aus den unterschiedlichen Landschaftseinheiten im Permafrost, die zwischen 1 bis 362 mg Methan (CH₄) m⁻² d⁻¹ schwanken. Diese Unterschiede auf der Ökosystemskala konnten der unterschiedlichen Aktivität der beteilig-

polygons, sorted polygons and stripes. Environmental changes can possibly be identified by observing changes (such as surface changes and process changes) of these self organized natural systems. Thus our research focus is twofold: (i) quantitative geometric description of patterned ground surfaces and (ii) identification of seasonal and spatial behaviour of water, temperature and solute concentration within a soil pattern.

Methane Budgets in Terrestrial and Marine Polar Environments

During the past two years terrestrial environments were investigated in the Lena Delta and marine environments were studied by cruises to the Haakon Mosby Mud Volcano and coastal waters off Svalbard.

For the understanding and assessment of the recent and future terrestrial carbon dynamics of the Siberian Arctic two expeditions into the Lena Delta – LENA 04 and LENA 05 – were carried out to study the methane fluxes as well as the microbial processes and community structures in permafrost environments. The long-term studies on carbon turnover showed large differences in methane emission from the different permafrost landscapes varying between 1 to 362 mg CH₄ m⁻² d⁻¹. These differences on the ecosystem-level were attributed to the different activities of the involved microbial communities as well as of the plant-mediated CH₄ transport. The microbial community composition in the permafrost habitats was analyzed by fluorescence in situ hybridization (FISH) and RNA-based approaches, which indicated high cell numbers and a high diversity of the different investigated microbial groups. For the first

ten Gemeinschaften von Mikroorganismen sowie dem pflanzenvermittelten Methantransport zugeschrieben werden. Die Zusammensetzung der mikrobiellen Lebensgemeinschaften in den Permafrosthabitaten wurde mittels Fluoreszenz-in-situ-Hybridisierung (FISH) und RNA-basierten Methoden analysiert. Damit konnte eine hohe Anzahl und eine hohe Diversität für die unterschiedlichen Mikroorganismengruppen angezeigt werden. Erstmals konnte die Methanemission für das gesamte Lenadelta mit Hilfe von Fernerkundungs- und GIS-Methoden bilanziert werden. Die Untersuchungen zeigen, dass die jährliche Methanfreisetzung aus dem Lenadelta (nördlich von 70 °N) ungefähr 80 000 Tonnen beträgt. Dieser Wert ist vergleichbar mit dem Yukon-Kuskokwim-Delta, das in niedrigeren Breiten liegt (südlich von 65 °N). Es kann aus unseren Ergebnissen gefolgert werden, dass das Lenadelta eine wichtige Quelle des atmosphärischen Methans darstellt. Des Weiteren zeigen die Ergebnisse, dass die mikrobiellen Lebensgemeinschaften in Permafrosthabitaten von allen drei Domänen des Lebens (Bacteria, Archaea, Eukarya) gebildet werden, mit einer Biomasse, die mit Bodenökosystemen in gemäßigten Klimaten vergleichbar ist.

Der am Kontinentalhang der westlichen Barentssee gelegene Haakon Mosby Mud Volcano (HMMV) ist der einzige bisher bekannte aktive Schlammvulkan in hohen nördlichen Breiten. Während der Polarstern Expedition ARK-XIX3b wurde der HMMV mit dem ROV Victor 6000 untersucht. Hierbei wurden eine detaillierte mikrobathymetrische Vermessung mit einer vertikalen Auflösung von weniger als 10 Zentimeter durchgeführt und georeferenzierte Videomosaik des Meeresbodens aufgezeichnet. Die Videomosaik ermöglichen eine Kartierung der räum-

time the methane emission was balanced for the whole Lena Delta by using remote sensing and GIS methods. The investigations show that the annual methane release of the Lena Delta (north of 70 °N) amounts to about 80,000 tons, which is comparable for instance to the Yukon Kuskokwim Delta located in lower latitudes (south of 65 °N). It can be concluded from our results firstly that the Lena Delta represents an important source of atmospheric methane and secondly that the microbial communities in permafrost environments are composed by members of all three domains of life (Bacteria, Archaea, Eukarya), with a total biomass comparable to temperate soil ecosystems.

In the marine environment of the Håkon Mosby Mud Volcano (HMMV), located at the continental slope of the western Barents Sea fan, is the only active mud volcano reported for high northern latitudes. During a 'Polarstern' ARK-XIX3b, the HMMV was investigated by several dives with the Remotely Operated Vehicle Victor6000 (IFREMER). A high resolution microbathymetric map with a vertical resolution of better than 10 centimeters was derived during these dives and video streams of the bottom camera were converted into georeferenced mosaics. This provides a detailed image about the spatial distribution of seafloor features as chemoautotrophic bacterial mats, pogonophorans and mud flows. The activity of chemoautotrophic communities regulates the release of methane from the sediment into the bottom water. Based on spatial analysis of the georeferenced mosaics, different biogeochemical habitats were identified and quantified on a m² basis. Investigation of the flat area in the centre of HMMV revealed that approximately 16 % (115,165 m²) is nearly void

lichen Verteilung von chemoautotrophen Organismen wie Bakterienmatten und Pogonophoren („Röhrenwürmern“) sowie von Mud Flows. Die mikrobielle Aktivität dieser chemoautotrophen Vergesellschaftungen reguliert die Freisetzung von Methan aus dem Sediment in das Bodenwasser. Basierend auf der räumlichen Analyse der georeferenzierten Videomosaik wurden unterschiedliche biogeochemische Habitate identifiziert und deren Flächen und Nachbarschaftsbeziehung analysiert. Die Untersuchung der nahezu ebenen Region im Zentrum von HMMV zeigte, dass ungefähr 16 % der Fläche (115 165 m²) nahezu unbesiedelt von benthischen Organismen ist. Für diesen Bereich sind die höchsten Methanfreisetzungsraten zu verzeichnen. Im süd-östlichen Bereich des HMMV ist eine Fläche von ca. 5 % (38,244 m²) dicht mit *Beggiatoa* besiedelt. Der hügelige Randbereich von HMMV ist vorwiegend mit Pogonophoren (37.3 % auf 276,121 m²) und nur vereinzelt mit *Beggiatoa* besiedelt. Unsere geochemischen und hydro-akustischen Untersuchungen zeigen, dass Gasblasen vom Meeresboden aufsteigen. Hierbei handelt es sich um Methangasblasen, die mit einer dünnen Hülle von Gashydrat ummantelt sind. Die „Gas-Plumes“ steigen vom Meeresboden aus 1250 Metern Wassertiefe um mehr als 750 Metern auf. Diese Tiefe entspricht der Obergrenze des Methanhydrat-Stabilität Feldes. Es ist anzunehmen, dass ein Teil des freigesetzten Methans in das Oberflächenwasser und anschließend in die Atmosphäre transportiert wird.

*of any benthic communities. This area is considered as a region of high methane discharge into the bottom water. An area of 5% (38,244 m²), located in the south-eastern part, is densely inhabited by *Beggiatoa*. The hummocky outer part is colonised dominantly by pogonophoran tube worms (37.3%; 276,121 m²) and only occasionally by *Beggiatoa*.*

Our geochemical and hydro-acoustic observations revealed the discharge of gas hydrate-coated methane bubbles and gas hydrate flakes forming huge methane plumes extending from the seabed at a depth of 1250 meters up to 750 meters above ground into the water column. This depth coincides with the upper limit of the temperature-pressure field of gas hydrate stability. This suggests that a significant portion of the methane from the discharged methane bubbles can reach the upper water column and may be transported towards the surface and released into the atmosphere.

Benthic Diversity and Fluxes in the Polar Deep-Sea

One of the hypotheses we follow is that small-scale biogeochemical and physical gradients at the sediment-water interface, to a yet unknown extent influenced or even generated by large motile organisms (biogenic engineering), lead to a persistent mosaic of microhabitats allowing coexistence of numerous species especially at small spatial scales. Our recent results on the influence of deep-sea sponges (as an example of a biogenic structure) on the small-scale distribution pattern of benthic deep-sea nematodes clearly support these considerations. The comparison of the nematode communities from sponge samples and control samples (without sponges) shows an influence of the “sponge” biogenic structure on the

Benthische Diversität and Flüsse in der polaren Tiefsee

Eine unserer Hypothesen geht davon aus, dass hohe Biodiversität in der Tiefsee durch kleinskalige biogeochemische und physikalische Gradienten an der Sediment-Wasser-Grenzschicht begünstigt bzw. hervorgerufen wird. Zu einem bislang unbekanntem Grad führt die Grab- und Wühlaktivität, aber auch das Vorhandensein größerer Makrofaunaorganismen zu einem langlebigen Mosaik von Mikrohabitaten. Diese relativ dicht beieinander liegenden Mikrohabitate können ihrerseits die Koexistenz zahlreicher Arten auf kleinen räumlichen Skalen erklären. Neue Ergebnisse unserer Arbeiten zum Einfluss von Tiefseeschwämmen (als ein Beispielorganismus für biogene Strukturen) auf kleinskalige Verteilungsmuster von benthischen Nematoden bestätigen diese Überlegungen. Der Vergleich der Nematoden-Gemeinschaften aus Kontroll- und Schwammprobenkernen zeigt einen Einfluss der biogenen Struktur „Schwamm“ auf Diversitätsmuster und Lebensraum-Heterogenität. Die funktionelle Struktur der Nematodengemeinschaft aus den Kontroll- und Schwammkernen unterscheidet sich vor allem in den Fraß- und Körperformtypen. Tendenziell sind in den Schwammkernen selektive Partikelfresser mit interstitieller Lebensweise und in den Kontrollkernen nicht-selektive Partikelfresser mit grabender Lebensweise häufiger. Insgesamt zeigt die Nematodengemeinschaft aus den Schwammkernen eine höhere funktionelle Divergenz und damit einen höheren Grad an Nischenaufteilung.

diversity pattern and the habitat heterogeneity. The functional structure of the nematode communities from sponge and control cores differs mainly in feeding and bodyform types. On average there is a higher proportion of selective deposit feeders with a rather interstitial life style in the sponge core communities, whereas in the control core communities non-selective deposit-feeders with a burrowing life style are more abundant. Overall the nematode communities from the sponge samples show a higher functional divergence and thus a higher degree of niche differentiation.

3.4 NEUE THEMEN

Das gemeinschaftliche Ozeanmodell

Als Teil des innerhalb von MARCOPOLI finanzierten Aufwuchsprogramms wurde ein "Community Ocean Model" (COM) vorgeschlagen, dessen Hauptziel es ist, der Nutzergemeinde ein Ozeanmodell der zweiten Generation zu liefern, bei dem viele Mängel der traditionellen numerischen Modelle beseitigt wurden. Die wesentlichen Verbesserungen, die wir in den ersten beiden Jahren des Projekts in Angriff genommen haben, sind eine physikalischere Behandlung der Randbedingungen und eine bessere Auflösung der Küstenlinien sowie von örtlich interessanten Gebieten, ohne ‚Nesting-Probleme‘ von strukturierten Gittern. Dies konnte durch Anwendung der Finite-Elemente-Formulierung auf die Bewegungsgleichungen in primitiven Variablen geleistet werden.

Eine Vollversion des Modells (FEOM-1) wurde für verschiedene Computerstrukturen entwickelt und optimiert. Sie nutzt eine Finite-Elemente-Diskretisierung mit Tetraedern und wurde auf den globalen Ozean angewandt. Zwei regionale Versionen wurden im Detail verfolgt, die eine konzentrierte sich auf die thermohaline Zirkulation im Nordatlantik und die andere auf den Süßwasserhaushalt sowie die Meereisprozesse im Südozean. Der thermodynamische Teil des Meereismodells wurde vom dynamisch-thermodynamischen Standard-Meereismodell des AWI abgeleitet, das bereits bei mehreren Modellkoppelungsprojekten verwendet wurde. Der dynamische Teil wurde in finite Elemente diskretisiert und bietet zwei Ansätze der Eis-Rheologie an: den visko-plastischen und den elastisch-visko-plastischen. Das Meer-

3.4 ADDITIONAL FUNDING

The Community Ocean Model

As part of the "Growth Programme" funded within MARCOPOLI a "Community Ocean Model" (COM) was proposed. The primary goal is to provide to the user community a second generation ocean model, which overcomes many of the shortcomings of traditional numerical models. The major improvements tackled in the first two years of the project are a more physical treatment of the boundary conditions, better resolution of coastlines and local areas of interest while avoiding nesting of structured computational grids. These achievements could be reached by applying a finite element formulation to the 'primitive equations' of motion.

A full version of the model (FEOM-1) was developed and optimized for different computer architectures. It uses a tetrahedral finite-element discretisation and has been applied to the global ocean. Two regional versions have been studied in detail; one focusing on the thermohaline circulation of the North Atlantic and the other one on the fresh water budget and sea-ice processes in the Southern Ocean. The thermodynamic part of the sea-ice model is derived from the standard dynamic-thermodynamic AWI sea-ice model that has been used in several model coupling projects before. The dynamic part is discretized in finite elements and features two alternative rheologies: the viscous-plastic and the elastic-viscous-plastic approach. The sea-ice model can also be run in a stand-alone configuration.

eismodell kann auch in einer Einzelkonfiguration betrieben werden.

Diese Version wird zur Assimilation von Satellitendaten der Eisströmungsfelder im Arktischen Becken mit einer mittleren Auflösung von 1/4 deg eingesetzt. Die Finite-Elemente-Diskretisierung kann Küstenlinie und Topographie in einer glatten Weise darstellen, was ein wesentlicher Vorteil gegenüber den Standardansätzen mit finiten Differenzen ist. Sie ist jedoch aufgrund der unstrukturierten Gitter rechenstechnisch aufwändiger. Um die Vorteile besser nutzen zu können, testen wir zur Zeit verschiedene Typen finiter Elemente, die eine Reduzierung der CPU-Last erlauben.

Zur Bestimmung der Ozeanzirkulation aus Temperatur- und Salzgehaltsmessungen wurde ein stationäres, inverses Ozeanzirkulationsmodell entwickelt, das auf dem dynamischen FEOM-Kern basiert. Das Modell wurde mit abweichender Anpassung (3D-VAR) auf verschiedene Datensätze erfolgreich angewandt. Das inverse Modell wurde auch genutzt, um die Langzeitvariabilität der Nordatlantikzirkulation zu bewerten. Es ergab sich, dass dominante Zirkulationsmuster eng mit dem der Nordatlantischen Oszillationsindex (NAO) mit einem zeitlichen Abstand von einem Jahr verbunden sind.

Effiziente Kalman-Filter spielen bei der Datenassimilation eine wichtige Rolle. Ein systematischer und konsistenter Vergleich wurde für verschiedene Arten von Kalman-Filtern mit Fehler-Kovarianzen von reduziertem Rang (d.h. Ensemble Kalman-Filter EnKF, Singular Evolutive Extended Kalman-Filter SEEK und Singular Evolutive Interpolated Kalman-Filter SEIK) durchgeführt. Zudem wurden die entsprechenden Algorithmen implementiert. Die resultierende Software mit parallelisierten Kalman-Filtern (PDAF) kann

This version is employed for data assimilation of satellite-derived ice drift fields in the Arctic basin with a mean horizontal resolution of 1/4 degree. The finite element discretisation allows the coastline and topography to be represented in a smooth way which is an essential advantage over the standard finite-difference approaches. Yet it is more expensive technically due to the unstructured character of grids. To really exploit the advantages, work is now being done to test several types of finite elements, which allow a reduction of the CPU load.

For the purpose of estimating the ocean circulation from measurements of temperature and salinity, a stationary inverse ocean circulation model was designed based on the FEOM dynamic core. The model was successfully applied with variational assimilation (3D-VAR) to several data bases. The inverse model was also used to estimate long term variability of the North Atlantic circulation. It is found that dominant circulation patterns are closely related to the North Atlantic Oscillation (NAO) index lagged by one year.

Efficient Kalman filters play an important role in the field of data assimilation. A systematic and consistent comparison was performed for different kinds of Kalman filters with error spaces of reduced rank (i.e. Ensemble Kalman filter EnKF, Singular Evolutive Extended Kalman-filter SEEK and the Singular Evolutive Interpolated Kalman-Filter SEIK). Furthermore corresponding algorithms were implemented and the resulting framework of parallel Kalman filters is ready to be used for data assimilation. First applications were carried out for the North Atlantic with assimilation of satellite altimetry. It was shown in this context that localizing the error covariance turned out superior to a global approximation.

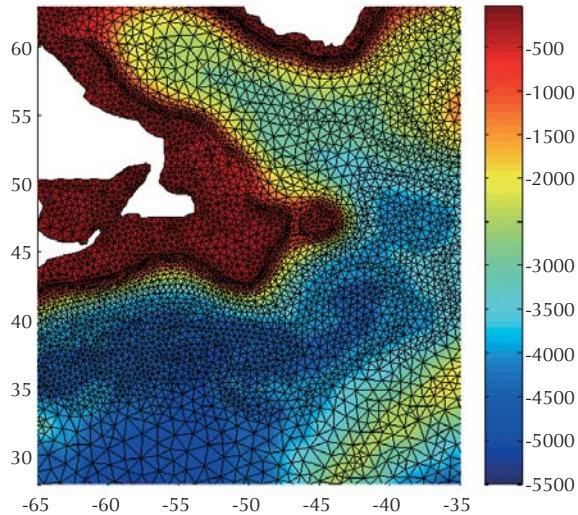


Abb. 1: Triangulierung des Nordatlantischen Ozeans mit einem unstrukturierten Netz. Die Maschengröße variiert entsprechend der topographischen Neigung des Ozeanbodens. Die höchste Auflösung wird an der Schelfkante erreicht. Dargestellt ist das Gebiet südlich von Grönland. Die Farbskala zeigt die Ozeantiefe in Metern.

Fig. 1: Triangulation of the North Atlantic Ocean with an unstructured mesh. The mesh size varies according to the slope of the ocean bottom topography. The highest resolution is achieved at the shelf break. Depicted is the area south of Greenland. The colourscale denotes the ocean depth in metres.

nun zur Datenassimilation genutzt werden. Erste Anwendungen wurden mit der Assimilation von Satellitenaltimetermessungen für den Nordatlantik durchgeführt. In diesem Zusammenhang stellte sich heraus, dass lokalisierende erfolgreicher als globale Fehler-Kovarianzen waren.

In collaboration with members of the Computing Center the Community Ocean Model has been further enhanced. Solver libraries in the numerically expensive part dealing with the solution of large sparse systems were optimized. This leads to an efficient reduction of the computation time. The interface package FoSSI (Family of Simplified Solver Interfaces) which has been developed at the AWI Computing Center allows for easy comparison of various solver configurations and adaptation to different computer hardware architectures. The solver framework ScOPES developed at the AWI computing center was used as a prototype for further memory saving parallelization needed to reduce memory requirements of global models with locally refined resolution in regions of interest, e.g. Weddell Sea.

The oceanic component of the COM project is augmented with an atmospheric unstructured module. In order to simulate multi-scale interactions between global and regional scales properly, the new self-adaptive atmospheric barotropic model PLASMA (Parallel Large scale Self-adaptive Model of the Atmosphere) on high performance computers has been developed. For that purpose, the adaptive Lagrange-Galerkin method, a combination of the finite element method and the semi-Lagrangian method for the spatial and temporal discretisation, has been applied to the spherical shallow-water equations.

Based on the experience gained within the COM project, a finite-element shallow-water wave propagation model was developed jointly by COM and German Indonesian Tsunami Early Warning System (GI-TEWS) project participants. It is currently employed in the GI-TEWS project for computing

In Zusammenarbeit mit Mitgliedern des Rechenzentrums wurde die Effizienz des finite Elemente Ozeanmodells erheblich gesteigert. Lösungsbibliotheken im numerisch aufwändigen Teil, die sich mit der Lösung großer, schwach besetzter Systeme befassen, wurden optimiert. Dies führt zu einer effizienten Verkürzung der Computerzeit. Das Programmpaket FoSSI (Family of Simplified Solver Interfaces), das am AWI-Rechenzentrum entwickelt wurde, erlaubt eine einfache Verwendung verschiedener Lösungskonfigurationen und die Anpassung an verschiedene Hardware-Rechnerstrukturen. Das ebenfalls entwickelte Programmpaket ScOPES wurde als Prototyp für weitere Speicherplatz sparende Parallelisierung genutzt, die zur Verminderung der Speicheranforderungen globaler Modelle mit örtlich verfeinerter Auflösung notwendig ist.

Die ozeanische Komponente des COM-Projekts wird durch ein unstrukturiertes Modul für die Atmosphäre ergänzt. Um die Wechselwirkungen zwischen globalen und regionalen Skalen genau zu simulieren, wurde das neue adaptive barotrope Atmosphärenmodell PLASMA (Parallel LArge scale Self-adaptive Model of the Atmosphere) auf Hochleistungsrechnern entwickelt. Zu diesem Zweck wurde die adaptive Lagrange-Galerkin-Methode, eine Kombination der Finite-Elemente-Methode und der Semi-Lagrange-Methode zur räumlichen und zeitlichen Diskretisierung, auf die Flachwassergleichungen angewandt.

Basierend auf den im COM-Projekt gesammelten Erfahrungen, entwickelten wir gemeinsam mit den Partnern des deutsch-indonesischen Tsunami-Frühwarnungssystems (GI-TEWS) ein Finite-Elemente-Modell zur Beschreibung von Flachwasserwellen. Es wird zurzeit im GI-TEWS-Projekt zur Berechnung von Wellenhöhe und -ankunftszeit angewandt. Hier ist die Nutzung der variablen Auflösung von außerge-

wave height and propagation time maps. Here the possibility of varying resolution is of exceptional value as the area of interest includes many islands and rapidly varying bathymetry.

Data bases constitute a considerable part of the GI-TEWS. Modelling of a tsunami's propagation in the deep sea trench off Indonesia takes too much time to carry out a real-time modelling in case of an earthquake event and warn Sumatra and the islands off the coast in time. Therefore so-called elementary tsunamis (synthetic tsunamis, pre-computed virtual tsunamis) are computed for about 500 distinguishable individual cases along the known tectonically active yield line in the Indian Ocean. In case of a warning, a comparison of data will allow for a fast classification. To make the simulation computations traceable, also the mass data (e.g. ocean-bottom topography interpolated on the irregular grid and values of tide models) are included into the archive. The mutual dependence of data and models is documented in corresponding metadata files. The freely available programme "CatMDEdit" is used as a metadata editor.

New Keys for Polar Climate Archive

The main goal of the additional funding theme "New Keys for Polar Climate Archives" (NEW KEYS) is the quantification of changes in global biogeochemical cycles found in polar ice cores using new analytical and modeling approaches. This comprises (isotopic) studies on greenhouse gases, multi-element analysis on mineral dust and other aerosol components as well as modeling of the global carbon cycle. In addition, process related studies such as novel 3D-computer tomography reconstructions of the firnification process are carried out to better constrain systematic

wöhnlichem Wert, da das betrachtete Gebiet viele Inseln und eine stark veränderliche Bathymetrie besitzt.

Einen erheblichen Teil des GI-TEWS nehmen Datenbanken ein. Die Modellierung der Ausbreitung einer Tsunami-Welle im Bereich des Tiefseegrabens vor Indonesien dauert zu lange, um sie im Fall eines Beben-Ereignisses in Echtzeit vornehmen zu können und noch rechtzeitig Sumatra und die vorgelagerten Inseln zu warnen. Deshalb werden entlang der bekannten tektonisch aktiven Bruchlinie im Indischen Ozean für ca. 500 unterscheidbare Einzelfälle so genannte Elementar-Tsunamis (synthetische Tsunamis, pre-computed virtual tsunamis) gerechnet. Im Warnungsfall kann durch Datenabgleich eine schnelle Einordnung erfolgen. Um die Simulationsrechnungen nachvollziehbar zu machen, werden auch die Masendaten (z.B. Ozeanbodentopographie interpoliert auf das irreguläre Gitter und Werte von Gezeitenmodellen) in das Archiv aufgenommen. Die gegenseitige Abhängigkeit der Daten und Modelle ist in jeweils einem Metadatenfile dokumentiert. Als Metadateneditor wird das frei verfügbare Programm „CatMDEdit“ eingesetzt.

Neue Schlüssel zu polaren Klimaarchiven

Das Hauptziel des Aufwuchsprogramms “New Keys for Polar Climate Archives” (NEW KEYS) ist die Quantifizierung von in Eisbohrkernen archivierten Veränderungen biogeochemischer Kreisläufe mit Hilfe neuer analytischer Methoden und Modelle. Dies um-

effects on the (isotopic) record in air enclosures in polar ice cores. These studies were able to show for the first time that the vertical stratification of the firn has a major effect on the bubble close off depth and thus also on the age of air enclosed. This effect has to be considered in improved firnification models. The isotopic characterization of CO₂, CH₄ and N₂O in bubble enclosures provides important constraints on the processes leading to observed glacial/interglacial changes in these greenhouse gases. To this end, new extraction and gas chromatography/mass spectrometry techniques have been developed, which have been transferred into routine operation after introducing our new mass spectrometer facilities in summer 2005. Again characterization of the composition of rare earth elements in mineral dust using inductively coupled plasma mass spectrometry represents a key to identify possible source areas for aeolian dust transport to the Antarctic ice sheet.

The most important highlight has been the reconstruction of new CO₂ ice core records from the EPICA Dome C ice core in a Swiss, French, German cooperation and the quantitative explanation of these changes using our global carbon cycle model BICYCLE. The CO₂ records have been extended back in time to the interval 420-650,000 years before present, i.e. about 200,000 years more compared to the previous Vostok ice core. The most important feature in this time interval is the significantly lower interglacial CO₂ concentration compared to the following five interglacials. The lower CO₂ levels are in line with cooler temperatures at those times, supporting a close and temporally stable link of Southern Ocean temperature and atmospheric CO₂ over the last 650,000 years. Detailed investigation of the phase

fasst (isotopische) Studien an Treibhausgasen, Multi-elementanalysen an Mineralstaub und anderen Aerosolkomponenten sowie die Modellierung des globalen Kohlenstoffkreislaufs. Weiterhin werden Prozessstudien, wie z.B. 3D-Computertomographie Untersuchungen der Firnifikation durchgeführt, um systematische Effekte auf die (isotopischen) Zeitreihen in Lufteinschlüssen polarer Eiskerne besser zu quantifizieren. Diese Untersuchungen zeigten z.B. erstmals einen signifikanten Einfluss der vertikalen Stratifizierung des Firns auf die Tiefe des Gaseinschlusses und somit auch auf das Alter der eingeschlossenen Luft. Dieser Effekt muss in verbesserten Firnifikationsmodellen berücksichtigt werden. Die isotopische Charakterisierung von CO₂, CH₄ und N₂O in Lufteinschlüssen liefert wichtige Informationen für die Identifizierung der Prozesse, die zu Glazial/Interglazial Änderungen dieser Treibhausgase führen. Dazu wurden neue Extraktions- und Gaschromatographie/Massenspektrometrie Methoden entwickelt. Diese wurden in den Routinebetrieb überführt, nachdem ein neues Massenspektrometerlabor im Sommer 2005 eingeweiht werden konnte. Die Charakterisierung der Zusammensetzung der seltenen Erden in Mineralstaubaerosol in Eisbohrkernen mithilfe induktiv gekoppelter Plasma-Massenspektrometrie ist wiederum ein Schlüssel, um mögliche Quellregionen für den aeolischen Staubtransport in die Antarktis besser zu differenzieren.

Einer der Höhepunkte war die Rekonstruktion neuer CO₂ Zeitreihen am EPICA Dome C Eiskern in einer schweizerisch-französisch-deutschen Kooperation und deren quantitative Interpretation mit Hilfe unseres globalen Kohlenstoffkreislauf Modells BICYCLE. Die CO₂ Zeitreihen wurden über das Zeitintervall

relationship between temperature and CO₂ shows that glacial/interglacial changes in atmospheric CO₂ are primarily controlled by temperature changes and only in return lead to a global greenhouse feedback. Reduced interglacial CO₂ concentrations have been also convincingly predicted by our transient carbon cycle model BICYCLE. Those results had been presented in the so called EPICA challenge, where modelers and experimental paleoclimatologists were challenged by the EPICA community to predict CO₂ changes for those subdued early glacial cycles before publication of the measured CO₂ data. Our model studies show that only a combination of processes acting at different times during a glacial/interglacial transition are able to quantitatively explain the observed changes. Southern Ocean mixing and carbonate dissolution/sedimentation in the deep ocean represent the primary factors contributing to the 80-100 ppmv change in atmospheric CO₂ while an aeolian dust induced iron fertilization of the Southern Ocean marine export production is of secondary importance only.

420 - 650 000 Jahre vor heute erweitert, das sind ca. 200 000 Jahre mehr, als bisher vom Vostok Eiskern bekannt. Die wichtigste Eigenschaft dieses erweiterten Zeitraums sind die signifikant niedrigeren interglazialen CO₂ Konzentrationen im Vergleich zu den darauf folgenden fünf Warmzeiten. Diese erniedrigten CO₂ Konzentrationen sind im Einklang mit tieferen Temperaturen zu diesen Zeiten und unterstützen eine enge und zeitlich konstante Beziehung zwischen den Temperaturen des Südozeans und der atmosphärischen CO₂ Konzentration über die letzten 650 000 Jahre. Eine detaillierte Untersuchung der Phasenbeziehung zwischen Temperatur und CO₂ zeigt, dass die Glazial/Interglazial Änderungen der CO₂ Konzentration primär von der Temperatur

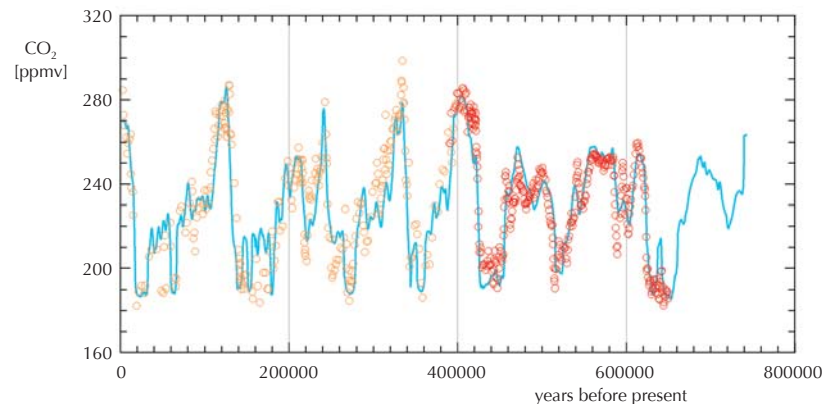
kontrolliert werden und CO_2 nur sekundär zu einer Treibhausrückkopplung führt. Reduzierte interglaziale CO_2 Konzentrationen konnten auch überzeugend von unserem Modell BICYCLE prognostiziert werden. Diese Ergebnisse wurden in der so genannten „EPICA challenge“ präsentiert, in der Modellierer und experimentelle Paläoklimatologen aufgefordert waren, die CO_2 Änderungen dieser gedämpften glazialen Zyklen vorherzusagen, solange die CO_2 Messdaten noch nicht zur Verfügung stehen. Unsere Modellstudien zeigten, dass nur eine Kombination von Prozessen, die zu unterschiedlichen Zeiten während der Glazial/Interglazial Übergänge wirken, in der Lage ist, die beobachteten Änderungen quantitativ zu erklären. Der vertikale Austausch im Südozean sowie die Karbonat Lösung/Sedimentation im tiefen Ozean stellen die primären Faktoren dar, die zu der 80 - 100 ppmv Änderung in CO_2 beitragen. Eine Eisendüngung der Exportproduktion des Südozeans durch aeolischen Staubeintrag im Glazial ist dagegen nur von sekundärer Bedeutung.

Petit, J. R., J. Jouzel, D. Raynaud, N. I. Barkov, J.-M. Barnola, I. Basile, M. Bender, J. Chappellaz, M. Davis, G. Delaygue, M. Delmotte, V. M. Kotlyakov, M. Legrand, V. Y. Lipenkov, C. Lorius, L. Pepin, C. Ritz, E. Saltzman, and M. Stievenard (1999), Climate and atmospheric history of the past 420,000 years from the Vostok ice core, Antarctica, *Nature*, 399, 429-436.

Siegenthaler, U., T. F. Stocker, E. Monnin, D. Lüthi, J. Schwander, B. Stauffer, D. Raynaud, J.-M. Barnola, H. Fischer, V. Masson-Delmotte, and J. Jouzel (2005), Stable carbon cycle-climate relationship during the late Pleistocene, *Science*, 310, 1313-1317.

Abb. 1: Modellierung/Prognose der CO_2 Änderungen im Verlauf der letzten 740 000 Jahre. Neben den CO_2 Ergebnissen des BICYCLE Standard-Modelllaufs (blaue Linie) sind Vergleichsdaten des Vostok Eiskerns [Petit et al., 1999] (orange) und Dome C [Siegenthaler et al., 2005] (rot) dargestellt.

Fig. 1: Modeling/prediction of the CO_2 changes during the last 740,000 years. As well as the results of our BICYCLE standard model run (blue line) measured ice core data from the Vostok ice core [Petit et al., 1999] (orange) and the Dome C ice core [Siegenthaler et al., 2005] (rot) are plotted.





4. Entwicklungen in den
Fachbereichen |
Progresses in the Scientific Divisions



Geosciences

Geowissenschaften

Im Fachbereich Geowissenschaften werden die Wechselwirkungen zwischen dem Geoökosystem und dem Klimasystem untersucht. Dies umfasst sowohl vergangene Klima- und Umweltzustände wie auch die Erfassung der gegenwärtigen Reaktion des Erdsystems auf natürliche und menschlich bedingte Klimaänderungen.

Darüber hinaus kommt auch der Auflösung der Strukturen der Lithosphäre in den Polarregionen eine besondere Bedeutung zu, weil nur so die langfristige geologisch-tektonische Entwicklung der Erde zu verstehen ist.

Der regionale Fokus der Arbeiten liegt auf den Polarregionen. Die Arktis und Antarktis zählen zu den Schlüsselgebieten für die Untersuchung des Geosystems, da Veränderungen der atmosphärischen und ozeanischen Zirkulation in Meeressedimenten, Permafrostböden und im Inlandeis archiviert sind. Auch in Bezug auf die Quantifizierung und Wirkkraft von prognostizierten Änderungen, wie die globale Erwärmung oder der Meeresspiegelanstieg, sind die arktischen Küstenregionen und Permafrostgebiete, die Bereiche der Kontinentalschelfe und Ozeanränder der hohen Breiten sowie die Meereisbedeckung und die Inlandeismassen wichtige Indikatoren.

Durch die Verknüpfung von geophysikalischen, geologischen, glaziologischen und geochemischen Untersuchungen werden langfristige und „eventgesteuerte“ Veränderungen der Polarregionen untersucht und der Massen- und Energietransfer in dem komplexen System „Inlandeis-Permafrostregion-Ozean-Sediment“ quantitativ und qualitativ erfasst.

The geosciences research division investigates the interaction between the geo-ecosystems and the climate system. This includes the past climate- and environment state as well as the recent response of the Earth systems to natural and anthropogenic-forced climate changes.

Understanding the long term geologic-tectonic evolution of our planet additionally requires the study of lithospheric structures in both polar regions.

The regional focus of efforts concentrates on the polar regions. The Arctic and Antarctic regions are amongst the most sensitive to environmental change, and thus are key areas for understanding past and recent climate change. Different archives like ocean sediments, permafrost soils and continental ice are used to reconstruct variations in atmospheric and oceanic circulation as well as climate-induced impacts on the ecosystem. Moreover, the coastal and permafrost regions of the Arctic, the high-latitude continental shelves and ocean margins as well as sea ice cover and continental ice sheets provide basic informations that are essential to assess future climate change, such as global warming and sea level rise. The cooperation of geophysical, geological, glaciological and geochemical disciplines under one roof and the common use of central facilities provide an ideal research environment to investigate long-term and event-driven changes of the polar regions and to document qualitative and quantitative mass and energy transfers in the complex system “continental ice – permafrost region – ocean – sediment“. The recovery of sediment and ice cores requires the integration into international programs (IODP, ICDP,

Die Gewinnung von Sedimenten und Eis erfordert die Einbindung in internationale Programme (unter anderem IODP, ICDP, EPICA) und die Nutzung derer Technologien. Weiter- und Neuentwicklungen von Bohrergeräten, Sensoren, Plattformen (*Aurora Borealis*, Unterwasserfahrzeuge wie ROVs und AUVs) sowie von Sensornetzwerken und autonomen Observatorien sind erforderlich, um die ausgeprägten Wechselwirkungen zwischen dem Geoökosystem und dem Klimasystem in dem schwer zugänglichen Bereich der hohen nördlichen und südlichen Breiten zu erfassen.

Diese Zielsetzungen ergänzen sich mit Fragestellungen, die in den Fachbereichen Klimawissenschaft und Biowissenschaft untersucht werden. Dies beinhaltet beispielsweise die mathematische Modellierung von Klima- und Umweltveränderungen in arktischen Küsten- und Permafrostgebieten, die Quantifizierung des Stoffflusses von Oberflächenwasser zum Meeresboden, der für die benthopelagische Koppelung relevant ist, sowie Untersuchungen zur Küstendynamik und dessen Effekt auf die Küstenökosysteme.

Der überwiegende Teil der im Fachbereich durchgeführten wissenschaftlichen Arbeiten ist in das AWI-Forschungsprogramm MARCOPOLI eingebettet. Neben diesen Untersuchungen werden in den fünf Sektionen des Fachbereiches noch Themen bearbeitet, die außerhalb von MARCOPOLI liegen und zum Teil über Drittmittel gefördert werden. Diese sind nachfolgend kurz beschrieben.

EPICA, et al.) and the application of their technologies. The improvement and new development of drilling equipments, sensors, platforms (Aurora Borealis, underwater vehicles like ROVs and AUVs) as well as sensor-networks and autonomous observatories are necessary to decipher the distinctive interactions between the ecosystems and the climatic system, especially for those areas that are difficult to access.

These objectives supplement questions, which are investigated within the research divisions of Climate Sciences and Biosciences. This includes, for example, the numerical modelling of climatic and environmental changes in arctic coastal and permafrost areas, the quantification of particle flux from the surface to the ocean floor, which is relevant for the benthic-pelagic linkages, as well as research of coastal dynamics and their effects on the coastal ecosystems.

The major part of the scientific research is embedded in the AWI research program MarCoPoli (see chapter XX). This research is complemented by additional research themes (outside MarCoPoli) that are partly funded by soft money. Following is a short description of these themes:

Integrated Ocean Drilling Program Leg 302 (Arctic Coring Expedition, ACEX)

The Arctic Coring Expedition set a new milestone in Arctic research during the late summer of 2004. The recovery of an about 420 meter thick sequence of late Cretaceous and Cenozoic sediment on Lomonosov Ridge/central Arctic Ocean during the IODP-ACEX Expedition 302 in 2004 allowed for the first time a detailed reconstruction of the early pre-glacial Arctic

Integriertes Ozean-Bohrprogramm Expedition 302, (Arktische Bohr-Expedition, ACEX)

Einen neuen Meilenstein in der Arktisforschung setzte die arktische Bohrexpedition im Spätsommer 2004. Die IODP-ACEX-Bohrkerne vom Lomonosow-Rücken/Zentral-Arktischer Ozean erbrachten eine 420 Meter mächtige Abfolge von oberkretazischen und känozoischen Sedimenten, die erstmals in der Geschichte der Arktisforschung eine detaillierte Rekonstruktion der prä-glazialen Umweltbedingungen im zentralen Arktischen Ozean erlauben. Unsere Untersuchungen an diesem einmaligen Probenmaterial konzentrieren sich auf den organischen Kohlenstoffkreislauf und dessen Bezug zur lang- und kurzfristigen



Abb. 2: Blick in die Halle aus Schnee und Eis, in der die Bohrarbeiten ablaufen. Rechts im Vordergrund ist ein Kernrohr zu sehen, in dessen Innerem die einzelnen Eiskerne nach oben kommen.

Fig. 2: View of the drill trench where the deep ice core drilling for the EPICA ice core from Dronning Maud Land was drilled. In the foreground to the right one can see a core barrel in which the core pieces are brought to the surface.

Ocean climate history. Studying these unique ACEX sediments, we concentrate on the Arctic Ocean organic carbon cycle and its relationship to the long and short-term paleoenvironmental/paleoceanographic evolution during Paleocene-Eocene times.

The Eocene - Paleocene interval displays high organic carbon contents of 1 to > 6%. Elevated hydrogen index values of 150 to 350 mgHC/gC suggest increased amounts of (marine and/or freshwater) algae material being preserved. Low C/S ratios of <1 indicate dominantly suboxic/anoxic conditions during Eocene times. Increased primary production, increased freshwater input and/or increased preservation under suboxic/anoxic conditions have probably caused this organic carbon enrichment during Eocene/Paleocene times.



Abb. 3: Ein frisch gewonnener Eiskern wird gesäubert, bevor er der weiteren Verarbeitung zugeführt wird.

Fig. 3: A fresh EPICA-DML ice core was being cleaned before further processing.

gen Variabilität der paläo-klimatischen und paläo-ozeanographischen Bedingungen im Paläozän/Eozän.

Die paläozänen-eozänen Sedimente zeichnen sich durch sehr hohe Gehalte an organischem Kohlenstoff von 1 bis >6 % aus. Hohe Wasserstoffindex-Werte weisen auf aquatisches Algenmaterial als Quelle hin. Sehr niedrige C/S-Verhältnisse zeigen dominant sub-oxische bis anoxische Ablagerungsbedingungen im Eozän an. Eine erhöhte Primärproduktion, ein erhöhter fluviatiler Eintrag und eine erhöhte Erhaltungsrate unter anoxischen Bedingungen waren wahrscheinlich die Ursachen für die Ablagerung C_{org} -reicher Sedimente im Paläozän/Eozän.

Hochauflösende Modellierung von Sedimenterosion und Partikeltransport auf dem Nordwestafrikanischem Schelf

Das Gebiet entlang des Nordwestafrikanischen Schelfes vor Kap Blanc zeichnet sich durch intensiven, küstennahen Auftrieb und durch starke Aktivität von kleinskaligen Wirbeln, Strombändern und Jets aus. Messungen der Partikeldichte in der Wassersäule dieser Region zeigen zwei auffällige Maxima, eines in der Nähe der Oberfläche und ein anderes zwischen 200 und 400 Metern Tiefe. Mit einem sehr hoch auflösenden ozeanographischen Zirkulationsmodell zeigen wir, dass das Oberflächenmaximum durch lokale biologische Produktion erzeugt wird. Das tiefere Maximum rührt von Material her, welches vom Schelf erodiert und durch starke Wirbel und Jets von der Küste in den offenen Ozean transportiert wird. Besonders effektiven Transport in den offenen Ozean findet man südlich von Kap Blanc (21 °N) und südlich von Kap Bojador (26 °N). Diese Studien wurden in Zusammenarbeit mit dem DFG geförderten Research Center Ocean Margins (RCOM) durchgeführt.

High resolution modelling of sediment erosion and particle transport across the NW African shelf

The region off Cape Blanc along the northwest African coast is dominated by persistent upwelling and strong activity of small scale eddies, filaments and jets. Vertical particle camera profiles obtained during recent cruises in this region show that two well-marked maxima of particle abundance in the water column exist, one at the surface and the other in subsurface layers between 200 and 400 meter deep. Using a high resolution terrain-following coordinate ocean model with built-in ecosystem and sediment transport modules we show that the surface particle maximum can be explained by local productivity while the deeper, subsurface particle cloud most likely originates from particulate material eroded from the shallow shelf and transported offshore by vigorous filament activity and dynamic features of the flow. Time-averaged effective transport patterns of particles reveal distinct maxima between 20.5°N and 23.5°N off Cape Blanc. South of Cape Bojador and off Cape Timiris, on the other hand, the effective transport distance patterns suggest energetic offshore activity. This work was conducted in cooperation with the DFG funded Research Center Ocean Margins (RCOM).

Eltanin Asteroid Impact Studies

The late Pliocene (2.5 Ma) Eltanin impact into the Bellingshausen Sea (Pacific Southern Ocean) is the only known example of a km-sized asteroid impact into a deep-ocean (5 kilometer) basin. We intensively investigated the impact area combining HYDRO-SWEEP bathymetric and PARASOUND sediment-echosounding surveys and the study of 20 sediment

Eltanin Asteroideneinschlag

Der oberpliozäne (2.5 Ma) Eltanin-Asteroideneinschlag in das Bellingshausenmeer (pazifischer Südozean) ist das bislang einzig bekannte Beispiel eines kilometergroßen Asteroideneinschlages in den tiefen Ozean (5 km). Der Einschlag wurde intensiv durch bathymetrische und sedimentechographische Vermessung (HYDROSWEEP, PARASOUND) des Einschlaggebietes und Bearbeitung von 20 Sedimentkernen dokumentiert. Die höchsten Konzentrationen von meteoritischem Auswurf wurden im Bereich der Freeden-Tiefseekuppe (57,3 °S; 90,5 °W) und der nördlich anschließenden Tiefsee gefunden, wo bis zu 3 g/cm² Meteoritenmaterial abgelagert worden ist. Es wird vermutet, dass der Einschlag unmittelbar nördlich oder nordwestlich der Tiefseekuppe stattgefunden hat. Bis in das Eozän zurückreichende Sedimente wurden bei dem Einschlag großflächig erodiert. Es gibt jedoch keine Hinweise für einen Krater oder dafür, dass der Asteroid die Ozeankruste erreicht hat. Das bislang dokumentierte Streufeld von meteoritischem Material erstreckt sich über eine Fläche von 200 x 660 Kilometer und stellt das meteoritenreichste Gebiet der Erde dar. Der ungewöhnlich hohe Anteil von 9% ungeschmolzenem Meteoritenmaterial ist möglicherweise charakteristisch für Einschläge in den tiefen Ozean. Diese mag auch für den Import von organischem Material in der Frühzeit der Erdentstehung von Bedeutung sein. Numerische Simulationen des Einschlages, bei denen auch Topographie des Meeresbodens und Sedimentverteilung einfließen, sollen nunmehr genauere Informationen zu Auswirkungen auf die Umwelt und die Bildung eines Megatsunamis ergeben.

cores containing impact-related deposits. This survey revealed that the meteoritic ejecta is most concentrated on a topographic high, the Freeden Seamounts (57.3°S, 90.5°W), and in the deep basins to its north where the amount of meteoritic material deposited on the ocean floor is as much as 3 g/cm². We estimate that ground zero was in the region just north, or northwest, of the seamounts. Sediments as old as Eocene were eroded by the impact disturbance. However, there is no evidence that the impactor penetrated the ocean basement or formed a crater. The presently known meteoritic ejecta distribution range extends over a region of at least 200 km X 660 km. This represents the most meteorite-rich area known on our globe. The fact that approx. 9 % of the coarse ejecta is unmelted meteorites may be characteristic of deep-ocean impacts. This may be of significance for the delivery of organic matter to the emerging Earth through small impacts into primordial oceans, where actual meteorite fragments can survive in significant amounts. Planned numerical simulation of the Eltanin impact, which considers the topographic and sediment deposition pattern in the impact area will provide more information on the environmental consequences of the Eltanin impact, including the creation of a giant tsunami.

Deep-water renewal in the Skagerrak during the last 1200 years triggered by the NAO: evidence from benthic foraminiferal $\delta^{18}\text{O}$.

Benthic foraminiferal tests of a sediment core from south-western Skagerrak (north-eastern North Sea, 420 meter water depth) were investigated for their ratio of stable oxygen isotopes. During modern times sudden drops in temperature and salinity of Skagerrak deep-waters point to advection-induced casca-

Einfluss der NAO auf die Tiefenwassererneuerung im Skagerrak während der letzten 1200 Jahre

An benthischen Foraminiferengehäusen aus einem Skagerrak-Sedimentkern (420 Meter Wassertiefe) wurde das Verhältnis der stabilen Isotope des Sauerstoffs untersucht. Plötzliche Temperatur- und Salinitätsabnahmen im rezenten Skagerrak-Tiefenwasser deuten auf ein kaskadenartiges Einströmen von kälterem und dichterem Wasser der zentralen Nordsee hin. Die plötzlichen Temperaturabnahmen, die anhand des Verhältnisses der stabilen Sauerstoffisotope in den benthischen Foraminiferengehäusen rekonstruiert wurden, dienen als Anzeiger für historische Erneuerungen des Skagerrak-Tiefenwassers. Wir zeigen, dass die Tiefenwassererneuerung im Skagerrak, zumindest während der letzten 1200 Jahre, durch die negative Phase der Nordatlantischen Oszillation (NAO) gesteuert wurde. Die NAO übt einen starken Einfluss auf das Klima NW-Europas aus. Zurzeit wird diskutiert, ob die Langzeitvariabilität der NAO das Klima der nördlichen Hemisphäre auch langfristig beeinflusst. Die hier präsentierten Daten können diese Spekulationen nicht bestätigen. Sie zeigen, dass der größte Teil der Kleinen Eiszeit von relativ hohen Tiefenwassertemperaturen dominiert wurde. Auffällig sind jedoch außerordentlich starke Temperaturunterschiede zwischen den Wassermassen der zentralen Nordsee und des Nordatlantiks in diesem Zeitraum.

Entwicklung einer astronomisch geeichten Zeitskala für das späte Miozän (5-12 Ma)

Die Technik des „Orbital Tunings“ ist momentan die beste Methode zur absoluten Altersdatierung von Sedimentprofilen, insbesondere für den Zeitraum der letzten 35 Millionen Jahre, für den die Astronomen

des of colder and denser Central North Sea Waters entering the Skagerrak. These temperature drops, which are recorded in benthic foraminiferal tests via the stable oxygen isotopic composition, were used to reconstruct deep-water renewal in the Skagerrak. Our results suggest that at least during the last 1200 years Skagerrak deep-water renewal has been triggered by the negative phase of the North Atlantic Oscillation (NAO). The NAO exerts a strong influence on the climate of north-western Europe. It is currently under debate if the long-term variability of the NAO is capable of influencing Northern Hemisphere climate on long time scales. The data presented here cannot reinforce these speculations. Our data show that most of the Little Ice Age was dominated by comparably high deep-water temperatures. However, we did find extraordinary strong temperature differences between Central North Sea waters and North Atlantic water masses during this time interval.

Development of an orbitally tuned Late Miocene time scale (5-12 Ma)

The astronomical tuning technique is presently the most accurate absolute dating method for sediment records spanning the time interval of the last 35 Ma, for which astronomers provide a valid and precise orbital solution for variations in Earth's orbital parameters (eccentricity, obliquity, precession). The orbitally tuned geological time scale has already become the standard chronology for the Pleistocene and Pliocene (0-5.3 Ma). Our goal is to expand and to astronomically calibrate the 'Magnetic Polarity Time Scale', the oxygen isotope stratigraphy and biostratigraphy to 12 Ma at South Pacific Site 1237 (Leg 202). So far, this is the only marine site that meets nearly

verlässliche und genaue Alter über Schwankungen in den Erdbahnparametern (Exzentrizität, Erdschiefe und Präzession) errechnen. Die Alter der astronomisch geeichten, geologischen Zeitskala bilden bereits die Standard-Chronologie für das Pleistozän und das Pliozän (0 - 5,3 Ma). Unser Ziel ist es, die Magneto- und Biostratigraphie für das Miozän von 5 - 12 Millionen Jahren in die astronomische Zeitskala „einzuhängen“ und darüber hinaus eine Sauerstoffisotopenstratigraphie für dieses Intervall zu entwickeln. Die Sedimente der Bohrung 1237 erfüllen nahezu alle Kriterien für ein solches Referenzprofil. Die Bohrungen an Site 1237 erbrachten ein komplettes und carbonat-reiches Sedimentprofil für das Neogen, sowie eine bereits ausgezeichnete Bio- und Magnetostratigraphie. Unser Projekt verfolgt übergeordnet in Zusammenarbeit mit anderen nationalen und internationalen Partnern das Ziel, eine orbital getunte Isotopen-, Bio- und Magnetostratigraphie für das gesamte Neogen an Site 1237 zu entwickeln.

Isotopenuntersuchungen an Foraminiferen im Auftriebsgebiet vor Marokko

Die Faunenzusammensetzung und die stabilen Kohlenstoffsignale benthischer Foraminiferen wurden untersucht, um Variationen in der Produktivität während des Holozäns und des letzten glazialen Maximums (LGM) im Auftriebsgebiet vor Marokko (NW-Afrika) zu rekonstruieren. Die rezenten Faunen reflektieren sehr deutlich zwei unterschiedliche Produktivitätsregime: eutrophe Regionen sowohl vor Kap Ghir (31°N) als auch vor Kap Yubi (27 °N) und eine oligotrophe Region zwischen den Kaps. Diese trophischen Unterschiede zeigen sich in stärker abgereicherten $\delta^{13}\text{C}$ Werten infaunaler Arten in den eutrophen Regio-

all criteria of providing a complete Neogene reference section by integrating the excellent framework of both magnetostratigraphy and biostratigraphy into an orbitally tuned oxygen isotope stratigraphy. Our project is embedded into a joint effort with other national and international partners to develop a 'Magnetic Polarity Time Scale' and isotope stratigraphy for the entire Neogene.

Isotopes in benthic foraminifera from an upwelling system off Morocco

The benthic foraminiferal species composition and the stable carbon isotopic composition of their tests were used to reconstruct paleoproductivity changes during the Holocene and Last Glacial Maximum (LGM) in the upwelling system off Morocco (NW-Africa). Recent benthic foraminiferal assemblages clearly indicate two distinct productivity regimes with eutrophic regions off Cape Ghir (31°N) as well as Cape Yubi (27°N), and an oligotrophic region between the capes. These trophic differences are reflected by more depleted $\delta^{13}\text{C}$ values of infaunal species in the eutrophic region than in the oligotrophic one. In the LGM, benthic foraminiferal faunas clearly indicate an increase in primary productivity compared to modern conditions. Benthic foraminiferal faunas reflect eutrophic conditions parallel along the African coast. Off Cape Yubi as well as between the capes, specific benthic foraminiferal faunas indicate highly seasonally varying organic matter fluxes. Furthermore, in eutrophic regions all benthic $\delta^{13}\text{C}$ values of the LGM are generally slightly depleted compared to Holocene $\delta^{13}\text{C}$ values, indicating the generally more eutrophic conditions in the LGM. This higher primary productivity in the LGM is due to a shift in upwelling cells.

nen im Vergleich zur oligotrophen Region. Im LGM reflektieren benthische Foraminiferenfaunen eine erhöhte Primärproduktion im Vergleich zur rezenten Situation. Die Faunen zeigen eutrophe Bedingungen in einem Streifen parallel entlang der Afrikanischen Küste an. Vor Kap Yubi und in der Region zwischen den Kaps reflektieren charakteristische Faunen eine saisonal stark schwankende Exportproduktion. In den eutrophen Regionen sind die $\delta^{13}\text{C}$ Werte aller Arten des LGM leicht angereichert im Vergleich zum Rezenten, was als Anzeiger für die generell verstärkten eutrophen Bedingungen im LGM angesehen wird. Diese erhöhte Primärproduktion ist auf eine Verschiebung der Auftriebszellen zurückzuführen.

Technologie-Entwicklung im Rahmen von MarTech

Im Rahmen des Virtuellen Instituts Marine Technology (MarTech, HGF Impuls- und Vernetzungsfond) arbeiten das AWI, MARUM (Universität Bremen), die Hochschule Bremerhaven, das MPI für Marine Mikrobiologie und das Transferzentrum für Informatik (Universität Bremen) zusammen. Zu den Zielsetzungen gehört die Entwicklung von Sensoren, Beprobungsgeräten und Software die auf mobilen Unterwasserfahrzeugen wie AUVs, ROVs und Crawlern für geochemische sowie biologische und mikrobiologische Untersuchungen eingesetzt werden.

Biogeochemische Reaktionen und Transportprozesse in marinen Sedimenten

Die Untersuchung, Quantifizierung und Modellierung biogeochemischer Reaktionen und Transportprozesse in marinen Sedimenten sind Inhalt der Projekte C1 „Sedimentary signatures and diagenetic processes of ocean margin deposits“ und E1 „Struc-

Development of technology within the scope of MarTech

The AWI, the MARUM (University Bremen), the University of Applied Sciences Bremerhaven, the MPI for Marine Microbiology and the Transfer Centrum for Computer Science (University Bremen) work together within the scope of the Virtual Institute of Marine Technology (MarTech, HGF Impulse and Integration Fond). Major objectives are the development of sensors, specimen equipment and software designed for the use with mobile underwater vehicles like AUV's, ROV's and crawlers, which are used in geochemical, biological and microbiological research.

Biogeochemical reactions and transport processes in marine sediments

The investigation, quantification and modelling of biogeochemical reactions and transport processes in marine sediments are the subjects of projects C1 "Sedimentary signatures and diagenetic processes of ocean margin deposits" and E1 "Structure and dynamics of cold seeps, associated communities and mineral precipitates" in the frame of the DFG Research Center Ocean Margins RCOM, as well as of three PhD projects of the European Graduate College EUROPROX (DFG). The focus of these studies has been and will be, the early diagenetic formation of sedimentary signals under highly dynamic environmental and sedimentological conditions in different depositional environments and the use of secondary sediment attributes to reconstruct paleoceanographic conditions as well as accumulation environment and history. Recent studies in the area of the Rio de la Plata deep-sea fan (off Argentina and Uruguay) demonstrate that the high glacial sedimentation rates favoured the preservation of high

ture and dynamics of cold seeps, associated communities and mineral precipitates“ im Rahmen des DFG Forschungszentrums Ozeanränder RCOM sowie von drei Doktorandenprojekten des Europäischen Graduiertenkollegs EUROPROX (DFG). Den Schwerpunkt der Arbeiten bildete und bildet dabei die frühdiagenetische Signalbildung unter stark wechselnden Milieu- und Sedimentationsbedingungen in verschiedenen Ablagerungsräumen und die Nutzung sekundärer Sediment-Merkmale zur Rekonstruktion paläoozeanographischer Bedingungen und Diagenesevorgängen sowie der Sedimentationsgeschichte. Die aktuellen Arbeiten im Bereich des Rio de la Plata Tiefseefächers (Kontinentalhang vor Argentinien/Uruguay) belegen die durch die hohen glazialen Sedimentationsraten bedingte Erhaltung von reaktiven Eisenoxiden in größeren Sedimenttiefen. Eine extreme Umbildung der Eisenoxide in sulfidische Eisenphasen, die mit einer fast vollständigen Auslöschung des magnetischen Suszeptibilitätssignals einhergeht, findet mehrere Meter unterhalb der Sedimentoberfläche im Bereich der Sulfat/Methan-Übergangszone statt, in der Schwefelwasserstoff durch den Prozess der anaeroben Methanoxidation generiert wird.

Paläoklimaforschung auf dem Tibetplateau

Das Tibetplateau – auch als „Dritter Pol“ bezeichnet – gehört zu den wichtigsten Antriebsfaktoren der globalen Zirkulation. Aus diesem Grund ist der frühere, jetzige und zukünftige Umwelt- und Klimawandel auf dem Tibetplateau von allgemeinem Interesse für die Debatte über die globale Erwärmung.

Die Klimaentwicklung auf dem Tibetplateau im Spätquartär wird am AWI Potsdam untersucht. Dabei wird ein breites Spektrum von in Seesedimentarchi-

amounts of reactive iron oxides at greater sediment depth. An extreme alteration of Fe(III) minerals into iron sulfides is found a few meters below the sediment surface, which is accompanied by a nearly complete loss of magnetic susceptibility. These minima in susceptibility coincide with the sulfate/methane transition where hydrogen sulfide is generated by the process of anaerobic oxidation of methane.

Paleoclimate research on the Tibetan Plateau

The Tibetan Plateau is considered the ‘third pole’ and is one of the major driving factor of global circulation systems. Therefore, past, present and future climate and environmental change on the Tibetan Plateau is of general interest within the ‘global warming’ debate. The Late Quaternary climate development on the Tibetan Plateau is investigated at AWI Potsdam using a variety of proxies, which are preserved in lacustrine sediment archives (e.g. pollen, plant macrofossils, element concentrations). A recently granted DFG project focuses on the quantitative reconstruction of late glacial climate oscillations on the Tibetan Plateau. For this purpose, a pollen-climate transfer function to infer quantitative July temperature and annual precipitation has been established.

Tolerance limits of methanogenic archaea in terrestrial permafrost

Methane producing organisms (methanogenic archaea) isolated from Siberian permafrost were used in this project to study their physiological potential to survive under extreme environmental conditions in terrestrial and probably in extraterrestrial perma-

ven erhaltenen Proxies analysiert (z.B. Pollen, Pflanzen-Makrofossilien, Elementkonzentrationen). Ein gerade bewilligtes DFG-Projekt konzentriert sich auf die quantitative Rekonstruktion der spätglazialen Klimaschwankungen auf dem Tibetplateau. Dazu wurde eine Pollen-Klima-Transferfunktion erarbeitet, die Rückschlüsse auf die quantitative Entwicklung der Juli-temperaturen und Jahresniederschläge gestatten soll.

Toleranzgrenzen von methanogenen Archaeen im terrestrischen Permafrost

In diesem von der DFG geförderten Projekt wird das physiologische Potential methanbildender Mikroorganismen (methanogene Archaeen), die aus sibirischen Permafrostböden isoliert wurden, untersucht. Im Mittelpunkt der Arbeit steht das Überleben dieser Mikroorganismen unter extremen Umweltbedingungen, wie sie im terrestrischen Permafrost vorkommen, aber möglicherweise auch in extraterrestrischen Permafrostgebieten wie beispielsweise auf dem Mars. Dafür wurden Permafrostproben und Reinkulturen methanogener Archaeen unter verschiedenen Stressbedingungen (niedrige Temperatur, hohe Salzgehalte, Strahlung, Austrocknung und Hunger) getestet. Abschließend wurde das Überleben der Permafrost-Mikroorganismen unter thermo-physikalischen Bedingungen wie auf dem Mars in einem Simulationsexperiment untersucht.

Die Ergebnisse zeigen erstmals, dass methanogene Archaeen aus Permafrosthabitaten sehr gut an extreme Bedingungen angepasst sind und sogar unter den simulierten Marsbedingungen ohne erkennbaren Schaden überlebt haben. Sie sind offensichtlich resistenter gegen die lebensfeindlichen Umweltbedingungen auf dem Mars als Vergleichsorganismen, die aus Ha-

frost like on Mars. Different stress conditions (low temperature, high salinity, radiation, desiccation and starvation) were tested with permafrost samples and pure cultures of methanogens. Finally the probability of methanogenic archaea to survive under present Martian thermo-physical conditions was studied by running a Mars simulation experiment. The results demonstrate for the first time that methanogenic archaea from permafrost are well adapted to permafrost conditions and even survived simulated Martian conditions in temperature and humidity. They are obviously more persistent under unfavourable, mars-like living conditions than those from non-permafrost environments. Due to the physiological potential and metabolic properties methanogens from permafrost can be seen as the most likely candidates for life on Mars. This hypothesis is supported by the current ESA mission Mars Express, which for the first time provided evidence of methane – the metabolic end product of methanogenic archaea - in the Martian atmosphere.

Application of stable isotopes

Within the frame of teaching obligations at the University of Potsdam and in close collaboration with the FU Berlin (Prof. Pekdeger), the Isotope Laboratory is involved in three projects in regions around Berlin, Granada/Spain and Bursa/Turkey to tackle hydrological problems of the respective areas. These projects are partially funded by the DFG and other agencies (DAAD, Erasmus-program, WTZ).

The cooperation with the German Institute for Nutritional Research led to new conclusions in the application of stable isotopes in the area of Nutritional Physiology (especially concerning the conversion of energy in the human body).

bitaten mit moderaten Umweltbedingungen isoliert wurden. Aufgrund ihres physiologischen Potentials und ihrer Stoffwechseleigenschaften können Mikroorganismen ähnlich den methanogenen Archaeen aus terrestrischen Permafrostgebieten als die wahrscheinlichsten Kandidaten für mögliches Leben auf dem Mars angesehen werden. Diese Hypothese wird durch die jüngsten Ergebnisse der ESA-Mission Mars Express unterstützt, die erstmals Methan – das Stoffwechselprodukt der methanogenen Archaeen – in der Marsatmosphäre nachweisen konnte.

Anwendung stabiler Isotope

Im Rahmen der Lehrverpflichtung an der Universität Potsdam und in enger Zusammenarbeit mit der FU Berlin (Prof. Pekdeger) ist das Isotopenlabor bei der Messung und Auswertung stabiler Isotopendaten an drei Projekten im Raum Berlin, der Region Granada/ Spanien und der Region Bursa/Türkei beteiligt, die sich mit hydrologischen Fragestellungen der jeweiligen Gebiete beschäftigen. Diese Projekte werden zum Teil von der DFG und anderen Zuwendungsgebern (DAAD, Erasmus-Programm, WTZ) unterstützt.

Die Kooperation mit dem deutschen Institut für Ernährungsforschung (DIFE) führte zu neuen Erkenntnissen in der Anwendung stabiler Isotope im Bereich der Ernährungsphysiologie, insbesondere zum Energieumsatz im menschlichen Körper.

Biowissenschaften

EU/INCO-Project CENSOR (Climate variability and El Niño Southern Oscillation)

Die El Niño-Southern Oscillation (ENSO) ist eine periodisch wiederkehrende Klimaveränderung an der Pazifikküste Südamerikas mit ernststen Auswirkungen auf die küstennahen Ökosysteme und die von diesen abhängigen Menschen. Das vom AWI koordinierte Projekt EU/INCO-Projekt CENSOR bündelt die Arbeit von über 70 Wissenschaftlern von 14 südamerikanischen und europäischen Institutionen. Seit 2004 untersucht CENSOR ENSO-Effekte in küstennahen Ökosystemen mit dem Ziel, die Verfügbarkeit mariner Ressourcen zu sichern und sozioökonomische Auswirkungen des El Niño Phänomens abzumildern.

“Census of Marine Zooplankton” (CMarZ) / BMBF Projekt SPICE

Funktion und Diversität mariner Gemeinschaften spielen im Kontext der weltweiten Erforschung von Küstensystemen eine bedeutende Rolle. Das europäische Sekretariat von “Census of Marine Zooplankton” (CMarZ) ist seit Herbst 2004 in der Sektion “Ökologie Mariner Tiere” angesiedelt.

Tropische Ökosysteme eignen sich wegen ihres außergewöhnlichen Artenreichtums sehr gut für Vergleiche mit Systemen niedriger Diversität in borealen und polaren Küstengebieten. Im interdisziplinären BMBF Projekt “Science for the Protection of Indonesian Coastal Marine Ecosystems” (SPICE) untersuchen wir Diversität und Ökosystemfunktion von Plankton- und Seegrassgemeinschaften der tropischen Küste von Indonesien. Insbesondere untersuchen wir die Bedeutung von Schwebstoffen für Rifforganismen im Sper-

Biosciences

EC/INCO project CENSOR (Climate variability and El Niño Southern Oscillation)

El Niño-Southern Oscillation (ENSO) is a frequently occurring climate variation along the South American Pacific coast with severe impacts on the coastal environment and the people depending on it. The AWI coordinated EC/INCO project CENSOR involves the efforts of more than 70 scientists from 14 South American and European institutions. Since 2004, CENSOR has been investigating ENSO effects in coastal systems, with focus on securing marine resources and moderating socioeconomic consequences.

“Census of Marine Zooplankton” (CMarZ) / BMBF Projekt SPICE

Investigations of marine community function and diversity are of increasing importance in the frame of global coastal research. The European Secretariat of the “Census of Marine Zooplankton” (CMarZ) has been located in the section “Marine Animal Ecology” since 2004.

Tropical marine ecosystems, with their extraordinary species richness are suitable for comparisons with relatively low diversity systems of temperate and polar coastal zones. The highest species diversity in the world is found in the shallow waters of the Indo-Malayan archipelago. In the framework of the interdisciplinary BMBF Project “Science for the Protection of Indonesian Coastal marine Ecosystems” (SPICE), we are addressing the species diversity and ecosystem function of plankton and seagrass communities of tropical coasts of Indonesia. In particu-

monde Archipel zwischen der südwestlichen Sula-wesi-Küste und der "Strait of Makassar". Umweltparameter und Bestand, Verteilung und Zusammensetzung von Phyto- und Zooplankton unterscheiden sich sowohl saisonal (Regenzeit vs. Trockenzeit) als auch bei Vergleich zwischen dem inneren und dem äußeren Schelf.

Der pelagische Kreislauf von Material, Produktion und Larvenentwicklung ist in diesen Küstengewässern noch ebenso wenig bekannt wie der Stoffexport ins Benthos. Unsere Untersuchungen zum Vorkommen meroplanktischer Larven wiesen die größten Abundanzen dicht an der Küste auf. Innerhalb des Meroplanktons dominierten Larven der Echinodermen, Polychaeten und Gastropoden, die zusammen zwischen 76 und 97 % aller Larven stellen.

Es wurde die Bindung der seegrasbewohnenden Organismen (Makrofauna und Fische) an bestimmte Sukzessionsphasen einer Seegraswiese erfasst. Der Einfluss von Seegurken als Weidegänger auf Aufwuchsalgen wurde experimentell ermittelt. Im Boden der Seegraswiesen wurde eine reiche Lebensgemeinschaft entdeckt. Bauten grabende Krebse, die sich von Seegras ernähren, fangen vorbeidriftende Seegrasblätter ein und lagern diese in Kammern ihres verzweigten Gangsystems, das sowohl von kommensalen Fischen als auch von zahlreichen Muscheln, Krebsen und Ringelwürmern besiedelt wird.

Diese Untersuchungen ermöglichen Vergleiche mit heimischen Seegraswiesen auf Ökosystemebene. Hei-zmische Seegraswiesen gleichen in Bezug auf den Umsatz an Kohlenstoff und Stickstoff Durchlaufsystemen. Sehr viel Material, das im Seegras gebunden ist, wird im Herbst entweder von Zugvögeln gefressen oder nach dem Blattfall von der Strömung

lar, we are studying the significance of suspended matter for coral reef organisms in the Spermonde archipelago, which is situated between the SW Sulawesi coast and the Strait of Makassar. We have been investigating both environmental parameters and plankton standing stock, composition and distribution with respect to differences between seasons (dry versus rainy) as well as between inner and outer shelf waters.

The pelagic cycling of material, production and larval development is as poorly investigated as the material export into the benthic system in these coastal regions. Our investigations of meroplankton reveal the highest abundances close to the coast, as well as dominance of echinoderms, polychaetes and gastropods, contributing 76 to 97% of all larval specimens.

The linkage between seagrass-dwelling faunal assemblages (macrofauna and fishes) and particular successional phases of seagrass beds was estimated. The influence of macrograzers of epiphytes, such as sea-cucumbers, was experimentally outlined. A rich "subway" community was detected deeply buried in the seafloor of the seagrass beds. Burrowing mud crabs, feeding on dead seagrass, catch drifting seagrass leaves and store them in special chambers of their branched tunnel system. They share these burrows with fish, mussels, crustaceans and polychaetes.

These investigations allow comparisons with temperate seagrass beds on an ecosystem level. These sea-grass beds act as flow-through systems for carbon and nitrogen, because most of the material bound in seagrass leaves is exported in autumn either by grazing by birds or by drifting after leaf fall. In

verdriftet. In tropischen Seegraswiesen ermöglicht die komplexere Habitatstruktur ein längeres Verweilen der Stoffe im System und ein größeres Recycling. Untersuchungen an Seegraswiesensystemen bilden eine wichtige Grundlage bei der Beurteilung menschlicher Einflüsse, wie Fischerei und Algenfarmen, auf den Fortbestand dieser Systeme im Zuge der weiteren Entwicklung tropischer Länder.

Anthropogene Veränderungen im Ökosystem Deutsche Bucht

BMU-finanzierte Untersuchungen (BEOFINO I & II) an der Forschungsplattform FINO 1 in der Deutschen Bucht zeigen, dass derartige künstliche Hartsubstrate von einer Artengemeinschaft besiedelt werden, die sich bisher deutlich von den Gemeinschaften natürlicher Hartsubstrate unterscheidet. Im Nahbereich der Unterwasserkonstruktion kommt es zudem zu einer deutlichen Veränderung der Sedimentstruktur und der Zusammensetzung und Funktion der Bodentiergemeinschaft. Die 500 Meter-Sicherheitszone um die Plattform ermöglicht einen langfristigen Vergleich von befischten und unbefischten Flächen. Ergebnisse aus den ersten zwei Jahren des EU-Projekts RESPONSE zeigen bereits deutliche Veränderungen der Bodenfauna im geschützten Bereich.

Makroalgen-Forschung in gemäßigten und polaren Regionen

Innerhalb der Global Biodiversity Information Facility (GBIF) Initiative Deutschlands (www.gbif.de) wurde das auf Helgoland ansässige, über 100 Jahre alte und international bekannte Referenzherbarium ‚Makroalgen der südlichen Nordsee‘ digitalisiert (Förderkennzeichen: BMBF AT8 04/52490/59530047/835). Hier-

tropical seagrass beds a more complex habitat structure enables the material to show longer residence time and to recycle to a larger extent.

Investigations on seagrass bed systems form an important base for the evaluation of the human influence, such as fishery and algal farming, on the continuity of these systems when increasing development of tropical countries.



Abb. 1: Das indopazifische Schildkrötengras (*Thalassia hemprichii*) bildet vor Sulawesi ausgedehnte Unterwasserwiesen.

*Fig. 1: The Indo-Pacific turtle grass (*Thalassia hemprichii*) forms large seagrass beds around the island of Sulawesi.*

für wurden 7800 Herbarblätter mitsamt ihren Annotationen zu Sammler und Bestimmer, Sammlungsort und -zeit, Reproduktionsorganen, Habitat und allgemeinen Anmerkungen in eine Datenbank übertragen. Wichtige Blätter wurden renoviert sowie digitalisiert. Die versteckte Biodiversitätsinformation dieser diskontinuierlichen Zeitreihe wurde somit nachhaltig gesichert und lässt sich erstmals systematisch auswerten. Die Anbindung der Datenbank über ein GBIF Internetportal (www.gbif.org und www.gbif.de/botanik/datenabfrage) ermöglicht Nutzern aus Forschung und Lehre einen einfachen Zugriff. Das Herbarium beherbergt Sammlungsblätter seit Mitte des 19ten Jahrhunderts (Abb. 1) und umfasst 70 - 80 % der für die südliche Nordsee bekannten Makroalgen-Arten.

Im Rahmen der Helmholtz-Hochschul-Nachwuchsgruppe „Physiologische Anpassungsmuster polarer Algen an abiotische Stressfaktoren und ihre Bedeutung für die Struktur polarer Felsküstenökosysteme“ wurden in Kooperation mit dem Institut für Polarökologie der Universität Kiel die interaktiven Effekte von erhöhter UV-Strahlung und Temperatur auf marine Makroalgen untersucht. Hierzu wurden Expeditionen nach Spitzbergen (Arktis) und King-George-Island (Antarktis) (Abb. 3) durchgeführt. An antarktischen Grünalgen konnte gezeigt werden, dass innerhalb der Grenzen der artabhängigen Temperaturansprüche erhöhte Temperaturen eine erhöhte UV-Toleranz der Photosynthese zur Folge hatten. Da die Organismen an ihrem natürlichen Standort einer Vielzahl schwankender Umweltfaktoren ausgesetzt sind, sind multifaktorielle Untersuchungsansätze essentiell, um ökologisch relevante Aussagen zu möglichen Konsequenzen der Klimaveränderung auf Makroalgen treffen zu können.

Anthropogenic Impacts on the German Bight Ecosystem

Within the BMU-funded research (BEOFINO I & II), we have shown on the research platform FINO 1 that such artificial hard substrates are colonized by a community that is distinctly different from those inhabiting natural hard substrates. Furthermore, in proximity to the underwater structure, both sediment texture and soft bottom community are also modified. The 500 m safety zone around the platform allows for the long-term comparison of adjacent fished and non-fished areas. During the first two years of the corresponding EC Project RESPONSE, we have already noted a distinct change in the fauna of the protected area.

Macroalgal research in temperate and polar regions

The 100-year-old, nationally and internationally renowned reference herbarium ‚Macroalgae of the southern North Sea‘ situated on the island of Helgoland was digitised within the framework of the Global Biodiversity Information Facility (GBIF) under the German BMBF initiative (www.gbif.de). The annotations of 7800 herbarium sheets were transferred into a database, providing information on the collector, taxonomic status, collection site and date, reproductive state and miscellaneous notes. The formerly hidden biodiversity information of this discontinuous time-series was thereby made accessible and is ready to be systematically analysed. Easy access for users interested in marine macroalgae is assured via the national and international GBIF Portal (www.gbif.org und www.gbif.de/botanik/datenabfrage). The herbarium houses collections from the mid-19th century onwards (Fig. 3) and comprises 70-80% of macroalgal species of the southern North Sea.

Im Rahmen des internationalen Forschungsprojektes GAME durchgeführte Experimente zeigten, dass die Struktur der Helgoländer Aufwuchsgemeinschaften durch Störungen verändert wird und deren Diversität reduziert wird. Die Akkumulation von Biomasse wie auch die Gesamtbedeckung ist bei variabel gestörten Gemeinschaften höher als bei konstant gestörten Gemeinschaften, während Diversität und Struktur der Gemeinschaften hiervon unbeeinflusst blieben. Die Ergebnisse zeigen, dass neben der Intensität von Störungen auch deren Variabilität Einfluss auf Ökosystemfunktionen haben kann.

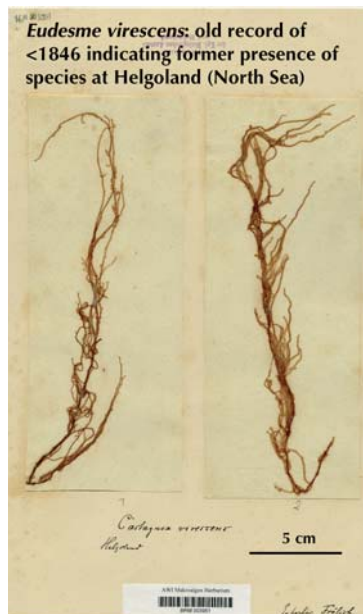


Abb. 2: Ältestes Herbarblatt der Sammlung ‚Makroalgen der südlichen Nordsee‘ von vor 1846, aus dem Herbar Frölich. Die warm-gemäßigte Art *Eudesme virescens* wurde bis 1905 durch Herbarbelege bei Helgoland bestätigt und verschwand dann aus nicht bekannten Gründen aus dem Artenspektrum.

Fig. 2. Oldest herbarium sheet of the herbarium collection ‚Macroalgae of the southern North Sea‘, preserved before 1846 (ex herbarium Frölich). The displayed warm-temperate species *Eudesme virescens* was verified for Helgoland until 1905 through herbarium records, but disappeared later for unknown reasons.

The interactive effects of temperature and UV radiation on marine seaweeds have been investigated in the framework of the joint Helmholtz Junior Research Group “Physiological acclimation of polar seaweeds to abiotic stress: Implications for the structure of coastal ecosystems“, based at AWI and the Institute for Polar Ecology at the University of Kiel. Expeditions to Spitsbergen in the Arctic and to King George Island in the Antarctic were conducted (Figure 3). We demonstrated for the first time that Antarctic green algae – within limits of the species-dependent temperature demands – exhibited an enhanced UV tolerance of photosynthesis during exposure to elevated temperatures. As the organisms are exposed in their habitat to a variety of changing environmental conditions, multifactorial investigations are essential to develop ecologically relevant scenarios about the possible consequences of Global Change on seaweeds and their communities.



Abb. 3: Versuchsaufbau zur Untersuchung interaktiver Strahlungs- und Temperatureffekte auf die Photosynthese mariner Makroalgen am Dallmann-Labor (Jubany Station, King-George-Island, Antarktis). In den grauen Wannen im Hintergrund werden Makroalgen der natürlichen Sonnenstrahlung ausgesetzt. Die Wassertemperatur in den Wannen wird über Kryostate kontrolliert, welche in Zarges-Boxen vor Schnee und Regen geschützt sind (Bildvordergrund) (Foto: Ralf Rautenberger, IPÖ Kiel).

Fig. 3: Experimental set-up for the investigation of the effects of radiation and temperature on photosynthesis of marine seaweeds at the Dallmann Laboratory (Jubany Station, King George Island). Seaweeds were exposed to natural solar radiation in the grey trays in the background. The water temperature in the trays was controlled by thermostats sheltered against snow and rain in the Zarges-Boxes in the foreground (Photo: Ralf Rautenberger, IPÖ Kiel).

Experiments that were conducted as part of the international research project GAME, suggest that disturbance events can affect the structure of field-grown macro-epibenthic assemblages at Helgoland and thereby reduce their diversity. Biomass accrual and total cover of variably disturbed assemblages was higher than of constantly disturbed assemblages, while diversity and structure of assemblages was not affected. These results suggest that ecosystem functions may be influenced by the variability of equally intense disturbance events.

Biological oceanographic research outside of the MARCOPOLI programme

Within the EU project ARCOP (ARctic Opertional Platform) we have developed a technique to remediate oil in sea-ice. We found that sea-ice bacteria can digest oil that penetrated into sea-ice. We determined the de-gradation rate in the field and in experiments in relation to temperature and nutrient supply over a period of several months. Addition of fish-meal increases oil degradation at and above the freezing point but not much below freezing. We are currently identifying the microbial community responsible for the oil degradation.

Within the MICROPAD EU project, new molecular probes were developed to investigate the biodiversity of cryptophytes. The solid phase cytometer was adapted for the automated detection and enumeration of microalgae in cultures and field samples for use with these probes.

*The heavily silicified diatom *Fragillariopsis kerguelensis* comprises up to 90% of the opal belt in Antarctica. Thus, the mechanical strength of the frustules must be extremely high. Calculations by means*

Biologische Ozeanographie Forschung außerhalb des MARCOPOLI Programms

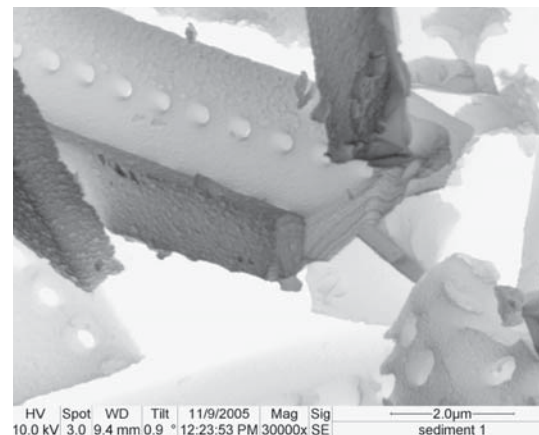
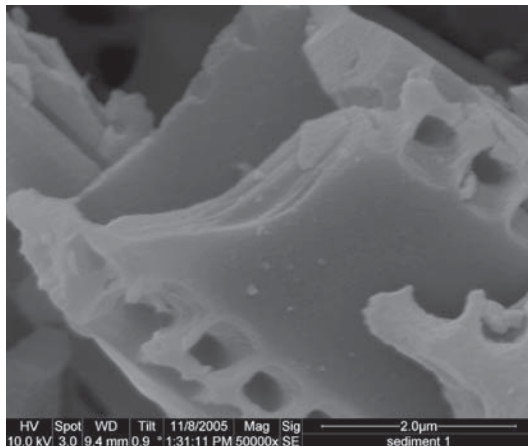
Im Rahmen des EU-Projektes ARCOP (ARctic Operational Platform) haben wir die Bioremediations-Methode zu Abbau von Rohöl, erstmalig unter Eisbedingungen, getestet. Wir haben herausgefunden, dass im Meereis lebende Bakterien Ölkomponenten abbauen können. Die Abbauraten wurden in Labor- und Feldversuchen bestimmt, bei unterschiedlichen Temperaturen und Zusatz von Nährstoffen. Der Zusatz von anorganischen Nährstoffen stimuliert den Abbau von Rohöl bei Temperaturen um den Gefrierpunkt, wenn das umliegende Eis durch zunehmende Absorption von Wärmestrahlung aufgrund der dunklen Farbe des Öls zu schmelzen beginnt. In der festen Eisstruktur geht der Abbau von Öl dagegen nur sehr langsam voran. Momentan wird die bakterielle Gemeinschaft identifiziert, die für den Abbau des Rohöls verantwortlich ist.

*of finite-element models predicted that the silica of *F. kerguelensis* frustules cannot be homogeneous, but instead must be made of complex nanocomposite material (Figure 4). This nanocomposite creates highly anisotropic properties in the frustules that greatly increases the mechanical strength of the overall structure.*

The opportunities and limitations of sustainable offshore-aquaculture in the German Bight have been under active investigation within a project to establish additional multifunctional use of wind parks. Cultures of mussels and sea-kelp were grown on

Abb. 4: Schalen der Kieselalge *Thalassiothrix* zeigen deutliche Schichtungen innerhalb des Baustoffes, ähnliche Hinweise existieren für *F. kerguelensis*. (Abbildung Hamm, Gersonde, von Einem, unpublizierte Ergebnisse).

*Fig. 4: Frustules of the diatom *Thalassiothrix* show a distinct layering within their silica shell that is similar to the texture of *F. kerguelensis* frustules. (Figure taken from Hamm, Gersonde, von Einem, unpublished results).*



Das EU-Projekt MICROPAD wurde erfolgreich zu Ende geführt. Im Rahmen des Projekts wurden neue molekulare Methoden für die Untersuchung der Biodiversität von Cryptophyceen entwickelt. Des Weiteren wurde die Festphasenzytometrie zur automatisierten Detektion und Quantifizierung von Mikroalgen in Kulturen und Umweltproben mittels Fluoreszenz markierter Sonden etabliert.

Die dickwandige Diatomee *Fragillariopsis kerguelensis* bildet bis zu 90 % des Opalsediments der Antarktis. Mikromechanische Tests und Computersimulationen haben bereits gezeigt, dass ihre Schale äußerst widerstandsfähig ist. Mit Hilfe von Finite-Elemente-Berechnungen sowie elektronenmikroskopischen Aufnahmen wurde jetzt nachgewiesen, dass die Schale nicht homogen, sondern aus komplexen Nanostrukturen aufgebaut ist (Abb. 4). Hierdurch werden hochgradig anisotrope Struktureigenschaften des Materials hervorgerufen, welche die hohe mechanische Belastbarkeit erklären.

Die Potentiale und Einschränkungen nachhaltiger Aquakultur in der deutschen Bucht werden in einem laufenden Projekt geprüft, wo Offshore-Windparks auf ihre Mehrfachnutzung mit Aquakultur untersucht werden. Miesmuscheln und Zuckertang wurden auf künstlichen Substraten in geplanten Windparkarealen kultiviert. Dabei wurde festgestellt, dass als System-Design eine Ringkonstruktion gegenüber einer Langleine besser die harschen Wetterbedingungen übersteht. Die Ergebnisse zeigen auch, dass Zuckertang gegenüber dem starken Wellenklima äußerst resistent ist. Während die Konzentration von Muschellarven in der Wassersäule bei zunehmender Entfernung von der Küste abnimmt, sind gleichzeitig offshore-gezüchtete Muscheln parasitenfrei. Obwohl die Rechtsspre-

structures attached to windmill pylons. Stable growth rings appear to be more suitable than long lines to withstand the strong hydrodynamic stress in the upper water column. Kelp withstands tension and hydrodynamic forces extremely well at exposed positions. Concentrations of mussel larvae decrease with increasing distance from the coast but no macro-parasites were found inside mussels grown offshore. Some technical and legal restrictions still exist, but these seem to be manageable; successful offshore aquaculture can be anticipated in the near future.

chung in diesen Gebieten noch lückenhaft ist, so lässt sich dieses wie auch manch technisches Problem lösen, so dass Offshore-Aquakultur auch in Deutschland eine Perspektive haben wird.

Klimawissenschaften

Messende Ozeanographie

Die Arbeiten hatten die Untersuchung von Wassermasseneigenschaften und Transporten im Weddellmeer und in der Framstraße mit neuen Technologien zum Inhalt. Sie ergänzten die Ziele von MARCOPOLI und erfolgten in Zusammenarbeit mit der Technologiegruppe Marine Messsysteme mit Zusatzförderung durch BMBF und EU.

Im Weddellmeer wurden Wassermasseneigenschaften und Strömungen gemessen, um dekadische Variationen zu erfassen, welche die großräumige ozeanische Umwälzbewegung beeinflussen können. Dazu wurden 92 profilierende Driftkörper (Floats) im atlantischen Sektor des Südlichen Ozeans seit 1999 im Rahmen des internationalen Argo-Programms eingesetzt. Seit Dezember 2001 sind diese mit Eiserkennungssystemen ausgerüstet, die das Auftauchen und damit die Zerstörung bei Eisbedeckung verhindern. Ab Januar 2005 können die von *Optimare Sensor-systeme* gelieferten NEMO-Floats auch Daten zwischenspeichern, die unter dem Eis aufgezeichnet wurden. Aus den gemessenen Daten wurden Temperatur- und Bewegungsfelder in 750 Metern Tiefe abgeleitet. Die große Ähnlichkeit der Verteilungen weist auf den überwiegend advektiven Charakter des horizontalen Wärmetransports im Weddellwirbel hin. Bei etwa 30 °O ist der Einfluss von nach Süden strömendem Wasser des Antarktischen Zirkumpolarstroms deutlich zu erkennen. Südlich von 60 °S breitet sich dieses Wasser nach Westen aus.

In der Framstraße wird im Rahmen von MARCOPOLI der Austausch zwischen dem Nordatlantik und dem Arktischen Ozean gemessen. Hier wurden zu-

Climate Sciences

Observational oceanography

The fieldwork in physical oceanography is based on investigations of water mass properties and transports in the Weddell Sea and Fram Strait by application of new technologies. The activities occurred in cooperation with the Marine Observing Systems technology group, complemented the MARCOPOLI programme and were supported by EU and BMBF projects.

In the Weddell Sea, water mass properties and transports were measured to detect decadal variations, which might affect the large-scale oceanic overturning circulation. In the Atlantic sector of the Southern Ocean 92 profiling floats have been deployed since 1999 in the context of the international Argo project. Since December 2001, they have been equipped with an ice-sensing system to avoid surfacing and potential damage when sea ice is present. From January 2005, NEMO floats provided by Optimare Sensorsysteme were able to store profiles which were recorded under the sea ice. From the obtained data, temperature and velocities fields in 750 meters depth were derived. Both fields show large similarities, emphasizing the advective component of the heat transport in the Weddell gyre. At about 30°E, both temperature and flow field show clearly the southward spreading of waters influenced by the Antarctic Circumpolar Current. South of about 60°S, these waters spread to the west as part of the southern branch of the Weddell Gyre.

In the Fram Strait, data from the moored array maintained in the MARCOPOLI programme to measure the exchanges between the North Atlantic

sätzlich umgekehrte Echolote mit Bodendruckmessern (PIES) ausgelegt, um die Möglichkeit zu erkunden, aus den Veränderungen der Laufzeit des Schalls vom Gerät am Meeresboden zur Oberfläche und zurück Veränderungen des Wärmeinhalts der Wassersäule zu erfassen. Zusammen mit der horizontalen Druckdifferenz soll daraus der Wärmetransport im Westspitzbergenstrom abgeleitet werden. Die gemessenen Daten zeigen, dass die Fluktuationen intensiv genug sind, um mit den PIES detektiert zu werden. Die Umsetzung der Druck- und Schallgeschwindigkeitsfluktuationen in Veränderungen des Wärmetransports soll auf der Grundlage der Strömungsmesserdaten erfolgen.

Dynamik des Paläoklimas

In der Sektion Dynamik des Paläoklimas werden neben den über das MARCOPOLI-Programm abgedeckten Themen neue methodische und inhaltliche Fachgebiete erschlossen. Extreme Klimabedingungen haben in der Erdgeschichte im Neoproterozoikum vor 750 bis 545 Millionen Jahren stattgefunden. Im Rahmen von Kooperationen mit den Universitäten Würzburg und Bremen gilt es herauszufinden, unter welchen Bedingungen von Umwelt, Erdorbitalkonfiguration und Paläogeographie eine Vereisung der Erdoberfläche stattgefunden haben kann. Für diesen Zweck setzen wir numerische Klimamodelle ein, welche die Oberflächeneigenschaften und Klimadynamik explizit abbilden. Es zeigt sich, dass es wie bei den einfachen Energiebilanzmodellen Mehrfachgleichgewichte geben kann. Zu variierende Parameter sind der CO₂-Gehalt der Atmosphäre, die Land-Meerverteilung, die Albedo und auch der Anfangszustand. Außerhalb des MARCOPOLI-Themenbe-

and the Arctic Ocean were supplemented by records from bottom pressure recorders equipped with inverted echosounders (PIES). The data were used to investigate the potential to detect changes in the heat content of the Westspitzbergen current by variations of the propagation time of sound signals from the instruments to the sea surface and back. The variations of the volume transports should be revealed by variations of the horizontal pressure differences at the sea bottom. The obtained ranges of variability are large enough to be detected by PIES, and a direct transformation into heat transport will occur on the basis of the data from the current meter moorings.

Paleoclimate Dynamics

As well as the themes covered by the MARCOPOLI programme, the section Paleo-climate Dynamics developed new fields in respect of method and content. There were extreme climate conditions in the earth's history in the Neoproterozoic 750 - 545 million years ago. In the frame of cooperations with the Universities of Würzburg and Bremen, we explore under which environmental conditions, earth orbital configurations and palaeogeography a glaciation of the earth's surface may have happened. For this purpose we use numerical climate models, explicitly depicting the surface characteristics and climate dynamics. It is shown that there may be multiple steady states, like in the case of the simple energy balance models. The parameters to be varied are the atmosphere's CO₂ content, the land-sea distribution, the albedo as well as the initial condition. Outside the MARCOPOLI topics, we still work with extreme values in climate scenarios and prediction schemes for climate indices.

reichs beschäftigen wir uns weiterhin mit Extremwerten in Klimaszenarien und Vorhersageschemen für Klimaindizes.

Eine Anwendung aus der Sektion besteht aus einem web-basierten Analysewerkzeug, mit dem man instrumentelle Modelldaten mit physikalischen und Stellvertreterdaten vergleichen kann. Weitere Funktionalitäten beziehen sich auf Methoden zur Datenreduktion zeitlich-räumlicher Strukturen. Dieses Analysewerkzeug wurde zum einen für Forschungszwecke und zum zweiten für die Lehre an der Universität Bremen und im Europäischen Graduiertenkolleg eingesetzt.

Atmosphärische Zirkulation

Im Forschungsteil Programmungebundene Forschung geht es um die Vorbereitung des IPY 2007/08 durch modellierende und messende Aktivitäten und ihre internationale Koordination. Dazu wurde das gekoppelte regionale Modell des arktischen Klimasystems HIRHAM-NAOSIM im Rahmen des EU-Projektes GLIMPSE weiterentwickelt. Zehnjährige Simulationen mit ERA 40 Datenantrieb an den seitlichen Rändern von 1990 - 2000 wurden durchgeführt, um Atmosphäre-Ozean-Meereis Rückkopplungen besser zu verstehen. Obwohl die Simulationen bereits gute Ergebnisse zeigen, entwickelt das Modell zu warme Wintertemperaturen, die mit zu dünnem Eis in einigen Regionen der Arktis zu tun haben.

Passend dazu wurde ein internationales CARMIP (Coupled Arctic Regional Climate Model Intercomparison Projekt) als Teil des THORPEX IPY initiiert. Auf der messenden Seite laufen Vorbereitungen für die Teilnahme an Radio- und Ozonsondierungen auf einer russischen Driftstation im Rahmen des IPY.

Furthermore, the section has developed and uses a web-based analysis tool, with which instrumental model data can be compared with observational and proxy data. We also apply methods to reduce the data of time-spatial structures. This analysis tool was deployed for research purposes as well as for teaching at the University of Bremen and the European Graduate Lecture Courses.

Atmospheric circulations

In our non-MARCOPOLI research we prepare the IPY 2007/08 with modelling and measuring activities and their international coordination. For this purpose we refined the coupled regional model of the Arctic climate system HIRHAM-NAOSIM in the frame of the EU project GLIMPSE. Simulations over ten years with ERA 40 data forcing at the outer edges of 1990-2000 were effected in order to improve our understanding of the atmosphere-ocean-sea ice couplings. Although the simulations already show good results, the model develops too warm winter temperatures, related with too thin ice in some Arctic regions.

Complementarily, we initiated an international CARMIP (Coupled Arctic Regional Climate Model Intercomparison Projekt) project as a part of the THORPEX IPY. On the measuring side we prepare to participate in radio and ozone soundings at a Russian drifting station in the frame of the IPY.

In the frame of a DFG project, the regional atmosphere model HIRHAM was applied to simulate the circulation over the Antarctic. The aim was an improved understanding of the processes determining the regional circulation patterns of atmospheric and climate conditions in the Antarctic. Here, we

Das regionale Atmosphärenmodell HIRHAM wurde im Rahmen eines DFG-Projektes auf die Simulation der Antarktis angewendet. Das Ziel bestand in einem verbesserten Verständnis der Prozesse, die regionale Zirkulationsmuster der Atmosphäre und Klimabedingungen in der Antarktis bestimmen. Dabei standen die Fragen der verbesserten Beschreibung katabatischer Windsysteme und ihre Kopplung mit synoptischen Zyklonen im Vordergrund.

Ozeandynamik

Im Forschungsteil Programmungebundene Forschung wurden Klimavariationen im Nordatlantik und hier insbesondere der Zusammenhang zwischen der vertikalen Umwälzbewegung (overturning) und dem atmosphärischen Antrieb untersucht. In einer Kooperation mit dem Institut für Meereskunde Kiel (IFM-GEOMAR) wurden Datenassimilation in Form der Kalman-Filterung mit reduziertem Rang und inverse Methoden mit Vorwärtsmodellierung kombiniert. Ein klarer Zusammenhang ergab sich zwischen Zirkulationsmustern und dem Nordatlantischen Oszillationsindex (NAO) des Vorjahres.

Im Rahmen des Geotechnologienprogramms arbeiten wir an der Kalibrierung von Satellitenaltimeterdaten sowie Schwerefeldanalysen mit. Hierbei werden in erster Linie Modellierung und Datenassimilation verwendet. Zusätzlich werden Messdaten des Ozeanbodendrucks von unseren messenden Abteilungen erhoben.

In dem von der EU geförderten Projekt MERSEA (Marine EnviRonment and Security for the European Area) arbeitet das AWI an zwei Teilaspekten. Zum einen geht es um die optimale Bestimmung von in der Natur schlecht zu messenden biologischen Parame-

mainly concentrated on the improved description of catabatic wind systems and their coupling with synoptic cyclones.

Ocean Dynamics

In our non-MARCOPOLI research we examined climate variations in the North Atlantic and here especially the connection between the vertical overturning and the atmospheric forcing. In cooperation with the Institute of Marine Sciences at the University of Kiel (IFM-GEOMAR) we combined data assimilation in the form of reduced rank Kalman filtering and inverse methods with forward modelling. We found a clear relation between circulation patterns and the North Atlantic Oscillation index (NAO) of the previous years.

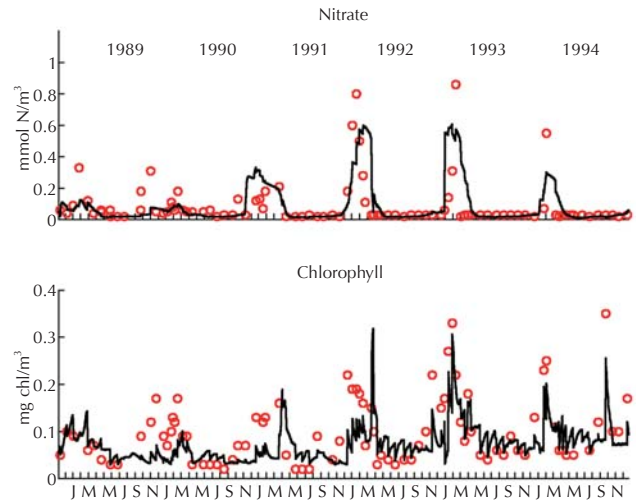
In the frame of the Geotechnology Programme we participate in the calibration of satellite altimeter data as well as gravity field analyses, mainly using modelling and data assimilation. We also evaluate measurement data of the pressure at the ocean bottom.

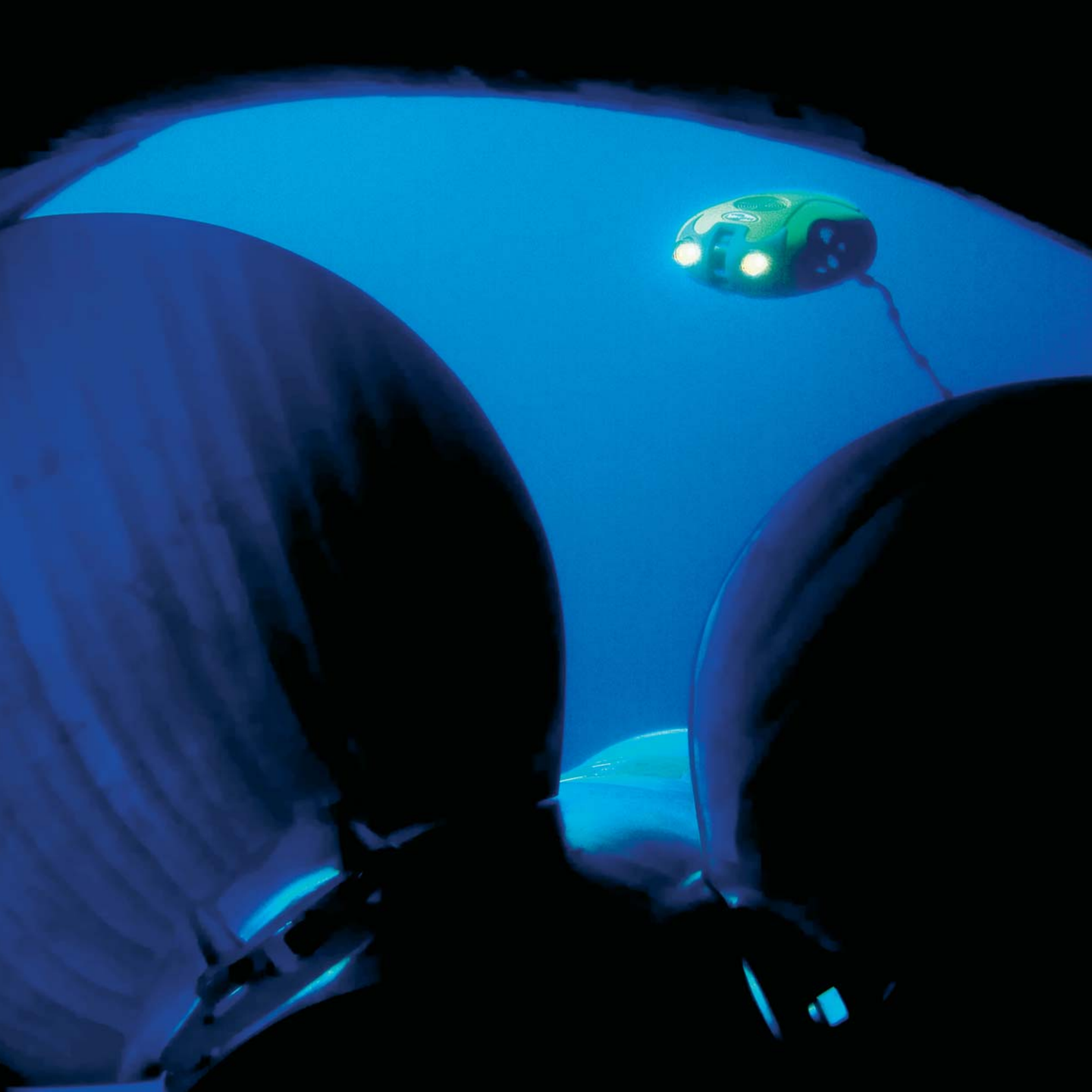
In the MERSEA project (Marine EnviRonment and Security for the European Area), supported by the EU, AWI works on two aspects. On the one hand we deal with the optimal ascertainment of parameters, which are difficult to measure in nature, such as growth rates in biological-numeric models. On the other hand we work on the optimizing method itself, further developing and successfully using the 'Sequential Importance Resampling' filter. Calibration of the ecosystem model with the Bermuda Atlantic Time-series study data set allows to better reproduce the upper mixed layer ecosystem dynamics observed at the location. Figure 1 depicts the temporal evolution of the simulated chlorophyll 'a' and dissolved inorganic nitrogen concentrations against those observed.

tern, wie z.B. Wachstumsraten in biologisch-numerischen Modellen. Der zweite Aspekt betrifft die Optimierungsmethode selbst, bei der wir den ‚Sequential Importance Resampling‘-Filter weiterentwickeln und erfolgreich einsetzen. Die Kalibrierung des Ökosystemmodells mit dem Datensatz der Bermuda-Atlantik-Zeitserienstudien erlaubt eine bessere Modellierung der vor Ort beobachteten Ökosystemdynamik. Abbildung 1 zeigt die zeitliche Entwicklung des simulierten Chlorophylls „a“ und der Konzentrationen von gelöstem anorganischen Stickstoff gegenüber den Beobachtungen.

Abb. 1: Entwicklung der Ökosystemkomponenten an der Bermuda-Station, berechnet mit einer sequentiellen Parameterschätzung. Die Kreise sind die BATS-Daten für Nitrat und Chlorophyll „a“.

Fig. 1: The evolution of the ecosystem components at the Bermuda station obtained by the sequential weak constrained parameter estimation. Circles are the BATS data for nitrate and chlorophyll ‘a’.





5. Neue Technologien | *New technologies*



5. Neue Technologien

Unterwasserfahrzeuge und Tiefsee-Technologie

Für die Erforschung der Tiefsee stehen der Wissenschaft inzwischen moderne, unbemannte Unterwasserfahrzeuge zur Verfügung. Im September 2005 konnten Wissenschaftler des AWI gemeinsam mit Kollegen aus anderen europäischen Instituten auf dem französischen Forschungsschiff ‚L’Atalante‘ mit dieser modernen Tiefseetechnologie arbeiten. Die Expedition in den nördlichen Nordatlantik und in die Arktis wurde gemeinsam vom AWI und dem Ifremer organisiert, und stellte einen wichtigen Beitrag zu dem von der Europäischen Union geförderten Projekt HERMES (Hotspot Ecosystem Research at the Margins of European Seas) dar. In diesem Vorhaben untersuchen 45 Partner aus 15 europäischen Ländern gemeinsam die Artenvielfalt in verschiedenen Tiefseeregionen des europäischen Kontinentalrandes.

Mit dem unbemannten, viereinhalb Tonnen schweren Tiefseetauchfahrzeug ‚Victor 6000‘, stand den Wissenschaftlern an Bord ein sogenanntes Remotely Operated Vehicle (ROV) zur Verfügung. Mit diesem Tauchfahrzeug haben die AWI-Wissenschaftler bereits zweimal auf der ‚Polarstern‘ (1999 und 2003) und einmal auf der ‚L’Atalante‘ (2001) erfolgreich in der Arktis gearbeitet. Das ROV kann bis zu 6000 Meter tief tauchen, ist mit Kameras und Probennahmegeräten ausgerüstet, von denen zwei Greifarme den Wissenschaftlern ermöglichen, Messgeräte am Meeresboden gezielt abzusetzen und Proben zu nehmen.

Außerdem wurde erstmalig ein autonomes Tiefseefahrzeug des AWI in der Arktis eingesetzt. Das torpedoförmige, knapp vier Meter lange AUV (Autonomous

5. New technologies

Underwater Vehicles and Deep-Sea Technology

Exploration of the deep sea is currently supported by unmanned underwater vehicles. In September 2005, scientists of the AWI together with colleagues from other European institutes had access to modern deep-sea technology during an expedition to the northern North Atlantic and the Arctic onboard the French research vessel ‘L’Atalante’. This expedition, jointly organised by AWI and its French cooperation partner Ifremer, represents an essential contribution to the EU funded Integrated Project HERMES (Hotspot Ecosystem Research at the Margins of European Seas). A total of 45 partners from 15 European countries are involved in this project aimed at a comprehensive understanding of various deep-sea ecosystems along the European continental margins.

A 4.5 ton heavy deep-sea Remotely Operated Vehicle (ROV) was onboard the ‘L’Atalante’ along with the unmanned cabled underwater vehicle ‘Victor 6000’. AWI scientists already had extensive experience with this research vehicle, having used it two times onboard the German icebreaker ‘Polarstern’ (1999 and 2003) and during a cruise with ‘L’Atalante’ in 2001. The ROV is depth-rated to 6000 m and is equipped with various camera systems and sampling devices. Two manipulator arms permit video controlled sampling and deployment of in situ instruments on the deep-sea floor.

An autonomous underwater vehicle owned by the AWI was used for the first time in the Arctic during the expedition. The torpedo-like 4 m long AUV (Autonomous Underwater Vehicle) is not connected by

Underwater Vehicle) hängt im Gegensatz zu ‚Victor 6000‘ nicht an einem Kabel, sondern fährt vorprogrammierte Kurse bis in Tiefen von 3000 Metern selbstständig ab. Während der Expedition im Herbst 2005 wurde das Fahrzeug eingesetzt, um mit verschiedenen Messinstrumenten die Konzentration des Treibhausgases Methan, die Wassertemperatur und den Salzgehalt in den oberen Schichten der Wassersäule zu messen.



Abb. 1: Bergung des autonomen Unterwasserfahrzeugs an Bord des französischen Forschungsschiffs ‚L'Atalante‘.

Fig. 1: Recovery of the autonomous underwater vehicle onboard the French research vessel 'L'Atalante'. Because of upcoming bad weather conditions the mission was interrupted after 5 hours in order to secure the vehicle. (Photo: E. Sauter)

a cable to the ship but follows pre-programmed courses at given water depths down to a maximum diving depth of 3000 metres. During the expedition in the autumn of 2005, the vehicle was equipped with different sensor systems to measure, e.g. the greenhouse gas methane, water temperature and salinity within the upper layer of the water column.

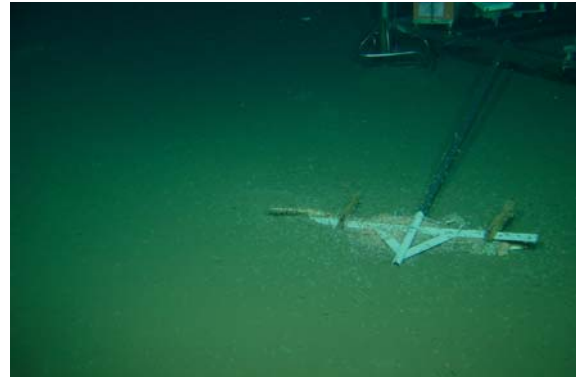


Abb. 2: Dieser, drei Wochen zuvor von Bord der ‚Polarstern‘ ausgebrachte Walkadaver wurde, in 5340 Metern Wassertiefe mit dem ROV ‚Victor 6000‘ aufgesucht und hinsichtlich der angelockten Tiefseeorganismen detailliert beprobt.

Fig. 2: This whale carcass was deployed three weeks earlier by scientists onboard 'Polarstern' and found at 5340 m water depth with the ROV 'Victor 6000'. The ROV allowed detailed studies on the scavenger community attracted at such water depth in the Arctic to be made. (Photo: AWI/Ifremer)

Marine Messsysteme

PALAOA

Die akustische Horchstation PALAOA (Hawaiianisch "Wal" oder auch PerenniAL Acoustic Observatory in the Antarctic Ocean) ermöglicht es erstmals, Unterwasseraufnahmen aus dem Antarktischen Ozean in Echtzeit zu erfassen. Das Observatorium wurde während der Sommerkampagne 2005/6 etwa 15 Kilometer nördlich der Neumayer-Station in der Nähe der Schelfeiskante des Ekström Eisschelfes bei 70°31' S 8°12' W etabliert. In Zusammenarbeit mit AWI Mitarbeitern aus der Glaziologie und der Logistik wurden hierzu vier 100 Meter tiefe Löcher durch das Schelfeis gebohrt, um Hydrophone in den darunter liegenden Wasserkörper einzubringen. Die breitbandigen Hydrophone registrieren eine Vielfalt von Unterwassergeräuschen. Erste Aufnahmen zeigen das Passieren von Orkas, die Präsenz von Weddell-Robben und Seeleoparden sowie Geräusche von kalbenden Gletschern und Eisbewegungen. Die akustischen Daten werden via WLAN an die Neumayer-Station gesendet, von wo sie nach Bremerhaven weitergeleitet werden. Dort werden sie – nahezu in Echtzeit – für die Öffentlichkeit über das Internet zugänglich gemacht. Durch ihre Analyse werden Erkenntnisse über die Wanderbewegung von marinen Säugern und den Tagesgang ihrer Vokalisationen erwartet.

Argo Floats

Das internationale ARGO Projekt zielt darauf ab, kontinuierliche und ozeanweite Messungen der Temperatur und des Salzgehaltes der oberen 2000 Meter mit Hilfe von profilierenden Floats durchzuführen. Im Februar 2006 waren insgesamt 2364 floats im ARGO-Projekt im Einsatz, und damit wurde eine Bepro-



Abb. 3: Mit den abgebildeten Stechrohren werden Sedimentproben im unmittelbaren Umfeld des Walkadavers gezogen, um die Auswirkungen eines derartigen Nahrungseintrags auf sedimentbewohnende Organismen später im Labor analysieren zu können. Auf der Sedimentoberfläche sind massenhaft Flohkrebse, Asseln und Seegurken zu erkennen.

Fig. 3: By using push corers sediment samples can be taken in close vicinity to the whale carcass in order to quantify the impact of such an organic Food supply on sediment inhabiting organisms. A mass occurrence of gammaridean amphipods, isopods and sea cucumbers is visible at the sediment surface. (Photo: AWI/Ifremer)

Marine Observing Systems

bungsdichte im Ozean erreicht, die ähnlich gut wie die der Wetterstationen auf den Kontinenten ist. Diese autonom operierenden Messplattformen treiben frei in der Tiefe des Ozeans, um alle zehn Tage an die Oberfläche zu steigen, wobei sie ein vertikales Temperatur- und Salzgehaltsprofil ermitteln, welches anschließend per Satellit an öffentlich zugängliche ARGO Datenzentren übertragen wird. Während Floats in den niedrigen und mittleren Breiten bereits zahlreich vorhanden sind, blieben Auslegungen in hohen Breiten mit zumindest saisonaler Eisbedeckung selten. Dies liegt an der unmittelbaren Gefahr, dass die Floats durch Kollision mit dem Meereis beschädigt oder zerstört werden. Um ARGO auch auf eisbedeckte Gebiete ausweiten zu können, wurde deshalb vom AWI eine 3-stufige Weiterentwicklung dieser Messplattformen vorangetrieben. Der erste und wichtigste Schritt war die Entwicklung eines einfachen, energiesparenden Algorithmus, der die Wahrscheinlichkeit von Meereis im Bereich des Auftauchortes ermittelt und gegebenenfalls das weitere Aufsteigen des Floats an die Oberfläche abbricht. Zweitens ist es notwendig, die in diesem Fall nicht übertragenen Profildaten zwischenspeichern, bis sich zu einem späteren Zeitpunkt die Gelegenheit für eine sichere Übertragung bietet. Da die Positionierung der Profile üblicherweise mithilfe des Datenübertragungssatelliten geschieht, ist im Falle des Profilabbruchs eine alternative Positionierungsmethode notwendig. Dies geschieht – als dritte Entwicklungsstufe – mithilfe von akustischer Unterwassernavigation. Alle drei Komponenten dieser Weiterentwicklung wurden in die von der Optimar Sensor-systeme AG hergestellten NEMO Floats (Navigating European Marine Observer) implementiert und mittlerweile erfolgreich getestet.

PALAOA

For the first time ever, real-time underwater acoustic recordings have been obtained from the Antarctic ocean by the “Perennial Acoustic Observatory in the Antarctic ocean” (PALAOA, means “whale” in Hawaiian). The observatory was established during the summer campaign 2005/6 near the Ekström shelf ice edge at 70°31’S 8°12’W, about 15 km north of the Neumayer Base. In cooperation with AWI’s departments of glaciology and logistics, four 100 m deep holes were drilled through the ice shelf to deploy hydrophones into the body of water below. The broad band hydrophones allow recording of a wide range of marine sound. First recordings reveal the passage of orcas, the presence of Weddell and leopard seals, sounds generated by calving glaciers and the flexing of ice. Near real-time streaming data (sound) is transferred by WLAN from the energetically autonomously operating PALAOA station to the Neumayer station, and forwarded via dedicated telecommunication links to the AWI Bremerhaven, from where it is made accessible to the general public via Internet. Analysis of the data gives an insight into the migrating patterns of marine mammals and the daily patterns of their vocalisations.

ARGO floats

The international ARGO-project intends to continuously monitor temperature and salinity of the upper 2000 m of the global ocean by means of an array of autonomous profiling floats. In February 2006, a total number of 2364 floats were operated by ARGO, which represents a similar observation



Abb. 4: Luftaufnahme der PALAOA Station. Auf dem Dach des Containers sind ein Savonius Windgenerator und die WLAN Antenne positioniert, während acht Solarpaneele an der nördlichen Wand montiert sind.

Fig. 4: Aerial view of the PALAOA station. Placed on top of the container are a Savonius type windgenerator and a WLAN antenna, while eight solar panels are mounted on the northern wall. (Photo: S. Gemser, DLR)

density as compared to the weather stations on the continents. While float coverage at low- and mid-latitudes is already moderate to good, float deployments at higher latitudes had remained marginal until 2005, particularly in areas of at least partial ice coverage. This is due to the imminent danger of damage or loss of floats by collision with ice floes. In order to enable ARGO floats to operate within ice-covered regions, scientists of AWI adopted a three step process. The first and most important step was the implementation of the Ice Sensing Algorithm (ISA), which triggers stopping the ascent of the float when the likelihood of ice is high. The successful timely stopping of the majority of ascents in ice-covered water by ISA-equipped floats is a likely reason for the majority of floats now surviving the southern winter. Step two in the development of an ice-resilient float was the implementation of interim storage and the later transmission of data profiles which have been stopped (iStore). This feature is currently being tested with nine NEMO (Navigating European Marine Observer) floats jointly developed with Opti-mare, Germany. Finally, the third step towards ice-resilient ARGO floats was the implementation of an acoustic navigation system in order to determine the profile's position under ice, i.e. without localization by satellite.

Air and Land Based Technology

Flugzeug- und Landtechnik

Fachübergreifende Aktivitäten der AG Flugzeug- und Landtechnik:

Vom 9. bis 11. Mai 2005 fand in Bremerhaven ein Seminar zum Flugbetrieb in den Polarregionen: „SEMINAR ON AIRBORNE OPERATIONS IN POLAR REGIONS - STATUS AND FUTURE PROSPECTS“ mit internationaler Beteiligung statt. Rund 70 Vertreter aus 14 Ländern, die in den Polarregionen Flugzeuge betreiben und flugzeuggestützte Messungen durchführen, brachten ihre Erfahrungen ein. Auf dem Seminar wurden vier Themenkreise intensiv diskutiert: Die flugzeuggestützten Aktivitäten des AWI der letzten 20 Jahre in den Polarregionen, neue Flugzeuge für den Polarflugbetrieb, neue Instrumentierungen für verschiedene Anwendungen einschließlich der Nutzung für Satellitenvalidierung und die UAVs (unmanned aerial vehicles), als neue Plattform.

Die Ergebnisse des Seminars können wie folgt zusammengefasst werden:

- Die AWI Polarflugzeuge wurden in der Vergangenheit mit großem Erfolg zur Untersuchung von Fragestellungen unterschiedlichster Fachgebiete wie z.B. Geophysik, Glaziologie, Meteorologie und der Physik der Atmosphäre eingesetzt.

- Der wissenschaftliche Erfolg der Messkampagnen in der Antarktis wurde durch den parallelen Einsatz eines zweiten Flugzeuges zur logistischen Unterstützung der Messungen entscheidend abgesichert.

- Neben den bereits bekannten in den Polarregionen eingesetzten Flugzeugen vom Typ Do228 und TwinOtter wurden große, in Zukunft verfügbare Forschungsflugzeuge (LARA, HALO) vorgestellt.

Interdisciplinary activities of the working group Air and Land Based Technology:

From the 9th to 11th May 2005 an internationally attended seminar was held in Bremerhaven on air operations in polar regions: "SEMINAR ON AIRBORNE OPERATIONS IN POLAR REGIONS - STATUS AND FUTURE PROSPECTS". Approximately 70 participants from 14 countries, all operating aircraft and performing airborne measurements, joined the workshop. The seminar focused on four subjects: 20 years of experience in operating scientific aircraft in polar regions by AWI, new aircraft for polar operations, new instrumentation for different purposes including satellite validation and UAVs (unmanned aerial vehicles) as a new platform.

Briefly summarized the results of the seminar are:

- *The polar aircraft owned by AWI have been used with great success for various research activities in geophysics, glaciology, meteorology and atmospheric physics.*

- *The scientific merits of the surveys in Antarctica have been ensured by deploying secondary aircraft in logistic support to airborne measurements.*

- *New aircraft (LARA, HALO), which will be available in the future, have been presented in addition to Do228 and TwinOtter aircraft, which are already known.*

- *International collaboration in Antarctica relating to airborne logistic support (DROMLAN) as well as on airborne surveys (ANTSYO) has been steadily increasing.*

- *In the recent past, a remarkable survey share has been achieved using airborne surveys for validating satellite-supported surveys (Cryovex, SAGE, CALIPSO).*

- Internationale Verflechtungen sowohl beim logistischen (DROMLAN) als auch wissenschaftlichen Einsatz (ANTSYSO) von Flugzeugen in der Antarktis und der Arktis nehmen in der Zukunft zu.

- Der Einsatz flugzeuggestützter Messungen zur Validierung von satellitengestützten Messungen (CryoVex, SAGE, CALIPSO) hat einen in letzter Zeit beachtlichen Anteil an den Messkampagnen erreicht.

- Es werden neue Messsysteme (ASIRAS) für die Validierung von satellitengestützten Messungen entwickelt und durch das AWI eingesetzt.

- UAVs eröffnen neue wissenschaftlich interessante Möglichkeiten, z.B. Messflüge während der Polarnacht, Horizontalprofile in nicht besiedelten Gebieten und auch Flüge, die aufgrund ihrer Dauer und/oder Umgebungsbedingungen für bemannte Flugzeuge nicht durchführbar sein werden.

Mit dem auf dem Seminar erworbenen Wissen und Kontakten, wurde zusammen mit der Hochschule Bremerhaven ein Antrag auf Förderung im Rahmen des Anschlussinvestitionsprogramms (AIP) des Landes Bremen ein Zentrum für autonome Messplattformen (ZAMP) eingereicht. Als Industriepartner konnten für dieses Vorhaben die Optimare Sensorsysteme AG, Bremerhaven, und die OHB System AG, Bremen, gewonnen werden. Weitere Industriepartner sollen in dieses Projekt involviert werden.

Parallel wird mit der Firma Stemme die gemeinschaftliche Entwicklung eines neuartigen UAVs, der POLARIS S16, auf Basis des Motorseglers Stemme S15 diskutiert. An diesem Projekt sind auch die im ZAMP involvierten Firmen sowie die HS Bremerhaven beteiligt.

- *New instruments (ASIRAS) for validating of satellite based measurements have been developed and operated by AWI.*

- *UAVs enable new interesting scientific opportunities, e.g. survey flights during the polar night, horizontal profiles in unpopulated areas and flights, which are too long or not suitable for manned operations due to environmental conditions.*

Based on the knowledge and contacts gathered during the seminar an application was made together with the Technical University of Bremerhaven and submitted to the city-state of Bremen in order to found a center for the autonomous observation of vehicles (ZAMP) as part of its investment programme AIP. Optimare Sensorsysteme AG, Bremerhaven, and OHB System, Bremen, joined the technical part of the project. More partners are expected to join.

Discussions have started with the Stemme company for a jointly developing of a new UAV POLARIS S16, based on the motorglider Stemme S15. Companies involved in ZAMP are also participating in this project.



Abb. 5: ‚POLAR 2‘ während der antarktischen Sommersaison 2004/05, nahe der Neumayer-Station

Fig. 5: ‘POLAR 2’ in operation during the 2004/05 Antarctic campaign near Neumayer Station (Photo: D. Steinhage)

Eisbohrungen

Seit 2001 ist der Bereich Eisbohrungen federführend mit der Durchführung der EPICA (European Project for Ice Coring in Antarctica) Bohrung im Dronning Maud Land (DML) an der Kohnenstation betraut. Die vergangenen zwei Jahre waren von intensiven Vorbereitungen der Feldsaison 2005/2006 geprägt. Für zukünftige Bohr- und Messaufgaben wurde in Kooperation mit ortsansässigen Firmen eine neue Tiefbohrelektronik entwickelt. Diese Elektronik wird um ein Bohrlochkamerasystem sowie Temperatur- und Drucksensoren nach dem Stand der Technik erweitert, so dass eine leistungsfähige Sonde zur Vermessung des Bohrlochs für Deformations- und Temperaturprofilstudien in Eisschilden entsteht. Auch in die Weiterentwicklung mechanischer Bohrerkomponenten wurden Firmen aus der Region bewusst eingebunden, um Kompetenz für zukünftige Weiter- und Neuentwicklungen aufzubauen.

Im Januar 2006 wurde das antarktische Eisschild durchbohrt. Beim Erreichen des Untergrundes stieg Wasser von der Unterseite des Eisschildes 163 Meter hoch in das Bohrloch und gefriert jetzt dort. Die Vorerkundung des Bohrgebietes hatte keine Anhaltspunkte für das Vorhandensein subglazialen Wassers unter dem Eisschild ergeben. Dieser unerwartete erstmalige Zugang zu subglazialen Wasser unter der Antarktis überhaupt erfüllt von Mikrobiologen schon seit langem geforderte Probenwünsche. Größere Mengen subglazialen Wassers können zukünftig aus dem Bohrloch gewonnen werden.

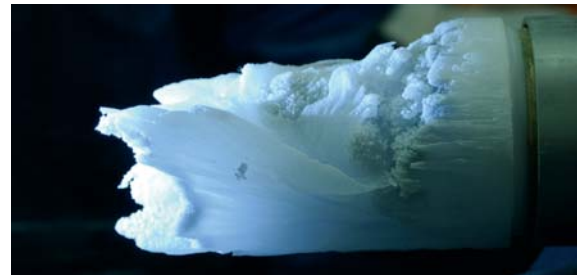
Abb. 6: Am Bohrgerät angefrorenes subglaziales Wasser

Fig. 6: sub-glacial water frozen to the drilling equipment – (Photo: S. Kipfstuhl)

Ice drilling

Since 2001, the Ice drilling section has been in charge of the EPICA (European Project for Ice Coring in Antarctica) drilling in Dronning Maud Land (DML) at Kohnen station. The past two years were dominated by thorough preparations for the field season 2005/2006. For upcoming drilling and measurement applications a new deep drilling electronics kit was developed in close cooperation with local companies. This electronics kit will be replenished with a bore-hole camera system and state of the art temperature and pressure sensors, thus providing an effective probe for bore-hole logging in order to study deformation and temperature profiles in ice sheets. Companies from the region have also been integrated in the advancement of mechanical drill components in order to build up competency for future improvements and developments.

In January 2006 we drilled through the Antarctic Ice shield. When the bottom was reached, sub-glacial water soared 163 m up into the hole and refroze there. The pre-site survey had not provided any evidence for the existence of sub-glacial water under the ice shield. This unexpected access to sub-glacial water under Antarctica for the first time ever, fulfils sample requests that have been called for a long time by micro-biologists. Significant amounts of sub-glacial water can be retrieved from the bore hole in the future.



IMARE – ein Institut für Marine Ressourcen

IMARE ist eine in der Planung befindliche Einrichtung. Sie soll die im Bremer Raum vorhandene Forschungsexpertise im maritimen Bereich in den industriellen und unternehmerischen Raum transportieren. Bisher wurde Technologie-Transfer eher als Nebenprodukt von Grundlagenforschung gesehen. In dem neuen Institut soll gezielt Wissen aus der Grundlagenforschung im Bereich der marinen Wissenschaften wirtschaftlich agierenden Unternehmen zugänglich gemacht werden. **IMARE** bildet damit einen wichtigen Schnittpunkt zwischen grundlagenbezogener Forschung, wie sie an den Bremer und Bremerhavener meereswissenschaftlichen Einrichtungen durchgeführt wird, und regional wie überregional tätigen Unternehmen. Zurzeit wird eine vom Bremer Senat geförderte Machbarkeitsstudie durchgeführt, die Anfang 2006 in ein umsetzungsfähiges Konzept münden soll.

Fünf Themenfelder definieren die Kernkompetenz von **IMARE**: 1.) marine Aquakultur für nachhaltige Fischerei, 2.) marine Strukturen und Nanomaterialien, 3.) marine Physik und Sensorik, 4.) biologische Prozesse und Naturstoffe sowie 5.) Umweltdiagnostik. Innerhalb dieser Bereiche sollen Produktentwicklungen und Dienstleistungen angeboten, aber auch Forschungsaufträge von Kunden aus der Industrie durchgeführt werden.

In Folgendem sollen die einzelnen Themenkomplexe näher dargestellt werden:

(1) Abteilung für marine Aquakultur für nachhaltige Fischerei: Die Hälfte aller Fischereiressourcen ist bis an die Grenze ihrer Ertragsfähigkeit genutzt und die Fänge der Weltfischerei stagnieren bei etwa 85 Millionen Tonnen pro Jahr. Der Bedarf an marinen Pro-

IMARE – an Institute for Marine Resources

IMARE is a planned facility to transfer knowledge from the maritime sciences in the Bremen area to industry and business. So far, technology transfer has been treated as a by-product of fundamental research. In this new institute the direct transfer of knowledge gained through fundamental science to businesses acting in the field, is planned. Thus, **IMARE** creates an important link between the fundamental scientific institutions in Bremen and Bremerhaven and local business and industry. Currently, on behalf of the Senate of Bremen, AWI is carrying out a feasibility study, which should lead to a workable concept in early 2006.

The core competence of IMARE is defined by five themes – marine aquaculture for sustainable fisheries, marine structures and nanomaterials, marine physics and sensors, biological processes and natural products, and biodiagnostics. Within these themes products and services are offered, which include commissioned work through customers from industry.

In the following, the scientific above mentioned topics are presented in detail:

(1) Section for marine aquaculture for sustainable fisheries: Half of the global fisheries resources have been excessively exploited beyond their sustainable yields and production output of the world's fisheries remain at roughly 85 million tons annually. However, due to the increase of the global population the demand for marine products is continuously growing as well as due to the improved lifestyle of the broader public who are able to demand and buy high-quality products. A significant further increase

dukten wächst jedoch. Einerseits durch die steigende Weltbevölkerung und andererseits durch den gehobenen Lebensstandard breiter Schichten, die sich hochwertige Produkte leisten wollen und können. Eine deutliche Steigerung der Fischerei ist unwahrscheinlich und verlangt nach einem nachhaltigen Fischereimanagement. Damit steigt die Bedeutung der Aquakultur. Dort werden heutzutage hauptsächlich zwei Produktionswege verfolgt: landgestützte Systeme mit Rezirkulationsanlagen und Freiwasseranlagen wie Käfig- und Hängekulturen. Die Verbesserung konventioneller und die Entwicklung neuer Verfahren für die marine Aquakultur werden in Zukunft auf verschiedenen technologischen Ebenen erfolgen. Alle Bereiche, seegängige sowie landgestützte Systeme, werden berücksichtigt, wobei die Kombination beider Verfahren je nach Anspruch der Zielarten entscheidende Verbesserungen bringen kann. Neben den technischen Aspekten werden aquakulturrelevante biologische Themen aus Physiologie, Ökologie, Chemie, Toxikologie, Mikrobiologie und der Molekularbiologie behandelt. **IMARE** soll die Kompetenzen der wissenschaftlichen Einrichtungen und Unternehmen im Land Bremen bündeln, um gemeinschaftlich den Entwicklungsprozess der Aquakultur mit zu gestalten.

Abb. 7: Fischkultur in einem Kreislaufsystem

*Fig. 7: Fish cultured in a recirculation system
(Photo: U. Waller, IFM Kiel)*

in fish yield is unlikely and thus, sustainable fishery management is required. This situation strengthens the role of aquaculture in the future. In this sector, today two main lines of production are pursued: land-based systems using recirculation technology and open-water systems such as cage and long-line cultures. The improvement of conventional methodologies and the development of new methodologies for marine aquaculture will be pursued at various technological levels. All production lines, offshore as well as land-based systems, will be considered. The combination of both systems may prove to be dependent on the candidate species, the key to significant advancement. Next to technical aspects, subjects relevant to biological questions in aquaculture are physiology, ecology, chemistry, toxicology, microbiology and molecular biology. IMARE seeks to combine the existing competence within the scientific community and businesses in the State of Bre-



(2) *Abteilung für marine Strukturen und Nanomaterialien*: Die Meere beherbergen eine Vielzahl hochkomplexer, als stabile Leichtbaukonstruktionen optimierte Strukturen. Weder die Komplexität der Strukturen noch deren optimierte Leichtbaueigenschaften werden gegenwärtig im größeren Maßstab genutzt. Die fundierte Kenntnis biomechanischer und struktureller Eigenschaften komplexer mariner Strukturen sowie der Mikro- und Nanostrukturen liefert nun die Basis für neue Leichtbauprodukte und Verbundwerkstoffe, die sowohl in Branchen wie der Automobilindustrie als auch in der Luft- und Raumfahrt zunehmend an Bedeutung gewinnen. Wegen z. T. ungewöhnlicher, ansprechender Optik der natürlichen Leichtbaukonstruktionen werden auch Anwendungen für Industriedesign erarbeitet. Zusätzlich werden die artspezifischen, komplexen Strukturen mit Hilfe eines biotechnologischen Auswahl- und Modifikationsverfahrens als 3D-Objekte mit hochspezifischen, unverwechselbaren Sicherheitsmerkmalen für den Produkt- und Markenschutz entwickelt.

(3) *Abteilung für marine Physik und Sensorik*: Die Beobachtung und Erfassung physikalischer und biogeochemischer Prozesse im Meer über größere Raum- und Zeitskalen erfordert den Einsatz unterschiedlicher Plattformen und Sensoren. Die Abteilung „Marine Physik und Sensorik“ entwickelt und modifiziert Sensoren und Sensorsysteme für Messplattformen zu Wasser und in der Luft. Durch die intensive Vernetzung mit Forschungseinrichtungen und Unternehmen werden in einem breiten Einsatzfeld Kompetenzen vorgehalten und Transferpotentiale geschaffen. Schwerpunkte liegen in den Forschungsbereichen „Aquatiscche Sensorik“ und „Marine Fernerkundungssensoren“ sowie in der „Ausbildung in marinen Technologien“.

men in order to jointly foster the development process relating to the aquaculture.

(2) *Section for marine structures and nanomaterials*: The sea is home to a high diversity of highly complex structures, which are optimized to cope with diverse applications. Currently neither the complexity of these structures nor their properties as optimized lightweight constructions are significantly exploited. Well-founded knowledge relating to the mechanical and structural properties of these complex marine structures will be more extensively used as a basis for new lightweight structures and composite materials, which continuously gain importance in the automotive industry as well as in industries dealing with aerospace engineering and machine construction. Because of their unusual and aesthetic appearance, natural lightweight constructions are also important for industrial design. The specificity and complexity of the micro-structures and nano-structures are utilized for the development of highly specific, forgery-proof security features for trademark protection and counterfeiting.

(3) *Section for marine physics and sensor technology*: Assessment and monitoring of physical and biogeochemical processes in the marine environment encompassing large dimensions in time and space demands the use of a variety of new platforms and sensors. The department of “marine physics and sensor technology” develops and modifies sensors and sensor systems for measuring platforms in air and water. Broad competence and potential for transfer is available based on an intensive network of research facilities and enterprises. Emphasis is laid on the following R&D topics: “aquatic sensors”, “marine remote sensing” and “training in marine technologies”.

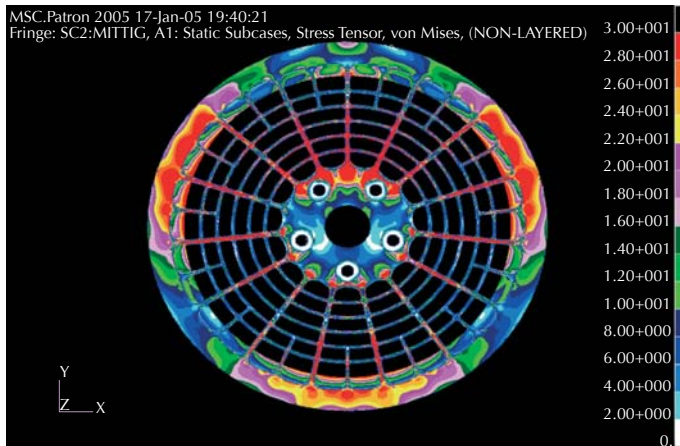


Abb. 8: Mit finiten Elementen Methoden berechnete Lastverteilung in einer auf der Geometrie der Kieselalge *Arachnoidiscus* basierenden Autofelge. Die Nutzung von Konstruktionsprinzipien aus der Natur ermöglicht eine deutliche Gewichtsreduzierung bei gleicher Festigkeit.

*Fig. 8: Finite element model of the stress distribution in a car wheel based on the geometry of the diatom genus *Arachnoidiscus*. Using natural construction principles allows for weight reduction while maintaining stability.*

(4) *Abteilung für biologische Prozesse und Naturstoffe:* Die Parametrisierung von biologischen Prozessen ist ein Teilgebiet der angewandten Biologie. Sowohl Wissenschaft als auch Wirtschaft benötigen Prüfmethode und Wirkanalysen zu biologischen Abläufen. Aus diesem Grund sind hier die wirtschaftlichen Erfolgsaussichten und das Transferpotential für wissenschaftliches Know-how besonders gut. Im Land Bremen konzentriert sich das Know-how auf die Erforschung biologischer Schlüsselfaktoren in marinen Ökosystemen (mit besonderer Berücksichtigung kalter Regionen) wie beispielsweise Biodiversität, Primärproduktion und deren Einfluss auf Stoffkreisläufe und Klima. Patente und wissenschaftliche Veröffentlichungen der Bremer Wissenschaftler beschäftigen sich unter anderem mit Eis-bindenden Proteinen, Enzymen von Kälte/Eis-angepaßten Lebewesen, Extremolyten und Emulgatoren für Rohöl und Antifouling-/Antikorrosionsbeschichtungen. Eine „kalte Biotechnologie“, die sich aus der Polarforschung ableiten ließe, existiert noch nicht. Diese hochspezialisierte Nische könnte zur langfristigen Perspektive für die Bio-Region Bremen werden. Das Transfer-Potential

(4) *Section for biological processes and natural products: Parametrising biological processes is part of applied biology. Both science and business require methods of testing and efficiency analyses of concerning biological processes. This is why business prospects and transfer potential relating to scientific know-how are particularly good here. In the State of Bremen, the know-how available focuses on the research of biological key factors in marine ecosystems (with a special emphasis on polar regions) for example biodiversity, primary production, and their impact on biogeochemical cycles and climate. Among other things, patents and scientific publications of Bremen scientists deal with ice-binding proteins, enzymes of animals adapted to the cold, extremolytes, an emulsifier for crude oil and antifouling/ anticorrosive coatings. Currently, there is no “cold biotechnology” related to polar science. This highly specialised niche is of potential benefit for the region of Bremen. The transfer potential of the Bremen*

der Bremer Meeresbiowissenschaften in Zusammenhang mit den Bremer Stärken in den Material-, Werkstoff- und Umweltwissenschaften zeigt derzeit eine gute Übereinstimmung mit dem Markt der „Surfactants and functional coatings“.

(5) *Abteilung für Biodiagnostik*: In der Biodiagnostik werden zellbiologische und genetische Marker zum Monitoring von anthropogenen und natürlichen Schadstoffen in marinen Ökosystemen entwickelt. Für die Testverfahren zum Nachweis der Toxizität und Gesundheitsschädigung werden Biomarker, Bioassays, Microarrays und Gen- und Protein-Sonden eingesetzt. Bei der Entwicklung stehen die leichte und schnelle Handhabung der Testprodukte im Vordergrund, um schnelle Diagnosen für eine Vielzahl von Anwendergruppen zu ermöglichen. So werden auch Nachweismethoden und -verfahren von Umweltverschmutzungen durch Verklappungs- und Entsorgungsmaßnahmen (z.B. Brent Spar Shell) sowie durch Giftunfälle entwickelt. Begleitend zu Sanierungsarbeiten im Bereich von Flussmündungen, Häfen und Gewässern werden Gutachten erstellt und Monitoringmaßnahmen durchgeführt. In der Aquakultur sind die Ermittlung von Umweltstress als wachstumsmindernde Faktoren der Zuchtorganismen, die Detektion toxischer Algenblüten und die Diagnose von Krankheiten von großer kommerzieller Bedeutung.

marine biological science in combination with Bremen's strength in material, and environmental science currently shows a good correlation for the market for "surfactants and functional coating".

(5) Section biodiagnostics: Cell biological and genetic markers for monitoring of anthropogenic and natural toxins in the marine ecosystem are developed using biodiagnostics. Test systems such as biomarkers, bioassays, microarrays and gene and protein sensors are used to detect toxicity and the health effects of toxins. In order to provide fast diagnoses for many user groups, test products which enable easy and quick operation are of prime development interest. Detection methods and procedures will be developed for pollution monitoring in conjunction with dumping and disposal (e.g. Brent Spar) or oil spills at sea sites. Rehabilitation work in estuaries, harbours and polluted waters accompanied by monitoring programs and scientific expertise are provided. The detection of environmental stress factors that impact organism growth, the detection of toxic algae and the diagnosis of health effects are of high commercial relevance in aquaculture.

Erdbeobachtungssysteme (Helmholtz-EOS)

Helmholtz-EOS ist ein Forschungsnetzwerk, in dem ausgewählte Prozesse im Erdsystem durch Beobachtung und Modellierung verstanden und simuliert werden sollen. Am Netzwerk beteiligt sind neben dem AWI auch DLR, GFZ und GKSS. Vier Themen werden zurzeit vorrangig betrieben: Eis und Ozean, Katastrophenmanagement, Prozesse der Landoberfläche und der Wasserkreislauf. Ein wesentlicher Bestandteil ist das Doktorandenprogramm, an dem das AWI mit zwei Themen beteiligt ist.

Zur Entwicklung des globalen Meeresspiegels: sterische und eustatische Prozesse

Die überwiegende Mehrheit der Menschen lebt in Küstennähe und ist durch Änderungen des Meeresspiegels betroffen. Es ist daher von besonderem Interesse, verlässliche Aussagen zum Ausmaß dieser Änderung zu liefern. Dabei spielt nicht nur der mittlere, globale Anstieg eine Rolle, sondern gerade die regionalen Unterschiede sind wichtig.

Im Focus der Untersuchungen steht das genauere Abschätzen der Beiträge der unterschiedlichen Faktoren einer Meeresspiegeländerung. Dies ist zum einen der sterische Effekt, der die Prozesse aufgrund von Änderungen der Dichtestruktur des Ozeans umfasst. Obwohl der halosterische Effekt (Änderung der Dichte aufgrund veränderten Salzgehalts) lokal stark ins Gewicht fallen kann, ist der thermosterische Effekt (Dichteänderungen durch Änderung des Wärmehalts) global betrachtet wichtiger. Zum anderen spielt der eustatische Beitrag eine Rolle. Dies ist der Meeresspiegelanstieg durch Eintrag von Masse, hervorgerufen durch Änderungen der Bilanz des hydrologischen

Earth Observing Systems (Helmholtz-EOS)

Helmholtz-EOS is a research network established to investigate selected processes in the earth system through observing and modelling in order to improve understanding and prediction. Partners of AWI in this network are DLR, GFZ and GKSS. Four topics are currently pursued: ice and ocean, disaster management, land surface processes, and the water cycle. Central to the network is the two topic PhD programme in which AWI is involved.

Variations of sea level: steric and eustatic processes

Most people living in coastal regions and are affected by sea level variations. It is therefore of great importance to predict the extent of sea level change. In this regard, regional changes are as important as global variations.

Research is focussed on estimating of the different contributions to sea level change. These are steric and eustatic effects. Steric processes include all effects associated with the change of the density structure of the ocean. Although the halo steric effect (density changes due to salinity variations) may be important locally, the thermo steric effect (density changes due to variations of the thermal structure of the ocean) is central to global sea level change. The eustatic effect is the result of the addition of mass to the ocean through water run-off from the continents due to melting glaciers and ice sheets as well as other changes in land hydrology. In addition, regional changes of sea level may be generated by changes in the oceanic circulation.

Time series satellite altimeter data, available since 1993 suggest a current sea level rise of approx. 3 mm

Kreislaufs, insbesondere durch die Schmelzwasserzufuhr durch schrumpfende Gletscher und Eisschilde auf den Kontinenten. Von großer Wichtigkeit sind auch regionale Meeresspiegeländerungen durch Variationen der globalen ozeanischen Zirkulation.

Aufgrund von Satellitenaltimeterdaten sind seit 1993 sehr genaue Zeitserien der Meeresspiegeländerungen vorhanden, die gegenwärtig einen Anstieg von etwa 3 mm pro Jahr aufweisen. Die Herausforderung besteht darin, die verschiedenen Anteile dieses Anstiegs verlässlich abzuschätzen. Da die resultierenden Änderungen sich aus der Summe sehr großer Einflussfaktoren ergeben, die sich ergänzen oder teilweise aufheben, ist es notwendig, möglichst viele Daten zu verknüpfen. Gerade für die Südhemisphäre sind genauere Aussagen aufgrund der geringen Anzahl von Felddaten schwierig. Die Assimilation eines neuen Datensatzes mit Temperaturen der oberen 700 Meter aus der letzten Dekade in einer hohen räumlichen Auflösung in ein numerisches Ozeanmodell wurde vorbereitet und ermöglicht nun eine bessere Abschätzung dieser Beiträge. Dadurch sind auch genauere Aussagen zur Erwärmung des tiefen Ozeans zu erwarten. Im weiteren Verlauf der Untersuchungen sollen die assimilierten Daten um weitere unabhängige Daten, unter anderem Schwerfelddaten der GRACE Mission, ergänzt werden.

Kohlenstoffdynamik in arktischen Permafrostlandschaften

Für eine realitätsnahe Bilanzierung von Treibhausgasemissionen aus arktischen Permafrostgebieten mit Hilfe von Fernerkundungsmethoden sind sowohl detaillierte Feldbeobachtungen („ground truth“) erforderlich als auch Kenntnisse der Wechselwirkungen zwischen Permafrostboden, Auftauschicht und ober-

per year. The challenge is to determine the respective contributions to this change. Since this is a sum of large contributions, which partly cancel each other out, extensive data sets on oceanic parameters and continental run-off are required. A particular problem is the lack of data in the Southern Hemisphere. Assimilation of new oceanic temperature data for the upper 700 m in a numerical ocean model is currently used to better estimate the steric effect. This will also provide information on the effects of deep ocean warming. It is planned to use additional independent data, e.g. gravity data from the GRACE satellite mission.

Carbon Dynamics in Arctic Permafrost Landscapes

In periglacial lowlands carbon is extensively stored in permafrost deposits, as the decomposition of organic substances is greatly reduced by given climatic conditions. These permafrost sequences could melt significantly over large areas with far-reaching consequences if climate change occurs as predicted. A considerable amount of organic carbon would presumably be released, and methane and carbon dioxide entering the atmosphere from this source would profoundly affect global climate. A realistic assessment of greenhouse gas emissions from arctic permafrost areas using remote sensing methodology requires detailed field studies for ground truthing as well as an understanding of the interactions between permafrost, active layer and near-surface atmosphere.

The main objective of this activity is to develop tools for budgeting and predicting carbon fluxes in arctic permafrost landscapes as well as for spatially up-scaling of local flux data. This involves linking field observations of trace gas emissions and carbon

flächennahen Luftschichten. Ziel der Arbeit ist die Entwicklung einer Bilanzierungs- und Vorhersagemöglichkeit für Kohlenstoffflüsse in arktischen Permafrostgebieten und deren räumliche Extrapolation („upscaling“). Dazu findet zurzeit eine Verknüpfung von Feldbeobachtungen zur Spurengasemission und zur Kohlenstoffdynamik, zum Energieaustausch zwischen Biosphäre und Atmosphäre sowie von mikro-meteorologischen und bodenphysikalischen Messdaten aus Tundragebieten des Lenadeltas mit Fernerkundungsdaten und Prozesssimulationen statt.

Es werden Boden- und meteorologische Daten erhoben sowie der effektive Wasser- und Stofftransport in gefrierenden und auftauenden Böden und die Emission von CO_2 , CH_4 und Wasserdampf im Lenadelta quantitativ bestimmt. Aus Fernerkundungsdaten abgeleitete Parameter wie oberflächennahe Bodenfeuchte, Wasserkörper, Vegetation etc. werden mit den gemessenen und modellierten Daten verglichen. Hierzu wird das vom DLR optimierte Vegetationsmodell BETHY eingesetzt und zunächst an arktische Tundragebiete angepasst.

dynamics with energy exchanges between the biosphere and the atmosphere as well as relating micro-meteorological and physical ground measurements from tundra sites in the Lena River delta to remote sensing data and process simulation. Field measurements in tundra sites in the Lena River delta were conducted to collect soil and meteorological data and to quantify net water and material transport in freezing and thawing ground as well as emissions of CO_2 , CH_4 , water vapour using chamber measurements and the eddy covariance technique. Parameters derived from remote sensing data such as near surface soil moisture, water bodies, and vegetation are compared with measured and modelled data. BETHY, the vegetation model optimized by DLR is adapted to arctic permafrost areas and utilized for spatial and temporal extrapolation.



6. Logistik und Forschungsplattformen | *Logistics and research platforms*



6. Logistik und Forschungsplattformen

Für die Erforschung der polaren Ozeane und der polaren terrestrischen Regionen hält das AWI eine leistungsfähige und auf die spezifischen Erfordernisse abgestimmte Infrastruktur vor. Dazu gehören das eisbrechende Forschungs- und Versorgungsschiff ‚Polarstern‘, ganzjährig betriebene Stationen in der Arktis und Antarktis mit angeschlossenen Observatorien, speziell ausgestattete Flugzeuge sowie Fahrzeuge für Expeditionen in das antarktische Hinterland. Die dauerhafte Verfügbarkeit und an wissenschaftlichen Erfordernissen orientierte Weiterentwicklung dieser Infrastruktur bilden die Grundlage für langfristig angelegte Forschungsprogramme.

Betrieb und Einsatz der mobilen und stationären Infrastrukturen in Antarktis, Arktis sowie in der Küstenforschung erfordern eine enge internationale logistische Kooperation. Ohne diese würden die logistischen Aufwendungen für die deutsche Polar- und Meerforschung erheblich steigen. In diesem Zusammenhang ist speziell die Luftbrücke in die Antarktis im Rahmen des Dronning Maud Land Air Network (DROMLAN) hervorzuheben. Diese entlastet zum einen ‚Polarstern‘ von Personen- und Versorgungstransporten zur Neumayer-Station und erlaubt so einen mehr an der Wissenschaft orientierten Fahrplan. Zum anderen stellt DROMLAN eine neue Qualität für die Abwicklung der vom AWI organisierten Expeditionseinsätze im Dronning Maud Land dar. In jeder Saison werden mehr als 60 Wissenschaftler und Techniker sowie mehrere Tonnen wissenschaftliches Gerät auf diesem Weg zu den Stationen Neumayer und Kohlen gebracht. DROMLAN ermöglichte die bislang längsten Sommereinsätze an beiden Statio-

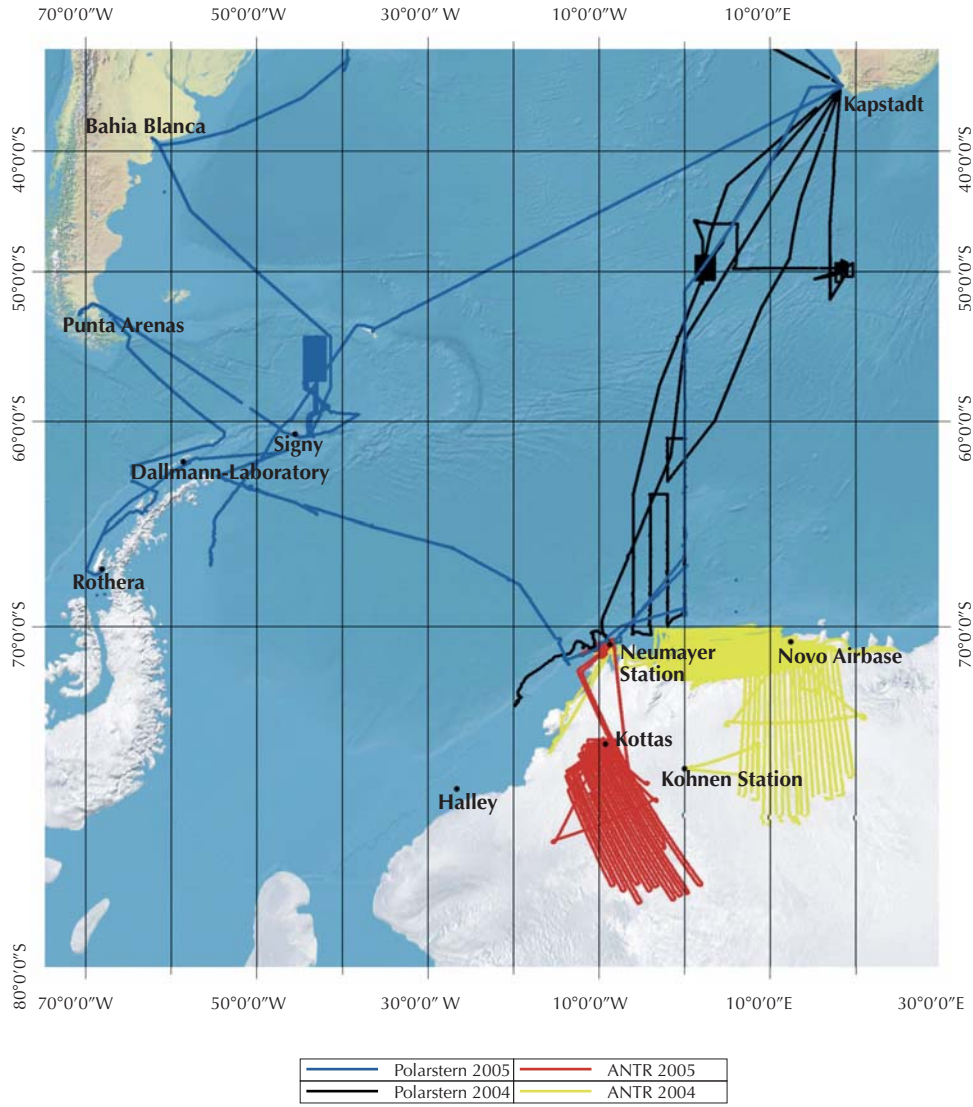
6. Logistics and research platforms

AWI provides efficient infrastructure for polar marine and terrestrial research, which matches specific requirements. This infrastructure comprises ice-breaking research vessels, stations in the Arctic and Antarctic with associated observatories which are operated all year round, specially equipped aircraft and vehicles for operating in the antarctic interior. The permanent availability and further development of such infrastructure facilities orientated towards scientific requirements are fundamental for long-term research programs.

The operation and use of mobile and stationary infrastructure in the Arctic, Antarctic and coastal research requires closely connected international logistic cooperation. Without this, the logistic expenditures for the German polar and marine research would increase significantly. In this context especially the air-link to Antarctica organized within the Dronning Maud Land Air Network (DROMLAN) is to be emphasise. On the one hand this network eases the work load of ‚Polarstern‘ with regard to the transport of personnel and supplies to the Neumayer Station and thus enables a schedule nearer to the needs of science. On the other hand, DROMLAN constitutes a new quality in realizing field operations organized by AWI in Dronning Maud Land. In each season more than 60 scientists and technicians as well as several tons of scientific equipment are delivered to

Abb. 1: Die Fahrtrouten der ‚Polarstern‘ sowie die Flugrouten der Polarflugzeuge in der Antarktis der Jahre 2004 und 2005

Fig. 1: 2004-2005, the routes of ‚Polarstern‘ as well as the flight routes of the polar aircrafts in the Antarctic (Author: W. Rack, C. Wesche, AWI)



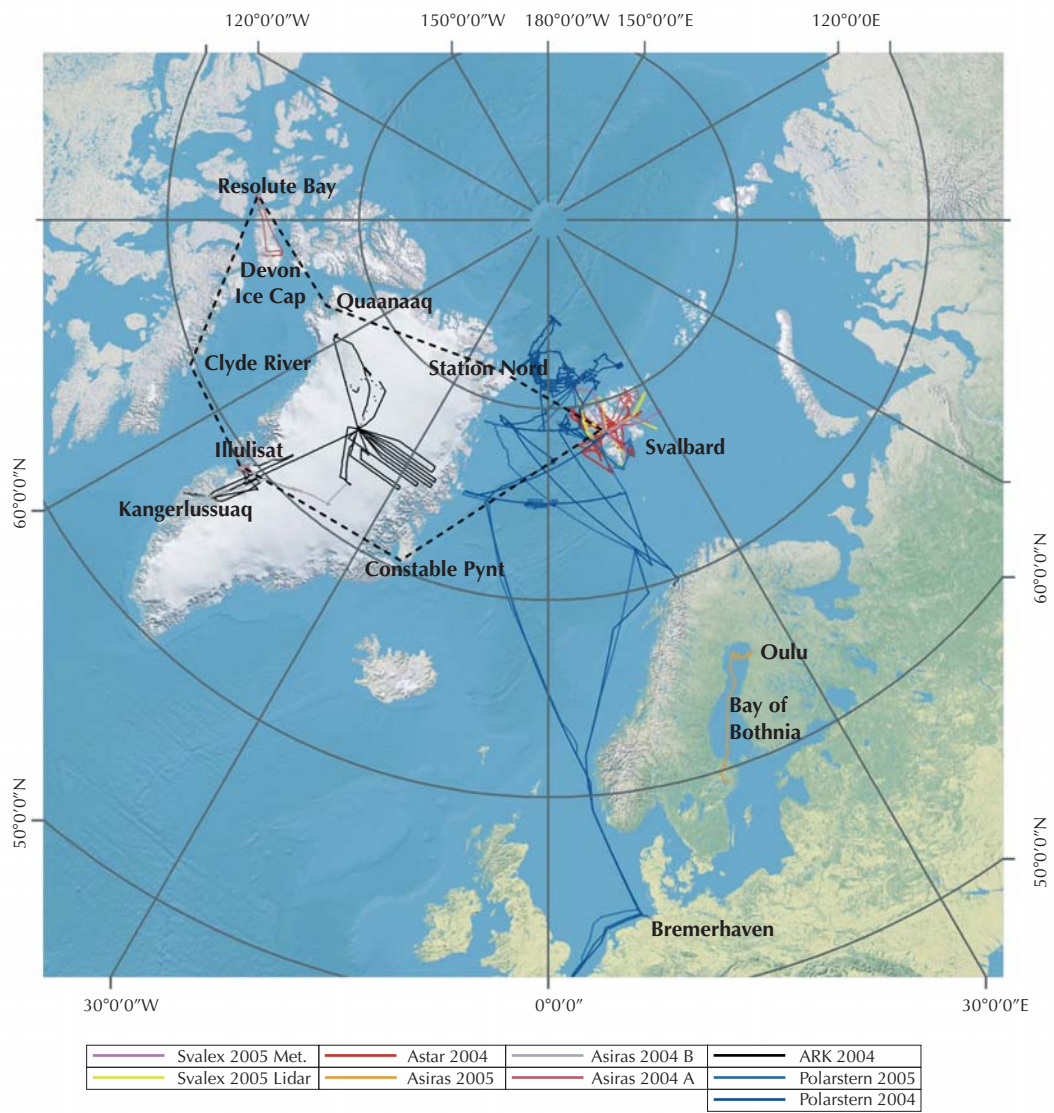


Abb. 2: Die Fahrtrouten der ‚Polarstern‘ sowie die Flugrouten der Polarflugzeuge in der Arktis der Jahre 2004 und 2005

Fig. 2: The 2004-2005 routes of ‚Polarstern‘ as well as the flight routes of polar aircrafts in the Arctic (Authors: W. Rack, C. Wesche, AWI)

nen. Insbesondere wäre die erfolgreiche Durchführung der EPICA Eiskerntiefbohrung in lediglich drei Bohrsaisons ohne diese Luftbrücke nicht möglich gewesen. Ein spezifischer Beitrag des AWI zu dieser internationalen Kooperation ist der dafür notwendige Flugwetter-Beratungsdienst für die Flugeinsätze im Dronning Maud Land bis hin zur japanischen Station SYOWA.

Betrieb der Polarstationen

Die Forschungsplattformen des AWI in der Antarktis sind die Überwinterungsstation Neumayer (70°39' S, 08°15' W, Ekström Schelfeis) sowie die im Sommer betriebene Kohnen-Station (75°00' S, 0°04' E, antarktisches Plateau) und das Dallmann-Labor (62°14' S, 58°40' W, King George Island). Die Neumayer-Station beherbergt die wissenschaftlichen Observatorien für Geophysik, Meteorologie und Luftchemie, des Weiteren dient sie als logistische Basis für Flugzeugeinsätze und Inlandexpeditionen. Als Teil eines globalen Netzwerkes zur Überwachung des Kernwaffen-Teststopp-Abkommens (CTBT) ging die Infrarotstation IS27DE am 01. März 2003 in Betrieb und wurde am 24. Juni 2004 zertifiziert. Damit wird eine langfristige Verpflichtung Deutschlands im Rahmen dieses Abkommens erfüllt. Ein öffentlichkeitswirksamer Höhepunkt war die Realisierung des Kunstprojektes „Bibliothek im Eis“ in der Saison 2004/05.

An der Kohnen-Station wurde die Eiskernbohrung im Rahmen des „European Project for Ice Coring“ in Antarctica (EPICA) in der Saison 2003/04 fortgesetzt

the stations at Neumayer and Kohnen via this air-link. DROMLAN has enabled the longest field study season at both stations to date. In particular, successful realisation of EPICA ice core deep drilling would not have been feasible in only three drilling seasons without the existence of this network. A specific contribution of AWI to this international co-operation is the aviation weather service which is essential and ranges from Dronning Maud Land as far as the Japanese station SYOWA.

Operation of Polar Stations

In the Antarctic, the wintering base, Neumayer (70°39'S, 08°15'W, Ekström Ice Shelf) as well as the summer bases Kohnen Station (75°00' S, 0°04' E, Antarctic Plateau) and Dallman Laboratory (62°14' S, 58°40' W, King George Island) are the research platforms of AWI. Neumayer Station accommodates the scientific observatories for geophysics, meteorology and airchemistry and serves as a logistic base

Abb. 3: ‚Polar 2‘, Basler BT 67 und Helikopter am Feldlager S17 nahe der japanischen Station SYOWA

Fig. 3: ‚Polar 2‘, Basler BT 67 and helicopter at field camp S17 near to the Japanese base SYOWA (Photo: S. Gemsa, DLR)





Abb. 4: EPICA Eiskerntiefbohrung an der Kohnen-Station, Antarktis

Fig. 4: EPICA deep ice core drilling at the Kohnen Station, Antarctica (Photos: C. Drücker/J. Köhler)

und in der Saison 2005/06 bei einer Tiefe von 2774 Metern erfolgreich beendet. Die Versorgung der Station erfolgte mit den Fahrzeugen der Neumayer-Station. Wissenschaftler und Techniker sowie die erforderliche Ausrüstung wurden auf dem Luftweg (DROMLAN) dorthin transportiert.

Das Dallmann-Labor an der argentinischen Station Jubany auf King George Island wurde in jeder Saison für fünf Monate genutzt. Schwerpunkt sind marinebiologische Forschungsprojekte, für die die Laborka-

for airborne operations and expeditions on the Antarctic ice cap. The IS27DE Infrasound Station started operation on March 1, 2003 and was certified on June 24, 2004 as part of a global network for monitoring the Comprehensive Nuclear Test-Ban Treaty (CTBT). Thus Germany fulfills a long-term commitment to this treaty. A highlight in public outreach was the realisation of the “Library on Ice” arts project during the season 2004/05.

Abb. 5: Aufbau neuer Laborcontainer des Dallmann Labors an der argentinischen Station Jubany auf King George Island, Antarktis.

Fig. 5: Installation of new laboratory containers of the Dallmann Laboratory at the Jubany Argentine base on King George Island, Antarctica (Photos: G. Kleffel)



pazitäten in der Saison 2004/05 weiter ausgebaut wurden. Die Zusammenarbeit der Institutionen aus Argentinien, Deutschland und den Niederlanden ist in einem neuen Kooperationsvertrag geregelt, welcher die logistische Zusammenarbeit und die wissenschaftliche Nutzung verbessert.

Die Deutsch-Französische Arktis-Forschungsbasis AWIPEV als Zusammenschluss der Stationen Koldewey, Rabot und Corbel ist inzwischen als Gemeinschaftsprojekt vom AWI und dem französischen Polarinstitut IPEV fest in Ny-Ålesund auf Spitzbergen etabliert. Diese bislang in der Arktis einmalige Kooperation bei der Nutzung der Infrastruktur vor Ort sowie in der gemeinsamen Projekt-Verwaltung hat sich bestens bewährt. Für 61 verschiedene Projekte haben 146 Wissenschaftler und Techniker aus Deutschland, Frankreich und einigen anderen Ländern 2004 und 2005 an der Forschungsbasis gearbeitet. Neben atmosphärischen Langzeitbeobachtungen stellen die meeresbiologischen Arbeiten einen Schwerpunkt dar. Im Juni 2005 wurde hierfür ein neues internationales meeresbiologisches Forschungslabor in Dienst gestellt. Ein internationales Konsortium, dem auch das AWI angehört, finanziert dessen Betrieb.

At Kohlen Station the deep ice core drilling within the European Project for Ice Coring in Antarctica (EPICA) was continued during the season 2003/04 and was successfully finished at a depth of 2774 m during the season 2005/06. Station supply was organized using Neumayer vehicles. Scientists, technicians as well as necessary equipment were brought there using the DROMLAN air-link.

The Dallmann Laboratory at the Argentine Station Jubany on King George Island was used for 5 months in each season. Research mainly focusses on marine-biological projects for which the capacities of laboratories have been further expanded during the 2004/05 season. Collaboration between institutions of Argentina, Germany and the Netherlands is arranged in a new cooperation treaty which further enhances logistic cooperation and scientific utilisation.

The German/French Arctic AWIPEV research base is well established Ny-Ålesund on Svalbard as a joint

Abb. 6: Stratosphärenobservatorium und Astronomische Kuppel für das Sternphotometer an der AWIPEV Forschungsbasis, Koldewey-Station, Spitzbergen

Fig. 6: Observatory for atmospheric research and starphotometer astrodome at the AWIPEV research base, Koldewey Station, Svalbard (Photos: R. Neuber)



Einsatz der mobilen Forschungsplattformen

Für den Einsatz in den Polarregionen verfügt das AWI über das eisbrechende Forschungsschiff Polarstern und die beiden Forschungsflugzeuge vom Typ Do-228-101, ‚Polar 2‘ und ‚Polar 4‘. Das Fahrtgebiet des mittelgroßen ‚FS Heincke‘ sind Nord- und Ostsee. Die Forschungskutter ‚Uthörn‘, ‚Aade‘, ‚Diker‘ und ‚Mya‘ werden für die Außenstellen auf Helgoland und in List auf Sylt genutzt. Zur Absicherung des technischen Betriebes bestehen Betriebsführungsverträge mit der Reederei F. Laeisz (Bremerhaven) GmbH, dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) und der Briese Schifffahrts GmbH & Co. K.G. in Leer. Die Einsätze der mobilen Forschungsplattformen werden von der AWI-Logistik entsprechend den wissenschaftlichen Anforderungen vorbereitet, ausgerüstet und international koordiniert.

Das wichtigste Werkzeug der deutschen Polarforschung ist das Forschungs- und Versorgungsschiff ‚Polarstern‘. In den Jahren 2004/2005 fanden die Expeditionen ANTXXI bis ANTXXIII in die Antarktis und die Expeditionen ARKXX und ARKXXI in die Arktis statt. Auf den Fahrten in das Weddellmeer, die Lazarewsee und die Scotiasee waren die Schwerpunkte biologische, geowissenschaftliche und physikalische Forschungsarbeiten. Die Arktisexpeditionen in die Grönlandsee, die Framstraße, zum Nansen-Gakkelerücken und zum Yermakplateau dienten der physikalischen Ozeanographie, der Meereisphysik, den Geowissenschaften, der Tiefseebiologie und der Luftchemie. Darüber hinaus fanden an Bord der ‚Polarstern‘ mehrere öffentliche Veranstaltungen und internationale Empfänge statt.

Die beiden Forschungsflugzeuge ‚Polar 2‘ und ‚Polar 4‘ waren 2004 mit insgesamt 1000 Flugstunden

project between AWI, the French polar institute IPEV and is an integration of the Koldewey, Rabot and Corbel stations. This cooperation, so far unique in the Arctic, has proven its worth using both on site infrastructure as well as joint project administration. 146 scientists and technicians from Germany, France and several other nations have worked at the research base on 61 different projects during 2004 and 2005. Besides atmospheric long-term monitoring research focusses on marine-biological programmes. For this purpose, a new international marine-biological research laboratory has been put into service. AWI is part of an international consortium which finances the operation.

Operation of Mobile Platforms

AWI has both at its disposal the ‘Polarstern’ icebreaking research vessel (RV), and two (Dornier Do 228-101, ‘Polar 2’ and ‘Polar 4’) research aircraft all of which operate in polar regions. The operational area of the medium-sized RV ‘Heincke’ is both the North Sea as well as the Baltic Sea. The research cutters ‘Uthörn’, ‘Aade’, ‘Diker’ and ‘Mya’ are used for research by departments on Helgoland and at List on Sylt.

System management contracts for the technical operation and maintenance of the platforms have been signed with Reederei F. Laeisz (Bremerhaven) GmbH, the German Aerospace Center (Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, DLR) and the Briese Schifffahrts GmbH & Co. K.G. in Leer. The mobile platform operations are prepared, equipped and the cruises internationally coordinated by AWI logistics according to scientific requirements.

The research and supply vessel ‘Polarstern’ is the most important tool of the German polar research. In

den im Einsatz. Zusätzlich zu den Einsätzen in der Antarktis fanden in diesem Jahr drei Kampagnen in der Arktis mit Kalibrierungs- und Validierungsaufgaben im Hinblick auf die ESA Satelliten Mission CRYOSAT statt. Im Bereich der Atmosphärenforschung begann in der Arktis mit ASTAR`2004 (Arctic Study of Tropospheric Aerosol and Radiation) ein internationales mehrjähriges multidisziplinäres Projekt.

Bei der Rückführung der beiden Polarflugzeuge aus der Antarktis wurde ‚Polar 4‘ im Januar 2005 bei einer Zwischenlandung an der britischen Station Rothera so schwer beschädigt, dass das Flugzeug in der Folge nicht mehr eingesetzt werden konnte. Die Rückführung des beschädigten Flugzeuges von Rothera nach Punta Arenas musste außerplanmäßig von der Polarstern übernommen werden und erforderte die Unterstützung internationaler Kooperationspartner.

Im Jahr 2005 konnten die in der Antarktis geplanten Flugmissionen nur mit einem Flugzeug, ‚Polar 2‘, durchgeführt werden. Dabei musste deren Mission durch den Einsatz eines zweiten Flugzeuges (Basler BT 67) im Rahmen von DROMLAN abgesichert werden. Die wissenschaftliche Mission von Polar2 wurde zum ersten Mal in Zusammenarbeit mit dem japanischen Polarforschungsinstitut NIPR (National Institute for Polar Research) geplant und durchgeführt. Dabei führte Polar2 erstmalig in der Region der japanischen Station SYOWA geowissenschaftliche Flüge durch.

Weiterentwicklung und Ersatz der polaren Infrastruktur/ Advanced Replacements

Mit nur einem Flugzeug können die wissenschaftlichen und logistischen Aufgaben speziell in der Antarktis nicht erfüllt werden. Um die volle Leistungsfähigkeit für den Polarflugbetrieb wiederherzustellen

2004 and 2005, expeditions ANT XXI to ANT XXIII were led to Antarctica and the expeditions ARK XX and ARK XXI were led to the Arctic. Cruises in the Weddell Sea, the Lazarev Sea and the Scotia Sea were dominated by biological, geoscientific and physical research. Arctic expeditions in the Greenland Sea, the Fram Strait, to the Nansen-Gakkel Ridge and to the Yermak-Plateau focussed on physical oceanography, physics of sea-ice, geosciences, deep sea biology and airchemistry. Moreover, ‘Polarstern’ was used for several public events and international receptions.

During 2004, both polar aircraft ‘Polar 2’ and ‘Polar 4’ operated for more than 1000 flight hours. During this year, in addition to the operations in Antarctica three expeditions with calibration and validation tasks which were related to ESA’s satellite mission CRYOSAT took place in the Arctic. An international several year long and multidisciplinary project related to atmospheric research was started using ASTAR 2004 in the Arctic (ASTAR: Arctic Study of Tropospheric Aerosol and Radiation).

In January 2005, during the return of both polar aircraft from Antarctica, ‘Polar 4’ was severely damaged on a stopover at the British base Rothera. Hence, the aircraft could not be used further. Instead, the damaged aircraft had to be picked up by ‘Polarstern’ in order to be transferred from Rothera to Punta Arenas. This unscheduled operation required the assistance of several international cooperation partners.

In 2005 the scheduled flight missions in Antarctica could only be operated with one aircraft, ‘Polar 2’. Thereby, the mission had to be secured by the operation of a second aircraft (Basler BT 67) within DROMLAN. For the first time, the scientific mission of ‘Polar



Abb. 7: Nachbau der Neumayer-Station, architektonische Zeichnung der Außenansicht Neumayer III

Fig. 7: Replacement of base Neumayer, exterior view of NM III (Author: Fernando Valero-Delgado)

steht daher der Ersatz von ‚Polar 4‘ im Vordergrund. Eine neue Herausforderung wird in der Zukunft der Einsatz unbemannter Flugkörper (UAV, Unmanned Air Vehicle) sein. Gegenwärtig wird an Konzeptionen gearbeitet, in den kommenden Jahren UAVs für neue wissenschaftliche Fragestellungen der Polar- und Meeresforschung einzusetzen.

Das ehrgeizigste Projekt ist der Nachfolgebau für die Neumayer-Station auf dem Ekström-Schelfeis, die spätestens ab 2009 nicht mehr betriebsbereit sein wird. Die geplante Station Neumayer III wird sich in ihrer Bauweise nicht nur von ihren beiden Vorgängerstationen, sondern von allen bekannten Stationsbau-

2‘ was planned and operated in collaboration with the Japanese Polar Research Institute (NIPR, National Institute for Polar Research). ‚Polar 2‘ operated for geoscientific purposes for the first time near to the Japanese station SYOWA.

Advanced Replacements

Scientific and logistic tasks in the Antarctic cannot be fulfilled with only one aircraft. Therefore, the substitution of ‚Polar 4‘ is urgently necessary in order to re-establish the performance required for the polar aircraft operation. A new challenge will be the future operation of UAVs (Unmanned Aerial Vehicle). Presently, conceptions are being prepared in order to use UAVs for new scientific questioning.

The most ambitious project is the replacement of the Neumayer base on the Ekström Ice Shelf, which will not be operational until 2009 at the latest. The planned construction of the Neumayer III base will not only be different from its two predecessor bases but also from all known base constructions in the Antarctic. The base itself will be mounted on a platform 6 m above the snow surface and covered by an aerodynamical casing. The platform will be combined with a garage in the snow. The entire building, with a weight of 2600 tons will be lifted once a year by means of hydraulic rams, embedded in the pillars of the platform. This concept conforms with Environmental Protocol regulations and will enable a longer life time of at least 25 years. In 2005, the draft Comprehensive Environmental Evaluation (CEE) was distributed among the Consultative Parties to the Antarctic Treaty. Manufacturing of station components is anticipated to start in 2006.

ten in der Antarktis unterscheiden. Die eigentliche Station wird auf einer Plattform sechs Meter über der Schneeoberfläche errichtet und mit einer aerodynamischen Hülle verkleidet. Die Plattform wird mit einer Garage im Schnee kombiniert. Das gesamte Bauwerk mit einem Gewicht von rund 2600 Tonnen wird mittels hydraulischer Pressen, die in die Plattformstützen eingebaut sind, einmal im Jahr angehoben. Dieses Konzept entspricht den Forderungen aus dem Umweltschutzprotokoll und wird eine deutlich längere Betriebszeit von mindestens 25 Jahren ermöglichen. Die Umweltverträglichkeitsstudie wurde in 2005 den Antarktisvertragsstaaten vorgestellt und von diesen ohne signifikante Einwände akzeptiert. Die Fertigung und der Bau werden voraussichtlich 2006 beginnen.

Tabelle 1: FS ‚Polarstern‘-Expeditionen 2004/2005
RV ‚Polarstern‘ expeditions in 2004/2005

Expedition	Zeitraum	Hafen (ab – an)	Region
ANT XXI/2	17.11.03 – 18.01.04	Kapstadt – Kapstadt	Weddellmeer
ANT XXI/3	21.01.04 – 25.03.04	Kapstadt – Kapstadt	Südatlantik, Antarktischer Zirkumpolarstrom
ANT XXI/4	27.03.04 – 06.05.04	Kapstadt – Kapstadt	Lazarewmeer
ANT XXI/5	08.05.04 – 02.06.04	Kapstadt – Bremerhaven	Atlantik
–	03.06.04 – 15.06.04	Bremerhaven	Werft
ARK XX/1	16.06.04 – 16.07.04	Bremerhaven – Longyearbyen	Grönlandsee
ARK XX/2	16.07.04 – 29.08.04	Longyearbyen – Tromsø	Grönlandsee
ARK XX/3	31.08.04 – 03.10.04	Tromsø – Bremerhaven	Atlantik
–	04.10.04 – 11.10.04	Bremerhaven	Werft
ANT XXII/1	12.10.04 – 04.11.04	Bremerhaven – Kapstadt	Atlantik
ANT XXII/2	06.11.04 – 19.01.05	Kapstadt – Kapstadt	Südatlantik, Weddellmeer
ANT XXII/3	21.01.05 – 06.04.05	Kapstadt – Punta Arenas	Südatlantik, Weddellmeer
ANT XXII/4	08.04.05 – 21.05.05	Punta Arenas – Bahia Blanca	Südatlantik, Scotiameer
ANT XXII/5	23.05.05 – 21.06.05	Bahia Blanca – Bremerhaven	Atlantik
–	22.07.05 – 20.07.05	Bremerhaven	Werft
ARK XXI/1a	21.07.05 – 13.08.05	Bremerhaven – Longyearbyen	Grönlandsee
ARK XXI/1b	13.08.05 – 19.09.05	Longyearbyen – Bremerhaven	Grönlandsee
–	19.09.05 – 12.10.05	Bremerhaven	Werft
ANT XXIII/1	13.10.05 – 17.11.05	Bremerhaven – Kapstadt	Atlantik
ANT XXIII/2	19.11.05 – 12.01.06	Kapstadt – Neumayer – Punta Arenas	Südatlantik, Lazarewsee

2004:

9 Fahrtabschnitte, 339 Seetage, 27 Werft/Hafentage,
 Fahrtteilnehmer: 337 (AWI 198, Andere 179)

2005:

7 Fahrtabschnitte, 309 Seetage, 56 Hafen/Werfttage
 Fahrtteilnehmer: 332 (AWI 131, Andere 201)

Fahrtleitung	Kapitän	Teilnehmer AWI/Andere	Inhaltliche Schwerpunkte
Arntz	Domke	22 / 37	Versorgung Neumayer, Kohnen/ EPICA, Biologie: EASIZ IV
Smetacek	Pahl	20 / 34	Biologie, EIFEX
Bathmann	Pahl	15 / 23	Biologie, GLOBEC
Helmke	Pahl	7 / 8	Chemie, Rückreise
Logistik	Pahl/Domke		Versorgung, Reparatur
Budeus	Domke	20 / 26	Ozeanographie
Lemke	Domke	14 / 37	Ozeanographie, ASOF-N, Geologie, Petrologie
Stein	Domke	24 / 15	Geologie, Geophysik, Ozeanographie
Logistik	Pahl/Domke		Versorgung, Reparatur
El Naggar	Pahl	6 / 11	Erprobung, Luftchemie, Biologie, Chemie
Spindler	Pahl	16 / 42	ISPOL, Meereisphysik, Biologie, Ozeano- graphie, Meteorologie
Fahrbach	Schwarze	11 / 48	Versorgung Neumayer, Kohnen/EPICA, WECCON/ANDEEP, Ozeanographie, Biologie
Schenke	Pahl	15 / 12	ZENSUR, Bathymetrie, Geologie, Geophysik, Biologie
Zenk	Pahl	0 / 6	Ozeanographie, Chemie, Rückreise
Logistik	Pahl/Schwarze		Versorgung, Reparatur
Budeus	Schwarze	18 / 14	Ozeanographie, Chemie, Optik
Fahrbach / Lemke	Schwarze	30 / 18	Ozeanographie, ASOF-N, Geologie, Tiefseebiologie
Logistik	Schwarze/Pahl		Versorgung, Reparatur
Rutgers v.d. Loeff	Pahl/Schwarze	16 / 31	Anreise, Erprobung, Luftchemie, GEOTRACES
Strass	Schwarze	25 / 30	Ozeanographie, Krillforschung, LAKRIS, Versorgung Neumayer/Kohnen/EPICA

Tabelle 2: FS ‚Heincke‘-Expeditionen 2004/2005
RV ‚Heincke‘ expeditions in 2004/2005

Expedition	Zeitraum	Region	Fahrtleitung
HE 221	11.10.04 – 15.10.04	Nordsee, Deutsche Bucht	Baumann, Uni HH
HE 220	04.10.04 – 09.10.04	Nordsee, Deutsche Bucht	Reuter, Uni OL
HE 219	18.09.04 – 01.10.04	Nordsee, Deutsche Bucht	Schröder, AWI, Orejas, AWI
HE 218	11.09.04 – 17.09.04	rund um Sylt	Buschbaum, AWI
HE 217	01.09.04 – 10.09.04	westl. Ostsee	Deghani, Uni HH
HE 216	21.08.04 – 29.08.04	westl. Ostsee	Krastel, Uni Bremen
HE 215	05.08.04 – 15.08.04	Nordsee, Deutsche Bucht, Sylt bis Rømø	Haas, AWI
HE 214	17.07.04 – 03.08.04	Nordsee, Deutsche Bucht	Schröder, AWI, Orejas, AWI
HE 213	12.07.04 – 15.07.04	rund um Helgoland	Bathmann, AWI
HE 212	08.07.04 – 10.07.04	Nordsee, Deutsche Bucht	Gutt, AWI
HE 211	17.06.04 – 06.07.04	Nordsee, Deutsche Bucht	Bartz, AWI, Alheit IOW Rostock
HE 210	15.06.04 – 16.06.04	rund um Helgoland	Knust, AWI
HE 209	23.05.04 – 13.05.04	nördliche Nordsee, Orkneys	Schütt, AWI
HE 208	09.05.04 – 21.05.04	Nördliche Nordsee, UK Block 15/25 und Kvitebjorn feld, Zwischenhäfen: Aberdeen und Bergen	Boetius, MPI Bremen
HE 207	03.05.04 – 07.05.04	Nordsee, Wattenmeer	Reuter, Uni OL
HE 206	24.04.04 – 29.04.04	Nordsee, Deutsche Bucht	Armonies, AWI
HE 205	05.04.04 – 19.04.04	Nordsee, Deutsche Bucht	Schröder, AWI
HE 204/2	29.03.04 – 02.04.04	Nordsee, Deutsche Bucht	Grossart, Uni OL
HE 204/1	20.03.04 – 27.03.04	westl. Ostsee	Spieß, Uni Bremen
HE 203	24.02.04 – 05.03.04	Nordsee, Deutsche Bucht	Kraus, IfM-Geomar, Kiel

2004:

20 Fahrten, 202 Einsatztage, 164 Werft/Hafentage,
 Fahrtteilnehmer: 253 (AWI 70, Andere 183)

2005:

26 Fahrten, 242 Einsatztage, 164 Werft/Hafentage,
 Fahrtteilnehmer: 286 (AWI 62, Andere 224)

Kapitän	Teilnehmer AWI/Andere	Inhaltliche Schwerpunkte
von Staa	1 / 9	GLOBEC Tropische Wechselwirkungen zwischen Zooplankton und Fischen unter dem Einfluß physikalischer Prozesse
von Staa	0 / 12	DFG-Forschergruppe „BioGeoChemie des Watts“, Messung des Stoffaustauschs im Wattenmeer
U. Diekmann	10 / 0	Biologie an den Stationen RESPONSE, BEOFINO, WindWest
U. Diekmann	6 / 0	Langzeitforschung Benthos und Sedimente in der Nordsee
von Staa	0 / 10	Geophysikalische Untersuchungen des Sedimentbeckens in der Ostsee
von Staa	0 / 11	See-geophysikalisches Praktikum der Uni Bremen
von Staa	7 / 1	Geologisch-flachseismische Untersuchungen zur Sedimentdynamik zwischen Sylt und Rømø und in der deutschen Bucht
von Staa	10 / 2	Biologie an den Stationen RESPONSE, BEOFINO, WindWest
von Staa	1 / 11	Studentenpraktikum Uni Bremen
von Staa	1 / 8	Studentenpraktikum Uni Oldenburg
von Staa	1 / 7	GLOBEC Tropische Wechselwirkungen zwischen Zooplankton und Fischen unter dem Einfluß physikalischer Prozesse
von Staa	4 / 5	Meeresbiologisches Praktikum der Uni Bremen
Höppner	7 / 4	Biologie: Cnidaria –Symbionten –Toxine - Wirkmechanismen
von Staa	2 / 9	EU-Projekt METROL, Gasaustritte der nördl. Nordsee
von Staa	0 / 12	DFG-Forschergruppe „BioGeoChemie des Watts“, Messung des Stoffaustauschs im Wattenmeer
von Staa	4 / 0	Biologie: Langzeitforschung Benthos und Sedimente
von Staa	10 / 1	Biologie an den Stationen RESPONSE, BEOFINO, WindWest
von Staa	0 / 11	Biologie, Planktondynamik der Deutschen Bucht
von Staa	0 / 12	Geophysik - Praktikum
Höppner	1 / 10	Biologie (GLOBEC), Untersuchung der Wechselwirkung zwischen Zooplankton und Fischen unter dem Einfluß physikalischer Prozesse

Tabelle 2 (Forts.): FS ‚Heincke‘-Expeditionen 2004/2005
RV ‚Heincke‘ expeditions in 2004/2005

Expedition	Zeitraum	Region	Fahrtleitung
HE 221a	11.01.05 – 19.01.05	südl. Nordsee	Rohlf, IfM-GEOMAR
HE 222a	02.03.05 – 13.03.05	Deutsche Bucht	Scalabrin, Ifremer
HE 222	16.03.05 – 20.03.05	Deutsche Bucht	Reuter, OL
HE 223	21.03.05 – 24.03.05	Deutsche Bucht	Großart, OL
HE 224	29.03.05 – 11.04.05	Nordsee	Schröder, Satoris, AWI
HE 225	14.04.05 – 21.04.05	Deutsche Bucht	Hansen/IOW
HE 226	24.04.05 – 03.05.05	Nordsee, Sylt	Hass, AWI
HE 227	05.05.05 – 12.05.05	Nordsee, Dänemark	Emeis, IfBM, HH
HE 228	17.05.05 – 28.05.05	Nordsee	Hansen / IOW
HE 229	30.05.05 – 31.05.05	Deutsche Bucht	Knust, AWI
HE 230	02.06.05 – 26.06.05	Orkney	Schütt, AWI
HE 231	28.06.05 – 01.07.05	Deutsche Bucht	Hoppe, IfM-GEOMAR
HE 232	04.07.05 – 07.07.05	Deutsche Bucht	Gutt, AWI
HE 233	09.07.05 – 13.07.05	Nordsee	Buschbaum, AWI
HE 233a	15.07.05 – 17.07.05	Deutsche Bucht	Bathmann, AWI
HE 234	18.07.05 – 22.07.05	Nordsee	Badewien, OL
HE 235	24.07.05 – 08.08.05	Nordsee	Schröder, Gutow
HE 236	11.08.05 – 15.08.05	Nordsee	Buschbaum, AWI
HE 237	18.08.05 – 29.08.05	Nordsee	Temming, Uni HH
HE 238	01.09.05 – 12.09.05	Nordsee	Simon, OL
HE 239	14.09.05 – 27.09.05	Orkney	Rohlf, IfM-GEOMAR, Kiel
HE 240	29.09.05 – 07.10.05	Ostsee	Peeken
HE 241	10.10.05 – 14.10.05	Nordsee	Buschbaum, AWI
HE 242/1	19.10.05 – 30.10.05	Nordsee	Neben, BGR
HE 242/2	01.10.05 – 14.11.05	Nordsee	Reinhardt, BGR
HE 243	15.11.05 – 19.11.05	Nordsee	Reuter, OL

Kapitän	Teilnehmer AWI/Andere	Inhaltliche Schwerpunkte
Lass	0 / 6	Internationaler Herings Larven Survey (IHLS)
von Staa	0 / 8	Allegro - Validation of operational mode of AUV
Höppner	0 / 12	Praktikum im Rahmen „BioGeoChemie des Watts“, Messung des Stoffaustauschs im Wattenmeer
Höppner	0 / 10	Studentenpraktikum Plankton Ökologie und Hydrographie
Papenhagen	10 / 0	Biologie an den Stationen RESPONSE, BEOFINO
Papenhagen	0 / 9	Nordsee Feldstudie im Rahmen des BMBF Verbundprojekts GLOBEC
Papenhagen	6 / 1	Geologisch-flachseismische Untersuchungen zur Sedimentdynamik zwischen Sylt und Rømø und in der deutschen Bucht
Papenhagen	0 / 12	Geologische Untersuchungen zur Sedimentlogie und Sedimentlagerung vor Dänemark
Papenhagen	2 / 10	Nordsee Feldstudie im Rahmen des BMBF Verbundprojekts GLOBEC
Papenhagen	6 / 4	Meeresbiologisches Praktikum, Uni Bremen
Höppner	6 / 5	Biologie: Cnidaria –Symbionten –Toxine - Wirkmechanismen
Papenhagen	0 / 10	Praktikum: Vergleichende Untersuchung über die bakterielle Aktivität in Elbe und Weser
Papenhagen	2 / 0	Praktikum Uni Oldenburg
Papenhagen	4 / 1	Langzeitforschung Benthos und Sedimente in der Nordsee
Papenhagen	2 / 10	Praktikum Biologische Meereskunde, Uni Bremen
Papenhagen	1 / 11	DFG-Forschergruppe „BioGeoChemie des Watts“, Messung des Stoffaustauschs im Wattenmeer
Papenhagen	10 / 0	Biologie an den Stationen RESPONSE, BEOFINO
Papenhagen	6 / 0	Langzeitforschung Benthos und Sedimente in der Nordsee
Papenhagen	1 / 11	Nordsee Feldstudie im Rahmen des BMBF Verbundprojekts GLOBEC
Papenhagen	0 / 12	Bakterioplanktonverteilung in der Nordsee als Vergleich zu Polarmeeren
Papenhagen	0 / 7	Internationaler Herings Larven Survey (IHLS)
Papenhagen	0 / 11	Praktikum: Phytoplankton in der Ostsee
Papenhagen	6 / 0	Langzeitforschung Benthos und Sedimente in der Nordsee
Papenhagen	0 / 12	Seismik in der Nordsee
Papenhagen	0 / 12	Geologie / Mikrobiologie in der Nordsee
Papenhagen	0 / 12	DFG-Forschergruppe „BioGeoChemie des Watts“, Messung des Stoffaustauschs im Wattenmeer

Tabelle 3: Flugzeugeinsätze mit ‚Polar 2‘ und ‚Polar 4‘ 2004/2005
Aircraft missions in 2004/2005

Projekt	Zeitraum/Flugzeuge	Region/Operationsbasis	Anzahl Messflüge
ANT XXI Part 2004	01.01.04 – 06.03.04 P2, P4	Neumayer-Station	15
ASIRAS I	10.03.04 – 05.04.04 D-CODE	Longyearbyen/Spitzbergen	3
ASIRAS II	13.04.04 – 07.05.04 P4	Longyearbyen/Spitzbergen	6
ASTAR 2004	11.05.04 – 13.06.04 P2, P4	Longyearbyen/Spitzbergen	44
N-GRIP	25.06.04 – 23.07.04 P2	Grönland	14
ASIRAS III	01.09.04 – 22.09.04 P4	Grönland	6
ANT XXII Part 2004	16.11.04 – 31.12.04 P2, P4	Neumayer-Station, Kottas Camp	9
ANT II Part 2005	01.01.05 – 11.02.05 P2, P4	Neumayer-Station	9
ASIRAS IV	03.03.05 -15.03.05 D-CODE	Botnischer Meerbusen / Finnland	3
SVALEX	04.04.05 – 22.04.05 P2	Longyearbyen/Spitzbergen	10
ANTSYO I	30.11.05 – 31.12.05 P2	Neumayer Station, Syowa/S17	2

Leitung	Teilnehmer AWI/Andere	Inhaltliche Schwerpunkte
Steinhage	1 / 8	Aeromagnetik, Aerogravimetrie, Eisdicken
Nixdorf	1 / 6	Eisschildrelief
Nixdorf	1 / 5	Eisschildrelief
Herber	8 / 37	Klimawirkung von Aerosolen
Steinhage	1 / 5	Aeromagnetik, Eisdicken
Nixdorf	2 / 5	Eisschildrelief
Rack	1 / 8	Aeromagnetik, Aerogravimetrie, Eisdicken
Rack	1 / 8	Aeromagnetik, Aerogravimetrie, Eisdicken
Goebell	1 / 4	Eisschildrelief
Hartmann	5 / 5	Meereisrauhigkeit
Steinhage	2 / 6	Aeromagnetik, Aerogravimetrie, Eisdicken, Logistik

Tabelle 4: Arktische und Antarktische Landexpeditionen 2004/2005
Arctic and Antarctic land expeditions in 2004/2005

Expedition	Zeitraum	Region/ Mittlere Koordinaten
Lena Delta 2004	13.05.04 – 28.07.04	Samoylov, Lena Delta
Alaska 2004/1	20.04.04 – 11.05.04	Barrow, Fairbanks
Alaska 2004/2	15.07.04 – 30.07.04	Fairbanks, Tooklik Lake. Prudhoe Bay
Jakutien 2004	13.07.04 – 07.08.04	Alass-Region, Zentralakutien
Jakutsk-Tiksi 2004	15.08.04 – 08.09.04	Jakutsk-Region, Lena Delta. Tiksi
Zentral-Jakutien	03.07.05 – 29.07.05	Zentral Jakutien
Mongolei	21.05.05 – 14.06.05	Zentral-Mongolei
Ost-Tibet	07.07.05 – 31.08.05	Ost-Tibet
Lena Delta 2005/1	03.07.05 – 10.09.05	Samoylov, Lena Delta
Lena Delta 2005/2	01.08.05 – 07.09.05	Lena Delta
Livingston 2005	21.01.05 – 10.03.05	Livingston Island, South Shetland Islands, Antarktis

Leitung Teilnehmende Institutionen	Teilnehmer AWI/Andere	Inhaltliche Schwerpunkte
Wagner, AWI, Permafrost Institut Jakutsk; AARI St. Petersburg; Lena Delta Reservat Tiksi; GSF Neuherberg, Universität Hamburg	6 / 4	Mikrobielles Leben in Extremhabitaten, Astrobiologie, Kohlenstoffhaushalt, Energie- und Wasserflüsse, Zooplankton, Hydrologie
Meyer, AWI, University of Alaska, Fairbanks, International Permafrost Association	3 / 2	Terrestrischer Permafrost, Paläoklima- und Umweltrekonstruktion
Boike, AWI, University of Alaska, Fairbanks	2 / 1	Hydrologische Modellierung, Permafrost-degradation
Diekmann, AWI, Permafrost-Institut Jakutsk, Universität Jakutsk, RWTH Aachen, AWI Potsdam	2 / 7	Limnogeologie/-ökologie und quartäre Landschaftsgenese (Permafrost/ Alassbildung, fluviale Terrassen Löss)
Meyer, AWI, Universität Moskau, Permafrost Institut Jakutsk	1 / 3	Rezentes System Permafrost
Herzschuh, AWI, Universität Jakutsk	2 / 4	Ausbau des Kalibrationsdatensatzes zur Erstellung von Organismen-Klima-Transferfunktionen
Mischke, FU Berlin / Herzschuh, AWI Mongolian Academy of Science, FU Berlin	1 / 1	Ausbau des Kalibrationsdatensatzes zur Erstellung von Organismen-Klima-Transferfunktionen für Zentralasien
Mischke, FU Berlin / Herzschuh AWI Lanzhou University China, FU Berlin	1 / 2	Ausbau des Kalibrationsdatensatzes zur Erstellung von Organismen-Klima-Transferfunktionen für Tibet
Wagner, AWI, Permafrost Institut Jakutsk; AARI St. Petersburg; Lena Delta Reservat Tiksi	6 / 1	Mikrobielles Leben in Extremhabitaten, Kohlenstoffhaushalt, Energie- und Wasserflüsse, Zooplankton, Hydrologie
Schirrmeister, AWI / Pfeiffer, Universität Hamburg, Universität Hamburg, Universität Moskau, Permafrost Institut Jakutsk, AARI St. Petersburg	8 / 10	Terrestrischer Permafrost, Methanhaushalt, Hydrographie der Lena
Wagner, AWI Bulgarian Antarctic Institute	3 / 5	Funktionale mikrobielle Diversität, Permafrostverbreitung

Tabelle 4 (Forts.): Arktische und Antarktische Landexpeditionen 2004/2005
Arctic and Antarctic land expeditions in 2004/2005

Expedition	Zeitraum	Region/ Mittlere Koordinaten
Alaska 2005	09.08.05 – 09.09.05	Fairbanks, Toolik Lake
Werchojan 2005	05.04.05 – 05.05.05	Billjach-See, Werchojansker Gebirge
Kamtschatka 2005	11.07.05 – 15.08.05	Kamtschatka
Jakutien 2005	26.07.05 – 28.08.05	Jukutsk-Region, Mowski-Region, Cherski-Gebirge
Coast 2005	05.04.05 – 30.04.05	Mamontov Klyk, Western Laptev-See
Nabos	06.09.05 – 29.09.05	Nördliche Laptev-See
ATLANTE	13.09.05 – 30.09.05	
IRIS 2005	03.03.05 – 11.03.05	
SVALEX/ AMALI	02.04.05 – 24.04.05	
McMurdo	12.11.04 – 26.11.04	Mc Murdo
Dumont d'Urville 2004	18.10.04 – 27.12.04	Ostantarktis
King George Island 2005		Dallmann-Labor
IRIZAR 04/05 (leg 2 & 3)	02.02.05 – 08.04.05	Antarktische Halbinsel, Weddellmeer
IRIZAR 05/06		Antarktische Halbinsel
Dumont d'Urville 2005	15.10.05 – 24.12.05	Ostantarktis
COAST 1	15.03.04 – 15.05.04	

Leitung Teilnehmende Institutionen	Teilnehmer AWI/Andere	Inhaltliche Schwerpunkte
Boike, AWI, University of Alaska, Fairbanks	1 / 1	Hydrologie, Bodenphysik
Diekmann, AWI, Universität Jakutsk, Russische Akademie der Wissenschaften St. Petersburg, AWI Potsdam	4 / 3	Limnogeologie/-ökologie und Sedimentkernentnahme
Bennett, Universität Uppsala Universität Lund, AWI	1 / 4	Spätglaziale/Holozäne Klimarekonstruktion
Kienast, AWI, Universität Jakutsk, Monski-Nationalparkverwaltung	2 / 0	Vegetationsökologische Vergleichsuntersuchungen und Sammlung von Referenz-Pflanzenmaterial in extrem kontinentalen Regionen Jakutiens
Rachold, AWI, Universität Bremen, Permafrost Institut Jakutsk, AARI St. Petersburg; Lena Delta Reservat Tiksi	2 / 4	Submariner Permafrost
Hoelemann, Dmitrenko (IARC), AWI	4 / -	Arktische Zirkulation, atlantisches Zwischenwasser, ozeanographische Verankerungen
Klages, AWI, AWI. MPI, Bremen Haas, AWI		
Neuber/Hartmann, AWI, DLR, Optimare		
Ralf Brauner, DWD, DWD, AWI		Weather Forecast
Ilka Zimmer, AWI, CEPE Strasbourg Krumbeck, Barenbrock, AWI, Universität Kiel, Universität Jena, Fa FRT, Fa. Hiemann, IAA		Studie zu Kaiserpinguinen
Schenke, AWI, Marrenssi, IAA		GPS-Referenzen, Neuinstallation einer DORIS-Bodenstation
Gütz, AWI, IAA		
Ilka Zimmer, AWI, CEPE Strasbourg AWI, Universität Bremen		Studie zu Kaiserpinguinen

Tabelle 4 (Forts.): Arktische und Antarktische Landexpeditionen 2004/2005
Arctic and Antarctic land expeditions in 2004/2005

Expedition	Zeitraum	Region/ Mittlere Koordinaten
ACEX (IODP leg 302)	06.08.04 – 17.09.04	Lomonosov Rücken
IRIS 2004	03.02.04 – 30.05.04	Grönland
NGRIP 2004	20.06.04 – 23.07.04	
KONEX	19.07.04 – 03.09.04	Ochotskisches Meer
Transdrift	12.09.04 – 23.09.04	Laptev See
ASIRAS 2004/1	01.09.04 – 23.09.04	
ASIRAS 2000/2	17.03.04 – 15.05.04	
ASTAR	06.05.04 – 20.06.04	
Gran Campo II	01.09.04 – 29.09.04	Südchile
KEP 2005	01.01.05 – 17.02.05	Südgeorgien
ANT XXI – Land 2003/2004	07.11.03 – 12.02.04	Neumayer-Station 70°40' S / 8°15'E Dronning Maud Land, Kohlen-Station
EPICA	28.11.03 – 12.02.04	75°00' S / 02° 32' E
VISA Feldkampagne	10.11.03 – 31.01.04	Schirmacheroase, Wohltatmassiv 70°46' S / 11°51' E
ANT XXI – Land 2004/2005	06.11.04 – 13.02.05	Neumayer-Station 70°40' S / 8°15'E Kohlen-Station 75°00' S / 02° 32' E

Leitung	Teilnehmer	Inhaltliche Schwerpunkte
Teilnehmende Institutionen	AWI/Andere	
Backmann, Uni Stockholm, Moran, Uni Rhode Island, AWI, Uni Bremen, Uni Stockholm, Uni Rhode Island, Uni Utrecht, Uni London British Geological Survey, Uni Michigan, Rice University, US Geological Survey, Kyushu Uni, Southampton Oceanographic Center, Uni Aberdeen, Uni Padova		
Haas, AWI		
Steinhage, AWI, AWI, Optimare, DLR		
Abelmann, AWI		
Schirrmeister, Hölemann, AWI, Uni Bremen, UFM – Geomar, Kiel, Universität Hamburg, Academy Mainz		Stabilität des submarinen Permafrostes, geophysikalische Untersuchungen, ozeanographische Verankerungen
Nixdorf, AWI, AWI, DLR, Optimare, ESA		
Rack, AWI, AWI, DLR, Optimare, ESA		
AWI, CNRS, LAMP, Optimare, DLR, Uni Stockholm, Unit Hokkaido, Uni Nagoya, NPIR		
Steinke, AWI, INACH, Universität Trier		
Thatie, AWI, BAS		
Janneck, AWI, DLR, DWD, Optimare, Laeisz, Fielax, UBA, TU-Hannover, GBR	32 / 18	Logistik Stationswartung, Strahlungsmessungen Projekt CASE
Kipfstuhl, AWI, Kaessbohrer, IF RTP France, ULB Belgium, UKBH Denmark, CNRS France, UMIB Italy, ENEA, Italy, IMAO NL, Uni Stockholm Sweden, NPRI Norway, Uni Bern Switzerland, BAS GB	20 / 8	Eiskernbohrung
Schreinert, TU-Dresden, AWI	2 / 5	VISA
Matz, AWI, DLR, DWD, Optimare, Laeisz, Fielax, Kaessbohrer	36 / 18	Logistik Stationswartung, PALAOA



7. Nationale und internationale
Zusammenarbeit |
*National and international
cooperation*



7. National and international cooperation

7. Nationale und internationale Zusammenarbeit

Das Alfred-Wegener-Institut kann seine Forschungsarbeiten in den Polar- und Meeresgebieten nur durch Kooperationen mit nationalen und internationalen Partnern erfolgreich durchführen. Neben der gemeinsamen Bearbeitung wissenschaftlicher Fragestellungen bietet das AWI seinen Kooperationspartnern auch logistische Unterstützung an. Die mobilen (Schiffe und Flugzeuge) und stationären (Polarstationen) Forschungsplattformen stehen auch für Forschungsvorhaben der universitären und außeruniversitären Partner zur Verfügung.

Das AWI pflegt auf nationaler Ebene mit acht deutschen Universitäten und Hochschulen vertraglich geregelte Kooperationen in Forschung und Lehre sowie auf wissenschaftlich-technischer Ebene. Besonders zu nennen sind die Partner-Universitäten in Bremen, Oldenburg, Potsdam, Hamburg und Kiel, zu der sich in jüngster Zeit auch die IUB (International University Bremen) gesellt hat. Diese Partnerschaften schließen die gemeinsame Berufung von Professoren ein. Juniorprofessuren geben jungen Nachwuchswissenschaftlern die Möglichkeit, die exzellenten Forschungsbedingungen am AWI mit der akademischen Qualifizierung an einer Universität zu verbinden. Enge Kooperationen des AWI mit den Universitäten bilden sich auch im Rahmen der vom Präsidium der Helmholtz Gemeinschaft geförderten „Virtuellen Institute“ und der Helmholtz-Hochschul-Nachwuchsgruppen. Nicht zuletzt sind AWI-Wissenschaftler durch die Zusammenarbeit in diversen Verbundprojekten, Forschungsschwerpunkten und -programmen

In conducting successful research programmes in polar and marine regions, the Alfred Wegener Institute relies on cooperation with national and international partners. Apart from joint investigations into scientific questions, AWI also offers logistical support to its cooperating partners. Mobile and stationary research facilities (ships and aircraft, as well as polar stations) are also available to university partners and independent associates.

At a national level, the AWI engages in contractually arranged cooperation with eight universities and postsecondary educational institutions, involving research and teaching, as well as scientific collaboration. The partner universities in Bremen, Oldenburg, Potsdam, Hamburg and Kiel deserve special mention, and more recently, also the IUB (International University Bremen). These partnerships include joint appointments of professors. Junior professorships provide young researchers with the opportunity to combine excellent research conditions at AWI with academic qualifications at a university. In addition, AWI has been developing close collaboration with universities within the framework of the ‘Virtual Institute’, funded by the executive board of Helmholtz Association, and through the Helmholtz University junior researcher groups. AWI scientists, through their collaboration in various joint projects, research centres and programmes of the Federal Ministry of Education and Research (BMBF) and the German Research Foundation (DFG), are also integrated in a broad national research network.

des BMBF und der DFG in ein breites nationales Forschungsnetzwerk eingebettet. Gemeinsam mit der Universität Bremen hat das AWI die erste Begutachtungsrunde der Exzellenzinitiative des Bundes und der Länder erfolgreich bestanden.

Zusammen mit dem Fachbereich Schiffbau der Hochschule Bremen ist die technische Initiative 'Aurora Borealis' erarbeitet worden. Mit der Hochschule Bremerhaven werden nicht nur gemeinsame Projekte vorangetrieben, sondern auch neue Unterrichtsinhalte entwickelt. Erste Ansätze für die Entwicklung eines gemeinsamen Unterrichtsprogramms zwischen AWI und Hochschule Bremerhaven haben zur Gründung eines Bachelor- und eines Masterstudienganges unter Beschäftigung einer Reihe von AWI-Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen im Rahmen einer Lehrtätigkeit in diesen Studiengängen geführt.

Mit verschiedenen Forschungseinrichtungen und 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 sind Partner des AWI im Netzwerk „Integriertes Erdbeobachtungssystem“. Das AWI ist ebenfalls Partnereinrichtung im Konsortium zur Implementierung eines wirksamen Tsunami-Frühwarnsystems für den Indischen Ozean. Diese Initiative wird koordiniert von der HGF, vertreten durch das GeoForschungszentrum Potsdam (GFZ) mit den Partnereinrichtungen AWI, GKSS, DLR, IFM-GEOMAR. Eine wichtige Allianz ist zudem das neu gegründete „Konsortium Deutsche Meeresforschung“, das sich der Förderung der

Together with the University of Bremen, AWI has successfully passed the first round of reviews conducted by the of excellence initiative of the federal and state governments.

The technical initiative 'Aurora Borealis' has been advanced together with the department of shipbuilding at the University of Applied Sciences Bremen. The University of Applied Sciences in Bremerhaven has not only been a partner in furthering joint projects but has also developed new teaching curricula. First steps towards a joint teaching programme between AWI and The University of Applied Sciences Bremerhaven have led to the establishment of a Bachelor as well as a Masters degree programme, with several AWI scientists contributing as instructors to these programmes.

Other close cooperation also exists with various re-search institutions and the other centres of the Helmholtz Association of National Research Centres (HGF). Collaboration beyond the centres has been intensified as part of the programme-oriented funding of the HGF. Hence, GKSS is AWI's programme partner within the research programme MARCOPOLI, and DLR, GFZ and GKSS are AWI-partners within the network 'Integrated Earth Observing System'. AWI also represents a partner institution within the consortium for the implementation of an effective Tsunami Early Warning System for the Indian Ocean. This initiative is coordinated by HGF, represented by the National Research Centre for Geosciences in Potsdam (GFZ) with AWI, GKSS, DLR and IFM-GEOMAR as partner institutions. Furthermore, the recently established 'Consortium German Marine Research' represents an important alliance dedicated to the support of German marine research, including marine polar and coastal research.

deutschen Meeresforschung einschließlich der meereswissenschaftlichen Polarforschung und der Küstenforschung verschrieben hat.

Das AWI hat derzeit mit 21 Nationen wissenschaftliche Kooperationen vertraglich vereinbart. Besondere Schwerpunkte entwickelten sich in der bilateralen Zusammenarbeit mit Frankreich, Russland, Norwegen, Australien und Südafrika. Insgesamt hat das AWI derzeit mit 81 Einzelinstitutionen formelle Kooperationsvereinbarungen abgeschlossen.

Zur Verbesserung der eigenen Infrastruktur und der Möglichkeiten für die eigene Forschung hat das AWI in den vergangenen Jahren die enge Zusammenarbeit mit ausländischen Forschungseinrichtungen gesucht. Dazu gehört der Ausbau des Dallmann-Laboratoriums auf der argentinischen Jubany-Station, die durch ein Kooperationsabkommen mit dem argentinischen Antarktisinstitut gesichert wird. Dazu gehören auch der Ausbau der Samoylov-Station gemeinsam mit der Organisation „Lena Delta Reservat“ (Republik Sakha) sowie die enge Zusammenarbeit mit russischen Forschungseinrichtungen, besonders dem staatlichen Arktis-Antarktisches Forschungsinstitut in St. Petersburg (AARI). Die Kontakte zu russischen Forschungseinrichtungen haben in den vergangenen 15 Jahren dazu geführt, dass zahlreiche gemeinsame Forschungsprojekte in entlegenen Gegenden Nordsibiriens und des angrenzenden arktischen Ozeans im Rahmen der russisch-deutschen Kooperation in der Polar- und Meeresforschung durchgeführt werden konnten. Darüber hinaus wurden das Otto-Schmidt-Labor im AARI und der POMOR-Masterstudiengang für angewandte Polar- und Meereswissenschaften gegründet. Letzterer wird in Deutschland von fünf norddeutschen Universitäten unter der Federführung

Currently, AWI has ongoing contracts for scientific cooperation with 21 nations. Special emphasis has been developed in bilateral partnerships with France, Russia, Norway, Australia and South Africa. At present, AWI has signed formal cooperation agreements with a total of 81 individual institutions.

In order to improve its own infrastructure and research opportunities, AWI has over the past years sought close collaboration with foreign research institutions. The upgrading of the Dallmann Laboratory at the Argentine Jubany Station, secured by a cooperation agreement with the Argentine Antarctic Institute, represents part of this strategy. Other examples are the expansion of the Samoylov Station together with the 'Lena Delta National Reserve' organisation (Republic of Sakha) and close collaboration with Russian research institutions, especially the governmental Arctic and Antarctic Research Institute (AARI) in St. Petersburg. Over the past fifteen years, contacts to Russian research institutions have enabled joint research projects in remote regions of northern Siberia and in the bordering Arctic Ocean, carried out within the framework of Russian-German cooperation in polar and marine research. In addition, the Otto Schmidt Laboratory was founded within AARI, and POMOR, a Masters degree programme for applied polar and marine sciences, was established. In Germany, POMOR is supported by the Leibniz Institute for Marine Sciences (IFM-GEOMAR), by the AWI, and by five universities under the leadership of the University of Bremen.

The close cooperative relationships between French research institutions and AWI are of special significance. In particular, a case in point is the amalgamation of the Koldewey Station and the French re-

der Universität Bremen sowie dem Leibniz Institut für Meereswissenschaften (IFM-GEOMAR) und dem AWI unterstützt.

Von besonderer Bedeutung sind die engen Kooperationsverhältnisse zwischen französischen Forschungseinrichtungen und dem AWI. Dabei sind vor allem die Verschmelzung der Koldewey-Station und der französischen Forschungseinrichtungen des Institute Paul Emile Victor (IPEV) in Ny Ålesund auf Spitzbergen zu einer gemeinsamen Forschungsstation „AWIPEV“ zu nennen. Der gemeinsame Betrieb läuft inzwischen reibungslos, gemeinsame Forschungsprojekte befinden sich in Vorbereitung. Mit dem Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer (Ifremer) haben sich vielfältige Kontakte auf zahlreichen Gebieten der Meeresforschung entwickelt. Am wichtigsten sind hier gemeinsame technische Entwicklungen für ROV (Remotely Operated Vehicle) und AUV (Autonomous Underwater Vehicle) sowie die Umrüstung der Polarstern für den Einsatz des „ROV Victor 6000“. Mit Ifremer und seiner ROV-Gruppe sind bereits eine Reihe von Expeditionen in das Europäische Nordmeer durchgeführt worden, die hervorragende wissenschaftliche Ergebnisse erbrachten und die Entwicklung einer strategischen Allianz zwischen beiden Instituten unterstützen.

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), des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPPC) der Vereinten Nationen und den Präsidenten des Scientific Committee on Antarctic Research (SCAR). An diversen internationalen Kooperationsprogrammen wie Climate Variabi-

search facility of the Institute Paul Emile Victor (IPEV) had Ny Ålesund on Spitsbergen as the joint research station “AWIPEV”. Joint operation of the facility has been running smoothly and joint research projects are in progress. Diverse contacts in numerous fields of marine research have also been established with the Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer (IFREMER); the most important being joint technical developments towards ROVs (remotely operated vehicles), AUVs (autonomous underwater vehicles), and modification of Polarstern for the deployment of “ROV Victor 6000”. Several AWI expeditions to the European Arctic Ocean, carried out together with IFREMER and its ROV team, have already produced outstanding scientific results and continue to facilitate the development of a strategic alliance between both institutions.

AWI is a member of in various international organisations representing German research institutions or the Federal Republic of Germany. In both capacities, AWI has members on the European Polar Board (EPB), the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPPC) of the United Nations and it holds the presidency of the Scientific Committee on Antarctic Research (SCAR). AWI scientists contribute, sometimes in a leading role, to a range of international cooperative programmes, e.g. Climate Variability and Predictability (CLIVAR), Global Ecosystem Dynamics (GLOBEC), Arctic Climate System Study (ACSYS/CLIC), Global Ocean Observation System (GOOS/EuroGOOS) and EPICA.

Figures 1 and 2 give an overview of international cooperation.

lity and Predictability (CLIVAR), Global Ocean Ecosystem Dynamics (GLOBEC), Arctic Climate System Study (ACSYS/CLIC), Global Ocean Observing System (GOOS/EuroGOOS) und EPICA sind Wissenschaftler des AWI – zum Teil federführend – beteiligt.

Eine Übersicht der internationalen Kooperationen ist in Abbildung 1 und Abbildung 2 dargestellt.

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

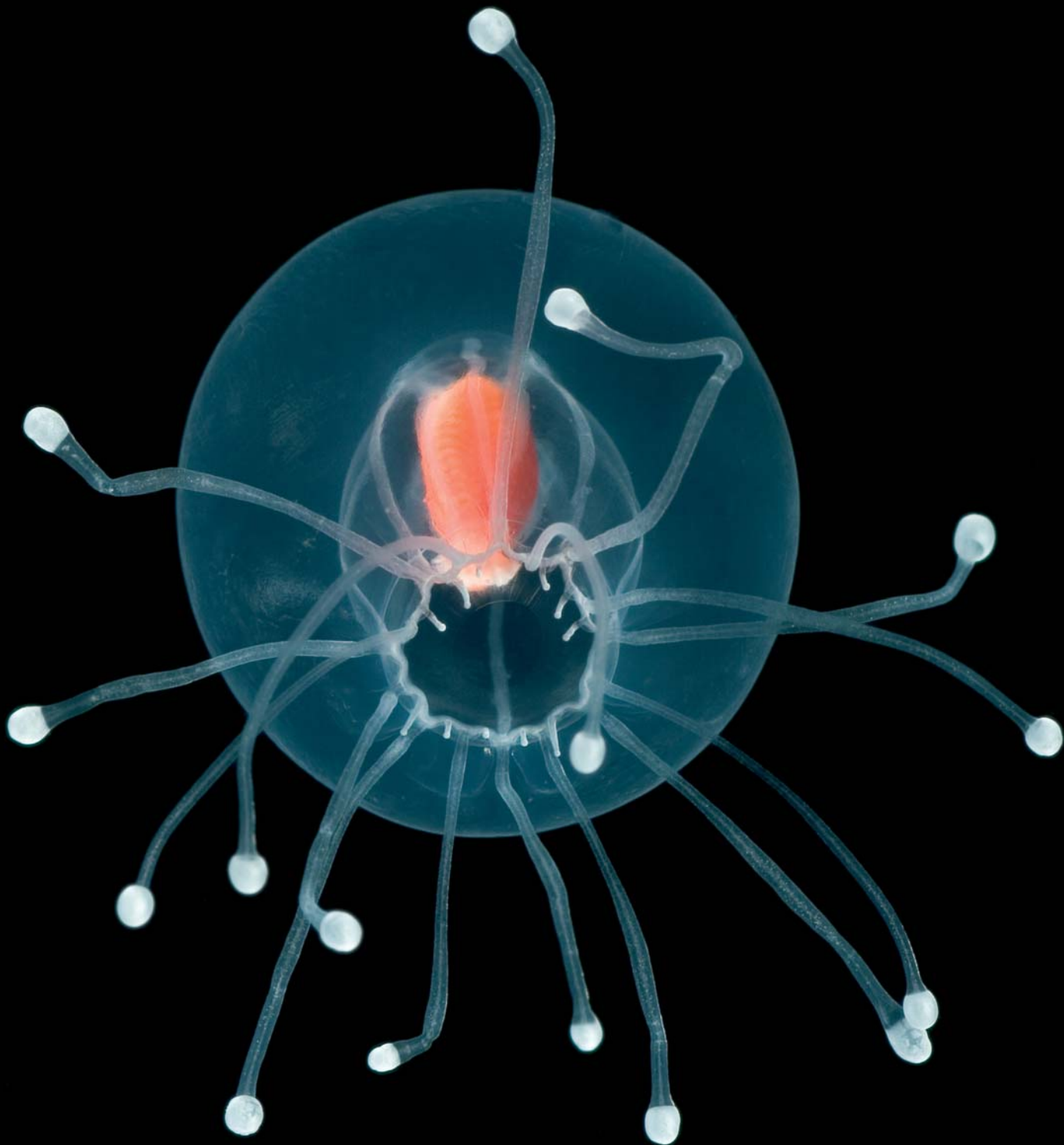
Tabelle 1a: Kooperationsabkommen des AWI mit europäischen Partnern |
Cooperative agreements between AWI and its European partners

Europäische Partner	Institution	Kooperation seit
Dänemark	Greenland Institute of Natural Resources (NUUK), Grönland und Danish Polar Center (DPC), Kopenhagen	2004
Frankreich	IFREMER, Institut Francais de Recherche pour l' Exploitation de la Mer L'Institut Francais pour la Recherche et la Technologie Polaires (IFRTP) Institut Polaire Francais (IPEV)	2001 2000 2003
Großbritannien	British Antarctic Survey (BAS), Cambridge	2003
Italien	Instituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) Università Degli Studi di Cagliari Institute of Atmospheric and Climate (ISAC), National Research Council (CNR), Bologna	2002 2003 2003
Niederlande	The Netherlands Antarctic Programme (NAAP), The Hague The Netherlands Institute for Scientific Information Services of the Royal Netherlands Academy of Arts and Science, Amsterdam Universiteit Utrecht (UU), Utrecht	2000 2004 2005
Norwegen	Norsk Polarinstitut (NPI), Oslo/Tromsø Norwegian Meteorological Institute, Oslo	1996 1999
Spanien	Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Barcelona Institut für Meeresforschung (ICM), Barcelona University of Salamanca Institut de Ciències del Mar (ICM), Barcelona	1996 1998 2002

Russland	Polar Marine Geological Research Expedition (PMGRE) Lomonosov, and All-Russian Research Institute for Geology and Mineral Resources (VNIIO), St. Petersburg	1999 / 2000
	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
	Arctic and Antarctic Research Institute (AARI) and Federal State Unitar Enterprise Aerogeodezia, St.Petersburg	2003
	Shirshov Institute of Oceanology, Moskau	1998
	Zoological Institute (ZIRAS), St. Petersburg	1998
	Staatliche Universität Jakutsk M.K. Ammosov, 677000 Jakutsk, Republik Sakha (Jakutien)	2004
	Russische Akademie der Wissenschaften und der Helmholtz Gemeinschaft	2005

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 Antarctic Climate & Ecosystems CRC, University of Tasmania, Hobart	2002 2004
Brasilien	University of Rio Grande	1997
Chile	Universidad de Magallanes, Punta Arenas Universidad de Antofagasta, Antofagasta Universidad Austral de Chile, Valdivia	1995 2002 2003
Japan	Japan Marine Science and Technology Center (JAMSTEC) National Institute for Polar Research (NIPR), Tokyo	1995 1999
Kanada	University of Laval	2005
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
Peru	Instituto del Mar del Perú-IMARPE Instituto Antartico Peruano (Peruvian Antarctic Institute) (INANPE)	2004 2005
Republik Südafrika	Council for Geosciences South African National Antarctic Programme (SANAP) Environ- mental Affairs and Tourism of the Republic of South Africa	1996 2004
USA	Michigan Technological University (MTI) The University of Rhode Island	2003 2005



8. Mariner Umweltschutz | *Marine environmental protection*



Bedrohte Nordsee – Meeres-Umweltschutz

Eike Rachor

Das Alfred-Wegener-Institut leistet im Berichtszeitraum mit Grundlagenforschung sowie durch die Beratung deutscher Behörden einen wichtigen Beitrag zum Schutz und Erhalt der marinen Ökosysteme vor allem im Nord- und Ostseeraum. Neben fachlichen Stellungnahmen zu Planungen und Genehmigungsverfahren im Küsten- und Offshorebereich unterstützte das Alfred-Wegener-Institut unter anderem das Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH), das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), das Bundesministerium für Umwelt (BMU) sowie das Bundesamt für Naturschutz (BfN) in Fragen des Meeresumweltschutzes.

Außerdem vertritt das Alfred-Wegener-Institut in Abstimmung mit dem BMBF auch die Interessen der nach internationalem Seerecht zu gewährleistenden marinen Grundlagenforschung, zum Beispiel in der Offshore-Raumordnung. Über Naturschutzgebiete und Bereiche für nachhaltige Fischerei hinaus sind große Freiräume im Offshorebereich zu sichern, in denen natürliche Ökosystemprozesse weitgehend ungestört ablaufen können. Forschung muss hier uneingeschränkt möglich sein, um unser Verständnis der ökologischen Zusammenhänge in der Nordsee zu verbessern.

Im Zentrum der Beratung des BMU stand die Durchführung internationaler Abkommen wie das OSPAR-Schutzabkommen. Dieses 1992 in Paris beschlossene „Übereinkommen zum Schutz der Meeresumwelt im Nordostatlantik“ ersetzt die Überein-

Endangered North Sea – Marine Environmental Protection

Eike Rachor

The Alfred Wegener Institute provides not only fundamental research results, but also advice to German administrations, which is essential for the protection and maintenance of the marine ecosystems, especially in the North and the Baltic Seas. In addition to scientific comments in planning and permission procedures in coastal and offshore waters, AWI has supported, amongst others, the Federal Agency for Navigation and Hydrography (BSH), the Fed. Ministry for Education and Research (BMBF), the Fed. Ministry for Environment (BMU) as well as the Fed. Agency for Nature Protection (BfN) in marine environmental affairs.

Moreover, in consultation with the BMBF, AWI also stands for marine fundamental research, which is guaranteed by the international Law of the Sea, e.g. in spatial planning. In addition to nature reserves and areas for sustainable fisheries, large open areas have to be secured to enable natural ecosystem processes to continue. Research has to be allowed there without restrictions in order to increase our understanding of ecological interrelationships in the North Sea.

Advice to the BMU has been focussed on the execution of international treaties such as the OSPAR convention. This “Convention on the Protection of the Marine Environment of the North East Atlantic” reached agreement in Paris in 1992 and replaced the conventions of Oslo (1972, dumping at sea) and Paris (1974, inputs from land).

kommen von Oslo (1972, für See-Einträge) und Paris (1974, für Einträge vom Land). Ein Schwerpunkt waren Auswirkungen und Nachweisverfahren von Einleitungen von Schad- und Düngestoffen. Mit Hilfe eines international abgestimmten Monitoring-Planes sollen die Gefährdung der Meeresorganismen besser eingeschätzt und darauf aufbauend Konzepte für den Meeresschutz erarbeitet werden, wie sie auch in der EU-Meeresschutz-Richtlinie angestrebt werden.

Fachliche Stellungnahmen gab das Alfred-Wegener-Institut zu den vielfältigen Aktivitäten im Bereich der Ausschließlichen Wirtschaftszonen (AWZ) ab. Die AWZ umfasst das Gebiet von der 12-Seemeilen-Grenze des Küstenmeeres bis zum äußersten Zipfel des „Entenschnabels“ in der zentralen Nordsee jenseits der Doggerbank. In den Jahren 2004 bis 2005 wurden in der AWZ der Nordsee zahlreiche Offshore-Windenergieanlagen gemäß Seeanlagen-Verordnung genehmigt. Das Alfred-Wegener-Institut trat in den Verfahren für konsequenten Umweltschutz und für die Berücksichtigung des Naturschutzes und der Grundlagenforschung ein. Neben Fragen der Schiffsicherheit spielen dabei die Umweltverträglichkeit und die möglichen Gefährdungen von ökologisch wertvollen Biotopen und Arten eine große Rolle. Dazu zählen die nach der europäischen Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie (FFH-RL) zu schützenden Lebensstätten wie Steinriffe und Sandbänke, Populationen wie die des Schweinswals sowie der in der Seeanlagen-Verordnung besonders aufgeführte Vogelzug.

Anstelle von Einzelfallplanungen hat das Alfred-Wegener-Institut dabei immer wieder auf die Notwendigkeit einer übergeordneten Meeres-Raumordnung hingewiesen (Abb. 1). Nur auf diesem Wege ist ein nachhaltiges Küstenzonen-Management zu errei-

Major efforts concentrated on the effects and analytical procedures of inputs of noxious and eutrophication substances. In order to better control the endangering of marine organisms it is intended to internationally harmonize monitoring designs and, based on this, to elaborate concepts for marine environmental protection, as is intended by the European Marine Strategy Directive.

Scientific comments were made by the AWI on a diversity of planning activities in the Exclusive Economic Zone (EEZ). The German EEZ reaches from the 12 nautical miles borderline of the coastal waters to tip of the “duck’s beak” in the central North Sea beyond the Dogger Bank. During the years 2004 – 2005, several offshore wind farms were licenced in the North Sea EEZ according to the Decree for Marine Installations. AWI supported consequent environmental protection and the consideration of nature conservation and fundamental research needs during its participation. In addition to navigation security, environmental compatibility and possible endangerments of ecologically valuable biotopes and species have featured prominently. Among these are such biotopes as stony reefs and sandbanks and populations such as that of the harbour porpoise, which are to be protected according to the European Habitats Directive, as well as the “bird migration”, specified in the above mentioned German Decree.

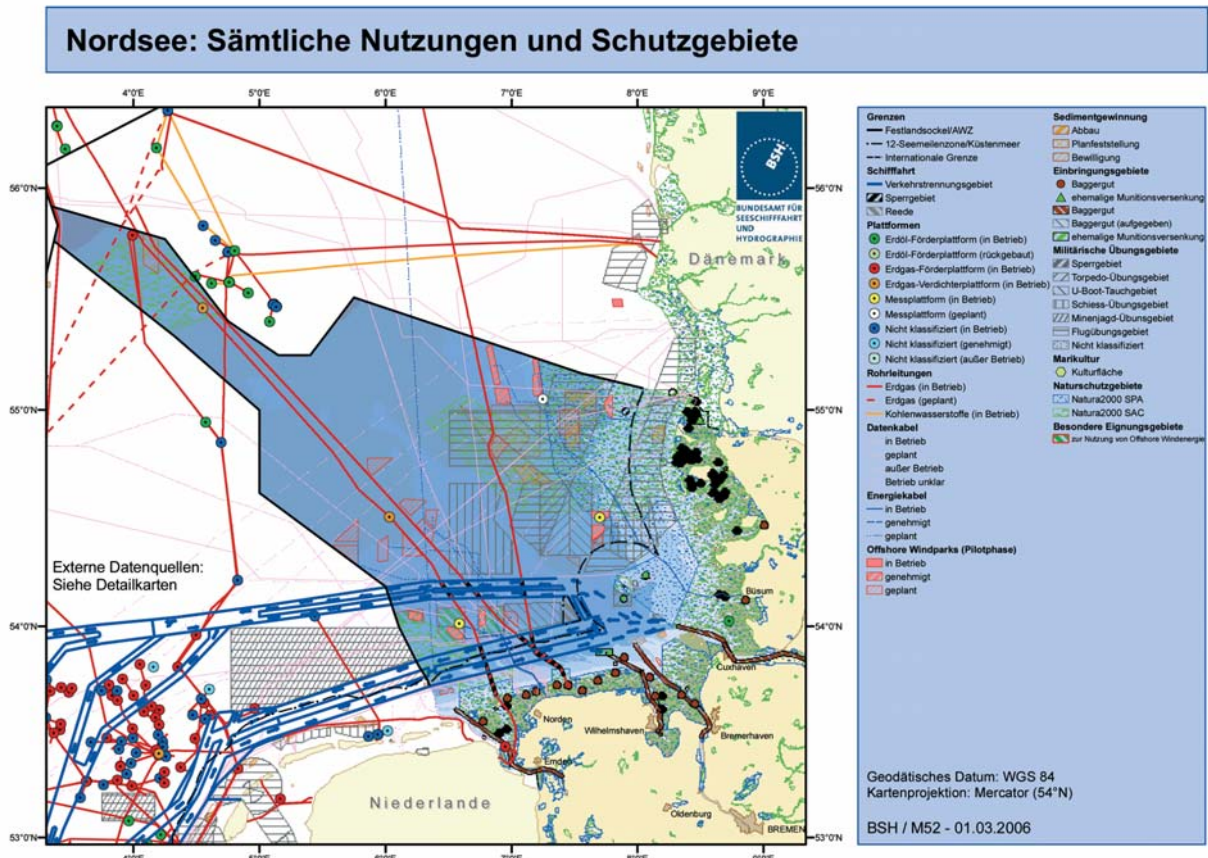
AWI has repeatedly pointed to the necessity for a general, superimposed spatial planning instead of singular and separate project planings (see Fig. 1). Sustainable coastal zone management can only be achieved in this way, which enables, for instance, the concentration and canalization of wind farm cable connections to the main land along and within

Abb. 1: Nordsee: Sämtliche Nutzungen und Schutzgebiete.

Fig. 1: German North Sea EEZ: Total uses (including planning) and areas for nature protection. Source: BSH <http://www.bsh.de/de/Meeresnutzung/Wirtschaft/CONTIS-Informationssystem/index.jsp>

uncritical corridors. Meanwhile, this view was accepted by the German Parliament (by revision of the Federal Spatial Planning Act). Spatial planning is now being implemented in the EEZ of the North and Baltic Seas; in the coastal waters, the local State authorities have taken similar measures.

It has been recommended in the spatial planning procedure, to secure such areas as priority areas for nature protection which were proposed to Brussels within the Natura within the Natura-2000-Directive network. This would imply that all other uses in such



chen, das zum Beispiel eine Bündelung der Kabelanbindungen von Windparks zum Festland auf unkritischen Trassen ermöglicht. Dieser Ansicht folgt inzwischen auch der deutsche Gesetzgeber. Es wird an Raumordnungsplänen für die AWZ der Nordsee und Ostsee gearbeitet. Im Küstenmeer haben die Bundesländer ebenfalls entsprechende Schritte eingeleitet. Das Alfred-Wegener-Institut empfiehlt, die gemäß den Schutzrichtlinien nach Brüssel gemeldeten Meeresgebiete als Vorranggebiete des Naturschutzes zu sichern. Dies würde bedeuten, dass dort alle anderen Nutzungen den Schutzzwecken unterzuordnen wären. Ein gleichartiger Vorrang ist für die Windenergie-Eignungsgebiete vorgesehen, die zum Jahresende 2005 sowohl in der Nordsee als auch in der Ostsee ausgewiesen wurden. In einem westlich von Sylt gelegenen geplanten Eignungsgebiet wurde bei Untersuchungen der Bodenfauna vom Alfred-Wegener-Institut auf das Vorkommen der seltenen Steinriff-Fauna hingewiesen (Abb. 2).

Die Bewohner solcher Reliktsedimente sind ebenso wie die Tiere von Sandbänken durch Kies- und Sandabbau gefährdet. Bedenklich ist daher die Zuweisung riesiger Bewilligungsfelder in der Nordsee durch das Oberbergamt in Clausthal-Zellerfeld, für die in mehreren Fällen bereits erste Abbaugenehmigungen vorliegen.

a priority area are subordinated to the protection objectives. The same priority may be given to inoffensive wind farm areas, which are identified in the North and Baltic Seas until the end of 2005.

Such an area, planned to the West of the island of Sylt, has been regarded as critical, not least because a rare stony reef fauna was found there as the AWI was surveying bottom fauna (Fig. 2).

The inhabitants of such relict moraine sediments and those of sand banks are considered endangered specifically by gravel and sand extraction. Accordingly, it seems of critical significance that extended claim fields do already exist in the North Sea; and parts of them have already been given permission for extraction by the Main Mining Authority at Clausthal-Zellerfeld.



Abb. 2: Steinriff-Fauna auf Moränen-Relikten westlich von Sylt

Fig. 2: Fauna of stony reefs on relict substrata of moraines in the West of Sylt

(Photo: P. Hübner, J. Krause, BfN)



9. Informationszentrum | *Information centre*



9. Wissenschaftliches Rechenzentrum: Zentrale informationstechnische Basis- dienste und Entwicklungsarbeiten für die Wissenschaft

Die Schwerpunkte der Arbeiten des Rechenzentrums im Berichtszeitraum lagen, neben den zentralen informationstechnischen Basisdiensten für die Wissenschaft, im Bezug des neuen Gebäudes E am Handelshafen und seiner informationstechnischen Ausstattung inklusive neuer Rechnerräume sowie der Erweiterung der zentralen Compute Server und Archivsysteme. Der Umzug des Rechenzentrums in das neue Gebäude mit seiner verlässlichen Klima- und Stromversorgung bedeutete auch eine neue Qualitätsstufe für die Sicherheit der operativen Dienste und vielfältigen AWI Informationssysteme für die Wissenschaft und Öffentlichkeit. Die Erweiterung (Abb. 1) der Compute Server des AWI-RZ um die IBM Regatta 655 und Cray XD1 für Modellierungsvorhaben, das IBM Linux Cluster für Bioinformatik Anwendungen sowie die neuen Magnetband-Archivsysteme in den Gebäuden D (in der Columbusstraße) und E waren Arbeitsschwerpunkte nach Bezug des neuen Gebäudes. Insbesondere die auf die Gebäude D und E verteilten Archivsysteme (STK/SL8500) mit jeweils über 100 Terabyte Kapazität bieten eine hohe Datensicherheit für wertvolle Datenarchive des AWI wie die umfangreichen marinen seismischen Daten aus Arktis und Antarktis basierend auf 20 Jahren Polarsternfahrten.

In den Jahren 2004/2005 wurden die Standorte Bremerhaven und Helgoland mit jeweils einem Vi-

9. Computer centre, scientific databases and information systems: Information technology services in support of scientific research

The AWI Computer Centre provides information technology services and technical support for the institute. This includes priority for the support of data storage and retrieval systems for the long-term archiving of scientific data and computer server capacity for numerical models.

The move of the Computer Centre into a new building has been completed and a new mass storage system with a 100-terabyte capacity was implemented. This storage system offers high data security for valuable data archives, including seismic profiles from the Arctic and Antarctic regions as one example. The storage system is a central component of the overall AWI information system (Figure 1). The expansion of the AWI computer servers having an IBM Regatta 655 and a Cray XD1 for modelling and the IBM Linux Cluster for Bio Informatics were also important additions following the move.

In 2004/2005, the Bremerhaven and Helgoland conference rooms were equipped for videoconferencing. The installation included an integrated control system for multiple cameras, allowing transmission of round-table discussions as well as presentation material between groups on the island and the mainland. In addition, preliminary installations at Potsdam and on Sylt offered comparable facilities suitable for smaller groups. These improvements together with planned upgrades for the equipment in

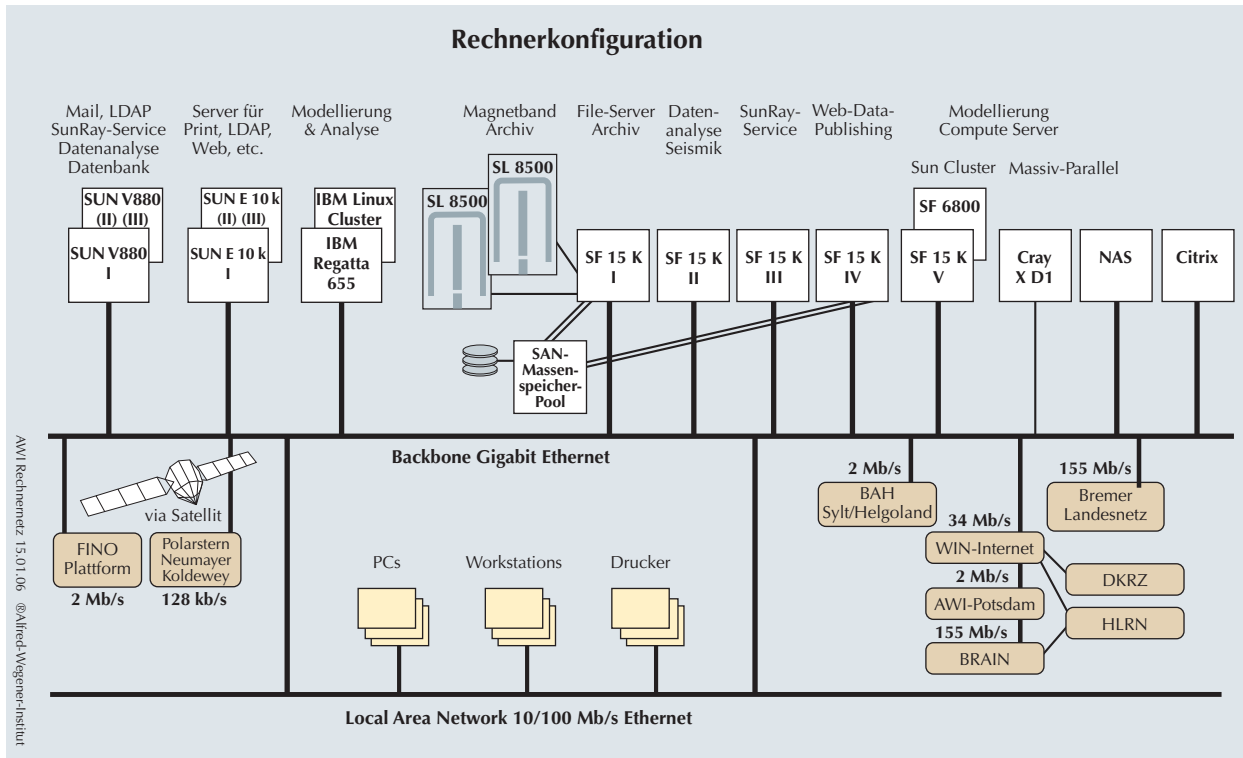


Abb. 1: AWI Rechnernetzkonfiguration

Fig. 1: AWI information system configuration.

deokonferenzraum ausgestattet, in dem eine integrierte Mediensteuerung und jeweils mehrere Kameras dafür sorgen, dass Gesprächsrunden mit Präsentationen, Vorträge oder Ähnliches problemlos übertragen werden können. Zusätzlich wurden die Standorte Sylt und Potsdam mit einem Videokonferenz-System ausgestattet, so dass nun die gleichzeitige Übertragung von Präsentation und Videobild an alle Standorte möglich ist. Durch eine Erhöhung der Bandbreite der Leitung nach Ny-Ålesund (155 MBit/s) können nun Videokonferenzen mit der Koldewey Station abgehalten werden. Dies wurde besonders 2005 von der Öffentlichkeitsarbeit genutzt.

the main lecture hall at Bremerhaven, will allow talks, presentation material and discussion to be distributed to all AWI-sites, including.

In mid-2005, the internet connection to Ny-Ålesund was extended to 155 MBit/s. This allowed the use of high bandwidth, quality videoconferences as a means of outreach as well as for group communication from the Koldewey station located at latitude of 80° North.

AWI Compute Server und Archivsysteme

Im Berichtszeitraum wurde das Konzept zur katastrophensicheren Datenhaltung umgesetzt. Dabei werden die Daten des zentralen Massenspeichersystems in zwei Kopien an verschiedenen Standorten archiviert. Dazu wurden zunächst die beiden Magnetband-Robotiken räumlich getrennt und die Daten zwischen ihnen gespiegelt. Nach Inbetriebnahme des Rechnerraumes in Gebäude E wurde dann eine der Robotiken dorthin verlegt. Anfang 2005 wurde eine neue Robotik vom Typ STK-SL8500 in Gebäude D installiert, die Daten werden seitdem in zwei Kopien in beiden Standorten auf hochvolumigen Bandlaufwerken archiviert.

In der zweiten Hälfte 2005 wurde im Vorgriff auf die Beschaffung eines neuen Großrechners damit begonnen, die Infrastruktur im Massenspeicherbereich an die zu erwartenden deutlichen Zuwächse anzupassen. Diese Maßnahmen umfassen eine Erweiterung des Plattencaches des SAMFS-Archivsystems um 20 TB sowie den Ersatz der alten Robotik durch eine schnellere SL8500 in Gebäude E. Gleichzeitig wurde die Umsetzung der gesamten AWI-Datensicherung auf hochvolumige Laufwerke vorgenommen. Dazu wurden acht LTO/3-Laufwerke neu installiert. Schließlich wurden beide STK-SL8500 Robotiken durch den Einbau zusätzlicher, redundanter Komponenten schneller und ausfallsicherer gemacht. Diese Arbeiten werden im Februar 2006 abgeschlossen sein.

Da der neue Höchstleistungsrechner für Modellierung voraussichtlich erst Ende 2006 installiert werden wird, ergab sich die Notwendigkeit, den Nutzern bis dahin auf anderen Rechnern ausreichend Rechenleistung anzubieten. Dazu wurde Anfang 2005 ein CRAY XD1-System mit 36 Doppelprozessorknoten

AWI Compute Server und Archive System

New measures of data storage and archiving were implemented in the reporting period. The central data storage system now duplicates up to 100 Tera-byte of data, which are stored in separate buildings.

In the second half of 2005 measures were taken to adapt the data storage infrastructure to the expected increase in usage due to the installation of a mainframe computer server in 2006. These measures cover an extension of the disk-cache of the SAMFS-archiving system in the order of approx. 20 TB as well as the replacing the Powderhorn tape library in building E with a faster SL8500 robotic system. At the same time, moving of the complete AWI-backup-facilities to higher capacity tape drives and type media (LTO/3) was carried out. After completion, all of the faster tape devices will be available for the archiving of user-data stemming from the new computer server as well as other data sources. To achieve this goal, eight new LTO/3 tape drives have been installed. Finally, the speed and reliability of the tape libraries was considerably increased by installing redundant components.

As the new computer server, which replacing a CRAY T3e system, will be installed in the second half of 2006, it has been necessary to offer computing power to the users on other machines. For this purpose, a CRAY XD1 system with 36 double processor nodes was installed in early 2005. In the meantime, this machine works as one of the AWI computer servers and has proven itself well. In order to further improve the usability of this machine, a RAID disk subsystem with 6 TB capacity was installed at the end of 2005.

installiert, das inzwischen im Produktionsbetrieb arbeitet und sich gut bewährt hat. Um die Nutzungsmöglichkeiten des Systems weiter zu verbessern, wurde Ende 2005 ein RAID-Magnetplattensystem mit 6 TB Kapazität für Modellierungsdaten integriert.

Neuer Schwerpunkt: Bioinformatik am Rechenzentrum

Nach der 2003 erfolgten gemeinsamen Berufung einer Kooperations-Professur „Algorithmik in der Molekularbiologie“ mit der Hochschule Bremerhaven wurde eine Forschungsgruppe Bioinformatik am Rechenzentrum eingerichtet. In Zusammenhang mit dem im Oktober 2005 angelaufenen Master-Studiengang „Bio-Analytik“ der Hochschule Bremerhaven werden Studierende in aktuelle Forschungsthemen der angewandten Bioinformatik und der Molekularen Genetik einbezogen. Im Fokus der Forschungsgruppe steht die Anwendungsentwicklung von Werkzeugen zur Gen-Annotation, dem Micro-Array Chip-Design sowie der Multiplex-PCR. Als Rechenplattform zur Sequenzanalyse für Gen-Annotation und Probe-Design (Hochspezifische Molekulare Marker) dient der Linux-Cluster des Rechenzentrums, der auch intensiv für die Biodiversitätsforschung im Fachbereich Biologie eingesetzt wird.

Wissenschaftliche Informationssysteme und Datenbanken

Das „World Data Center for Marine Environmental Sciences“ (WDC-MARE) wird von nationalen und internationalen Projekten für die Archivierung und Publikation von georeferenzierten Daten der Erdsystemforschung genutzt. Große, zurzeit laufende EU-Projekte sind Carbocean, Euroceans, Hermes und Sensor, deren Daten in dem von WDC-MARE genutzten Archivsystem PANGAEA erfasst werden. Die Da-

Bioinformatics at AWI-Computing Centre

The cooperation professorship „algorithmics in molecular biology“ between Hochschule Bremerhaven and AWI was established at the end of 2003. Connected with a research group at the AWI computing centre a master study course “Bioanalytics“ was launched in 10/2005, which enables students to participate in current research projects in applied bioinformatics and molecular genetics at AWI. The research group focuses on the development of application tools for gene annotation, the design of micro arrays and the optimization of multiplex PCR-primers (as computer platform for gene sequence analysis (sequence annotation and probe/primer design)). The linux-cluster at the computing centre is used, and is also strongly used for biodiversity research in the biology department.

Scientific Information Systems and Databases

The „World Data Centre for Marine Environmental Sciences“ (WDC-MARE) has been established and is routinely used by national and international projects for archiving and the publication of geo-referenced earth system research data. Currently, Carbocean, European, Hermes and Censore are large EU projects, the data of which are collected within PANGAEA, the archive system employed by WDC-MARE. The WOCE data are mirrored via this system, the JGOFS data (64,000 data sets) have been transferred into a consistent format, supplemented by metadata and published. As operators of the WDC, AWI and MARUM have launched the series „WDC-MARE Reports“ for the publication of project data. In 2005, the first three issues appeared for the (SFB313, ORFOIS, and JGOFS) projects . The issues are circu-

ten von WOCE werden über dieses System gespiegelt, die Daten von JGOFS (64 000 Datensätze) wurden in ein konsistentes Format überführt, mit Metadaten versehen und publiziert. AWI und MARUM, die Betreiber des WDC, haben für die Veröffentlichung von Projektdaten die Reihe „WDC-MARE Reports“ gegründet; 2005 sind die ersten drei Hefte zu den Projekten SFB313, ORFOIS und JGOFS erschienen; die Hefte werden über den Verteiler der „Berichte zur Polar- und Meeresforschung“ in 500 Bibliotheken weltweit verbreitet. Für die Publikation und dauerhafte Identifizierung von Datensätzen wurde in einem Projekt mit der TIB (Technische Informationsbibliothek Hannover) und anderen WDCs die DOI (Digital Object Identifier) eingeführt. Das GeoPortal.Bund ist das erste Portal für geowissenschaftliche Daten, an dem das AWI mit PANGAEA beteiligt ist.

Zur Deckung des gewachsenen Bedarfs an Geografischen Informationssystemen (GIS) hat das Rechenzentrum einen speziellen Datenbankserver eingerichtet, der räumlich spezifizierte Geo-Daten mit Verweisen zu GIS-Anwendungen bereithält. Außerdem wurden Web-Dienste installiert, um die Zugriffsmöglichkeiten auf georeferenzierte und in Kartenform vorliegende Forschungsdaten zu erweitern.

Die Arbeiten zur Anbindung der taxonomischen Datenbanken des AWI (Makroalgen/Helgoland und Friedrich-Hustedt-Diatomeensammlung) an die „Global Biodiversity Information Facility“ (GBIF – www.gbif.org) wurden fortgesetzt. Da die jeweiligen WissenschaftlerInnen diese Daten mit unterschiedlichen Datenbanksystemen pflegen, bildet die einheitliche Überführung der Daten in eine MySQL-Datenbank den Kern der Verbindung zu GBIF.

lated to 500 libraries all over the world via the distributor of the journal “Reports on Polar and Marine Research”. The DOI (Digital Object Identifier) has been introduced in cooperation with the TIB (Technische Informationsbibliothek Hannover) and other WDCs for the publication and permanent identification of data sets. With PANGAEA, AWI is participating in GeoPortal.Bund, the first web portal for geoscience data.

To support a growing demand for Geographic Information Systems (GIS) in many AWI research areas, the computing centre has implemented a specialized database server for the storage of spatially explicit „geodata“ with links to GIS software. Web services have also been implemented to extend access to geospatial research data, including data in the form of maps.

The connection of AWI taxonomic databases (Macro algae of Helgoland and the Friedrich Hustedt diatom collection) to the „Global Biodiversity Information Facility“ (GBIF – www.gbif.org) is nearing completion. As the respective scientists maintain these data with different database systems, a consistent transfer of the data into a MySQL database constitutes the core of the GBIF link.

AWI Information Systems

Improvements to ePIC, electronic publication system at AWI, as well as several other web-based applications enable the assignment of multi-valued organizational units (AWI section and MARCOPOLI work packages) for any given timeframe. In addition, the directory system has been accordingly changed to allow a more flexible and extensible structuring of organizational information at the AWI in future.

AWI Informationssysteme

Damit die neue AWI-Struktur in verschiedenen Anwendungen, besonders dem Publikationsverzeichnis ePIC zur Verfügung steht, wurde das Datenschema des AWI Verzeichnisses dafür angepasst.

Um für zukünftige Standards beim Offenen Zugang zu wissenschaftlichem Wissen (Open Access) vorbereitet zu sein, wurden verschiedene Softwarepakete getestet, die das dazu gehörige Standard-Netzwerkprotokoll OAI-PMH (Open Archives Initiative- Protocol for Metadata Harvesting) realisieren. Das Product FEDORA der Cornell University wurde ausgewählt, da es besonders skalierbar ist, so dass auch große Mengen von Dokumenten und Datensätzen verwaltet werden können. Seitdem werden Beschreibungen oder auch Inhalte aller AWI-Publikationen – Artikel, Präsentationen und Poster – regelmäßig in diesem Repository abgelegt.

Außerdem wurde ein OAI-PMH Harvester aufgesetzt, der Metadaten aus den Publikations-Repositories des AWI und dem Küstenforschungsbereich der GKSS sowie dem Datenrepository PANGAEA – insgesamt ca. 160 000 Datensätze - sammelt. Dies ermöglicht die gemeinsame Suche und integrierte Anzeige über alle drei Repositories.

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 Verfah-

After testing several open source software packages OAI-PMH (Open Archives Initiative Protocol for Metadata Harvesting) in 2004, a final decision for the highly scalable FEDORA (Flexible and Extensible Digital Object Repository Architecture) took place mid 2005. This is a collection of APIs to support access and management of digital objects. Since then, all AWI publications, events (oral presentations and posters) and granted intellectual property material (patents, trademarks and utility models) have been imported and regularly updated in AWI's own FEDORA repository. FEDORA has also been officially chosen in December 2005 as the repository architecture for eSciDoc (a Max-Planck 5-year BMBF-funded project on Open Access) which will facilitate future collaboration and information integration.

As a proof-of-concept in the open access framework, we are running an OAI-PMH compliant service provider which harvests, indexes and selectively displays (based on digital object type and/or discipline) all metadata from AWI, PANGAEA and GKSS repositories (currently a total of ~160,000 records). In addition, test cases for web-based SOAP clients, which selectively display AWI and PANGAEA records simultaneously, have been successfully implemented. This clearly demonstrates that the architectural framework of the AWI institutional publication repository, built on international standards/protocols, and PANGAEA can be integrated to coordinate publications using primary data. For 2006/2007, implementation of FEDORA is planned using EU and ESF funding as repository architecture for digital objects of type image/taxonomy.

ren sowie den Anwendern im Bereich der Klimasystem-Modellierung umfangreiche Unterstützung bei der Nutzung der am AWI-Rechenzentrum betriebenen Höchstleistungsrechner. Das wissenschaftliche Rechnen ist als Schlüsseltechnologie in den HGF-Zentren von großer Bedeutung. Drei Projekte am AWI sind direkt damit verknüpft: C3-Grid, MARCOPOLI Aufwuchsprojekt COM und DEKLIM Forschungsvorhaben PLASMA.

C3-Grid

Das AWI beteiligte sich aktiv an der nationalen D-GRID e-Science Initiative des BMBF. In diesem Rahmen hat für die Erdsystemforschung ein breites Konsortium aller wesentlichen Einrichtungen der Klimaforschung in Deutschland unter Führung des AWI das C3 Grid Projekt (**Collaborative Climate Community Data and Processing Grid**) beantragt. Im Jahr 2005 wurden diese Aktivitäten mit den Vorhaben anderer Communitys (Hochenergiephysik, Astrophysik, Medizin, Ingenieurwissenschaften) abgestimmt. Das C3-Grid versammelt wesentliche Einrichtungen der Erdsystemforschung in Deutschland, die in der oben abgebildeten Struktur organisiert sind (s. Abb. 2).

In der Erdsystemforschung beruhen wissenschaftlich abgesicherte Aussagen auf einem Workflow, bei dem Daten aus Modellrechnungen mit Messdaten sowie Ergebnisse verschiedener Modellrechnungen untereinander verglichen werden. Damit können Modelle verifiziert und stabile dynamische Phänomene herausgefiltert werden.

Sowohl für Modell- als auch für Beobachtungsdaten lässt sich in den vergangenen Jahren eine enorme Zunahme verzeichnen. Die Daten lagern in verteilten Archiven der einzelnen Einrichtungen. Eine zentrale Datenhaltung ist aufgrund des hohen Volumens der

C3-Grid Scientific Computing Project

*The AWI took an active roll in the national D-GRID e-Science initiative, which resulted in a call for research proposals. Within the broad topic of earth system sciences, the AWI took a leadership role to establish a consortium of key climate research institutions to propose the C3 Grid project (**Collaborative Climate Community Data and Processing Grid**). In a 2005 preliminary project phase, these activities were aligned with the plans of other communities (high energy physics, astrophysics, medicines, engineering science) and the project started on 1. September 2005.*

The C3-Grid integrates important institutions of earth system science in Germany (Figure 2). The partners underlined (AWI, MPI for meteorology Hamburg, University of Cologne, Zuse Institute Berlin, University of Dortmund, DLR, PIK, DWD) are the direct applicants and mandated to the central project management, which is located at AWI. The other partners are integrated within sub-groups.

In earth system science, scientific collateralized statements are based on a workflow, which compares data from simulations with measurement data as well as results of various simulations amongst each other. Thus, it is possible to verify models and filter out stable dynamic phenomena.

An enormous volume of both model- and observation data has been produced in the last few years. These data are stored in distributed archives of the various parent institutions. Central data management is impracticable because of the large data volume and long access times for remote users. In the current distributed data system, searches for specific records are very circuitous, time-consuming, and the access to foreign archives is often impossible. The

Daten und der damit verbundenen langen Zugriffszeiten für entfernte Nutzer nicht praktikabel. Damit sind aber derzeit Recherchen nach bestimmten Datensätzen sehr umständlich und zeitaufwändig, teilweise ist der Zugriff an fremde Archive gar nicht möglich. Die Verknüpfung von unterschiedlichen Daten ist jedoch essentiell für den weiteren Erkenntnisgewinn. Der fehlende einheitliche Zugriff auf die Daten stellt damit einen Engpass in der heutigen Erdsystemforschung dar und behindert auch die internationale Vernetzung. Das C3-Grid zielt daher auf eine gridbasierte Arbeitsumgebung für den Wissenschaftler, mit dem ein effizientes verteiltes Datenprocessing und interinstitutioneller Datenaustausch ermöglicht wird.

Basierend auf vorhandenen Grid-Technologien soll eine neue Generation eines kollaborativen Gesamtsystems entstehen, bestehend aus einem Meta-Directorysystem zur konsistenten Beschreibung der Daten, effektivem Zugriff auf Massendaten in föderierten Speichersystemen, integrierten Analysemöglichkeiten, Replikativverwaltung und Schedulingmechanismen zur Vermeidung von unnötigem Datentransfer. Von entscheidender Bedeutung wird die Einführung einer einheitlichen Beschreibung aller Daten sein. Dann kann der Nutzer von einem Portal aus nach Daten mit einer bestimmten Spezifikation suchen und diese dann in einer Prozesskette bearbeiten (s. Abb. 3).

COM

In Zusammenarbeit mit Mitarbeitern des Fachbereiches Klimasystem wurde das auf Finiten Elementen beruhende Community Ocean Model (COM) weiterentwickelt. Insbesondere im numerisch aufwändigen Löserteil des Modells, in dem große Gleichungssysteme aufgelöst werden, konnte durch Optimierung

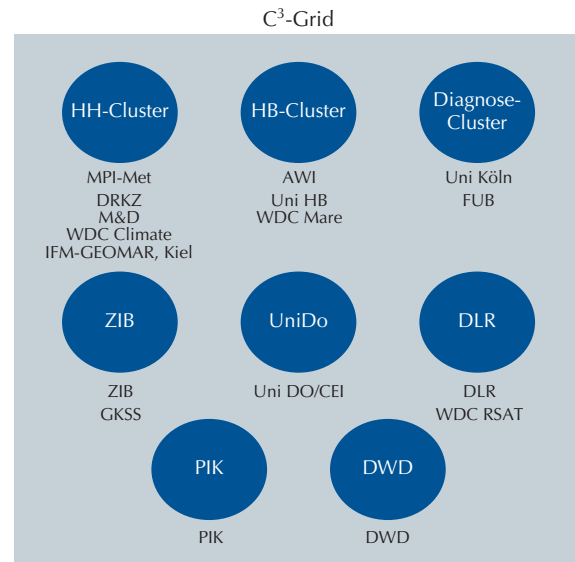


Abb. 2: Teilnehmende Einrichtungen im C3-Grid

Fig. 2: C3-Grid partners.

lack of access to the data is a bottle neck in today's internationally-oriented earth system science. The goal of C3-Grid is a grid-based working environment for scientists, providing an efficient, internationally distributed data processing and data exchange network.

Based on existing grid technologies, a new generation of collaborative systems is envisaged. These contain a meta-directory system for consistent description of the data, effective access for mass data in a federation of storage systems, integrated capabilities of analysis, data replica management and sche-

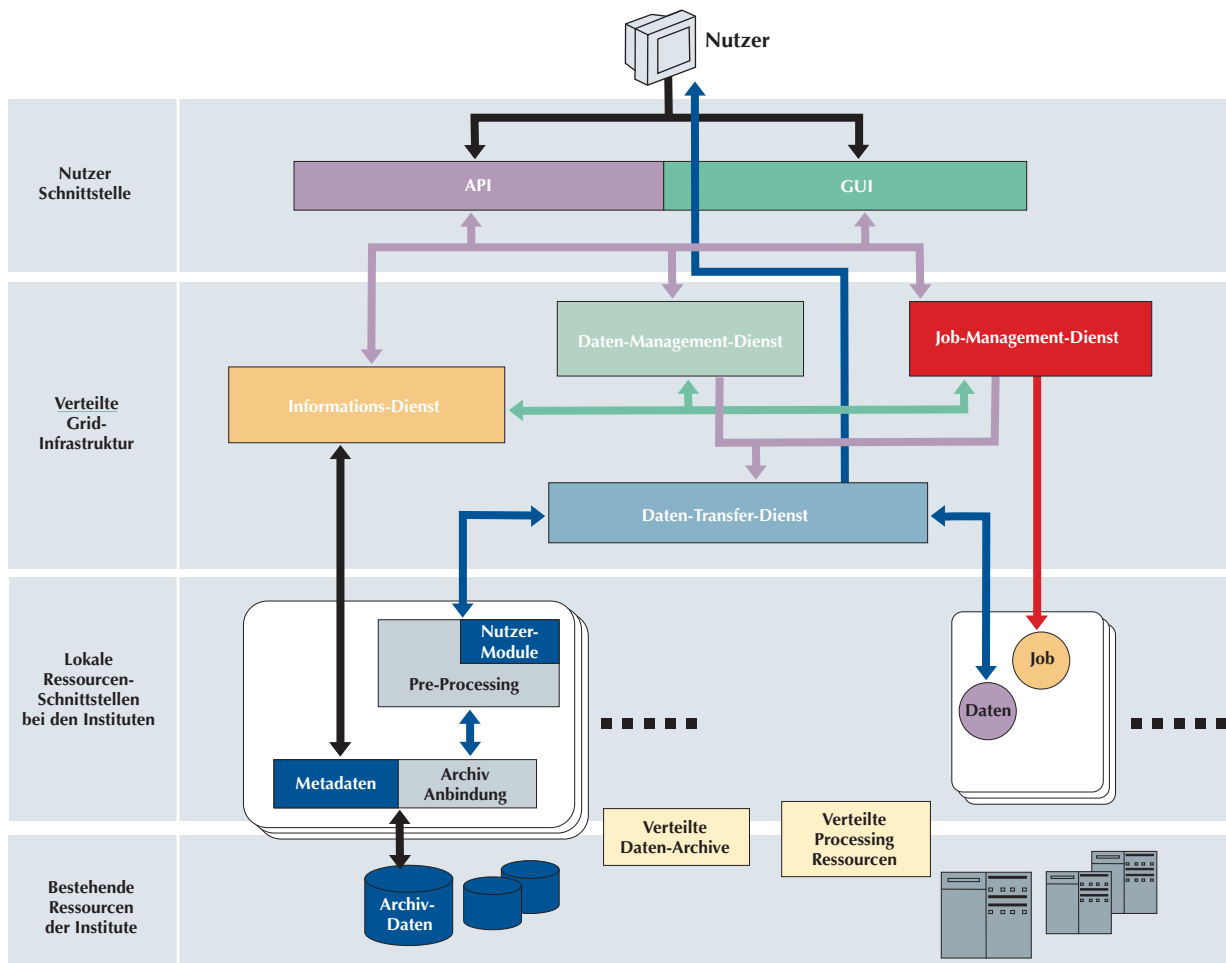


Abb. 3: Architektur Diagramm C3-Grid

Fig. 3: Architecture diagram for C3-Grid

der verwendeten Solverbibliotheken Rechenzeit eingespart werden. Zum Vergleich verschiedener Löserkonfigurationen kam dabei das vom Rechenzentrum bereitgestellte Interface-Paket FoSSI (Family Of Simplified Solver Interfaces) zur Anwendung.

Bei der Datenassimilation spielen Kalman-Filter eine wichtige Rolle. Im Rahmen einer Dissertation wurden verschiedene Filter dieses Typs (Ensemble Kalman Filter EnKF, Singular Evolutive Extended Kalman-Filter SEEK sowie der Singular Evolutive Interpolated Kalman-Filter SEIK) systematisch miteinander verglichen. Weiterhin wurden entsprechende Algorithmen auf Parallelrechnern implementiert und so in Form eines parallelen Kalman-Filter Frameworks den Modellierern am AWI zur Verfügung gestellt.

DEKLIM Forschungsvorhaben PLASMA

Im Rahmen des Deutschen Klimaforschungsprogramms DEKLIM beteiligt sich die Arbeitsgruppe Wissenschaftliches Rechnen in Zusammenarbeit mit den Wissenschaftlern des Projekts "PLASMA – Parallel Large Scale Self-adaptive Model of the Atmosphere" an der Entwicklung eines Finite-Elemente-Komponentenmodel der Atmosphäre. Dabei konzentrieren sich die Aktivitäten der Rechenzentrumsgruppe auf die effiziente Lösung der auftretenden linearen Gleichungssysteme. Dazu wird vorrangig das für das AWI-Ozeanmodell FEOM entwickelte Löserinterface-Paket "Family of Simplified Solver Interfaces (FoSSI)" zur Verfügung gestellt, gepflegt und ständig an Weiterentwicklungen angepasst. FoSSI ermöglicht über einfache vereinheitlichte Schnittstellen schnellen und komfortablen Zugriff auf die parallelen Löser-Bibliotheken (Bibliotheken Petsc, Aztec, Hypre, Pilut und Mumps). Darüber hinaus wird an der Entwicklung des Stand-Alone Löserpakets "ScOPES – Scalable Open Parallel Environment for the Solution of Large

duling mechanisms for efficient data traffic (Figure 3). The implementation of a standardized description of all data is vitally important is allowing the user to search specific data using a portal and to work using the results in a process chain.

Modern parallel high-speed computers offer new possibilities for numerically implementing highly complex models for simulating climate relevant processes within the earth system. The working group "Scientific Computing" supports users in the area of climate system modeling with new numerical methods for high performance computing.

COM

The Community Ocean Model (COM) relating finite elements has been further developed in collaboration with members of the Climate System section. Computing time can be saved by optimizing the computing time of the solver libraries used, especially in the numerically involved solution part of the model in which large-scale equations. The interface package FoSSI (Family of Simplified Solver Interfaces) which has been developed at the AWI Computing Centre allows for easy comparison of various solver configurations.

Kalman Filters play an important role in the field of data assimilation. The subject of a PhD thesis completed in 2004 was the consistent and systematic comparison of different kinds of Kalman Filters: Ensemble Kalman Filters EnKF, Singular Evolutive Extended Kalman-Filters SEEK and the Singular Evolutive Interpolated Kalman-Filter SEIK. Furthermore, corresponding algorithms were implemented and the resulting framework of parallel Kalman Filters is ready to be used for data assimilation.

Linear Equation Systems“ gearbeitet, die vergleichbare Funktionalität sowohl mit dem OpenMP- als auch mit dem MPI-Parallelisierungsparadigma bereitstellt.

BremHLR: Das Bremer Kompetenzzentrum für Höchstleistungsrechnen

Als Kooperation zwischen der Universität Bremen (UB), dem Alfred-Wegener-Institut Bremerhaven (AWI) und der International University Bremen (IUB) wurde im Berichtszeitraum die Arbeit in dem vom Bremer Senator für Bildung geförderten Bremer Kompetenzzentrum für Höchstleistungsrechnen BremHLR voll aufgenommen (www.bremhrlr.uni-bremen.de). Neben der Beratung Bremer Forschungsvorhaben im wissenschaftlichen Rechnen – sowohl auf dem System des „Norddeutschen Verbunds für Hoch- und Höchstleistungsrechnen HLRN“ als auch an anderen nationalen Höchstleistungsrechenzentren (z. B. NIC in Jülich) – hat die Koordination und Durchführung von Nutzerworkshops und -schulungen zu einer der Haupttätigkeiten des BremHLR entwickelt. Wie bisher sind dem BremHLR Fachberater aus den beteiligten Zentren ZARM/UB, CLAMV/IUB und dem Rechenzentrum des AWI, das auch die Koordination der Geschäftsstelle leitet, zugeordnet. Neben dem 2004 auf 40 Prozessoren erweiterten IBM-Regatta System wird seit Anfang 2005 mit einer Cray XD1 ein weiteres Hochleistungssystem am AWI betrieben, das intensiv zur Projektvorbereitung und zur Abwicklung kleinerer Projektarbeiten der AWI-Fachbereiche „Klimasystem“ und „Geowissenschaften“ genutzt wird. Im Jahre 2005 war eine wichtige Aufgabe des BremHLR die Unterstützung des HLRN-Verbundes bei der Antragstellung und der Neubeschaffung des HLRN-Nachfolgesystems (HLRN-II), das 2006 beschafft werden soll.

DEKLIM Project PLASMA

Within the scope of (DEKLIM) the German Climate Research Program, the Scientific Computing working group participates in the development of a finite element component model of the atmosphere together with scientists of the (“PLASMA – Parallel Large Scale Self-adaptive Model of the Atmosphere”) project. In the project, activities of the computer centre group concentrate on efficient solution of the linear equations systems to be solved in the model. For this purpose, the solver interface package “Family of Simplified Solver Interfaces (FoSSI)” is mainly provided, maintained and constantly adapted to new developments. FoSSI gives easy access to the Petsc, Aztec Hypre Pflut and Mumps parallel solver libraries. Furthermore, the development of the Stand-Alone solution packade “SCOPES-Scalable Open Parallel Environment for the Solution of Carge Linear Equation Systems“ is worked upon, which also makes comparable functionality as well as OpenMP with MPI paralleling paradigms available.

BremHLR: The competence centre for high-performance computing Bremen

The competence centre for high-performance computing Bremen (BremHLR, www.bremhrlr.uni-bremen.de) which is supported by the “Bremer Senator für Bildung” was set up in 2003 as a cooperation of the University Bremen (IUB) the International University Bremen (IUB), and the Alfred Wegener Institute Bremerhaven (AWI). The BremHLR centre supports linkages to the “Norddeutschen Verbund für Hoch- und Höchstleistungsrechnen (HLRN)” as well as other national computing centres (e.g. NIC in Jülich) in addition to coordinating and organizing

user workshops and user training courses. Scientific consulting in high performance computing is conducted by consultants from participating centres ZARM/UB, CLAMV/IUB as well as the Computer Centre of AWI. The AWI computer centre as, from the start of 2005, operated the IBM Regatta system and the high performance Cray XD1 computing system used intensively for the preparation of projects and for modeling by AWI "climate system" and "geoscience" departments. Supporting the HLRN in the procurement of the next generation of HLRN-system (HLRN-II) will be a major task of the BremHLR in 2006.



10. Bibliothek | *Library*



10. Bibliothek

Allgemeines und Bestand

Die Bibliothek der Stiftung AWI ist Servicezentrum für die Versorgung der Mitarbeiter und Gäste des Instituts mit wissenschaftlicher Literatur und Fachinformation in elektronischer und gedruckter 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 AWI-Bibliothek hat Ende 2005 ca. 41 500 Monographien in ihrem Bestand. Die Zahl der durch Kauf erworbenen Periodika beträgt 309, durch Tausch werden weitere 460 Zeitschriften, Serien u.ä. erworben. Die Zeitschriftenbände füllen insgesamt 1364 laufende Regalmeter.

Schwerpunkt bei den elektronischen Zeitschriften und Datenbanken

Der Schwerpunkt der Bibliotheksnutzung liegt mittlerweile bei den von der Bibliothek lizenzierten elektronischen Medien. Die Bibliothek managt den Zugang zu fast 800 lizenzpflichtigen elektronischen Zeitschriften und 17 lizenzpflichtigen Datenbanken, zu denen auch der 'ISI-Science Citation Index' der Fa. Thomson gehört. Durch die Teilnahme der Bibliothek an Konsortialverträgen, meist über den HGF-Arbeitskreis Bibliotheks- und Informationsmanage-

10. Library

General Collection Information

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 re-search stations on Helgoland and List. Small library collections serviced by the library are maintained at the research stations Neumayer, Koldewey, on the 'Polarstern' research vessel and in the research sections throughout the institute in Bremerhaven.

The library at the AWI Research Station in Potsdam became part of the Common Library of the Albert Einstein Science Park, which was established in 2001 by the Geo Research Centre (GFZ), Potsdamer Institute for Climate Research (PIK) and the Alfred Wegener Institute.

At the end of 2005 the AWI Library collection had approximately 41 500 monographs. The number of periodical subscriptions was 309 and databases through exchange agreements 460 titles. The journals fill a total of 1364 running metres of shelving.

Emphasis on eJournals and bibliographic Databases

Major library use is largely defined by the access provided to licensed electronic media. Library patrons are able to search and download articles from over 800 priority use electronic journals and have access to 17 licensed bibliographic databases, one of which is the "ISI-Science Citation Index" (Thompson Corp). The Library's participation in consortial agreements, mainly through the HGF Library Working Group, has made possible additional online

ment, 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.

Besonderer Dokument-Lieferdienst für AWI-Mitarbeiter

Um die AWI-Mitarbeiter von zeitraubenden Kopiertätigkeiten zu entlasten, bietet die Bibliothek einen Scanservice an. Wissenschaftler können so von ihrem Arbeitsplatz aus elektronisch einen in der Bibliothek vorhandenen Artikel aus einer gedruckten Zeitschrift anfordern. Dabei werden die benötigten Artikel eingescannt und als pdf-Datei per e-mail direkt an den Nutzer geliefert. Dieser Service steht auch Partnerbibliotheken im In- und Ausland zur Verfügung. Täglich werden so bis zu 30 Artikel eingescannt und versandt.

Partnerbibliothek des Gemeinsamen Bibliotheksverbunds (GBV)

Die Bibliothek verfügt über einen elektronischen Katalog, der weltweit über Internet zugänglich ist. Als Vertragspartner des Gemeinsamen Bibliotheksverbunds (GBV) nutzt die Bibliothek Katalogisierungsdaten und Fernleihfunktionen des Verbundes. Im Berichtszeitraum wurden Hunderte Bücher per Fernleihe im Auftrag der AWI-Mitarbeiter ausgeliehen, Tausende Kopien aus anderen Bibliotheken bestellt. Um Kosten und Aufwand zu sparen, hat die Bibliothek den Rechner-Betrieb des lokalen Bibliothekssystems auf Server der Verbundzentrale des GBV in Göttingen ausgelagert.

access to full-text scientific journal publications for AWI employees and guests. Licenses for bibliographical databases made with consortial partners lowered access costs significantly.

Document delivery

In order to provide faster and efficient services to the AWI-Bremerhaven patrons, the distant research stations and worldwide partner institutions for requested journal or book articles, a special colour book scanner is used. Articles requested by email are scanned in one step and emailed as PDF files directly to the requesting library patron. Up to 30 articles are scanned and emailed daily.

Collaboration with the Common Library Network GBV

The Library's online-catalogue is available freely throughout the world on the internet. As part of its contract agreement with the Common Library Network GBV, the Library is able to use the union catalogue for cooperative cataloguing and the Pica interlibrary loan ordering module. During the past two years, hundreds of books have been borrowed and thousands of articles have been ordered for AWI Patrons. The system runs on the server at the GBV Union's headquarters in Göttingen, thus reducing cost, management and overheads for the Library.

Special collection on the history of German polar research

The Library maintains a special collection on the history of German polar research. In 2002, the Archives of the German Society for Polar Research moved to Bremerhaven from their former location at the University of Münster's Institute for Geophysics. This library collection has now been catalogued and integrated into the Bremerhaven library holdings.

Spezielsammlung von Literatur zur Geschichte der Deutschen Polarforschung

Die Bibliothek sammelt insbesondere die Literatur zur Geschichte der Deutschen Polarforschung. 2002 wurde der Bestand des Archivs der Deutschen Gesellschaft für Polarforschung (zuletzt aufbewahrt am Institut für Geophysik der Universität Münster) übernommen und bis Mitte 2005 eingearbeitet.

Ausbildungsbibliothek

In der AWI-Bibliothek haben Studenten einschlägiger Fachrichtungen (z.B. Bibliotheks- und Informationsmanagement) Praktika von 6 Wochen bis zu 6 Monaten durchgeführt. Seit September 2005 bildet die Bibliothek auch eine Auszubildende für den Lehrberuf ‚Fachangestellte(r) für Medien und Informationsdienste (FAMI) - Fachrichtung Bibliothek‘ aus.

Kultur in Bremerhaven

Die AWI Bibliothek stellt Bremerhavener Museen Vitrinen für kleine Ausstellungen in den Bibliotheksräumen zur Verfügung (2004 Historisches Museum, 2005 Deutsches Schifffahrtsmuseum)

Nationale und internationale Zusammenarbeit

Die Bibliothek ist Mitglied in folgenden Organisationen: HGF-Arbeitskreis Bibliotheks- und Informationsmanagement, AG meereskundlicher Bibliotheken (AMB), AG der Spezialbibliotheken (ASpB), Deutscher Bibliotheksverband (DBV) - Landesverband Bremen, EURASLIC, International Association of Aquatic and Marine Science Libraries and Information Centers (IAMSLIC), Polar Libraries Colloquy (PLC).

Der Leiter der Bibliothek, Marcel Brannemann, ist gewählter Präsident 2005/06 von IAMSLIC.

Training, Internships and Apprenticeships

Library and Information Management students have done 6 week to 6 month internships at the AWI-Library. Beginning in September 2005 the AWI-Library is training an apprentice for the profession of Media and Information Services (FAMI).

Exhibits in Bremerhaven

The AWI-Library maintains display cases for small exhibits by local museums: The Historical Museum in 2004 and the German Shipping Museum in 2005.

National and International Cooperation

The Library is member of the following organizations: HGF-Arbeitskreis Bibliotheks- und Informationsmanagement, AG meereskundlicher Bibliotheken (AMB), AG der Spezialbibliotheken (ASpB), Deutscher Bibliotheksverband (DBV) - Landesverband Bremen, EURASLIC, International Association of Aquatic and Marine Science Libraries and Information Centers (IAMSLIC), Polar Libraries Colloquy (PLC).

The head librarian, Marcel Brannemann, is the current IAMSLIC President 2005/2006



Photo: M. Brannemann



11. Technologietransfer | *Technology transfer*



11. Aus dem Polarmeer in die Wirtschaft – Technologie- und Knowhow-Transfer am AWI

Eberhard Sauter

Als führende Polar- und Meeresforschungseinrichtung ist das Alfred-Wegener-Institut primär eine Wissenschaftsfabrik, in der zu aktuellen und gesellschaftsrelevanten Problemen geforscht wird. Forschung zur globalen Klimaentwicklung soll Katastrophen vorhersehbarer und damit eine frühzeitige Abmilderung ihrer Folgen möglich machen. Auch zu Zeiten knapper öffentlicher Kassen ist eine finanzielle Absicherung dieser Arbeiten zwingend notwendig. Allerdings wird im Rahmen der Forschungs- und Entwicklungstätigkeit auch ein großes Potential an Methoden und spezifischem Knowhow erarbeitet, welches in einigen Fällen wirtschaftlich interessant ist. Ziel der wachsenden Bemühungen des Technologietransfers (TT) ist die teilweise Rückfinanzierung von Projekten. Letztlich sollen neue, innovative Jobs innerhalb und außerhalb des AWI geschaffen werden, um den Strukturwandel in der Region voranzutreiben.

1988 wurde das erste AWI-Patent beantragt. In den darauf folgenden Jahren gab es ebenfalls sporadische Schutzrechte. Seit dem 1997 erstmals veranstalteten „AWI-Erfindertag“ wird diese Erfinder-Kultur systematisch gefördert. Heute liegt die Zahl der jährlichen Neuanmeldungen (neue Schutzrechtsfamilien ohne Folgeanmeldungen) bei 12, wobei neben Patenten auch Geschmacks- und Gebrauchsmuster und Marken angemeldet werden (Abb. 1).

Damit trägt das AWI der wachsenden Bedeutung von Innovationstransfer Rechnung, denn derartige

11. From polar seas to business – Technology and know-how transfer at the AWI

Eberhard Sauter

Belonging to the leading research institutions in polar and marine sciences, the Alfred Wegener Institute is primarily a science factory conducting research on prevailing problems relevant to mankind. Investigations in the context of global climate change aim to better predict catastrophes and, thus, to defuse their consequences. Even low public budgets must not compromise this essential research. However, in the course of such research, methodologies and specific know-how is developed, which often is suitable for commercialization.

One aim of the increasing efforts in technology transfer is a partial return of investment. Ultimately, it supports the generation of new innovative jobs, both inside and outside the AWI, especially to support the structural change in the region.

In 1988 the first AWI patent was filed. In the subsequent years, intellectual property rights were filed sporadically. In 1997, the first “AWI Inventors Day” was organized. Since then, a more systematic management intellectual property rights was established. Today, the number of newly filed patent families (without follow-up applications) has leveled off to 12 (Fig. 1). Beside patents, utility, design patents as well as trade marks are applied for. Herewith, the AWI makes allowance for the increasing importance of innovation transfer, since intellectual property rights provide a basis for licensing, public private partnerships and spin-offs. In view of these

Schutzrechte stellen eine Basis für Auslizenzierungen, Firmenkooperationen und Firmenausgründungen dar. Bei diesen Zahlen ist allerdings zu beachten, dass von der Schutzrechtsanmeldung bis zur Lizenzannahme typischerweise 5 bis 8 Jahre vergehen. Insofern ist Technologietransfer nicht als Sofortmaßnahme zu verstehen. Vielmehr sind die Erfolge mittelfristig zu erwarten. Die 2004 und 2005 initiierten Schutzrechts- und Verwertungsprojekte lassen einen Anstieg der Verwertungseinnahmen in den kommenden Jahren erhoffen, wenngleich auch sogenannte „Blockbuster-Patente“ kaum zu planen oder vorherzusehen sind. Die Palette der Themen reicht von Mess- und Probenahmegeräten über Logistik-Software bis zur Autofelge auf der Basis einzelliger Algen (Diatomeen). Besonders vielversprechend sind auch die neuen Schutzrechte für Methoden der Aquakultur, der marinen Bionik und der Blauen Biotechnologie. Insgesamt wurden im Berichtszeitraum 59 Schutzrechte (35 Patente, 9 Gebrauchsmuster, 10 Geschmacksmuster und 5 Marken; siehe Liste im Anhang) angemeldet.

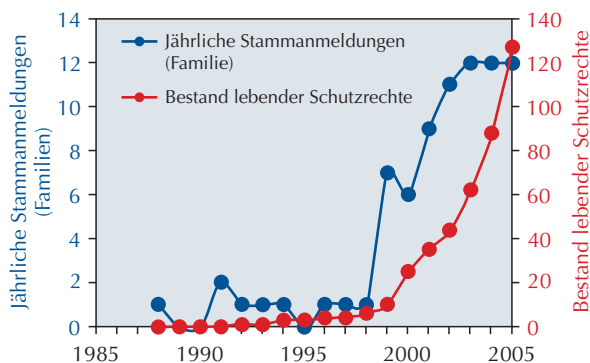


Abb. 1: Entwicklung des AWI-Schutzrechts-Portfolios bis einschl. 2005.

Fig. 1: Development of the AWI intellectual property rights portfolio until 2005.

numbers, it has to be considered though, that typically 5 to 8 years are needed from the application to the benefit yielded from licenses. Accordingly, technology transfer is not a short-term measure. In fact, the benefits are to be anticipated on the time scale of years. The intellectual property rights initiated in 2004 and 2005 give reason to expect an increase of commercialization benefits within the following years, although ‘blockbuster patents’ can hardly be planned or forecasted. The patent portfolio covers sampling and measuring systems, logistics software and wheel rims on the basis of diatoms. Particularly interesting new patents have been filed also for methods on the fields aqua culture, marine bionics as well as blue biotechnology. In total, 59 intellectual property rights were applied for in the reporting period (35 patterns, 9 utility patterns, 10 design patterns and 5 trade marks; see appendix).

Beside the development and the maintenance of the pattern portfolio, the AWI technology transfer administers the following tasks:

The internal motivation of colleagues as well as the trustful guidance of inventors stands at the beginning of this work. The ‘Inventors Day’, organized again in 2004, comprises a helpful platform to initiate discussions between newcomers, patent experts and experienced inventors. In 2005 the event was extended to the ‘From Idea to Realization’ workshop, jointly organized with the University of Applied Sciences Bremerhaven and the BIS (Economic Deve-

Am Anfang der AWI-TT Aufgaben steht die interne Motivation der Kollegen und die vertrauliche Beratung der Erfinder. Eine hilfreiche Plattform ist der auch 2004 wieder organisierte Erfindertag, um Interessierte mit Patentexperten und erfahrenen Erfindern ins Gespräch zu bringen. 2005 wurde die Veranstaltung unter Mitwirkung der Hochschule Bremerhaven und der BIS (Bremerhavener Gesellschaft für Investitionsförderung und Stadtentwicklung) zu einem Workshop „Von der Idee in die Tat“ erweitert. Neben der Verleihung erteilter Patenturkunden wurden Themen wie „Ausgründung“ und „Verwertung“ angeboten. Als Folge lagen kurze Zeit später etliche neue Erfindungen auf dem Tisch, für die zu entscheiden war, ob und in welchem Umfang Schutzrechte angemeldet werden sollen. Nach der Patentanmeldung begleitet der TT-Bereich den Verwertungsprozess durch die Vermittlung von Kontakten, Firmengesprächen und Lizenzverhandlungen.

In enger Zusammenarbeit mit dem Direktorium und der Presse-Abteilung repräsentiert der TT-Bereich das AWI nach außen bei Technologie- und Innovationsveranstaltungen, in HGF- und regionalen Arbeitskreisen sowie auf Messen. Highlights waren in diesem Kontext die Messen Oceanology International (London, März 2004), SCAR (Scientific Committee on Antarctic Research, Open Science Conference and Industry Exhibition) (Bremen, Juli 2004) und InWaterTec (Kiel, Aug./Sept. 2005; Abb. 2). Auch beteiligte sich der TT-Bereich an etlichen Veranstaltungen im Rahmen „Stadt der Wissenschaft 2005“. Hierüber wurde der Kontakt zwischen regionalen Stellen und dem AWI belebt. Für das Alltagsgeschäft haben sich die während der letzten zwei Jahre intensivierte Kontakte zur Hochschule und BIS als sehr fruchtbar erwiesen.

lopment Company Bremerhaven). Beside the awarding of granted patent deeds, topics such as spin-offs and commercial utilization of know-how were offered. Subsequently to this inspiring event, several new inventions were handed in for which the TT office had to decide whether or not to apply for intellectual property rights. Once the patent is filed, the transfer office guides through the commercialization process by arranging contacts with commercial partners and supporting license negotiations.

In close cooperation with the directors board and the public relation department, the technology transfer office represents the AWI at technology and innovation events, at HGF and regional working groups and at industry exhibitions. Highlights in 2004 and 2005 were the marine technology exhibition “Oceanology International” (London, March 2004), SCAR (1st Open Science Conference of the Scientific Committee on Antarctic Research, Bremen, July 2004) and InWaterTec (Kiel, August/September 2005; Figure 2). The technology transfer office was also involved in several events within the framework of “2005 City of Signs”. Many of these activities had been performed in close cooperation with other regional institutions. For instance, the contacts with the University of Applied Sciences and the BIS had been intensified during the last two years, which allows forces to be joined in technology transfer.

Policy-makers as well as scientific organizations expect technology transfer to produce numerous spin-offs. Indeed, great efforts are taken to generate innovative jobs in the vicinity of the AWI, although special attention is paid to the stability of such spinoffs.

Besondere Hoffnungen werden von Regierungsstellen und Wissenschaftsorganisationen in Ausgründungen gelegt. Auch hier gibt es intensive Aktivitäten, um im Umfeld des AWI innovative Arbeitsplätze zu schaffen, wobei es dabei besonders auf Nachhaltigkeit, d.h. stabile Spin-offs ankommt. Im Berichtszeitraum wurden die Gründungsvorbereitungen sowohl für die Sylter Algenfarm als auch für das Maritime Anwendungszentrum „imare“ (s. gesonderten Beitrag unter 5. Neue Technologien) vorangetrieben, so dass beide Gründungen voraussichtlich in 2006 vollzogen werden können.

During the reporting period, the preparation for two important spin-offs had begun: Both the Sylt Algenfarm and the Center for Marine Applications “imare” (see this report, Section 5 New Technologies) are estimated to be released within 2006.

Abb. 2: Neue Kontakte durch Messepräsenz sind wesentlich für erfolgreiche TT-Projekte. Zudem bietet sich oft die Gelegenheit für Gespräche mit Entscheidungsträgern aus Politik und Wirtschaft.

*Fig. 2: New contacts arise from participation in industry exhibitions, which is essential for successful TT projects. Furthermore there often arise opportunities for discussions with decision makers from politics and economy.
(Photo: M. Jarowinsky, MC Kiel)*





OLARSTER

12. Presse- und Öffentlichkeitsarbeit | *Public relations department*



12. Presse- und Öffentlichkeitsarbeit, Kooperation mit Schulen

Presse- und Öffentlichkeitsarbeit

Schwerpunkte der Presse- und Öffentlichkeitsarbeit waren 2004 und 2005 die Vorbereitung und Durchführung der Projekte zum 25-jährigen AWI-Jubiläum und zur „Stadt der Wissenschaft 2005“ Bremen/Bremerhaven.

Während des ganzen Jubiläumsjahres 2005 bot das Institut für die Öffentlichkeit in Bremerhaven und Bremen rund dreißig Vorträge, Lesungen, Ausstellungen, Filmvorführungen und Mitmachaktionen für Kinder und Erwachsene an. Das große Interesse der Öffentlichkeit und der Medien bestätigte unser Konzept. Diese Veranstaltungen des AWI-Jubiläums sind in das Gesamtprogramm für die „Stadt der Wissenschaft 2005“ eingeflossen.

Zusätzliche Aufgaben ergaben sich aus der Umsetzung des Bewerbungskonzeptes für die „Stadt der Wissenschaft 2005“. Diese wurden mit Partnern aus den wissenschaftlichen und kulturellen Einrichtungen im Land Bremen gemeinsam geplant und umgesetzt. Besonders engagierte sich das AWI im Leitprojekt „Pier der Wissenschaft“. Aufgrund der positiven Resonanz und zur Weiterführung des angestoßenen Vernetzungsprozesses – in Bremerhaven selbst und in Zusammenarbeit mit Bremen – wird die „Pier der Wissenschaft“ in Bremerhaven 2006 und darüber hinaus fortgesetzt.

12. Media and public relations department, cooperation with schools

Media and public relations department

In 2004 and 2005, emphasis of media and public relations work was placed on the preparation and realisation of projects related to the AWI's 25th anniversary, as well as to the Bremen/Bremerhaven 'City of Science 2005' programme.

Throughout 2005, the events offered by the Institute to the public in Bremen and Bremerhaven, included approximately thirty presentations, readings, exhibitions, film screenings and participatory events for children and adults. The great interest by the public and the media confirmed our concept. The AWI anniversary events were included in the overall programme for 'City of Science 2005'.

Additional tasks emerged from the implementation of the concept proposal for 'City of Science 2005'. They were designed and realised together with partners of scientific and cultural institutions in the state of Bremen. The AWI became especially engaged in the lead project 'Pier of Science'. Following the positive feedback and in order to continue the initiated networking process – both directly in Bremerhaven and also in collaboration with Bremen – the 'Pier of Science' will resume in Bremerhaven in 2006 and beyond.

Medienarbeit

Das Alfred-Wegener-Institut versandte in den Jahren 2004 bis 2005 insgesamt 92 Pressemitteilungen mit einer leichten Steigerung im Jahr 2005. Das Ansehen des AWI bei den Medien als kompetenter Ansprechpartner konnte gefestigt und weiter ausgebaut werden. In einer im Auftrag des BMBF durchgeführten Studie zur Öffentlichkeitsarbeit wissenschaftlicher Einrichtungen in Deutschland zählt das AWI zu den sechs am häufigsten von Wissenschaftsjournalisten genannten Kompetenzzentren. Unser zur Evaluation und internen Verwendung erstelltes Medienecho ist inzwischen so umfangreich, dass es monatlich erstellt und versandt wird. Ein stündlich aktualisierter Pressepiegel der Online-Medien ist seit 2005 im Intranet abrufbar.

Im Sommer 2004 konzentrierte sich die Medienarbeit auf die XXVIII SCAR & COMNAP XVI Konferenz in Bremen. Deutsch- und englischsprachige Pressekonferenzen zum Auftakt führten mit 120 Veröffentlichungen in den bundesweiten Printmedien, 29 Hörfunkbeiträgen sowie zehn Fernsehberichten zu einer hohen Resonanz.

Im Sommer 2005 lag der Schwerpunkt bei der Pressarbeit zum 25-jährigen Jubiläum unseres Instituts. Höhepunkte waren die Pressekonferenz mit Ministerin Edelgard Bulmahn am 15. Juli auf der ‚Heincke‘ und die tägliche Berichterstattung des ARD/ZDF Morgenmagazins vom 13. bis 17. Juni 2005 mit jeweils rund 15 Minuten Live-Berichten und Archivfilmen aus dem AWI in Potsdam, Helgoland, Sylt und Bremerhaven. Durch gute Zusammenarbeit mit dpa erfolgte bereits im Vorfeld eine umfangreiche Berichterstattung zum Jubiläum in bundesweiten Zeitungen und Zeitschriften.

Media work

During the report period (2004 and 2005), the Alfred Wegener Institute sent out a total of 92 press releases, marking a slight increase in 2005. The AWI's reputation as a competent contact for the media was strengthened. In a study about science communication in Germany, commissioned by the BMBF, the AWI ranks among the six most frequently cited centres of competency. Our media echo, produced for evaluation purposes and internal use, has reached a volume that warrants monthly production and dispatch. The online media press review is updated hourly, and has been available on the intranet since 2005.

During the summer of 2004, our media work was focussed on the XXVIII SCAR & COMNAP XVI conference in Bremen. German and English language



Pressekonferenz an Bord der ‚Heincke‘ aus Anlass des 25-jährigen Bestehens des AWI. Margarete Pauls, Edelgard Bulmahn, Jörn Thiede, Henning Scherf (v.l.n.r.)

Press conference on board of ‚Heincke‘, 25th anniversary of the AWI. Margarete Pauls, Edelgard Bulmahn, Jörn Thiede, Henning Scherf (left to right) (Photo: C. Pichler)

Radio Bremen produzierte zum 125. Todestag Alfred Wegeners in Zusammenarbeit mit dem AWI den Film „Tod im Eis - Der Polarforscher Alfred Wegener und seine Erben“. Auf der AWI-Weihnachtsfeier gab es eine Vorschau des Filmes, die Erstausstrahlung erfolgte am 29. Dezember 2005 im NDR.

Am 8. Oktober 2005 informierten wir Presse und Fernsehen im Rahmen der Live-Übertragung des Cryosat Starts in unserem Haus über die wissenschaftlichen Missionen des Satelliten.

Ein wichtiger Meilenstein für die Medienarbeit war die Durchführung eines Medientrainings für AWI-Wissenschaftler. Das erste fand am 23./24.02.04 statt. Das Interesse an einer Teilnahme war groß und die Rückmeldung der TeilnehmerInnen äußerst positiv. Am 31. Januar und ersten Februar 2005 fand es ein zweites Mal statt. Es wird zu einem regelmäßigen Angebot etabliert.

Ausstellungen und Veranstaltungen

Der Science Day 2004 des Landes Bremen am 26. Juni in Bremerhaven wurde gemeinsam von Hochschule Bremerhaven, Deutsches Schiffahrtsmuseum (DSM) und AWI vorbereitet und durchgeführt, die Resonanz war mit rund 5000 Besuchern gut. Bei dem EuroScience Open Forum Ende August 2004 in Stockholm war das AWI mit dem Projekt ‚Polar Dialogues‘ (Telefongespräche zur Neumayer-Station) präsent. Dieses von uns vorgeschlagene Projekt war im Rahmen von ‚Science in the Street‘ in das Programm aufgenommen worden. Am ‚Jahr der Technik‘ 2004 beteiligte sich das Institut mit Beiträgen auf dem Ausstellungsschiff ‚MS Technik‘. Die Fahrt der ‚MS Technik‘ endete in Stuttgart während des Wissenschaftssommers vom 25. September bis 2. Oktober

press conferences at the beginning of the event led to the strong response of 120 publications in the print media, 29 radio and ten television reports.

During the summer of 2005, public relations work was concentrated on the 25th anniversary of the Institute. Special highlights included a press conference with minister Edelgard Bulmahn aboard ‘Heincke’ on July 15th, and daily updates by the ARD/ZDF ‘Morgenmagazin’ between June 13th and 17th, 2005. These television reports consisted of approximately 15 minute live coverage as well as archival film screenings from the AWI Potsdam, Helgoland, Sylt and Bremerhaven. As a result of good collaboration with dpa, advance coverage of the anniversary was extensive in national print media.

Marking the 75th anniversary of Alfred Wegener’s death, Radio Bremen, together with the AWI, created the film ‘Death on the Ice – the Polar Researcher Alfred Wegener and his Heirs’. A preview of the film was shown during the AWI Christmas party, and the first release was on December 29 at NDR.

An important milestone in media relations was the implementation of media training for AWI scientists. The initial training took place on 23rd and 24th, February 2004. We experienced a high interest to participate and an extraordinary feedback at the end of the workshop. As a consequence the workshop was repeated on 31st of January to 1st of February and will become a permanent offer of the PR department.

October 8th, 2005 marked the live broadcast of the Cryosat launch at AWI and we used this opportunity to inform the press and television about the scientific missions of the satellite.

2004. Dort zog der AWI-Stand unter dem Motto „Pflifige Technik im ewigen Eis – Der Neubau der deutschen Antarktisstation“ rund 20 000 Besucher an.

Vom 22. bis 24. September 2004 beteiligte sich das AWI an der Vorstellung des ‚Maritimen Verbundes Schleswig Holstein‘ im Kieler Landtag. Anlässlich des XXVIII SCAR & COMNAP XVI Delegates Meeting in Bremerhaven wurde von Oktober 2004 bis Januar 2005 im Deutschen Schifffahrtsmuseum die Ausstellung „Der Zauber der antarktischen Farben“ mit Werken von David Abbey Paige gezeigt. Auf dem Kongress „Wissenswerte“ für Wissenschaftsjournalisten in Bremen hat das AWI vom 22. bis 24. November 2004 mit einem Stand auch die Helmholtz-Gemeinschaft präsentiert. Die am 8. Dezember 2004 eröffnete neue Dauerausstellung „Polargebiete“ am Zoologischen Forschungsinstitut und Museum Alexander Koenig in Bonn unterstützt das AWI insbesondere mit Film- und Bildmaterial.

Feierlicher Auftakt für das Jubiläumsjahr 2005 war die Einweihung des Kunstprojekts „Bibliothek im Eis“ an der Neumayer-Station in der Antarktis. Sie fand am 19. Januar 2005 im Rahmen des Neujahrsempfangs im Bremer Rathaus statt. Am 17. Februar 2005 las der Autor Frank Schätzing im AWI vor rund 300 Zuhörern aus seinem Bestseller „Der Schwarm“. Mit der Kunstausstellung „POLAR/BLICKE“ dokumentierte das Institut sein langjähriges Engagement an der Schnittstelle zwischen Kunst und Wissenschaft. Sechs Künstlerinnen und Künstler präsentierten ihre Teilnahme an Expeditionen auf „Polarstern“ mit Fotos und Installationen vom 19. Februar bis zum 3. April 2005 im Historischen Museum Bremerhaven und anschließend für vier Wochen in der Zentralbibliothek in Bremen.

Exhibitions and events

The 2004 Science Day of the state of Bremen took place on June 26th in Bremerhaven. For planning and execution, the AWI had joined forces with the University of Applied Sciences Bremerhaven and the German Maritime Museum (DSM) and yielded a good response through approximately 5000 visitors. At the EuroScience Open Forum in Stockholm at the end of August, 2004, the AWI was represented with the project ‘Polar Dialogues’ (telephone conversations to Neumayer Station). Following our suggestion, this project had been included in the programme as part of ‘Science in the Street’. The institute became involved in the 2004 ‘Year of Technology’ with contributions on the exhibition vessel ‘MS Technik’. The voyage of MS Technik concluded in Stuttgart during the ‘Summer of Science’ from September 25th to October 2nd, 2004. The AWI booth in Stuttgart, under the slogan ‘Smart technology in the eternal ice – reconstruction of the German Antarctic station’, attracted approximately 20,000 visitors. From September 22nd to 24th, 2004, the AWI participated in the introduction of the ‘Maritime Cluster Schleswig-Holstein’ in the state parliament in Kiel. On the occasion of the XXVIII SCAR & COMNAP XVI Delegates Meeting in Bremerhaven, the ‘Magic of Antarctic Colours’ exhibition, featuring works by David Abbey Paige, was displayed at the German Maritime Museum between October 2004 and January 2005. At the ‘WissensWerte’ conference for science journalists, which took place between 22nd and 24th November, 2004 in Bremen, the AWI contributed a stall, representing the Helmholtz Association. On December 8th, 2004, the new permanent exhibition ‘Polar Regions’ opened its doors at the Zoological Research Institute and Museum Alexander Koenig in Bonn. The AWI provides

Der Besuch der Jagt ‚Grönland‘ in Berlin in Zusammenarbeit mit dem Deutschen Schiffahrtsmuseum vom 15. bis 28. Mai 2005 zog rund 10 000 Besucher an. Die Berliner Medien berichteten darüber umfangreich und positiv. Das älteste deutsche Polarforschungsschiff war Ort für verschiedene kleinere Veranstaltungen und Empfänge. Ein Höhepunkt war der Besuch des Bundespräsidenten Horst Köhler am 27. Mai. Parallel fanden in der Bremischen Landesvertretung Vorträge von Wissenschaftlern des AWI und des DSM statt. Am 22. Mai besuchten 600 Interessierte die öffentliche Vorstellung des Polarflugzeugs ‚Polar 2‘ am Regionalflughafen Luneort in Bremerhaven. Höhepunkte für die Öffentlichkeit waren im Jubiläumsjahr der ‚Tag der offenen Tür‘ in den Gebäuden am Handelshafen am 25. Juni (2000 Besucher) und auf ‚Polarstern‘ am 26. Juni (knapp 5000 Besucher).



Open Ship am 26. Juni 2006: Fast 5000 Besucher mussten zu Stoßzeiten geduldig auf die Besichtigung der Polarstern warten.

support, especially through film and image material. A festive overture to the anniversary year 2005 was offered by the inauguration of the ‘Ice Library’ art project at Neumayer Station in the Antarctic. It took place on January 19th, 2005 during the New Year reception at Bremen Town Hall. On February 17th, 2005, the author Frank Schätzing read excerpts from his bestselling book ‘The Swarm’ to an audience of approximately 300 listeners at the AWI. The art exhibition ‘POLAR/BLICKE’ (POLAR/VIEWS) documented the Institute’s long-time commitment on the interface between arts and sciences. From February 19th to April 3rd, 2005, six artists presented their participation in ‘Polarstern’ expeditions through photographs and installations, first at the Bremerhaven Historical Museum and, subsequently, for four weeks in the Central Library in Bremen.

A visit by the yacht ‘Grönland’ in Berlin, organized in collaboration with the German Maritime Museum from May 15th to 28th, 2005, attracted roughly 10,000 visitors, with the Berlin media reporting extensively and favorably. The oldest German polar research vessel served as a venue for several small receptions and events. One of the highlights was the visit of Federal President Horst Köhler on May 27th. Simultaneously, the Bremen state representative office hosted presentations by scientists from the AWI and the German Maritime Museum. On May 22, 600 interested guests came to the public presentation of the Polar 2 aircraft at Luneort, Bremerhaven’s regional airport. In the anniversary year, the ‘Open House’ at the AWI’s Handelshafen buildings (2000 visitors) and aboard ‘Polarstern’ on June 26th (almost 5000 visitors) represented major highlights for the general public.

Open Ship, June 26th, 2006: Patience was required when nearly 5000 visitors were exploring the Polarstern. (Photo: U. Cieluch)



Dr. Mareile Wolff (rechts) erklärt die Funktion eines Schneemobils. Eröffnungsveranstaltung zur „Stadt der Wissenschaft 2005“ in Bremen.

Dr. Mareile Wolff (right) is explaining a snow mobile. Opening Event of the „Stadt der Wissenschaft 2005“ in Bremen. (Photo: K. Elbing)

Anlässlich des 125-jährigen Geburtstages von Alfred Wegener (1880-1930) am 1. November 2005 führte das Institut vom 31. Oktober bis 2. November das „2nd International Alfred Wegener Symposium“ durch. Als Begleitprogramm wurden historische Filme aus der Polarforschung in einem Bremerhavener und in einem Bremer Kino gezeigt. Am Festabend zu Ehren Alfred Wegeners im Stadttheater Bremerhaven am 1. November 2005 nahmen 550 Personen teil. Neben Musik, einer szenischen Lesung „Wer war Alfred Wegener? Ein Rückblick auf sein Leben“, einer Präsentation „Von Alfred Wegeners Kontinentalverschiebung zur modernen Plattentektonik“ wurde die Alfred-Wegener-Medaille der GeoUnion Alfred-Wegener-Stiftung verliehen.

Die Institutsbesichtigungen wurden 2004 und 2005 wie bisher fortgesetzt und fanden großen Anklang.

Celebrating the 125th birthday of Alfred Wegener (1880-1930) on November 1st, 2005, the Institute hosted the ‘2nd International Alfred Wegener Symposium’ from October 31st to November 2nd. As part of the supporting programme, historic films on polar research were screened at cinemas in Bremerhaven and Bremen. On November 1st, 2005, the gala evening at the City Theatre Bremerhaven in honour of Alfred Wegener, was attended by 550 guests. The celebration included musical entertainment, a reading in scenes ‘Who was Alfred Wegener? - A retrospective view of his life’, and a presentation entitled ‘From Alfred Wegener’s continental drift to modern plate tectonics’. In addition, the GeoUnion Alfred Wegener Foundation awarded the Alfred Wegener Medal.

The guided tours through the Institute continued 2004 and 2005 as in the past and attracted great interest.

City of Science 2005

The opening event of ‘City of Science 2005’ on February 16th in Bremen attracted many school classes and interested individuals to the exhibition of the participating institutes. The evening ceremony with minister Bulmahn had an audience of almost 2000 visitors. On February 15th, Bremerhaven’s City Theatre provided the overture to the ‘City of Science 2005’ in Bremerhaven with a reading in scenes at the AWI. Between May 31st and August 31st, the ‘Gegenpol’ art project by Cologne sculptor Lutz Fritsch was on display. Another joint project between the AWI and Lutz Fritsch took place in August/September: ‘Snowball – a global throw by Lutz Fritsch’. From June 23 to July 21, the ‘Discoveries’ exhibition

Stadt der Wissenschaft 2005

Zur Eröffnungsveranstaltung „Stadt der Wissenschaft 2005“ am 16. Februar in Bremen besuchten viele Schulklassen und Interessierte die Ausstellung der beteiligten Institute. Die abendliche Eröffnung mit Ministerin Bulmahn fand vor fast 2000 Zuhörern statt. Den Auftakt für die „Stadt der Wissenschaft 2005“ in Bremerhaven machte am 25. Februar die szenische Lesung des Stadttheaters Bremerhaven im AWI. Vom 31. Mai bis zum 31. August lief das Kunstprojekt „Gegenpol“ des Kölner Bildhauers Lutz Fritsch. Ein weiteres Gemeinschaftsprojekt von AWI und Lutz Fritsch fand im August/September statt: „Schneeball – ein globaler Wurf von Lutz Fritsch“. Vom 23. Juni bis zum 21. Juli war die Ausstellung „Entdeckungen“ in der Unteren Rathaushalle in Bremen zu sehen, an der neben dem AWI die International University Bremen (IUB), das Max-Planck-Institut für Mikrobiologie, die Universität Bremen, das RCOM und das Zentrum für Marine Tropenökologie (ZMT) Einblick in ihre Arbeit gaben. Das Herzstück der Bremerhavener Projekte, die ‚Pier der Wissenschaft‘, wurde am 24. Juni eröffnet. Am 1. Juli folgte die Eröffnung der Ausstellung ‚Containerterminal – MeerWissen aus Bremerhaven‘, die mit einem umfangreichen Begleitprogramm während des ganzen Sommers einschließlich der SAIL auf dem Hans-Scharoun-Platz zwischen AWI und DSM zu sehen war. Etwa 19 000 Interessierte besuchten die Ausstellung, die aufgrund des großen Zuspruchs bis zum 30. September verlängert wurde. Während der SAIL wurde die ‚Belem‘, eine französische Dreimast-Bark, als Schiff der Wissenschaft mit einem Programm für Kinder bespielt. Mit einem furiosen Finale, das auf dem Theodor-Heuss-Platz, in der Hochschule Bremerhaven und im Alfred-

was on show at the Lower Town Hall in Bremen. The exhibition provided insights into the work of numerous research institutions, including, aside from the AWI, the International University of Bremen (IUB), the Max Planck Institute for Microbiology, the University of Bremen, the RCOM and the Center for Tropical Marine Ecology (ZMT). The core project in Bremerhaven, the ‘Pier of Science’, was launched on June 24th. On July 1, the ‘Container Terminal exhibition – Marine Science from Bremerhaven’ followed suit and opened its doors. The show included an extensive support programme and remained on display at the Hans Scharoun Square between the AWI and German Maritime Museum throughout the summer and during the festival of tall ships (SAIL). Approximately 19,000 visitors came to see the exhibition, which was extended until September 30th due to its great popularity. Throughout the SAIL, ‘Belem’, a



Kinder experimentieren mit Tauchrobotern beim Abschlussfest der Stadt der Wissenschaft 2005.

*Children experimenting with a diving roboter.
Closing Event of the ‘City of the Science 2005’.
(Photo: C. Pichler)*

Wegener-Institut an der Columbusstraße sowie im Stadttheater Bremerhaven stattfand, ging die ‚Stadt der Wissenschaft 2005‘ am 30. November zu Ende.

Ein Highlight über den Rahmen der Stadt der Wissenschaft 2005 und das 25-jährige Jubiläum hinaus war im Herbst 2005 die Buchvorstellung des Bildbandes ‚Logbuch Polarstern: Expedition ins antarktische Packeis‘, (ISBN 3-89405-654-1) vom Verlag Frederking & Thaler auf der ‚Polarstern‘. Aus der Zusammenarbeit mit dem Fotografen Ingo Arndt und dem Wissenschaftsjournalisten Claus-Peter Lieckfeld, die während der ISPOL-Expedition an Bord von ‚Polarstern‘ waren, entstand außerdem ein umfangreicher Artikel in GEO (August 2005).

Drucksachen, Filme, Internet

2004 und 2005 erschienen der Zweijahresbericht 2002/03, die Beispiele aus unserer Forschung 2002/03, eine Broschüre über den Neubau am Handelshafen, eine Neuauflage der Broschüre über die Wattenmeerstation Sylt und ein Faltblatt über Alfred Wegener. Außerdem wurden drei A2-Poster für Kinder über die Arktis, Antarktis und Polarstern herausgegeben.

Zur Deutsch-Französischen Forschungsbasis (AWI-PEV) hat die Öffentlichkeitsarbeit Postkarten, Aufkleber, Hausschilder, Stempel und eine Broschüre (78° 56' N 11° 56' E, Die Deutsch-Französische Forschungsbasis) erstellt. Gestaltung und Druck der Broschüre ‚International Polar Year 2007/08 - Der deutsche Beitrag – Eine Vision für Forschung und Innovative Technologien‘ wurden unterstützt.

Zur SCAR-Konferenz wurde der neue AWI-Informationenfilm ‚Eis und Meer‘ in Englisch und Deutsch auf DVD fertig gestellt. Die Produktion konnte weitgehend selbst übernommen werden und auf eigenes

French three-masted barque and ‘Ship of Science’ was the venue for a children’s programme. The ‘City of Science 2005’ culminated in a grand finale on November 30th, which took place on Theodor Heuss Square, at the University of Applied Sciences Bremerhaven, at the Alfred Wegener Institute (Columbusstrasse) and in Bremen’s City Theatre.

One of the highlights beyond the ‘City of Science 2005’ and the Institute’s 25th anniversary was the book launch of ‘Logbuch Polarstern: Expedition ins antarktische Packeis’ (‘Logbook Polarstern: Expedition into the Antarctic pack ice’) in the autumn of 2005 aboard ‘Polarstern’. Photographer Ingo Arndt and science journalist Claus-Peter Lieckfeld co-authored the illustrated book (ISBN 3-89405-654-1, published by ‘Frederking & Thaler) after their participation in the ISPOL expedition aboard ‘Polarstern’. In addition, this gave rise to an extensive article in GEO (August 2005).

Printed material, Films, Internet

In 2004 and 2005, we published the ‘Biannual Report 2002/03’, the ‘Examples of our Research 2002/03’, a brochure about the new building at Handelshafen, a new edition of the brochure about the Wadden Sea Station on Sylt and a leaflet about Alfred Wegener. In addition, we produced three A2-format posters for children, featuring the Arctic, Antarctic and Polarstern respectively.

Acknowledging the French-German Research Base (AWIPEV), the public relations department has produced postcards, stickers, signs, stamps and a brochure (‘78° 56' N 11° 56' E, The French-German Research Base’). Design and printing of the brochure ‘International Polar Year 2007/08 – the German contribution – a vision for research an innovative technologies was supported.

Filmmaterial zurückgreifen. Hierbei hat sich der Aufbau der Videodatenbank in der Öffentlichkeitsarbeit bewährt. Beim ‚World Media Festival‘ am 11. Mai 2005 in Hamburg wurde der Film mit dem Silver Award in der Kategorie Public Relations: Research and Science ausgezeichnet.

Für das Jubiläumsjahr 2005 hat das Institut im November 2004 einen Kalender herausgegeben, der die vier Standorte in Deutschland, die dortige Arbeit sowie unsere Logistik und Technik darstellt. Im Januar 2005 erschien ein Programmheft mit den Veranstaltungen für das ganze Jahr.

Wir haben 2005 unsere Vortragsreihe für die Öffentlichkeit unter dem neuen Titel ‚Eis und Meer‘ modernisiert. Sie wurde nach Bremen ausgeweitet und in größere Räume verlagert: in Bremerhaven in den Vortragssaal des Deutschen Schiffahrtsmuseums und in Bremen in das Übersee-Museum.

Das Multimedia-Projekt ‚Expedition ins Eis – Warum Eisbären keine Pinguine fressen‘ erhielt am 4. Juni den SPD-Jugendpreis 2004 für innovative Jugendarbeit. Die Kooperation zwischen den Schulen und den Offenen Kanälen aus Bremerhaven und Gera, dem Kulturladen Wulsdorf und dem AWI gewann noch zwei weitere Preise: den Bremer Jugendpreis der SPD, ‚Goldene Göre‘ des Deutschen Kinderhilfswerks und den ‚European multimedia literacy award‘ des österreichischen Bildungsministeriums.

Zur Festveranstaltung des 25-jährigen AWI-Jubiläums am 15. Juli wurde als Festschrift ‚EIS/WEISS: 1980-2005 – Jahre voller Entdeckungen‘ in deutscher und englischer Sprache erstellt. Das Heft gibt einen populärwissenschaftlichen Überblick über die Arbeit am Institut und wurde von der Zeitschrift ‚Bild der Wissenschaft‘ aufgrund der journalistischen Qualität als Jahresempfehlung 2006 benannt. Diese Auszeich-

For the SCAR conference, the new AWI documentary film ‘Ice and Sea’ was produced as a DVD both in German and English. The production was largely internal and we were able to draw almost entirely from our own film material. In this context, the development of a video data base within the public relations department has proved to be invaluable. During the ‘World Media Festival’ on May 11th, 2005 in Hamburg, the film won the Silver Award in the category ‘Public Relations: Research and Science’.

For the anniversary year 2005, the Institute published a calendar in November 2004, featuring the four AWI locations in Germany and their work, as well as our logistic and technical facilities. A programme booklet describing the upcoming events for 2005 was published in January of that year.

In 2005, we modernized our public seminar series under the new title ‘Ice and Sea’. It has since been extended to include seminars in Bremen and now takes place in larger rooms, i.e. in the auditorium of the German Maritime Museum in Bremerhaven and in the Overseas Museum in Bremen.

On June 4, the multimedia project ‘Expeditions into the ice – why polar bears don’t eat penguins’ received the 2004 SPD Youth Award for innovative youth work. In addition, the cooperation between the schools and the Open Channels of Bremerhaven and Gera, the ‘Kulturladen Wulsdorf’ and the AWI won two other awards, i.e. the Bremen Youth Prize of the SPD, ‘Goldene Göre’ of the ‘Kinderhilfswerk’ and the European multimedia literacy award of the Austrian Ministry of Education.

A commemorative publication was produced for the AWI’s 25th anniversary gala on July 5th. ‘Ice/White: 1980-2005 – Years of Discovery’ was published in

nung wird jährlich an eine Publikation aus wissenschaftlichen Einrichtungen Deutschlands vergeben. Zum Jubiläum wurden außerdem diverse Souvenirs herausgegeben.

Die allgemein informierenden AWI-Internetseiten werden von der Presse- und Öffentlichkeitsarbeit laufend aktualisiert. Zum 125. Geburtstag von Alfred Wegener erarbeiteten wir populärwissenschaftliche Internetseiten unter der Überschrift ‚Die Erben Alfred-Wegeners‘, die Journalisten zur Recherche zur Verfügung stehen.

Zur internen Information über die Medienarbeit wurden Intranetseiten erstellt. Ebenfalls für unseren Internetauftritt wurde ein virtueller Rundgang über die Polarstern erstellt. Außerdem haben wir eine Powerpoint-Präsentation erarbeitet, die allen Mitarbeitern im Intranet als Vorlage und Baukasten für eigene Präsentationen zur Verfügung steht.

Kooperation mit Schulen

In den Jahren 2004-2005 wurde die Kooperation des Alfred-Wegener-Instituts mit Schulen und Kindergärten erfolgreich fortgesetzt. Im Zentrum standen die Zusammenarbeit mit Bremerhavener Gymnasien im Highsea (HIGHschool of Science & Education@the AWI) Projekt sowie das Engagement im Seaside Projekt mit Schwerpunkt bei den Grundschulen.

Highsea

Im November 2005 wurden Konzept und Realisierung des Schulprojekts durch den ‚Stiftungspreis der Bremerhavener Wirtschaft‘ gewürdigt. In der noch nicht abgeschlossenen externen Evaluation durch die Universität Essen werden erste Unterschiede

both German and English. The magazine gives a popular scientific overview of the institute and its operation. On the basis of its journalistic quality it received the annual recommendation of the ‘Bild der Wissenschaft’ journal. This award is presented annually to a selected scientific publication from any scientific institution in Germany. Furthermore, we produced several souvenirs for the anniversary.

Regular updating of the general AWI-Internet pages is a permanent task of the PR department. On occasion of the 125th anniversary of Alfred Wegeners birth we designed popular scientific web pages entitled ‚Die Erben Alfred Wegeners‘, which should assist journalistic inquiries.

Intranet pages have been providing internal information about the media work. For our internet debut, we produced a virtual tour of ‘Polarstern’. In addition, a model Power Point presentation has been developed and posted on the intranet which is available to all staff members for their own presentations.

Cooperation with schools

During 2004 and 2005, the collaboration of the Alfred Wegener Institute with schools and Kindergartens was continued successfully. Collaboration with Bremerhaven secondary schools in the Highsea project (High School of Science & Education @ the AWI) were as central as involvement in the ‘Seaside’ project with emphasis on primary schools.

zwischen Highsea und der Bremerhavener Kontrollgruppe aufgezeigt: Highsea Schüler und Schülerinnen sind besser im Formulieren von Arbeitshypothesen sowie im Erkennen und Formulieren von fächerübergreifenden Zusammenhängen als Schüler der Kontrollgruppe.

Im Mai 2005 legten die Teilnehmer des ersten Highsea-Jahrgangs ihre Abiturprüfungen ab, die Abschlussurkunden überreichte Bildungssenator Willi Lemke in einem Festakt am 4. Juli. Neben den obligaten schriftlichen Prüfungen im Leistungskurs Biologie wurden Leistungen aus drei weiteren Fächern des Projekts geprüft. Die Ergebnisse der schriftlichen Leistungskursklausuren liegen mit einem Schnitt von 11,4 Punkten (von max. 15 Punkten) deutlich über den Ergebnissen normaler Leistungskursklausuren. Besonders in den mündlichen Prüfungen (Notenschnitt 13,9 von 15 Punkten) beeindruckten die Prüflinge durch ihr fundiertes und fachübergreifend vernetztes Wissen sowie durch ihre souveräne Darstellung dieser Zusammenhänge.

Die meisten Schülerinnen & Schüler des zweiten Highsea Jahrgangs beendeten ihre Sommerferien 2005 bereits nach vier Wochen, um für die letzten zwei Wochen an einer Forschungsfahrt mit einem Traditionssegler in die Arktis bei Spitzbergen teilzunehmen. In Zusammenarbeit mit Klimawissenschaftlern des AWI wurde ein Messprogramm entwickelt, das die Schüler weit gehend selbstständig durchführen und auswerten konnten. Auch wenn das Messprogramm aufgrund ungünstiger Wetterbedingungen und organisatorischer Probleme mit der Stammcrew des Bildungsloggers nicht im geplanten Umfang durchgeführt wurde, konnte das didaktische Ziel der Expedition erreicht werden. Die Finanzierung der Fahrt wurde zum größten Teil durch Sponsorengelder sichergestellt.

Highsea

In November of 2005, the design and implementation of the school project were recognised through the 'Foundation Prize of the Bremerhaven Economy'. An ongoing external evaluation, conducted by the University of Essen, has demonstrated initial differences between Highsea participants and the control group in Bremerhaven: Highsea students are showing a greater ability to formulate working hypotheses and to recognise and express interdisciplinary relationships, than students of the control group.

In May 2005, the first cohort of Highsea students completed their 'Abitur' examinations; certificates of completion were presented by Education Senator Willi Lemke during a ceremony on July 4th. Apart from the mandatory written exams in the major course - Biology, performances in three other subjects of the project were examined. The average results of written major course exams (11.4 out of 15 points maximum) were significantly higher than in regular major courses. Especially during the oral examinations (performance average 13.9 out of 15 points maximum), the candidates left a strong impression as a result of their sound knowledge, their ability to integrate across disciplines and their confident presentation of the subject matter.

Most students of the second Highsea cohort returned early from their summer holidays in 2005 so that, for the remaining two weeks, they could participate in a research expedition to the Arctic near Spitsbergen on a traditional sailing vessel. In collaboration with AWI climate researchers, a data recording programme was developed which could be completed and analysed largely independently by the students. Although unfavourable weather conditions and organisational problems with the regular

Für die Jahrgänge III und IV planen wir ähnliche Expeditionen mit einem anderen Traditionssegler. Seit dem letzten Aufnahmeverfahren arbeiten wir auf Weisung des zuständigen Oberschulrates nur noch mit dem Schulzentrum Geschwister Scholl zusammen, der Highsea Jahrgang IV ist davon als erster betroffen und rekrutiert sich ausschließlich aus dieser Schule. Die Auswirkungen dieser Maßnahme können wir zurzeit noch nicht abschätzen.

Seaside

Besonders die Zusammenarbeit mit den Grundschulen hat sich mit der Einführung des neuen Konzepts der besseren Vor- und Nachbereitung eines AWI-Besuchs stark intensiviert. Bei den Schulen stößt unser Angebot auf reges Interesse. Die Anzahl besuchender Kindern stieg von 151 im Gründungsjahr 2003 auf 421 im Jahr 2004, in 2005 betreuten wir mit 1112 Kindern mehr als doppelt so viele wie im Vorjahr. Neben Bremerhavener Klassen interessieren sich zunehmend auch Schulen aus dem Umland für unser Projekt.

Neben den aufgeführten Projekten stand die Entwicklung und Planung der Sommerschule Wasser im Rahmen der Veranstaltungen zur Stadt der Wissenschaft auf dem Programm. Diese Veranstaltung wurde gemeinsam von fünf Partnern in Bremerhaven (Deutsches Schifffahrtsmuseum, Historisches Museum Bremerhaven, Hochschule Bremerhaven, Zoo am Meer und Phänomena/Nordseemuseum) durchgeführt.

Insgesamt wurden von uns 535 Besuchstage für 45 Lerngruppen organisiert: 10 924 Mal haben wir damit die Tür des AWI für einen Schüler oder eine Schülerin geöffnet!

crew of the vessel limited the extent of the proposed recording programme, the educational goals of the expedition were reached nevertheless. The voyage was financed largely through sponsorships.

For the upcoming cohorts III and IV, we are planning similar expeditions with a different traditional tall ship. Since the most recent recruitment process, and following a directive from the responsible High School Council, we have been working exclusively with the Geschwister Scholl School. Highsea cohort IV will be the first one affected by the regulation. It is recruited entirely from this school. We are not yet able to assess the consequences of this measure.

Seaside

The collaboration with primary schools in particular has been intensified as a result of the new concept for improved preparation and post-processing of an AWI visit. Our offer has been met with strong interest by the schools. The number of visiting children has increased from 151 in 2003 when the programme was launched, to 421 in 2004. In 2005, we looked after 1112 children, i.e. more than twice as many as in the previous year. Apart from school classes in Bremerhaven, we have seen a rising interest from schools in the surrounding area.

Other than the projects mentioned previously, our programme included the development and design of the summer school 'Water' as part of the 'City of Science'. This event was realised jointly by five partners in Bremerhaven (German Maritime Museum, 'Historical Museum Bremerhaven', 'Zoo by the Sea' and 'Phänomena/North Sea Museum'). We organised a total of 535 visiting days for 45 study groups. Hence, we opened AWI's doors 10,924 times to school student.



13. Personeller Aufbau und
Haushaltsentwicklung |
*Personnel structure and
budget trends*



13.1 Personalplan 2004/2005 | *Staff plan 2004/2005*

Die personelle Entwicklung im Berichtszeitraum ist in den nachstehenden Übersichten dargestellt.

Bremerhaven

	am 31.12.2004	am 31.12.2005
unbefristetes Personal	275	296
befristetes Personal	294,5	306
Summe	569,5	602
davon drittmittelfinanziert	117	144

Potsdam

	am 31.12.2004	am 31.12.2005
unbefristetes Personal	33	32
befristetes Personal	47	46
Summe	80	78
davon drittmittelfinanziert	20	12

Helgoland

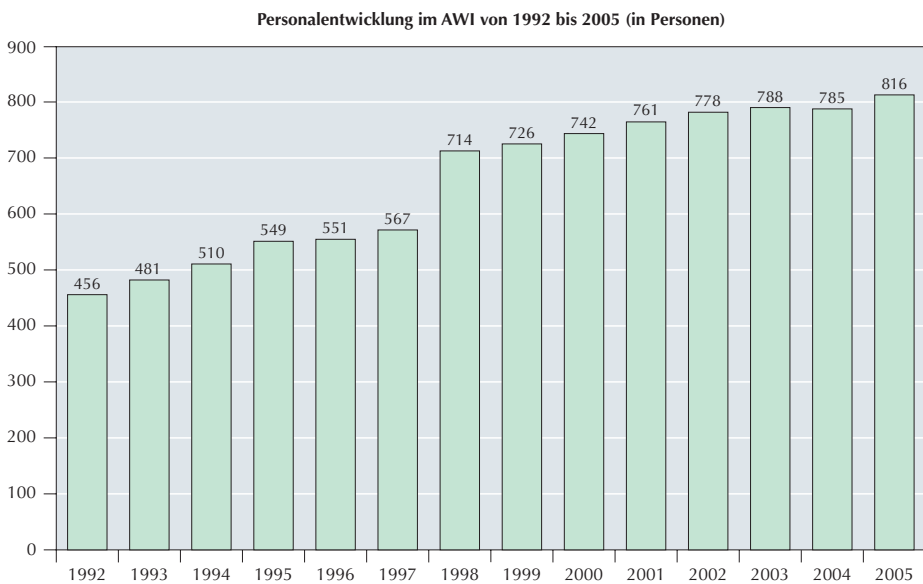
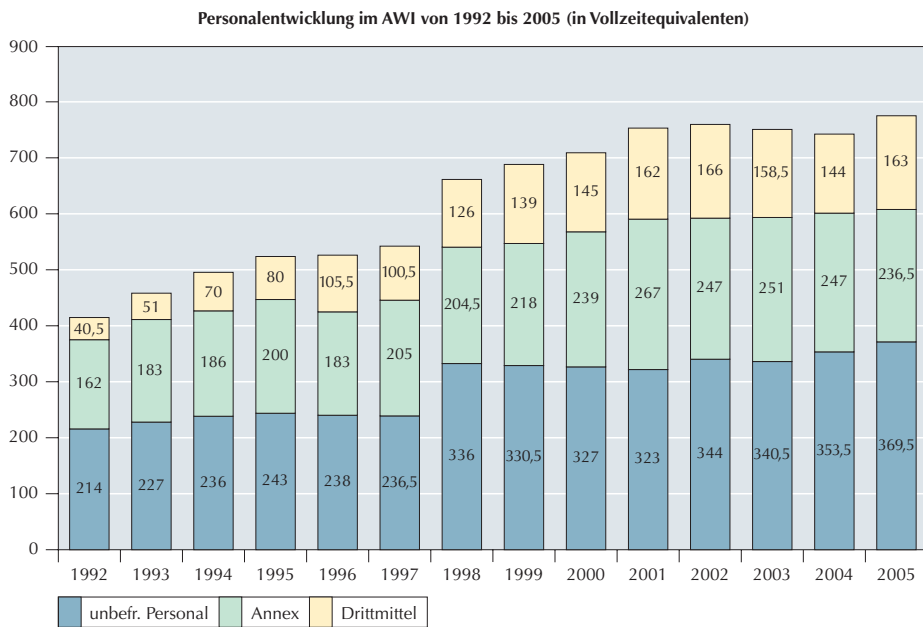
	am 31.12.2004	am 31.12.2005
unbefristetes Personal	44	44
befristetes Personal	14	11
Summe	58	55
davon drittmittelfinanziert	3	3

List/Sylt

	am 31.12.2004	am 31.12.2005
unbefristetes Personal	19	19
befristetes Personal	18	15
Summe	37	34
davon drittmittelfinanziert	4	4

Stiftung AWI gesamt

	am 31.12.2004	am 31.12.2005
unbefristetes Personal	371	391
befristetes Personal	373,5	378
Summe	744,5	769
davon drittmittelfinanziert	144	163

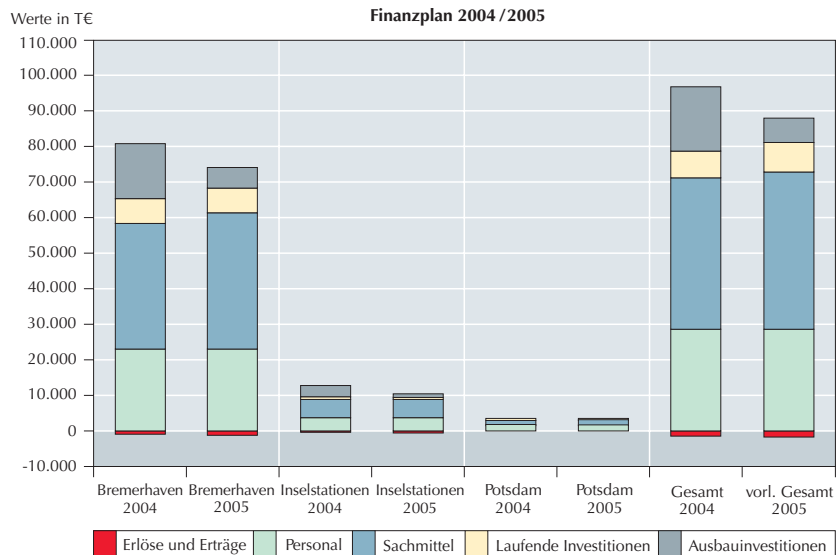


13.2 Finanzplan 2004/2005 |

Financial plan 2004/2005

Stiftung AWI

	Ist am 31.12.2004				Ist am 31.12.2005			
	Bremerhaven	Inselstationen	Potsdam	gesamt	Bremerhaven	Inselstationen	Potsdam	gesamt
	€	€	€	€	€	€	€	€
Betrieb								
Personal	22.761	3.733	2.264	28.758	22.693	3.719	2.435	28.847
Sachmittel	36.175	4.856	1.359	42.390	37.803	4.880	1.160	43.843
Investitionen								
Laufende Investitionen	6.421	875	465	7.761	7.596	622	258	8.476
Investitionen > 2,5 Mio €	14.951	2.447	0	17.398	5.330	811	0	6.141
Einnahmen								
Erlöse u. Erträge	-1.150	-728	-2	-1.880	-1.472	-743	-3	-2.218
Gesamt	79.158	11.183	4.086	94.427	71.950	9.289	3.850	85.089
Drittmittel	8.622	596	1.246	10.464	12.438	475	1.504	14.417





14. Veröffentlichungen, Patente | *Publications, patents*



14.1 Veröffentlichungen des Instituts | *Publications of the Institute*

Berichte zur Polarforschung

- Heft 471/2004** – „Late Quaternary sedimentation history of the Lena Delta“, by Georg Johannes Schwamborn
- Heft 475/2004** – „The expedition ARKTIS XIX/4 of the research vessel POLARSTERN in 2003: reports of legs 4a and 4b“, ed. by Wilfried Jokat
- Heft 476/2004** – „Variabilität chemischer und physikalischer Parameter des Aerosols in der arktischen Troposphäre“, von Claudia Piel
- Heft 477/2004** – „Die Entwicklung der deutschen Wattforschung: Ein wissenschaftlicher Beitrag zur Bedeutung der Pionierarbeiten“, von Hauke Bietz
- Heft 478/2004** – „Multidecadal and NAO related variability in a numerical model of the North Atlantic circulation“, by Jennifer P. Brauch
- Heft 479/2004** – „Scientific cruise report of the Kara Sea Expedition with RV ‚Akademik Boris Petrov‘ in 2003 within the frames of the Russian-German project ‚SIRRO‘ and the Russian-Norwegian project ‚MAREAS‘“, ed. by Frank Schoster and Michael Levitan
- Heft 480/2004** – „Environment, adaption and evolution: Scallop ecology across the latitudinal gradient“, by Olaf Heilmayer
- Heft 481/2004** – „The expedition ARKTIS XIX/1 a, b and XIX/2 of the research vessel ‚POLARSTERN‘ in 2003“, ed. by Ursula Schauer and Gerhard Kattner
- Heft 482/2004** – „Arctic Coastal Dynamics: Report of the 4th International Workshop. VNIIOkeanogeologia, St. Petersburg (Russia), 10 – 13 November 2003“, ed. by Volker Rachold and Georgy Cherkashov
- Heft 483/2004** – „Reproductive trade-offs in benthic decapod crustaceans of high southern latitudes: tolerance of cold and food limitation“, by Sven Thatje
- Heft 484/2004** – „Wavelength dependent induction and biosynthesis of UV-absorbing mycosporine-like amino acids in marine macroalgae“, by Gudrun Kräbs
- Heft 485/2004** – „A numerical model for short-term ice forecasting in the Arctic“, by Jan Leonhard Lieser
- Heft 486/2004** – „Zum Einfluß troposphärischer Aerosole auf das Klima der Arktis“, von Martin Fortmann
- Heft 487/2004** – „Parallel filter algorithms for data assimilation in oceanography“, by Lars Nerger
- Heft 488/2004** – „The expedition ARKTIS XIX/3 of the research vessel POLARSTERN in 2003: Reports of legs 3a, 3b and 3c“, ed. by Michael Klages, Jörn Thiede and Jean-Paul Foucher
- Heft 489/2004** – „Expeditions in Siberia in 2003“, ed. by Lutz Schirrmeister
- Heft 490/2004** – „Modern sedimentation processes in the Kara Sea (Siberia)“, by Andrea Catalina Gebhardt
- Heft 491/2004** – „Bentho-pelagische Kopplungsprozesse im arktischen Mellemfjord (Westgrönland) unter besonderer Berücksichtigung benthischer Peracarida (Malacostraca, Crustacea)“, by Jörg Nickel
- Heft 492/2004** – „The coastal ecosystem of Kongsfjorden, Svalbard. Synopsis of biological research performed at the Koldewey Station in the years 1991 – 2003“, ed. by Christian Wiencke
- Heft 493/2004** – „Ontogeny of osmoregulatory functions and structures of three decapod crustaceans from the North Sea“, by Ude Cieluch
- Heft 494/2005** – „Community dynamics and development of soft bottom macrozoobenthos in the German Bight (North Sea) 1969 – 2000“, by Alexander Schroeder

- Heft 495/2005** – „Die Expedition ANTARKTIS-XX mit FS ‚Polarstern‘ 2002/2003: Bericht von den Fahrtabschnitten 1 und 2“, ed. by Dieter K. Fütterer and Gerhard Kattner
- Heft 496/2005** – „Reproduction strategies and distribution of larvae and juveniles of benthic soft-bottom invertebrates in the Kara Sea (Russian _Arctic)“, by Ingo Fetzer
- Heft 497/2005** – „Großräumige Zirkulationsstrukturen in einem nichtlinearen adaptiven Atmosphärenmodell“, von Matthias Läufer
- Heft 498/2005** – „Terrigener Sedimenteintrag und Paläoumwelt im spätquartären Arktischen Ozean: Rekonstruktionen nach Haupt- und Spurenelementverteilungen“, von Frank Schoster
- Heft 500/2005** – „The expeditions ANTARKTIS XXI/3-4-5 of the research vessel ‚Polarstern‘ in 2004“, ed. by Victor Smetacek, Ulrich Bathmann, Elisabeth Helmke
- Heft 499/2005** – „Der Einfluss der Großen Meteorbank auf die Ernährungsbiologie und Verteilung dominanter Calanoida (Crustacea, Copepoda)“, von Lutz Fischer
- Heft 501/2005** – „Pechora sea environments: Past, present, and future“, ed. by H.A. Bauch, Yu A. Pavlidis, Ye I. Polyakova, G.G. Matishov, N. Koc
- Heft 502/2005** – „Distribution and mobility of juvenile polychaeta in a sedimentary tidal environment“, by Norma Angélica Hernández-Guevara
- Heft 503/2005** – „The expedition ANTARKTIS XXI/2 (BENDEX) of RV ‚Polarstern‘ in 2003/2004“, ed. by Wolf E. Arntz and Thomas Brey
- Heft 504/2005** – „Sea ice conditions in the northern North Atlantic in 2003 and 2004“, compiled by Jan L. Lieser
- Heft 505/2005** – „Biodiversity, zoogeography and ecology of polychaetes from the Magellan region and adjacent areas“, by Américo Montiel San Martín
- Heft 506/2005** – „Arctic Coastal Dynamics: Report of the 5th International Workshop, McGill University, Montreal (Canada), 13-16 October 2004“, ed. by Volker Rachold, Hugues Lantuit, Nicole Couture and Wayne Pollard
- Heft 507/2005** – „Evolution of Antarctic Fauna: Extended abstracts of the IBMANT/ANDEEP International Symposium and Workshop in 2003“, ed. by Sven Thatje, Javier A. Calcagno and Wolf E. Arntz
- Heft 508/2005** – „Calanoid copepod resting eggs – a safeguard against adverse environmental conditions in the German Bight and the Kara Sea?“, by Marcus Engel
- Heft 509/2005** – „The expedition El’gygytgyn Lake 2003 (Siberian Arctic)“, ed. by Martin Melles, Pavel Minyuk, Julie Brigham-Grette and Olaf Juschus
- Heft 510/2005** – „Stability of the climate system and extreme climates in model experiments“, by Vanya Romanova
- Heft 511/2005** – „Untersuchungen zu gezeitenbedingten Höhenänderungen des subglazialen *Lake Vostok*, Antarktika“, von Anja Wendt
- Heft 512/2005** – „Demography, reproductive biology and trophic ecology of red coral (*Corallium rubrum* L.) at the Costa Brava (NW Mediterranean): Ecological data as a tool for management“, by Georgios Tsounis
- Heft 513/2005** – „Rekonstruktion tausendjähriger aerosolchemischer Eiskernzeitreihen aus Nordostgrönland: Quantifizierung zeitlicher Veränderungen in Atmosphärenzirkulation, Emission und Deposition“, von Birgit Mieding
- Heft 514/2005** – „Radiation conditions in an Antarctic environment“, by Sigrid Wuttke
- Heft 515/2005** – „Südöstlicher Atlantik und südwestlicher Indik: Rekonstruktion der sedimentären und tektonischen Entwicklung seit der Kreide. AISTEK-I: Agulhas Transect. Report of the RV ‚Sonne‘ cruise SO-182, Project AISTEK-I, 4 April to 18 May 2005“, ed. by Gabriele Uenzelmann-Neben

Heft 516/2005 – „Kontinental-Verschiebungen“, Originalnotizen und Literatúrauszüge von Alfred Wegener, hrsg. von Reinhard Krause und Jörn Thiede

Heft 517/2005 – „Scientific cruise report of the Arctic Expedition ARK-XX/3 of RV ‚Polarstern‘ in 2004: Fram Strait, Yermak Plateau and Eastern Greenland Continental Margin“, ed. by Ruediger Stein

Heft 518/2005 – „Exploring the neogene sedimentation of the eastern South Atlantic with reflection seismic data“, by Etienne Wildeboer Schut

Presse- und Öffentlichkeitsarbeit:

Das AWI in den Jahren 2002 und 2003

Report 2002/2003

2004: 308 pp.

Redaktion: M. Pauls, C. Pichler

Beispiele aus unserer Forschung 2003

Research Highlights 2003

2004: 84 pp.

Wattenmeerstation Sylt: Ökologie der Küsten;

Coastal Ecology

2004: 72 pp.

Redaktion: M. Pauls (verantwortlich), C. Pichler, L. Wöhlke, C. Antrick, K. Reise

Alfred-Wegener-Institut – der Neubau in Bremerhaven

2004: 24 pp.

Redaktion: Steidle + Partner, München

Fritsch, Lutz: Bibliothek im Eis: Library in ice,

Antarctic 70°39'S 08°15'W.

Editor/Hrsg.: Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung

For the opening of the Library in Ice: during the New Year's Reception on 19. January 2005 at the Bremer Rathaus;

zur Einweihung der Bibliothek im Eis im Rahmen des Neujahrsempfangs am 19. Januar 2005
2004: 8 pp.

78°56'N 11°56'E: Die Deutsch-Französische Forschungs-basis; Ny-Ålesund, Spitzbergen

Text- und Bildrecherche: B. Saier (Halifax)

Text- und Bildredaktion: J. Kube, C. Pichler, M.

Pauls (verantwortlich), A. Hormes, R. Neuber

Hrsg.: Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung; Institut Polaire Francaise, Plouzané, 2005: 29 pp.

Eis, Weiß: 1980 - 2005, Jahre voller Entdeckungen

2005: 87 pp.

Redaktion: F. Poppe, T. Fischer, M. Pauls (verantwortlich)

Ice, White: 1980 – 2005, years of discovery

2005: 87 pp.

Der Arktis-Klima-Report: Die Auswirkungen der Erwärmung / Deutsche Ausgabe

Convent Verlag GmbH, Hamburg und Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, Bremerhaven. Übersetzung aus dem Englischen: M. Benthack und M. Klostermann.

2005: 140 pp.

Originaltitel: Impacts of warming Arctic, Cambridge University Press, Cambridge

Wegener, Alfred: Die Entstehung der Kontinente und Ozeane:

Nachdruck der 1. Auflage 1915; mit handschriftlichen Bemerkungen von Alfred Wegener, Notizen und Briefen sowie neu erstelltem Index; Nachdruck der 4. umgearbeiteten Auflage 1929; mit neu erstelltem Index./ hrsg. vom Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung. – Berlin; Stuttgart: Borntraeger, 2005: 481 pp.

14.2 Veröffentlichungen der Mitarbeiter |

Publications by members of staff

2004, begutachtet

- Abele, D., Puntarulo, S. (2004). Tissue oxygenation, formation of reactive oxygen species and induction of antioxidant defense systems in polar and temperate marine invertebrates and fish, *Comparative biochemistry and physiology a*, 138, 405-415.
- Aguilera, J., Wiencke, C., Dummermuth, A. (2004). Biochemical properties of antioxidative enzymes and the effect of radiation conditions in marine macroalgae from Kongsfjorden and other regions, *Berichte zur Polar- und Meeresforschung*, 492, 195-208.
- Aguilera, J., Hanelt, D., Wiencke, C. (2004). UV effects on growth of macroalgae from Kongsfjorden (Svalbard), *Ber. Polarforsch. Meeresforsch.*, 492, 209-214.
- Amon, R. M. W., Meon, B. (2004). The biogeochemistry of dissolved organic matter and nutrients in two large Arctic estuaries and potential implications for our understanding of the Arctic Ocean system, *Marine Chemistry*, Vol.92(1-4), 311-330.
- Anderson, L. G., Falck, E., Jones, E. P., Jutterström, S., Swift, J. H. (2004). Enhanced uptake of atmospheric CO₂ during freezing of seawater: A field study in Storfjorden, Svalbard, *Journal of geophysical research-oceans*, 109, C06004.
DOI: 10.1029/2003JC002120
- Anderson, T. R., Boersma, M., Raubenheimer, D. (2004). Stoichiometry: linking elements to biochemicals, *Ecology*, 85, 1193-1202.
- Andreev, A. A., Grosse, G., Schirrmeister, L., Kuzmina, S. A., Novenko, E. Yu., Bobrov, A. A., Tarasov, P. E., Kuznetsova, T. V., Krbetschek, M., Meyer, H., Kunitzky, V. V. (2004). Late Saalian and Eemian palaeoenvironmental history of the Bol'shoy Lyakhovsky Island (Laptev Sea region, Arctic Siberia), *Boreas*, 33, 319-348.
DOI: 10.1080/03009480410001974
- Andreev, A.A., Tarasov, P.E., Klimanov, V.A., Melles, M., Lisitsina, O.M., Hubberten, H.-W. (2004). Vegetation and climate changes around the Lama Lake, Taymyr Peninsula during the Late Pleistocene and Holocene reconstructed from pollen records, *Quaternary International*, 122, 69-84.
DOI: 10.1016/J.QUAINT.2004.01.032
- Andreev, A.A., Tarasov, P.E., Schwamborn, G., Ilyashuk, B.P., Ilyashuk, E.A., Bobrov, A.A., Klimanov, V.A., Rachold, V., Hubberten, H.-W (2004). Holocene paleoenvironmental records from Nikolay Lake, Lena River Delta, Arctic Russia, *Palaeogeography palaeoclimatology palaeoecology*, 209, 197-217.
DOI: 10.1016/J.PALAEO.2004.02.010
- Anger, K., Moreira, G. S. (2004). Biomass and elemental composition of eggs and larvae of a mangrove crab, *Sesarma rectum* Randall (Decapoda: Sesariidae) and comparison to a related species with abbreviated larval development, *Scientia Marina*, 68(1), 117-126.
- Anger, K., Lovrich, G. A., Thatje, S., Calcagno, J. A. (2004). Larval and early juvenile development of *Lithodes santolla* (Molina, 1782) (Decapoda: Anomura: Lithodidae) reared at different temperatures in the laboratory, *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 306, 217-230.
- Armbrust, E. V., Berges, J.A., Bowler, C., Green, B. R., Martinez, D., Putnam, N.H., Zhou, S., Allen, A. E., Apt, K. E., Bechner, M., Brzezinski, M. A., Chaal, B. K., Chiovitti, A., Davis, A. K., Demarest, M. S., Detter, J. C., Glavina, T., Goodstein, D., Hadi, M. Z., Hellsten, U., Hildebrand, M., Jenkins, B. D., Jurka, J., Kapitonov, V. V., Kroeger, N., Lau, W. W., Lane, T. W., Larimer, F. W., Lippmeier, J. C., Lucas, S.,

- Medina, M., Montsant, A., Obornik, M., Parker, M. S., Palenik, B., Pazour, G. J., Richardson, P. M., Rynearson, T. A., Saito, M. A., Schwartz, D.C., Thamatrakoln, K., Valentin, K., Vardi, A., Wilkerson, F. P., Rokhsar, D. S., *et al.* (2004). The genome of the diatom *Thalassiosira pseudonana*: ecology, evolution, and metabolism, *Science*, 306 (5693), 79-86.
- Arntz, W. E., Schröder, A., Rauschert, M., Sirenko, B., Smirnov, I., Mutschke, E. (2004). Can regional characteristics in the Antarctic and Subantarctic be distinguished from demersal trawl catches using major invertebrate taxa? Lecture., EASIZ Final Symp., Korcula, Croatia, Sept./Oct. 2004.
- Assmann, M., Lichte, E., Köck, M. (2004). Multiple defensive roles for bromopyrrole alkaloids from Caribbean Agelas sponges. Proceedings of the 6th International Sponge Conference, Rapallo, Italy, 2002, *Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova*, 68, 187-193.
- Azetsu-Scott, K., Passow, U. (2004). Ascending marine particles: Significance of transparent exopolymer particles (TEP) in the upper ocean, *Limnology and oceanography*, 49(3), 741-748.
- Baird, D., Asmus, H., Asmus, R. (2004). Energy flow of a boreal intertidal ecosystem, the Sylt-Rømø Bight, *Marine ecology-progress series*, 279, 45-61.
- Bartsch, I., Tittley, I. (2004). The rocky intertidal biotopes of Helgoland: present and past, *Helgoland marine research*, Vol 58, 289-302.
DOI: 10.1007/s10152-004-0194-2
- Bauer, E., Handorf, D. (2004). Holocene climate variability from model simulations-state of the art, In: H. Fischer, T. Kumke, G. Lohmann, G. Flöser, H. Miller, H. von Storch und J. F. W. Negendank (Eds.): *The Climate in Historical Times: Towards a synthesis of Holocene proxy data and climate models*, Springer Verlag, Berlin - Heidelberg - New York, 57-75.
- Baum, C., Siebers, D., Fleischer, L.-G., Meyer, W. (2004). Umweltneutrales Antifouling. Eine Delfinhaut für Schiffe. <http://www3.interscience.wiley.com/cgi-bin/fulltext/109610047/PDFSTART>, *Biologie in unserer Zeit, Sonderband Bionik*, 34(5), 298-305.
DOI: 10.1002/biuz.200410261
- Becker, C., Feuchtmayr, H., Brepohl, D., Santer, B., Boersma, M. (2004). Differential impacts of copepods and cladocerans on lake seston, and resulting effects on zooplankton growth, *Hydrobiologia*, 526(1), 197-207.
DOI: 10.1023/B:HYDR.0000041603.41913.95
- Bellerby, R. G. J., Hoppema, M., Fahrbach, E., Baar, H. J. W. de, Stoll, M. H. C. (2004). Interannual controls on Weddell Sea surface water fCO₂ during the autumn-winter transition phase, *Deep-Sea Research I*, 51, 793-808.
DOI: 10.1016/j.dsr.2004.01.002
- Beutler, M., Wiltshire, K. H., Reineke, C., Hansen, U. P. (2004). Algorithms and practical fluorescence models of the photosynthetic apparatus of red cyanobacteria and Cryptophyta designed for the fluorescence detection of red cyanobacteria and cryptophytes, *Journal of applied microbiology*, 35, 115-129.
- Bianchi, C., Gersonde, R. (2004). Climate evolution at the last deglaciation: the role of the Southern Ocean, *Earth and planetary science letters*, 228, 407-424.
DOI: 10.1016/j.epsl.2004.10.003
- Bickert, T., Mackensen, A. (2004). Last Glacial to Holocene changes in South Atlantic deep water circulation, In: Wefer, G., Mulitza, S., Rathmeyer, V. (Eds.), *The South Atlantic in the Late Quaternary - Reconstruction of Material Budget and Current Systems*, Springer-Verlag (Berlin), 671-693.
- Bickmeyer, U., Drechlser, C., Köck, M., Assmann, M. (2004). Brominated pyrrole alkaloids from marine agelas sponges reduce depolarization-induced cellular calcium elevation, *Toxicon*, 44, 45-51.
DOI: 10.101/j.toxicon.2004.04.001

- Bietz, H.** (2004). Arthur Hagmeier: Begründer einer systematischen Erforschung der Nordseewatten, Verhandlungen zur Geschichte und Theorie der Biologie, 10.
- Bietz, H., Reise, K.** (2004). Vom Beginn deutscher Wattforschung: Zwei Pionierarbeiten und deren Auswirkungen, Verhandlungen zur Geschichte und Theorie der Biologie.
- Birgel, D., Stein, R., Hefter, J.** (2004). Aliphatic lipids in recent sediments of the Fram Strait/Yermak Plateau (Arctic Ocean): Composition, sources and transport processes, *Marine Chemistry*, 88, 127-160.
DOI: 10.1016/j.marchem.2004.03.006
- Birgel, D., Stein, R.** (2004). Northern Fram Strait und Yermak Plateau: Distribution, Variability and Burial of Organic Carbon and Paleoenvironmental Implications, In: Stein, R. and Macdonald, R.W. (Eds.), *The Organic Carbon Cycle in the Arctic Ocean*. Springer-Verlag, Berlin, 279-295.
- Birgel, D., Hass, H. C.** (2004). Oceanic and atmospheric variations during the last deglaciation in the Fram Strait (Arctic Ocean): a coupled high-resolution organic-geochemical and sedimentological study, *Quaternary science reviews*, 23, 29-47.
DOI: 10.1016
- Bobrov, A. A., Andreev, A. A., Schirrmeister, L., Siegert, Ch.** (2004). Testate amoebae (Protozoa: Testacea) as bioindicators in the Late Quaternary deposits of the Bykovsky Peninsula, Laptev Sea, Russia, *Palaeogeography palaeoclimatology palaeoecology*, 209, 165-181.
DOI: 10.1016/j.PALAEO.2004.02.012
- Boonacker, E., Stap, J., Koehler, A., Noorden, C. J. F. van** (2004). The need for metabolic mapping in living cells and tissues, *Acta histochemica*, 106, 89-96, Universität Amsterdam.
DOI: 10.1016/j.acthis.2004.01.002
- Boos, K., Franke, H.-D.** (2004). Abundance and distribution of ophiuroids off Helgoland, German Bight (North Sea), In: *Echinoderms: München - Heinzeller & Nebelsick (Eds), A.A. Balkema Publishers, Leiden, The Netherlands*, 157-158.
- Brante, A., Cifuentes, C., Pörtner, H. O., Arntz, W., Fernandez, M.** (2004). Latitudinal comparisons of reproductive traits in five Brachyuran species along the Chilean coast, *Lecture., Revista Chilena de Historia Natural*, 77, 15-27.
- Bringmann, G., Lang, G., Steffens, S., Schaumann, K.** (2004). Petrosifungins A and B, Novel Cyclodepsipeptides from a Sponge-Derived Strain of *Penicillium brevicompactum*, *Journal of natural products*, 67(3), 311-315.
DOI: 10.1021/np034015x
- Brinkmeyer, R., Glöckner, F.-O., Helmke, E., Amann, R.** (2004). Predominance of beta-proteobacteria in summer melt pools on Arctic pack ice, *Limnology and oceanography*, 49(4), 1013-1021.
- Buck, B. H., Walter, U., Rosenthal, H.** (2004). Experimental Trails on the Feasibility of Offshore Seed Production of Blue Mussels (*Mytilus edulis*) in the German Bight, In: „Aquaculture - An Ecologically Sustainable and Profitable Venture“, World Aquaculture Society Conference 2004, March 1-5, Hawaii Convention Centre, Honolulu, Hawaii (USA), 76.
- Buck, B. H., Krause, G., Rosenthal, H.** (2004). Extensive open ocean aquaculture development within wind farms in Germany: the prospect of offshore co-management and legal constraints, *Ocean & Coastal Management*, 47(3-4), 95-122.
DOI: 10.1016/j.oecoaman.2004.04.002
- Buck, B. H., Lüning, K., Rosenthal, H.** (2004). Growth of Seedling of *Laminaria saccharina* in Offshore Testing Facilities, In: „Aquaculture - An Ecologically Sustainable and Profitable Venture“, World Aquaculture Society Conference 2004, March 1-5, Hawaii Convention Centre, Honolulu, Hawaii (USA), 77.

- Buck, B. H., Buchholz, C. M. (2004). The Offshore-Ring: A new system design for the open ocean aquaculture of macroalgae, *Journal of Applied Phycology*, 16(5), 355-368.
DOI: 10.1023/B:JAPH.0000047947.96231.ea
- Budéus, G., Cisewski, B., Ronski, S., Dietrich, D., Weitere, M. (2004). Structure and effects of a long lived vortex in the Greenland Sea, *GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS*, VOL. 31.
DOI: 10.1029/2003GL017983
- Calcagno, J. A., Anger, K., Lovrich, G. A., Thatje, S., Kaffenberger, A. (2004). Larval development in the Subantarctic king crabs *Lithodes santolla* (Molina) and *Paralomis granulosa* (Jaquinot) reared in the laboratory, *Helgoland marine research*, 58, 11-14.
DOI: 10.1007/x10152-003-0157-z
- Campbell, R. G., Teegarden, G. J., Durbin, E. G., Cembella, A. D. (2004). The role of zooplankton grazers in the bloom dynamics of the toxigenic dinoflagellates *Alexandrium* spp. in the Gulf of Maine, *Harmful algae*, 3, 195.
- Carlini, A. R., Márquez, M. E. I., Panarello, H., Ramdohr, S., Daneri, G. A., Bornemann, H., Plötz, J. (2004). Lactation costs in southern elephant seals at King George Island, South Shetland Islands, *Polar Biology*, 27, 266-276.
DOI: 10.1007/s00300-003-0584-y
- Chondrogianni, C., Aritztegui, D., Rolph, T., Juggins, S., Shemesh, A., Rietti-Shati, M., Niessen, F., Guillioni, P., Lami, A., MxKenzie, J. A., Oldfield, F. (2004). Millennial to interannual climate variability in the Mediterranean during the Late Glacial Maximum, *Quaternary international*, 122, 31-41.
- Cicerone, R., Orr, J., Brewer, P., Haugan, P., Merlivat, L., Ohsumi, T., Pantoja, S., Pörtner, H. O. (2004). The Ocean in a High CO₂ World, *EOS, Transactions of the American Geophysical Union*, 85, 351, 353.
- Cieluch, U., Anger, K., Aujoulat, F., Buchholz, F., Charmantier-Daures, M., Charmantier, G. (2004). Ontogeny of osmoregulatory structures and functions in the green crab, *Carcinus maenas* (Crustacea, Decapoda), *Journal of Experimental Biology*, 207, 325-336.
DOI: 10.1242/jeb.00759
- Cieluch, U., Anger, K., Aujoulat, F., Buchholz, F., Charmantier-Daures, M., Charmantier, G. (2004). Ontogeny of osmoregulatory structures and functions in the green crab *Carcinus maenas* (Crustacea, Decapoda), *Journal of experimental biology*, 207, 325-336.
DOI: 10.1242/jeb.00759
- Clarke, A., Prothero-Thomas, E., Beaumont, J. C., Chapman, A. L., Brey, T. (2004). Growth in the limpet *Nacella concinna* from contrasting sites in Antarctica, *Polar biology*, 28, 62-71.
DOI: 10.1007/s00300-004-0647-8
- Clayton, M. N., Wiencke, C. (2004). UV effects on reproduction of brown algae from Kongsfjorden (Svalbard), *Ber.Polarforsch.Meeresforsch*, 492, 215-221.
- Cohen, M. C. L., Lara, R. J., Szlafsztein, C., Dittmar, T. (2004). Mangrove inundation and nutrient dynamics from a GIS perspective, *Wetlands Ecology and Management*, 12(2), 81-86.
DOI: 10.1023/B:WETL.0000021668.25445.41
- Cortese, G., Gersonde, R., Hillenbrand, C. -D., Kuhn, G. (2004). Opal sedimentation shifts in the World Ocean over last 15 Myr, *Earth and planetary science letters*, 224(3-4), 509-527.
DOI: 10.1016/j.epsl.2004.05.035
- Cortese, G., Abelmann, A., Gersonde, R. (2004). A glacial warm water anomaly in the subantarctic Atlantic Ocean, near the Agulhas Retroflexion, *Earth and planetary science letters*, 222(3-4), 767-778.
DOI: 10.1016/j.epsl.2004.03.029
- Crawford, R. M., Hinz, F. (2004). *Hantzschia simonsonii* sp.nov., a new and rare species from intertidal sand on the island of Amrum, North West Germany, *Diatom Research*, 19(1), 1-6.

- Crawford, Richard M. (2004). The Diatom genera *Ellerbeckia* and *Actinocyclus*: An appraisal of Kocielek and Spaulding, *Journal of Phycology*, 40, 432-434. DOI: 10.1111/j.1529-8817.2004.03187.x
- Cremer, H., Andreev, A., Hubberten, H.-W., Wischer, F. (2004). Paleolimnological reconstructions of Holocene Environments and Climate from Lake Lyadhej-To, Ural Mountains, Northern Russia, Arctic, Antarctic and Alpine Research, 36(2), 147-155.
- Cremer, H., Gore, D., Hultzsich, N., Melles, M., Wagner, B. (2004). The diatom flora and limnology in lakes of the Amery Oasis, East Antarctica, *Polar biology*, 27, 513-531. DOI: 10.1007/s00300-004-0624-2
- Crüger, T., Fischer, H., Storch, H. von (2004). What do accumulation records of single ice cores in Greenland represent?, *Journal of geophysical research*, 109, D21110. DOI: 10.1029/2004JD005014
- Czuba, W., Ritzmann, O., Nishimura, Y., Grad, M., Mjelde, R., Guterch, A., Jokat, W. (2004). Crustal Structure of the continent-ocean transition zone along two deep seismic transects in north-western Spitsbergen, *Polish Polar Research*, 25(3/4), 205-221.
- Danilov, S., Kivman, G., Schröter, J. (2004). A finite element ocean model: principles and evaluation, *Ocean Modelling*, 6, 125-150.
- Danilov, S., Gurarie, D. (2004). Scaling, spectra and zonal jets in beta-plane turbulence, *Physics of fluids*, 16(7), 2592-2603. DOI: 10.1063/1.1752928
- Danilov, S., Gryanik, V.M. (2004). Barotropic beta-plane turbulence in a regime with strong zonal jets revisited, *Journal of the atmospheric sciences*, 61, 2283-2295.
- De La Rocha, C., Passow, U. (2004). Recovery of *Thalassiosira weissflogii* from nitrogen and silicon starvation, *Limnology and oceanography*, 49(1), 245-255.
- Dethloff, K., Dorn, W., Rinke, A., Fraedrich, K., Junge, M., Roeckner, E., Gayler, V., Cubasch, U., Christensen, J. H. (2004). The impact of Greenland's deglaciation on the Arctic circulation, *Geophysical research letters*, Vol. 31, L19201. DOI: 10.1029/2004GL020714
- Dethloff, K., Rinke, A., Handorf, D., Weisheimer, A., Dorn, W. (2004). Nonlinear dynamics of the climate system, *The climate in historical times: towards a synthesis of holocene proxy data and climate models* / [GKSS-Forschungszentrum]. Hubertus Fischer ... (eds.) Berlin [u.a.] : Springer, 13-41 (GKSS School of Environmental Research).
- Diekmann, B., Kuhn, G., Gersonde, R., Mackensen, A. (2004). Middle Eocene to early Miocene environmental changes in the sub-Antarctic Southern Ocean: evidence from biogenic and terrigenous depositional patterns at ODP Site 1090, *Global and Planetary Change*, 40, 295-313. DOI: 10.1016/j.gloplacha.2003.09.001
- Diekmann, B. (2004). Palaeoclimate - Message from the fish teeth, *Nature*, 430, 26-27.
- Dietrich, R., Rülke, A., Ihde, J., Lindner, K., Miller, H., Niemeier, W., Schenke, H. -W., Seeber, G. (2004). Plate kinematics and deformation status of the Antarctic Peninsula based on GPS, *Global and Planetary Change*, 42, 313-321. DOI: 10.1016/j.gloplacha.2003.12.003
- Dittmar, T. (2004). Evidence for terrigenous dissolved organic nitrogen in the Arctic deep-sea, *Limnology and oceanography*, 49(1), 148-156.
- Doney, S. C., Lindsay, K., Caldeira, K., Campin, J. -M., Drange, H., Dutay, J.-C., Follows, M., Gao, Y., Gnanadesikan, A., Gruber, N., Ishida, A., Joos, F., Madec, G., Maier-Reimer, E., Marshall, J. C., Matear, R. J., Monfray, P., Mouchet, A., Najjar, R., Orr, J. C., Plattner, G. -K., Sarmiento, J., Schlitzer, R., Slater, R., Totterdell, I. J., Weirig, M. -F., Yamana, Y., Yool, A. (2004). Evaluating global ocean

carbon models: the importance of realistic physics, *Global biogeochemical cycles*, 18(3).

Dummermuth, A., Karsten, U., Wiencke, C. (2004).

Effects of H₂O₂ on the green macroalga *Chaetomorpha linum* (Müller) Kützing from Spitsbergen, *Berichte zur Polar- und Meeresforschung*, 492,186-194.

EPICA, community members, Augustin, L., Barbante, C., Barnes, P. R. F., Barnola, J. -M., Bigler, M., Castellano, E., Cattani, O., Chappellaz, J., Dahl-Jensen, D., Delmonte, B., Dreyfus, G., Durand, G., Falourd, S., Fischer, H., Flückiger, J., Hansson, M. E., Huybrechts, P., Jugie, G., Johnsen, S. J., Jouzel, J., Kaufmann, P., Kipfstuhl, J., Lambert, F., Lipenkov, V. Y., Littot, G. C., Longinelli, A., Lorrain, R., Maggi, V., Masson-Delmotte, V., Miller, H., Mulvaney, R., Oerlemans, J., Oerter, H., Orombelli, G., Parrenin, F., Peel, D. A., Petit, J. -R., Raynaud, D., Ritz, C., Ruth, U., Schwander, J., Siegenthaler, U., Souchez, R., Stauffer, B., Steffensen, J. P., Stenni, B., Stocker, T. F., Tabacco, I. E., Udisti, R., Wal, R. S. W., Broeke, M., Weiss, J., Wilhelms, F., Winther, J. -G., Wolff, E. W., Zucchelli, M. (2004). Eight glacial cycles from an Antarctic ice core, *Nature*, 429, 623-628. DOI: 10.1038/nature02599

Eagles, G., Gohl, K., Larter, R. D. (2004). Life of the Bellingshausen plate, *Geophysical Research Letters*, Vol. 31, L07603.

DOI: 10.1029/2003GL019127

Eagles, G., Gohl, K., Larter, R. D. (2004). High-resolution animated tectonic reconstruction of the South Pacific and West Antarctic margin, *Geochemistry Geophysics Geosystems*, Vol. 5, No. 7.

DOI: 10.1029/2003GC000657

Eastman, J. (ed), Gutt, J. (ed), di Prisco, G. (ed) (2004). *Adaptive evolution of Antarctic marine organisms.*, Cambridge : Cambridge University Press, 1-93. (Antarctic science ; 16,1 : Special issue).

Eisen, O., Nixdorf, U., Wilhelms, F., Miller, H. (2004).

Age estimates of isochronous reflection horizons by combining ice core, survey, and synthetic radar data, *Journal of Geophysical Research-Solid Earth*, 109, B04106.

DOI: 10.1029/2003JB002858

Engel, A., Delille, B., Jacquet, S., Riebesell, U., Rochelle-Newall, E., Terbrüggen, A., Zondervan, I. (2004). Transparent exopolymer particles and dissolved organic carbon production by *Emiliania huxleyi* exposed to different CO₂ concentrations: a mesocosm experiment, *Aquatic microbial ecology*, 34, 93-104.

Engel, A., Zondervan, I., Aerts, K., Beaufort, L., Benthien, A., Chou, L., Delille, B., Gattuso, J. -P., Harley, J., Heemann, C., Hoffmann, L., Jacquet, S., Nejtgaard, J., Pizay, M. -D., Rochelle-Newall, E., Schneider, U., Riebesell, U. (2004). Testing the direct effect of CO₂ concentration on a bloom of the coccolithophorid *Emiliania huxleyi* in mesocosm experiments, *Limnology and oceanography*.

Engel, A. (2004). Distribution of transparent exopolymer particles (TEP) in the northeast Atlantic Ocean and their potential significance for aggregation processes, *Deep-Sea Research I*, Vol 51(1), 83-92. DOI: 10.1016/j.dsr.2003.09.001

Engel, A., Thoms, S., Riebesell, U., Rochelle-Newall, E., Zondervan, I. (2004). Polysaccharide aggregation as a potential sink of marine dissolved organic carbon, *Nature*, 428, 929-932.

Engel, M., Hirche, H. -J. (2004). Seasonal variability and interspecific differences in hatching of calanoid copepod resting eggs from sediments of the German Bight (North Sea), *Journal of plankton research*, 26(9), 1083-1093.

DOI: 10.1093/plankt/fbh099

Esser, M., Greve, W., Boersma, M. (2004). Effects of temperature and the presence of benthic predators on the vertical distribution of the ctenophore *Pleu-*

- robrachia pileus*, Marine Biology, 145, 595-601.
DOI: 10.1007/s00227-004-1348-0
- Fahrbach, E., Hoppema, M., Rohardt, G., Schröder, M., Wisotzki, A. (2004). Decadal-scale variations of water mass properties in the deep Weddell Sea, Ocean Dynamics, 54, 77-91.
DOI: 10.1007/s10236-003-0082-3
- Feely, R. A., Sabine, C. L., Schlitzer, R., Bullister, J. L., Mecking, S., Greeley, D. (2004). Oxygen utilization and organic carbon remineralization in the Pacific Ocean, Journal of oceanography, 60(1), pp 45-52.
- Feist, St., Lang, Th., Stentiford, G.D., Koehler, A. (2004). Biological effects of contaminants: The use of liver pathology of flatfish for monitoring biological effects of contaminants, ICES Techniques in Marine Environmental Sciences, 38, 1-42.
- Fiedler, S., Wagner, D., Kutzbach, L., Pfeiffer, E.-M. (2004). Element redistribution along hydraulic and redox gradients of low-centered-polygons, Lena Delta, Northern Siberia, Soil Science Society of America Journal, 68, 1002-1011.
- Fietzke, J., Eisenhauer, A., Gussone, N., Bock, B., Liebetrau, V., Nägler, Th. F., Spero, H. J., Bijma, J., Dullo, C. (2004). Direct measurement of 44Ca/40Ca ratios by MC-ICP-MS using the cool plasma technique, Chemical geology, 206, 11-20.
DOI: 10.1016/j.chemgeo.2004.01.014
- Fischer, H., Traufetter, F., Oerter, H., Weller, R., Miller, H. (2004). Prevalence of the Antarctic Circumpolar Wave over the last two millenia recorded in Droning Maud Land ice, Geophysical research letters, 31, L08202.
DOI: 10.1029/2003GL019186
- Fischer, H. (2004). The environmental and climate record in polar ice cores, In: Towards a synthesis of Holocene proxy data and climate models (Fischer, H., Kumke, T., Lohmann, G., Flöser, G., Miller, H., von Storch, H. and Negendank, J. F. W., eds.), GKSS School of Environmental Research, Springer Verlag.
- Fischer, H., Kumke, T., Lohmann, G., Flöser, G., Miller, H., von Storch, H., Negendank, J. F. W. (2004). The climate in historical times : towards a synthesis of holocene proxy data and climate models, Berlin [u.a.]: Springer, 2004, XXI, 487 S. - GKSS School of Environmental Research. - Meeting (Wilhelmshaven), 2001.09.
- Fock, H. O., Pusch, C., Ehrlich, S. (2004). Structure and diversity patterns of deep-sea pelagic fish assemblages in relation to the Mid-Atlantic Ridge (45°N to 50°N), Deep-sea research I, 51, 953-978.
DOI: 10.1016/j.dsr.2004.03.004
- Foldvik, A., Gammelsrød, T., Østerhus, S., Fahrbach, E., Rohardt, G., Schröder, M., Nicholls, K. W., Padman, L., Woodgate, R. A. (2004). Ice shelf water overflow and bottom water formation in the southern Weddell Sea, Journal of geophysical research, 109, C02015.
DOI: 10.1029/2003JC002008
- Francois, R., Frank, M., Loeff, M. M. Rutgers van der Bacon, M. P. (2004). ²³⁰Th normalization: An essential tool for interpreting sedimentary fluxes during the late Quaternary, Paleoceanography, 19, PA1018, 16 pp.
DOI: 10.1029/2003PA000939
- Franke, H.-D., Gutow, L. (2004). Long-term changes in the macrozoobenthos around the rocky island of Helgoland (German Bight, North Sea), Helgoland Marine Research, 58, 303-310.
DOI: 10.1007/s10152-004-0193-3
- Franke, H.-D., Buchholz, F., Wiltshire, K. H. (2004). Ecological long-term research at Helgoland (German Bight, North Sea): retrospect and prospect - an introduction, Helgoland marine research, 58, 223-229.
DOI: 10.1007/s10152-004-0197-z
- Freitag, J., Wilhelms, F., Kipfstuhl, S. (2004). Microstructure dependent densification of polar firn derived from X-ray microtomography, Journal of glaciology, 50, 169, 243-250.

- Frieß, U., Hollwedel, J., König-Langlo, G., Wagner, T., Platt, U. (2004). Dynamics and chemistry of tropospheric bromine explosion events in the Antarctic coastal region, *Journal of geophysical research*, 109, D06305,.
DOI: d10.1029/2003JD004133
- Gagliardini, O., Durand, G., Wang, Y. (2004). Grain area as a statistical weight for polycrystal constituents, *Journal of Glaciology*, 50(168), 87-95.
- Gebauer, P., Paschke, K., Anger, K. (2004). Stimulation of metamorphosis in an estuarine crab, *Chasmagnathus granulata* (Dana, 1851): temporal window of cue receptivity, *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 311, 25-36.
- Gebhardt, C., Gaye-Haake, B., Unger, D., Lahajnar, N., Ittekkot, V. (2004). Recent particulate organic carbon and total suspended matter fluxes from the Ob and Yenisei Rivers into the Kara Sea (Siberia), *Marine geology*, 207, 225-245.
DOI: 10.1016/j.margeo.2004.03.010
- Geibert, W., Usbeck, R. (2004). The adsorption of Thorium and Protactinium onto different particle types: Experimental Findings, *Geochimica et cosmochimica acta*, 68(7), 1489-1501.
DOI: 10.1016/j.gca.2003.10.011
- Geisen, M., Young, J. R., Probert, I., Sáez, A. G., Bauermann, K.-H., Bollmann, J., Cros, L., DeVargas, C., Medlin, L. K., Sprengel, C. (2004). Species level variation in coccolithophores, *Coccolithophores : from molecular processes to global impact / Hans R. Thierstein; Jeremy R. Young (Eds.)*, Berlin [u.a.]: Springer, 327-366.
- Geissler, W., Jokat, W. (2004). A geophysical study of the northern Svalbard continental margin, *Geophysical Journal International*, 158, 50-66.
DOI: 10.1111/j.1365-246X.2004.02315.x
- Gerding, M., Ritter, Chr., Müller, M., Neuber, R. (2004). Tropospheric water vapour soundings by lidar at high Arctic latitudes, *Atmospheric research*, 71, 289-302.
DOI: 10.1016/j.atmosres.2004.07.002
- Gerds, G., Wichels, A., Döpke, H., Klings, K.-W., Gunkel, W., Schütt, C. (2004). 40 year long-term study of microbial parameters near Helgoland (German Bight, North Sea): Historical view and future perspectives, *Helgoland marine research*, 58, 230-242.
DOI: 10.1007/s10152-004-0189-z
- Gerland, S., Haas, C., Nicolaus, M., Winther, J. -G. (2004). Seasonal development of structure and optical surface properties of fast ice in Kongsfjorden, Svalbard, *Reports on Polar and Marine Research*, 492, 26-34.
- Giménez, J., Brey, T., Mackensen, A., Penchaszadeh, P.B. (2004). Age, growth and mortality of the prosobranch *Zidona dufresnei* (Donovan, 1823) in the Mar del Plata area, SW Atlantic Ocean, *Marine Biology*, 145, 707-712.
DOI: 10.1007/s00227-004-1364-0
- Giménez, L. (2004). Marine community ecology: importance of trait-mediated effects propagating to through complex life cycles, *Marine ecology-progress series*, 283, 303-310.
- Giménez, L., Anger, K., Torres, G. (2004). Linking life history traits in successive phases of a complex life cycle: effects of larval biomass on early juvenile development in an estuarine crab, *Chasmagnathus granulata*, *Oikos*, 104, 570-580.
- Glindemann, D., Edwards, M., Schrems, O. (2004). Phosphine and methylphosphine production by simulated lightning - a study for the volatile phosphorus cycle and cloud formation in the earth atmosphere, *Atmospheric environment*, 38, 6867-6874.
- Goerke, H., Weber, K., Bornemann, H., Ramdohr, S., Plötz, J. (2004). Increasing levels and biomagnification of persistent organic pollutants (POPs) in Antarctic biota, *Marine Pollution Bulletin*, 48, 295-302.
DOI: 10.1016/j.marpolbul.2003.08.004

- Goose, H., Gerdes, R., Kauker, F., Koeberle, C. (2004). On the causes of sea-ice volume variations during the period 1955-1997, *Journal of Climate*, 17(3), 1294-1305.
- Gordeev, V. V., Rachold, V., Vlasova, I. E. (2004). Geochemical behavior of major and trace elements in suspended particulate material of the Irtysh river, the main tributary of the Ob river, Siberia, *Applied geochemistry*, 19, 593-610.
- Goulard, F., Lüning, K., Jacobsen, S. (2004). Circadian rhythm of photosynthesis and concurrent oscillations of transcript abundance of photosynthetic genes in the marine red alga *Grateloupia turuturu*, *European journal of phycology*, 39, 431-437.
DOI: 10.1080/09670260400009908
- Gregory, J. M., Huybrechts, P., Raper, S. C. B. (2004). Threatened loss of the Greenland ice sheet, *Nature*, 428(6983), 616.
DOI: 10.1038/428616a
- Groben, R., John, U., Eller, G., Lange, M., Medlin, L. K. (2004). Using fluorescently-labelled rRNA probes for hierarchical estimation of phytoplankton diversity, *Nova Hedwigia*, 79, 313-320.
- Grosfeld, K., Sandhäger, H. (2004). The evolution of a coupled ice shelf-ocean system under different climate states, *Global and planetary change*, 42, 107-132.
DOI: 10.1016/j.gloplacha.2003.11.004
- Gryanik, V.M., Borth, H., Olbers, D. (2004). The theory of quasigeostrophic von Karman vortex streets in two-layer fluids, *Journal of fluid mechanics*, v. 505, 23-57.
- Guerao, G., Anger, K., Nettelmann, U., Schubart, C. D. (2004). Complete larval and early juvenile development of the mangrove crab *Perisesarma fasciatum* (Crustacea: Brachyura: Sesamidae) from Singapore, with a larval comparison of *Parasesarma* and *Perisesarma*, *Journal of Plankton Research*, 26(12), 1389-1408.
DOI: 10.1093/plankt/fbh127
- Gutt, J., Sirenko, B.I., Smirnov, I.S., Arntz, W.E. (2004). How many macrozoobenthic species might inhabit the Antarctic shelf?, *Antarctic science*, 16(1): 11-16.
DOI: 10.1017/S0954102004001750
- Gwynn, J. P., Dowdall, M., Gerland, S., Selnaes, O., Wiencke, C. (2004). Technetium-99 in Arctic marine algae from Kongsfjorden, Svalbard, *Ber. Polarforsch. Meeresforsch*, 492, 35-45.
- Haas, C. (2004). Late-summer sea ice thickness variability in the Arctic Transpolar Drift 1991--2001 derived from ground-based electromagnetic sounding, *Geophysical research letters*, 31, L09402, 5pp.
DOI: 10.1029/2003GL019394
- Handorf, D., Dorn, W., Dethloff, K., Rinke, A., Weisheimer, A. (2004). Internal climate variability in global and regional climate models, In: H. Fischer, T. Kumke, G. Lohmann, G. Flöser, H. Miller, H. von Storch und J. F. W. Negendank (Eds.): *The Climate in Historical Times: Towards a synthesis of Holocene proxy data and climate models*, Springer Verlag, Berlin - Heidelberg - New York, 365-382.
- Hanelt, D., Bischof, K., Wiencke, C. (2004). The radiation, temperature and salinity regime in Kongsfjorden, The coastal ecosystem of Kongsfjorden, Svalbard: synopsis of biological research performed at the Koldewey Station in the years 1991 - 2003 / [Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung]. Ed. by Christian Wiencke. Bremerhaven : Alfred-Wegener-Inst. für Polar- und Meeresforschung, 14-25 (Berichte zur Polar- und Meeresforschung ; 492).
- Hardewig, I., Pörtner, H. O., van Dijk, P. L. M. (2004). How does the cold-stenothermal gadoid *Lota lota* survive high water temperatures during summer?, *Journal of comparative physiology b-biochemical systemic and environmental physiology*, 174, 149-156.
DOI: 10.1007/s00360-003-0399-8

- Hatzky, J. (2004). Organic Carbon in Arctic Ocean Sediments: Sources, Variability, Burial, and Paleoenvironmental Significance., In: Stein, R. and Macdonald, R. (Eds.) „The organic carbon cycle in the Arctic Ocean“, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 363.
- Heeschen, K. U., Keir, R. S., Rehder, G., Klatt, O., Suess, E. (2004). Methane dynamics in the Weddell Sea determined via stable isotope ratios and CFC-11, *Global biogeochemical cycles*, Vol. 18, GB2012.
DOI: 10.1029/2003GB002151
- Heilmayer, O., Brey, T., Pörtner, H.O. (2004). Growth efficiency and temperature in scallops: A comparative analysis of species adapted to different temperatures, *Functional ecology*, 18(5), 641-647.
DOI: 10.1111/j.0269-8463.2004.00905.x
- Heilmayer, O., Brey, T., Storch, D., Mackensen, A., Arntz, W. E. (2004). Population dynamics and metabolism of *Aequipecten opercularis* (L.) from the western English Channel (Roscoff, France), *Journal of sea research*, 52(1), 33-44.
DOI: 10.1016/j.seares.2003.07.005
- Hellmer, H. H. (2004). Impact of Antarctic ice shelf melting on sea ice and deep ocean properties, *Geophysical Research Letters*, Vol. 31, No. 10, L10307.
DOI: 10.1029/2004GL019506
- Helmke, E., Weyland, H. (2004). Psychrophilic versus Psychrotolerant bacteria - Occurrence and significance in polar and temperate marine habitats, *Cellular and molecular biology*, 50(5), 553-561.
DOI: 10.1170/T545
- Hirche, H. J. (2004). Zooplankton habitats of the Greenland Sea - an Experimental Laboratory for studies of pelagic ecology, in: Jan Mayen Island in Scientific Focus: Proceedings of the NATO ARW on Joint International Scientific Observation Facility on Jan Mayen Island, Oslo, Norway from 11 to 15 November 2003 / Skreslet, Stig (Ed.). Kluwer Academic Publishers, 123-133 (Nato Science Series: IV: Earth and Environmental Sciences ; 45).
- Hofstede, C. M., van de Wal, R. S. W., Kaspers, K. A., van den Broeke, M. R., Karlöf, L., Winther, J.-G., Isaksson, E., Lappégard, G., Mulvaney, R., Oerter, H., Wilhelms, F. (2004). Firn accumulation records for the past 1000 years on the basis of dielectric profiling of six cores from Dronning Maud Land, Antarctica, *Journal of Glaciology*, Vol. 50, No. 169, 297-291.
- Holzinger, A., Lütz, C., Karsten, U., Wiencke, C. (2004). The effect of ultraviolet radiation on ultrastructure and photosynthesis in the red macroalgae *Palmaria palmata* and *Odonthalia dentata* from Arctic waters, *Plant biology*, 6, 568-577.
- Hoppema, M. (2004). Weddell Sea is a globally significant contributor to deep-sea sequestration of natural carbon dioxide, *Deep-Sea Research I*, 51, 1169-1177.
DOI: 10.1016/j.dsr.2004.02.011
- Hoppema, M. (2004). Weddell Sea turned from source to sink for atmospheric CO₂ between pre-industrial time and present, *Global and Planetary Change*, 40, 219-231.
DOI: 10.1016/j.gloplacha.2003.08.001
- Hopenrath, M., Saldarriaga, J. F., Schweikert, M., Elbrächter, M., Taylor, F. J. R. (2004). Description of *Thecadinium mucosum* sp. nov. (Dinophyceae), a new sand-dwelling, marine dinoflagellate, and an emended description of *Thecadinium inclinatum* Balech, *Journal of Phycology*, 40, 946-961.
DOI: 10.1111/j.529-8817.2004.03045.x
- Hopenrath, M. (2004). A revised checklist of planktonic diatoms and dinoflagellates from Helgoland (North Sea, German Bight), *Helgol. Mar. Res.*, 58, 243-251.
DOI: 10.1007/s10152-004-0190-6
- Houdan, A., Billard, C., Marie, D., Not, F., Sáez, A. G., Young, J. R., Probert, I. (2004). Holococcolitho-

- phore-heterococcolithophore (Haptophyta) life cycles: flow cytometric analysis of relative ploidy levels, *Systematics and Biodiversity*, 1(4), 453-465.
DOI: 10.1017/S1477200003001270
- Hubberten, H.-W., Andreev, A., Astakhov, V. I., Demidov, I., Dowdeswell, J. A., Henriksen, M., Hjort, C., Houmark-Nielsen, M., Jakobsson, M., Kuzmina, S., Larsen, E., Lunkka, J. P., Lysa, A., Mangerud, J., Möller, P., Saarnisto, M., Schirrmeister, L., Sher, A. V., Siegert, C., Siegert, M. J., Svendsen, J. I. (2004). The periglacial climate and environment in northern Eurasia during the last glaciation, *Quaternary Science Reviews*, 23, 1333-1357.
DOI: 10.1016/j.quascirev.2003.12.012
- Huth, A., Drechsler, M., Köhler, P. (2004). Multicriteria evaluation of simulated logging scenarios in a tropical rain forest, *Journal of Environmental Management*, 71, 321-333.
DOI: 10.1016/j.envman.2004.03.008
- Huybrechts, P., Gregory, J. M., Janssens, I., Wild, M. (2004). Modelling Antarctic and Greenland volume changes during the 20th and 21st centuries forced by GCM time slice integrations, *Global and Planetary Change*, 42, 83-105.
DOI: 10.1016/j.gloplacha.2003.11.011
- Huybrechts, P. (2004). 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.
- Hönisch, B., Hemming, N. G., Grottolii, A. G., Amat, A., Hanson, G. N., Bijma, J. (2004). Assessing scleractinian corals as recorders for paleo-pH: Empirical calibration and vital effects, *Geochimica et cosmochimica acta*, 68(18), 3675-3685.
DOI: 10.1016/j.gca.2004.03.002
- Hülsmann, S., Vijverberg, J., Boersma, M., Mooij, W. M. (2004). Effects of infochemicals released by gape-limited fish on life-history traits of *Daphnia*: a maladaptive response? *Journal of Plankton Research*, 26(5), 535-543.
DOI: 10.1093/plankt/fbh054
- Ianora, A., Miralto, A., Poulet, S. A., Carotenuto, Y., Buttino, I., Romano, G., Casotti, R., Pohnert, G., Wichard, T., Colucci-D'Amato, L., Terrazzano, G., Smetacek, V. (2004). Aldehyde suppression of copepod recruitment in blooms of a ubiquitous planktonic diatom, *Nature*, 429, 403-407.
DOI: 10.1038/nature02526
- Ignatov, S. K., Sennikov, P. G., Razuvaev, A. G., Schrems, O. (2004). Ab initio and DFT study of the molecular mechanisms of SO₃ and SOCl₂ reactions with water in the gas phase, *Journal of physical chemistry a*, 108, 3642-3649.
- Immler, F., Schrems, O. (2004). Measurements of aerosol and cirrus clouds in the UTLS by a shipborne lidar, Reviewed and revised papers presented at the 22nd International Laser Radar Conference (ILRC 2004), 12 - 16 July 2004, Matera, Italy / European Space Agency. Gelsomina Pappalardo ..., Eds., 1, 415-418. (ESA SP ; 561, Buch).
- Immler, F., Engelbart, D., Schrems, O. (2004). Fluorescence from atmospheric aerosol detected by a lidar indicates biogenic particles in the stratosphere, *Atmospheric Chemistry and Physics Discussions*, 4, 5831-5854.
DOI: 1680-7375/acpd/2004-4-5831
- Jacobi, H. W., Bales, R. C., Honrath, R. E., Peterson, M. C., Dibb, J. E., Swanson, A. L., Albert, M. R. (2004). Reactive trace gases measured in the interstitial air of surface snow at Summit, Greenland, *Atmospheric environment*, 38, 1687-1697.
DOI: 10.1016/j.atmosenv.2004.01.004
- Jacobi, H. W., Kwakye-Awuah, B., Schrems, O. (2004). Photochemical decomposition of hydrogen peroxide (H₂O₂) and formaldehyde (HCHO) in artificial snow, *Annals of glaciology*, 39, 29-33.

- Jahn, R., Kusber, W.-H., Medlin, L., Crawford, R. M., Lazarus, D., Friedl, T., Hepperle, D., Beszteri, B., Hamann, K., Hinz, F., Strieben, S., Huck, V., Kasten, J., Jobst, A., Glück, K. (2004). Taxonomic, molecular and ecological information on diatoms: the information system Algatera, Proceedings of the Seventeenth International Diatom Symposium, Ottawa, Canada, 25th-31st August 2002 / edited for the International Society for Diatom Research by Michel Poulin. Bristol : Biopress, 121-128.
- Jansen, D., Sandhäger, H., Rack, W. (2004). Model experiments on gigantic tabular iceberg evolution: ablation and strain thinning, *Journal of glaciology*.
- Jansen, H., Ahrens, M. J. (2004). Carbonate dissolution in the guts of benthic deposit feeders: A numerical model, *Geochimica et cosmochimica acta*, 68(20), 4077-4092.
DOI: 10.1016/j.gca.2004.04.014
- Jellet, J. F., Laycock, M. V., Rafuse, C., Cembella, A. D., Bates, S., Trainer, V., Silva, M. A. (2004). Use of the rapid lateral flow immunochromatographic test for PSP and ASP in phytoplankton applications, *Harmful algae*, 3, 217.
- Jenkins, A., Holland, D.M., Nicholls, K.W., Schröder, M., Osterhus, S. (2004). Seasonal ventilation of the cavity beneath Filchner-Ronne Ice Shelf simulated with an isopycnic coordinate ocean model, *Journal of Geophysical Research*, 109, C01024, doi10.1029/2001JC001086.
- John, U., Groben, R., Beszteri, B., Medlin, L. (2004). Utility of Amplified Fragment Length Polymorphisms (AFLP) to analyse genetic structures within the *Alexandrium tamarense* species complex, *Protist*, 155, 169-179.
- John, U., Mock, T., Valentin, K., Cembella, A. D., Medlin, L. K. (2004). Dinoflagellates come from outer space but haptophytes and diatoms do not, In: *Harmful Algae 2002: Proceedings*, Steidinger, K.A., Landsberg, J.H., Tomas, C.R., and Vargo, G.A. (Eds), Florida Fish and Wildlife Conservation Commission, Florida Institute of Oceanography and Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO. St. Petersburg, Florida, USA, 428-430.
- Jokat, W., Ritzmann, O., Reichert, C., Hinz, K. (2004). Deep crustal structure of the continental margin off the Explora Escarpment and the Lazarew Sea, East Antarctica, *Marine geophysical researches*, 25(3/4), 283-304.
DOI: 10.1007/s11001-005-1337-9
- Jokat, W., Micksch, U. (2004). Sedimentary structure of the Nansen and Amundsen basins, Arctic Ocean, *Geophysical Research Letters*, Vol. 31, L02603, 4 S.
DOI: 10.129/2003GL018352
- Kaleschke, L., Richter, A., Burrows, J., Afe, O., Heygster, G., Notholt, J., Rankin, A. M., Roscoe, H. K., Hollwedel, J., Wagner, T., Jacobi, H. W. (2004). Frost flowers on sea ice as a source of sea salt and their influence on tropospheric halogen chemistry, *Geophysical research letters*, 31, L16114.
DOI: 10.1029/2004GL020655
- Karcher, M. J., Gerland, S., Harms, I., Iosjpe, M., Heldal, H., Kershaw, P. J., Sickel, M. (2004). The dispersion of technetium-99 in the Nordic Seas and the Arctic Ocean: a comparison of model results and observations, *Journal of environmental radioactivity*, Vol.74(1-3), pp. 185-198.
- Kattner, G., Thomas, D. N., Haas, C., Kennedy, H., Dieckmann, G. (2004). Surface ice and gap layers in Antarctic sea ice: highly productive habitats, *Marine ecology-progress series*, 277, 1-12.
- Keckhut, P., Pappalardo, G., Apituley, A., Congedutti, F., Leblanc, T., Immler, F., Müller, M., Lee, C. H., Robert, L., Simeonov, V., Vaughan, G., Whiteman, D. (2004). Water vapor Raman lidar within the NDSC, Reviewed and revised papers presented at the 22nd International Laser Radar Conference (ILRC 2004) : 12 - 16 July 2004, Matera, Italy / European Space Agency. Gelsomina Pappalardo ...

- Eds., II, 927-929. (ESA SP ; 561, Buch).
- Keller, M., Sommer, A., Pörtner, H. O., Abele, D. (2004). Seasonality of energetic functioning and reactive oxygen species production by lugworm (*Arenicola marina*) mitochondria exposed to acute temperature changes, *Journal of experimental biology*, 207, 2529-2538.
DOI: 10.1242/jeb.01050
- Kim, J.-H., Rimbu, N., Lorenz, S. J., Lohmann, G., Nam, S.-I., Schouten, S., Rühlemann, C., Schneider, R. R. (2004). North Pacific and North Atlantic sea-surface temperature variability during the Holocene, *Quarterly Science Review*, 23, 2141-2154.
DOI: 10.1016/j.quascirev.2004.08.010
- Knies, J., Damm, E., Gutt, J., Mann, U., Pinturier, L. (2004). Near-surface hydrocarbon anomalies in shelf sediments off Spitsbergen: Evidence for past seapages, *Geochemistry geophysics geosystems*, 5(6), Q06003.
DOI: 10.1029/2003GC000687
- Knudsen, B. M., Andersen, S. B., Christiansen, B., Larsen, N., Rex, M., Harris, N. R. P., Naujokat, B. (2004). Extrapolating future Arctic ozone losses, *Atmospheric Chemistry and Physics*, 4, 1849-1856.
SREF: 1680-7324/acp/2004-4-1849
- Kobabe, S., Wagner, D., Pfeiffer, E.-M. (2004). Characterisation of microbial community composition of a Siberian tundra soil by fluorescence in situ hybridisation, *FEMS Microbiology Ecology*, 50, 13-23.
DOI: 10.1016/j.femsec.2004.05.003
- Koebnick, C., Wagner, K., Thielecke, F., Moeseneder, J., Höhne, A., Franke, A., Meyer, H., Garcia, A. L., Trippo, U., Zunft, H. J. F. (2004). Validation of a simplified real-time physical activity record with the doubly labelled water technique, *International journal of obesity*.
- Koehler, A., Alpermann, T.J., Bahns, S., Lauritzen, B., Noorden, C.J.F. van (2004). Clonal xenobiotic resistance during pollution-induced toxic injury and hepatocellular carcinogenesis in liver of flounder (*Platichthys flesus* (L.)), *Acta Histochemica*, 106(2), 155-170.
DOI: 10.1016/j.acthis.2004.02.002
- Koehler, A. (2004). The gender-specific risk to liver toxicity and cancer of flounder (*Platichthys flesus* (L.)) at the German Wadden Sea coast, *Aquatic Toxicology* 70, 257-276.
DOI: 10.1016/j.aquatox.2004.07.002
- Krabill, W., Hanna, E., Huybrechts, P., Abdalati, W., Cappelen, J., Csatho, B., Frederick, E., Manizade, S., Martin, C., Sonntag, J., Swift, R., Thomas, R., Yungel, J. (2004). Greenland Ice Sheet: Increased coastal thinning, *Geophysical Research Letters*, 31, L24402.
DOI: 10.1029/2004GL021533
- Krause, R., Scholl, L. U. (2004). The magic of Antarctic colours, in: *The magic of Antarctic colours*, Bremerhaven, Deutsches Schifffahrtsmuseum, 126.
- Krause, R., Barr, W., Pawlik, P. -M. (2004). Chukchi Sea, Southern Ocean, Kara Sea: the polar voyages of captain Eduard Dallmann, whaler, trader, explorer 1830-96, *Polar Record*, 212, 1-18.
DOI: 10.1017/S0032247403003139
- Krause, R., Scholl, L. U. (2004). Der Zauber der antarktischen Farben, In: *Der Zauber der antarktischen Farben*, Bremerhaven, Deutsches Schifffahrtsmuseum, 126.
- Kristoffersen, Y., Sorokin, M., Jokat, W., Svendsen, O. (2004). A submarine fan in Amundsen Basin, Arctic Ocean, *Marine Geology*, 204, 317-324.
DOI: 10.1016/S0025-3227(03)00373-6
- Kristoffersen, Y., Coakley, B., Jokat, W., Edwards, M., Brekke, H., Gjengedal, J. (2004). Seabed erosion on the Lomonosov Ridge, central Arctic Ocean: A tale of deep draft icebergs in the Eurasia Basin and the influence of Atlantic water inflow on iceberg motion, *Paleoceanography*, Vol. 19, PA3006.
DOI: 10.1029/2003PA000985

- Kruse, I., Strasser, M., Thiermann, F. (2004). The role of ecological divergence in speciation between intertidal and subtidal *Scoloplos armiger* (Polychaeta, Orbiniidae), *Journal of sea research*, 51, 53-62.
DOI: 10.1016/j.seares.2003.05.004
- Kräbs, G., Masakatsu, W., Wiencke, C. (2004). A monochromatic action spectrum for the photoinduction of the UV-absorbing mycosporine-like amino acid shinorine in the red alga *Chondrus crispus* Stackh, *Photochemistry and Photobiology*, 79(6), 515-519.
- Kumke, T., Schölzel, C., Hense, A. (2004). Transfer functions for paleoclimate reconstructions - theory and methods, In: *The Climate in Historical Times: Towards a synthesis of Holocene proxy data and climate models*, 229-244.
- Kumke, T., Hense, A., Schölzel, C., Andreev, A., Brüchmann, C., Gebhardt, Ch., Helle, G., Kienel, U., Köhl, N., Litt, T., Neumann, F., Schleser, G. (2004). Transfer functions for paleoclimate reconstructions - applications, In: *The Climate in Historical Times: Towards a synthesis of Holocene proxy data and climate models*, 245-262.
- Kumke, T. (2004). Book Review - *Elements of Mathematical Ecology* by Mark Kot, *Mathematical geology*, 36, 641-642.
- Kunitsyn, V., Zakharov, V., Dethloff, K., Weisheimer, A., Gerding, M., Neuber, R., Rinke, A., Hebestadt, I. (2004). Improved radio occultation sounding of the Arctic atmosphere using simulations with a high resolution atmospheric model, *Physics and chemistry of the earth*, 29, 277-286.
DOI: 10.1016/j.pce.2004.01.012
- Kutzbach, L., Wagner, D., Pfeiffer, E.-M. (2004). Effect of microrelief and vegetation on methane emission from wet polygonal tundra, Lena Delta, Northern Siberia, *Biogeochemistry*, 69, 341-362.
- Köhler, P., Fischer, H. (2004). Simulating changes in the terrestrial biosphere during the last glacial/interglacial transition, *Global and Planetary Change*, 43, 33-55.
DOI: 10.1016/j.gloplacha.2004.02.005
- Kühn, S., Medlin, L., Eller, G. (2004). Phylogenetic Position of the Parasitoid Nanoflagellate *Pirsonia* inferred from nuclear-encoded Small Subunit Ribosomal DNA and a description of *Pseudopirsonia* n. gen. and *Pseudopirsonia mucosa* (Drebes) comb. nov., *Protist*, 155, 143-156.
- Lait, L. R., Newman, P. A., Schoeberl, M. R., McGee, T., Twigg, L., Browell, E. V., Fenn, M. A., Grant, W. B., Butler, C. F., Bevilacqua, R., Davies, J., DeBacker, H., Andersen, S. B., Kyrö, E., Kivi, R., Gathen, P. von der, Claude, H., Benesova, A., Skrivankova, P., Dorokhov, V., Zaitcev, I., Braathen, G., Gil, M., Litynska, Z., Moore, D., Gerding, M. (2004). Non-coincident inter-instrument comparisons of ozone measurements using quasi-conservative coordinates, *Atmospheric chemistry and physics*, 4, 2345-2352.
SREF: 1680-7324/acp/2004-4-2345
- Langenbuch, M., Pörtner, H. O. (2004). High sensitivity to chronically elevated CO₂ levels in a eurybathic marine sipunculid, *Aquatic toxicology*, 70, 55-61.
DOI: 10.1016/j.aquatox.2004.007.006
- Lannig, G., Bock, C., Sartoris, F. J., Pörtner, H. O. (2004). Oxygen limitation of thermal tolerance in cod, *Gadus morhua* L. studied by magnetic resonance imaging and on-line venous oxygen monitoring, *American journal of physiology-regulatory integrative and comparative physiology*, 287, R902-R910.
DOI: 10.1152/ajpregu.00700.2003
- Lapenis, A. G., Lawrence, G., Andreev, A. A., Bobrov, A. A., Torn, M. S., Harden, J.W. (2004). Acidification of Forest Soil in Russia: 1893-Present, *Global biogeochemical cycles*, 18, GB1037.
DOI: 10.1029/2003GB002107
- Laturnus, F., Svensson, T., Wiencke, C., Öberg, G. (2004). Ultraviolet radiation affects emission of ozone-depleting substances by marine macroalgae - results from a laboratory incubation study, *Environmental science & technology*, 38, 6605-6609.

- DOI: 10.1021/es049527s
- Laudien, J., Herrmann, M., Arntz, W. E. (2004). Soft bottom community structure and diversity in Kongsfjorden (Svalbard), Reports on Polar and Marine Research. In: C. Wiencke (Ed.), The coastal ecosystem of Kongsfjorden, Svalbard. Synopsis of biological research performed at the Koldewey Station in the years 1991 - 2003, Berichte zur Polar- und Meeresforschung, 492, 91-102.
- Leblanc, T., McDermid, S., Gathen, P. von der, Müller, M., Immler, F., Schrems, O., Stebel, K., Hansen, G., Steinbrecht, W., Claude, H., Pazmino, A., Godin-Beekmann, S., Ancellet, G., Baray, J.-L., Bencherif, H., Meijer, Y., Swart, D., Twigg, L., McGee, T., Thayer, J., Livingston, J., Keckhut, P., Hauchcorne, A., Barnes, J. E. (2004). The NDSC ozone and temperature lidar algorithm intercomparison initiative (A2I): project overview, Reviewed and revised papers presented at the 22nd International Laser Radar Conference (ILRC 2004), 12 - 16 July 2004, Matera, Italy / European Space Agency. Gelsomina Pappalardo ..., Eds., II, 881-884. (ESA SP ; 561, Buch).
- Lee, C.-G., Huettel, M., Hong, J.-S., Reise, K. (2004). Carrion feeding on the sediment surface at nocturnal low tides by the polychaete *Phyllodoce mucosa*, Marine biology, 145, 575-583.
DOI: 10.1007/s00227-004-1334-6
- Lee, C.-G., Huettel, M., Hong, J.-S., Reise, K. (2004). Carrion-feeding on the sediment surface at nocturnal low tides by the polychaete *Phyllodoce mucosa*, Marine biology, 145(3), 575 - 583.
DOI: 10.1007/s00227-004-1334-6
- Lehmann, R. (2004). An algorithm for the determination of all significant pathways in chemical reaction systems, Journal of Atmospheric Chemistry, 47, 45-78.
- Lindel, T., Breckle, G., Hochgürtel, M., Volk, C., Grube, A., Köck, M. (2004). Decomposition of oroidin in DMSO/TFA, Tetrahedron Letters, 45, 8149-8152.
DOI: 10.1016/j.tetlet.2004.09.048
- Linden, A. van der, Verhoye, M., Pörtner, H.O., Bock, C. (2004). The strengths of in-vivo Magnetic Resonance Imaging (MRI) to study environmental adaptational physiology in fish, Magnetic resonance materials in physics biology and medicine, 17, 236-248.
DOI: 10.1007/s10334-004-0078-0
- Lippert, H., Iken, K., Volk, C., Köck, M., Rachor, E. (2004). Chemical defence against predators in a sub-Arctic fjord, Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 310, 131-146.
- Loeff, M.M. Rutgers van der, Friedrich, J., Geibert, W., Hanfland, C., Höltzen, H., Vöge, I., Walter, H.J. (2004). Radionuclides as tracers for particle flux and transport of water masses in the Atlantic sector of the Southern Ocean, In: The South Atlantic in the Late Quaternary - Reconstruction of Material Budget and Current systems. Wefer, G., Ratmeyer, V. and Meinecke, G. (Eds.), Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo, 47-63.
- Lomovasky, B., Brey, T., Morricconi, E. (2004). Population dynamics of the venerid bivalve, *Tawera gayi* (Hupé, 1854) in the Ushuaia Bay, Beagle Channel, Journal of applied ichthyology, 20, 1-7.
- Lorenz, S., Lohmann, G. (2004). Acceleration technique for Milankovitch type forcing in a coupled atmosphere-ocean circulation model: method and application for the Holocene, Climate Dynamics, 23(7-8), 727-743.
DOI: 10.1007/s00382-004-0469-y
- Losa, S., Kivman, G., Ryabchenko, V. (2004). Weak constraint parameter estimation for a simple ocean ecosystem model: what can we learn about the model and data? Journal of Marine Systems, 45, 1-20.
DOI: 10.1016/j.jmarsys.2003.08.005
- Losch, M. (2004). On the validity of the Millionshchikov quasi-normality hypothesis for open-ocean deep convection, Geophysical research letters, 31, L23301.
DOI: 10.1029/2004GL021412

- Losch, M., Schröter, J. (2004). Estimating the circulation from hydrography and satellite altimetry in the Southern Ocean: limitations imposed by the current geoid models, *Deep-Sea Research I*, 51(9), 1131-1143. DOI: 10.1016/j.dsr.2004.02.012
- Lotze, H. K. (2004). Repetitive history of resource depletion and mismanagement: the need for a shift in perspective, *Marine ecology-progress series*, 274, 282-285.
- Luppi, T.A., Spivak, E.D., Anger, K. (2004). Molt and growth in *Chasmagnathus granulatus* (Brachyura: Varunidae) in Mar Chiquita coastal lagoon, Argentina, *Journal of Applied Ichthyology*, 20, 333-344.
- MacKinnon, S. L., Cembella, A. D., Quilliam, M. A., LeBlanc, P., Lewis, N. I., Hardstaff, W. R., Burton, I. W., Walter, J. A. (2004). The characterization of two new spiroclades isolated from Danish strains of the toxigenic dinoflagellate *Alexandrium ostenfeldii*, In: *Harmful Algae 2002: Proceedings of the Xth International Conference on Harmful Algae*. Steidinger, K.A., Landsberg, J.H., Tomas, C.R., and Vargo, G.A. (Eds.) Florida Fish and Wildlife Conservation Commission and Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO. 2003.
- Macdonald, R. W., Sakshaug, E., Stein, R. (2004). The Arctic Ocean: Modern Status and Recent Climate Change, In: Stein, R. and Macdonald, R.W. (Eds.), *The Organic Carbon Cycle in the Arctic Ocean*. Springer-Verlag, Berlin, 6-21.
- Mackensen, A., Licari, L. (2004). Carbon isotopes of live benthic foraminifera from the South Atlantic Ocean: Sensitivity to bottom water carbonate saturation state and organic matter rain rates, In: Wefer, G., Mulitza, S., Rathmeyer, V., (Eds.), *The South Atlantic in the Late Quaternary - Reconstruction of Material Budget and Current Systems*, Springer-Verlag (Berlin), 623-644.
- Mackensen, A. (2004). Changing Southern Ocean paleocirculation and effects on global climate, *Antarctic science*, 16 (4), 369-386. DOI: 10.1017/S0954102004002202
- Marquardt, J., Hanelt, D. (2004). Carotenoid composition of *Delesseria lancifolia* and other marine red algae from polar and temperate habitats, *European journal of phycology*, 39(3), 285 - 292. DOI: 10.1080/09670260410001712572
- Maskey, R. P., Sevvana, M, Uson, I, Helmke, E, Laatsch, H. (2004). Gutingimycin: ein komplexer Metabolit aus einem marinen Streptomycceten, *Angewandte Chemie*, 116, 1301-1303. DOI: 10.1002/ange.200352312
- Maskey, R.P., Sevvana, M., Uson, I., Helmke, E., Laatsch, H. (2004). Gutingimycin: A Highly Complex Metabolite from a Marine Streptomyccete, *Angewandte Chemie-international edition*, 43, 1281-1283. DOI: 10.1002/anie.200352312
- Maslowski, W., Marble, D., Walczowski, W., Schauer, U., Clement, J.L., Semtner, A.J. (2004). On climatological mass, heat and salt transports through the Barents Sea and Fram Strait from a pan-Arctic coupled ice-ocean model simulation, *Journal of geophysical Research*, 109, C03032, 1-16. DOI: 10.1029/2001JC001039
- Massana, R., Castresana, J., Balague, V., Guillou, L., Romari, K., Groissilier, A., Valentin, K., Pedros-Allio, C. (2004). Phylogenetic and ecological analysis of novel marine stramenopiles, *Applied and environmental microbiology*, 70(6), 3528-3534. DOI: 10.1128/AEM.70.6.3528-3534.2004
- Matsumoto, K., Sarmiento, J., Key, R. M., Aumont, O., Bullister, J. L., Caldeira, K., Campin, J.-M., Doney, S. C., Drange, H., Dutay, J.-C., Follows, M., Gao, Y., Gnanadesikan, A., Gruber, N., Ishida, A., Joos, F., Lindsay, K., Maier-Reimer, E., Marshall, J. C., Matear, R. J., Monfray, P., Mouchet, A., Najjar, R., Plattner, G.-K., Schlitzer, R., Slater, R., Swathi, P. S., Totterdell, I. J., Weirig, M.-F., Yamanaka, Y., Yool, A., Orr, J. C. (2004). Evaluation of ocean carbon cycle

- models with data-based metrics, *Geophysical Research Letters*, 31(7), 10.1029/2003GL018970 .
DOI: 10.1029/2003GL018970
- Medlin, L., Kaczmarek, I. (2004). Evolution of the Diatoms: V. Morphological and Cytological Support for the Major Clades and a Taxonomic Revision, *Phycologia*, 43(3), 245-270.
- Medlin, L. (2004). Comment in reply to Schmid (2003), The evolution of the silicified diatom cell wall revisited, *Diatom Research*, 19(2), 345-351.
- Meijer, Y. J., Swart, D. P. J., Koelemeijer, R., Allaart, M., Andersen, S., Bodeker, G., Boyd, I., Braathen, G. O., Calisesi, Y., Claude, H., Dorokhov, V., Gathen, P. von der, Gil, M., Godin-Beekmann, S., Goutail, F., Hansen, G., Karpetchko, A., Keckhut, P., Kelder, H., Kois, B., Koopman, R., Lambert, J.-C., Leblanc, T., McDermid, I. S., Pal, S., Raffalski, U., Schets, H., Stubi, R., Suortti, T., Visconti, G., Yela, M. (2004). Pole-to-pole validation of ENVISAT/GOMOS ozone profiles using data from ground-based and balloon-sonde measurements, *Journal of geophysical research-atmospheres*, 109, D23305.
DOI: 10.1029/2004JD004834
- Meiler, J., Köck, M. (2004). Novel methods of automated structure elucidation based on ^{13}C NMR spectroscopy, *Magnetic Resonance in Chemistry*, 42, 1042-1045.
DOI: 10.1002/mrc.1424
- Meon, B., Amon, R. M. W. (2004). Heterotrophic bacterial activity and fluxes of dissolved free amino acids and glucose in the Arctic rivers Ob, Yenisei and the adjacent Kara Sea, *Aquatic Microbial Ecology*, 37, 121-135.
- Metfies, K., Medlin, L. (2004). DNA Microchips for Phytoplankton: The Fluorescent Wave of the Future, *Nova Hedwigia*, 79, 321-327.
- Miller, H., Gohl, K., Uenzelmann-Neben, G., Mueller, Ch., Jokat, W. (2004). Acoustic Parameters and Hydroacoustic Experiment: Natural Noise, Industrial Exploration and Basic Science, *Polarforschung*, 72(2/3), 109-114.
- Mock, T., Valentin, K. (2004). Photosynthesis and cold acclimation - Molecular evidence from a polar diatom, *J. Phycology*, 40, 732-741.
- Monnin, E., Steig, E. J., Siegenthaler, U., Kawamura, K., Schwander, J., Stauffer, B., Stocker, T. F., Morse, D. L., Barnola, J.-M., Bellier, B., Raynaud, D., Fischer, H. (2004). Evidence for substantial accumulation rate variability in Antarctica during the Holocene through synchronization of CO_2 in the Taylor Dome, Dome C and DML ice cores, *Earth and planetary science letters*, 224, 45-54.
DOI: 10.1016/j.epsl.2004.05.007
- Montesor, M., John, U., Beran, A., Medlin, L. K. (2004). *Alexandrium tamutum* sp. nov. (Dinophyceae): a new, non-toxic species in the genus *Alexandrium*, *Journal of Phycology*, 40, 398-411.
- Moore, M.N., Lowe, D., Koehler, A. (2004). Biological effects of Contaminants: Measurement of lysosomal membrane stability, *ICES Techniques in Marine Environmental Sciences*, 36, 1-31.
- Nicolaus, M., Grosfeld, K. (2004). Ice-ocean interaction underneath the Antarctic ice shelf Ekströmsen, *Polarforschung*, 72(1), 2002, 17-29.
- North_Greenland_Ice-Core_Project_members: Andersen, K. K., Azuma, N., Barnola, J.-M., Bigler, M., Biscaye, P., Caillon, N., Chappellaz, J., Clausen, H. B., Dahl-Jensen, D., Fischer, H., Flückiger, J., Fritzsche, D., Fujii, Y., Goto-Azuma, K., Grønbold, K., Gundestrup, N. S., Hansson, M., Huber, C., Hvidberg, C. S., Johnsen, S. J., Jonsell, U., Jouzel, J., Kipfstuhl, S., Landais, A., Leuenberger, M., Lorrain, R., Masson-Delmotte, V., Miller, H., Motoyama, H., Narita, H., Popp, T., Rasmussen, S. O., Raynaud, D., Röthlisberger, R., Ruth, U., Samyn, D., Schwander, J., Shoji, H., Siggard-Andersen, M.-L., Steffensen, J. P., Stocker, T., Sveinbjörnsdóttir, A. E., Svensson, A., Takata, M., Tison, J.-L., Thorsteinsson, T., Watanabe,

- O., Wilhelms, F., White, J. (2004). High-resolution record of the Northern Hemisphere climate extending into the last interglacial period, *Nature*, 431, 147-151.
- Obermüller, B., Abele, D. (2004). Different UVB-tolerance in herbivorous versus carnivorous amphipods from Kongsfjorden, Rep. Polar Mar. Res, 492, 222-230.
- Oerter, H., Graf, W., Meyer, H., Wilhelms, F. (2004). The EPICA ice core from Dronning Maud Land: first results from stable-isotope measurements, *Annals of Glaciology*, 39, 307-312.
- Ohman, M. D., Eiane, K., Durbin, E. G., Runge, J. A., Hirche, H. J. (2004). A comparative study of *Calanus finmarchicus* mortality patterns in five localities in the North Atlantic, *ICES Journal of Marine Science*, 61, 687-697.
DOI: 10.1016/j.icesjms.2004.03.016
- Olbers, D., Borowski, D., Völker, C., Wolff, J.-O. (2004). The dynamical balance, transport and circulation of the Antarctic Circumpolar Current, *Antarctic Science*, 16(4), 439-470.
DOI: 10.1017/S0954102004002251
- Oliveira, J. H. H. L. de, Grube, A., Köck, M., Berlinck, R. G. S., Macedo, M. L., Ferreira, A. G., Hajdu, E., Muricy, G. (2004). Ingenamine E and Cyclostelletamines G-K from the new Brazilian species of marine sponge *Pachychalina* sp., *Journal of Natural Products*, 67, 1685-1689.
DOI: 10.1021/np0498713
- Pakhomov, E. A., Atkinson, A., Meyer, B., Oettl, B., Bathmann, U. (2004). Daily rations and growth of larval krill *Euphausia superba* in the Eastern Bellingshausen Sea during austral autumn, Deep-sea research part II-topical studies in oceanography, 51, 2185-2198.
DOI: 10.1016/j.dsr2.2004.08.003
- Pang, S., Lüning, K. (2004). Photoperiodic long-day control of sporophyll and hair formation in the brown alga *Undaria pinnatifida*, *Journal of Applied Phycology*, 16, 83-92.
- Pang, S., Lüning, K. (2004). Breaking seasonal limitation: year-round sporogenesis in the brown alga *Laminaria saccharina* by blocking the transport of putative sporulation inhibitors, *Aquaculture*, 240, 531-541.
DOI: 10.1016/j.aquaculture.2004.06.034
- Pang, S., Lüning, K. (2004). Tank cultivation of the red alga *Palmaria palmata*: Effects of intermittent light on growth rate, yield and growth kinetics, *Journal of Applied Phycology*, 16, 93-99.
- Paschke, K. A., Gebauer, P., Buchholz, F., Anger, K. (2004). Seasonal variation in starvation resistance of early larval North Sea shrimp, *Crangon crangon* (Decapoda: Crangonidae), *Marine Ecology-Progress Series*, 279, 183-191.
- Passow, U. (2004). Switching perspectives: Do mineral fluxes determine particulate organic carbon fluxes or vice versa? *Geochemistry Geophysics Geosystems*, 5(4), 1-5.
DOI: 10.1029/2003GC000670
- Pfaffling, A., Haas, C., Reid, J. E. (2004). Empirical inversion of HEM data for sea ice thickness mapping, Extended abstracts, 10th European Meeting of Environmental and Engineering Geophysics (EAGE's Near Surface 2004), A037, Utrecht, The Netherlands.
- Pivovarov, S., Hölemann, J., Kassens, H., Piepenburg, D., Schmid, M. (2004). Laptev and East Siberian Seas, in: *The Global Coastal Ocean: Interdisciplinary Regional Studies and Synthesis*. Edited by A.R. Robinson and K. Brink, 640.
- Polyakova, Ye. I., Stein, R. (2004). Holocene paleoenvironmental implications of diatom and organic carbon records from the Southeastern Kara Sea (Siberian Margin), *Quaternary Research*, 62, 256-266.
DOI: 10.1016/j.yqres.2004.08.002
- Priede, M., Solan, M., Mienert, J., Person, R., Weering, T. C. E. van, Pfannkuche, O., O'Neill, N., Tselepi-

- des, A., Thomsen, L., Favali, P., Gasparoni, F., Zitellini, N., Millot, A., Gerber, H. W., DeMiranda, J. M. A., Klages, M., Sigray, P. (2004). ESONET- European Sea Floor Observatory Network, Proceedings Oceans, 04 Kobe - Japan, 9.-12. November 2004, 2155-2163.
- Proshutinsky, A., Plueddemann, A., Toole, J., Ashjian, C., Krishfield, R., Carmack, E., Dethloff, K., Fahrenbach, E., Gascard, J.-C., Perovich, D., Pryamikov, S. (2004). An Array of Ice-Based Observatories for Arctic Studies, EOS, Vol. 85, No. 46, 484.
- Pusch, C., Beckmann, C., Porteiro, F. M., Westernhagen, H. v. (2004). The influence of seamounts on mesopelagic fish communities, Archive of fishery and marine research, 51(1-3), 165-186.
- Pusch, C., Hulley, P. A., Kock, K. -H. (2004). Community structure and feeding ecology of mesopelagic fishes in the slope waters of King-George Island (South Shetland Islands, Antarctica), Deep-sea research i, 51, 1685-1708.
DOI: 10.1016/j.dsr.2004.06.008
- Pusch, C., Schnack-Schiel, S. B., Mizdalski, E., Westernhagen, H. v. (2004). Feeding of three myctophid species at Great Meteor Seamount (NE Atlantic), Archive of fishery and marine research, 51(1-3), 251-271.
- Pörtner, H. O., Langenbuch, M., Reipschläger, A. (2004). Biological impact of elevated ocean CO₂ concentrations: lessons from animal physiology and earth history? Journal of Oceanography, 60, 705-718.
- Pörtner, H. O., Mark, F. C., Bock, C. (2004). Oxygen limited thermal tolerance in fish? Answers obtained by Nuclear Magnetic Resonance techniques, Respiratory physiology & neurobiology, 141, 243-260.
DOI: 10.1016/j.resp.2004.03.011
- Pörtner, H. O. (2004). Climate variability and the energetic pathways of evolution: the origin of endothermy in mammals and birds, Physiological and biochemical zoology, 77(6), 959-981.
- Quinn, P. S., Sáez, A. G., Baumann, K. -H., Steel, B. A., Sprengel, C., Medlin, L. K. (2004). Coccolithophorid biodiversity: evidence from the cosmopolitan species *Calcidiscus leptoporus*. In „Coccolithophores: from Molecular Processes to Global Impact“, Springer-Verlag, Berlin (Thierstein H.R. and Young J.R., Eds), pp. 299-326.
- Quéric, N., Soltwedel, T., Arntz, W. E. (2004). Application of a rapid direct viable count method to deep-sea sediment bacteria, Journal of Microbiological Methods, 57(3), 351-367.
DOI: 10.1016/j.mimet.2004.02.005
- Rack, W. , Rott, H. (2004). Pattern of retreat and disintegration of Larsen B ice shelf, Antarctic Peninsula, Annals of glaciology, 39, 505-510.
- Rafuse, C., Cembella, A. D., Laycock, M., Jellett, J. (2004). Rapid monitoring of toxic phytoplankton and zooplankton with a lateral-flow immunochromatographic assay for ASP and PSP toxins, In: Harmful Algae 2002: Proceedings of the Xth International Conference on Harmful Algae. Steidinger, K.A., Landsberg, J.H., Tomas, C.R., and Vargo, G.A. (Eds.) Florida Fish and Wildlife Conservation Commission and Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO. 2003.
- Raguá-Gil, J. M., Gutt, J., Clarke, A., Arntz, W. E. (2004). Antarctic shallow-water mega-epibenthos: shaped by circumpolar dispersion or local conditions? Marine biology, 144, 829-839.
DOI: 10.1007/s00227-003-1269-3
- Rao, T. N., Arvelius, J., Kirkwood, S., Gathen, P. von der (2004). Climatology of ozone in the troposphere and lower stratosphere over the European Arctic, Advances in space research, 34/4, 754-758.
DOI: 10.1016/j.asr.2003.05.055
- Reinhardt, T., Wacker, U. (2004). Impact of ice particle habits on simulated clouds, Geophysical research letters, Vol. 31, No. 21, L21106, doi:10.1029/2004GL021134.

- Reise, K., Volkenborn, N. (2004). Large worms as ecosystem engineers in intertidal sediments, In: Proceedings of the Symposium on „Ecology of large bioturbators in tidal flats and shallow sublittoral sediments - from individual behavior to their role as ecosystem engineers“, 1-2 November 2003, Nagasaki University, Nagasaki, Japan, 95-100. Nagasaki: Nagasaki University, 2004.
- Rex, M., Salawitch, R.J., Gathen, P. von der, Harris, N.R.P., Chipperfield, M., Naujokat, B. (2004). Arctic ozone loss and climate change, *Geophysical Research Letters*, 31, L04116.
DOI: 10.1029/2003GL018844
- Rimbu, N., Lohmann, G., Lorenz, S. J., Kim, J.-H., Schneider, R. (2004). Holocene climate variability as derived from alkenone sea surface temperature reconstructions and coupled ocean-atmosphere model experiments, *Climate Dynamics*, 23, 215-227.
DOI: 10.1007/s00382-004-0435-8
- Rimbu, N., Dima, M., Lohmann, G., Stefan, S. (2004). Climate teleconnections recorded in Danube river flow, *Geophysical Research Letters*, 31, No. 23, L23203.
DOI: 10.1029/2004GL020559
- Rinke, A., Dethloff, K., Fortmann, M. (2004). Regional climate effects of Arctic Haze, *Geophysical research letters*, Vol. 31, No. 16, L16202.
DOI: 10.1029/2004GL020318
- Rinke, A., Marbaix, P., Dethloff, K. (2004). Internal variability in arctic regional climate simulations: Case study for the SHEBA year, *Climate research*, 27, 197-209.
- Ritter, C., Kische, A., Neuber, R. (2004). Tropospheric Aerosol characterized by a Raman Lidar over Spitsbergen, 22nd International Laser Radar Conference (ILRC22), Matera, Italy, SP-561, Vol.1, 459-462.
- Ritzmann, O., Jokat, W., Czuba, W., Guterch, A., Mjelde, R., Nishimura, Y. (2004). A deep seismic transect in northwestern Svalbard at Kongsfjorden (Ny Ålesund) and the implications for the Cenozoic break-up from Greenland: A sheared margin study, *Geophysical Journal International*, 157, 683-702.
DOI: 10.1111/j.1365-246X.2004.02204.x
- Rochelle-Newall, E., Delille, B., Frankignoulle, M., Gattuso, J.-P., Jacquet, S., Riebesell, U., Terbruggen, A., Zondervan, I. (2004). Chromophoric dissolved organic matter in experimental mesocosms maintained under different pCO₂ levels, *Marine ecology-progress series*, 272, 25-31.
- Rogenhagen, J., Jokat, W., Hinz, K., Kristoffersen, Y. (2004). Improved Seismic Stratigraphy of the Mesozoic Weddell Sea, *Marine geophysical researches*, 25(3/4), 265-282.
DOI: 10.1007/s11001-005-1335-y
- Roleda, M. Y., Hanelt, D., Kräbs, G., Wiencke, C. (2004). Morphology, growth, photosynthesis and pigments in *Laminaria ochroleuca* (Laminariales, Phaeophyta) under UV radiation, *Phycologia*, 43(5), 603-613.
- Roleda, M. Y., Poll, W. H. van de, Hanelt, D., Wiencke, C. (2004). PAR and UVBR effects on photosynthesis, viability, growth and DNA in different life stages of two coexisting Gigartinales: implications for recruitment and zonation pattern, *Marine ecology-progress series*, 281, 37-50.
- Romanovskii, N. N., Hubberten, H.-W., Gavrillov, A. V., Tumskoy, V. E., Kholodov, A. L. (2004). Permafrost of the east Siberian Arctic shelf and coastal lowlands, *Quaternary science reviews*, 23, 1359-1369.
- Romanovskii, N. N., Hubberten, H.-W., Gavrillov, A. V., Tumskoy, V. E., Kholodov, A. L. (2004). Permafrost of the east Siberian Arctic shelf and coastal lowlands, *Quaternary science reviews*, 23, 1359-1369.
- Romero, M. C., Lovrich, G. A., Tapella, F., Thatje, S. (2004). Feeding ecology of the crab *Munida subrugosa* (Decapoda: Anomura: Galatheididae) in the Beagle Channel, Argentina, *Journal of the marine biological association of the United Kingdom*, 84, 359-365.

- Rost, B., Riebesell, U. (2004). Coccolithophores and the biological pump: responses to environmental changes, In: Coccolithophores : from molecular processes to global impact / Hans R. Thierstein; Jeremy R. Young (Eds.) Berlin [u.a.] : Springer, 99-125.
- Rotllant, G., Company, J. B., Busquets, X., Buchholz, F. (2004). Synchronous moulting of krill, *Euphausia superba*, in the Bransfield Strait (Antarctica), Polar biology, 27, 380-382.
DOI: 10.1007/s00300-004-0605-5
- Rotllant, G., Anger, K., Durfort, M., Sardà, F. (2004). Elemental and biochemical composition of *Nephrops norvegicus* (Linnaeus 1758) larvae from the Mediterranean and Irish Seas, Helgoland Marine Research, 58, 206-210.
- Rotschky, G., Eisen, O., Wilhelms, F., Nixdorf, U., Oerter, H. (2004). Spatial distribution of surface mass balance on Amundsenisen plateau, Antarctica, derived from ice-penetrating radar studies, Annals of Glaciology, 39, 265-270.
- Rudels, B., Jones, P. E., Schauer, U., Eriksson, P. (2004). Atlantic sources of the Arctic Ocean surface and halocline waters, Polar Research, 23(2), 181-208.
- Ruth, U., Wagenbach, D., Mulvaney, R., Oerter, H., Graf, W., Pulz, H., Littot, G. (2004). Comprehensive 1000 year climatic history from an intermediate depth ice core from the south dome Berkner Island, Antarctica: methodics, dating, and first results, Annals of Glaciology, 39, 146-154.
- Saborowski, R., Sahling, G., Navarette del Toro, M. A., Walter, I., Garcia-Carreno, F. L. (2004). Stability and effects of organic solvents on endopeptidases from the gastric fluid of the marine crab *Cancer pagurus*, Journal of Molecular Catalysis B-Enzymatic, 30, 109-118.
DOI: 10.1016/j.molcatb.2004.04.002
- Sahade, R., Stellfeldt, A., Tatián, M., Laudien, J. (2004). Macro-epibenthic communities and diversity of Arctic Kongsfjorden, Svalbard, in relation to depth and substrate. In: C. Wiencke (Ed.), The coastal ecosystem of Kongsfjorden, Svalbard. Synopsis of biological research performed at the Koldewey Station in the years 1991 - 2003, Berichte zur Polar- und Meeresforschung, 492, 103-111.
- Sar, E. A., Sala, S. E., Hinz, F., Sunesen, I. (2004). An emended description of *Amphora tumida* Hustedt (Bacillariophyceae), Diatom Research, 19(1), 71-80.
- Schauer, U., Fahrbach, E., Osterhus, S., Rohardt, G. (2004). Arctic warming through the Fram Strait - Oceanic heat transport from three years of measurements, J.Geophys.Res., 109(C6), C06026.
DOI: 10.1029/2003JC001823
- Schlitzer, R. (2004). Export production in the Equatorial and North Pacific derived from dissolved oxygen, nutrient and carbon data, Journal of oceanography, Vol. 60 (1), pp. 53-62.
- Schlitzer, R., Usbeck, R., Fischer, G. (2004). 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, Springer-Verlag, Berlin, pp. 1-19.
- Schlosser, E., Reijmer, C., Oerter, H., Graf, W. (2004). The influence of origin of precipitation on the $\delta^{18}\text{O-T}$ relationship at Neumayer Station, Ekströmsen, Antarctica, Annals of Glaciology, vol. 39, 41-48.
- Schlüter, M., Sauter, E. J., Andersen, C. E., Dahlgaard, H., Dando, P. (2004). Spatial Distribution and Budget for Submarine Groundwater Discharge in Eckernförde Bay (W-Baltic Sea), Limnology and Oceanography, 49(1), 157-167.
- Schmiedl, G., Pfeilsticker, M., Hemleben, C., Mackensen, A. (2004). Environmental and biological effects on the stable isotope composition of Recent deep-sea benthic foraminifera from the Mediterranean Sea, Marine micropaleontology, 51(1-2), 129-152.
- Schnack-Schiel, S. B., Henning, S. (2004). Occurrence and distribution pattern of mesozooplankton in the

vicinity of the Great Meteor Seamount (subtropical North Atlantic), *Archive of fishery and marine research*, 51(1-3), 101-114.

Schnack-Schiel, S. B., Dieckmann, G. S., Kattner, G., Thomas, D. N. (2004). Copepods in summer platelet ice in the eastern Weddell Sea, *Polar biology*, 27, 502-506.

DOI: 10.1007/s00300-004-0613-5

Schneider, B., Engel, A., Schlitzer, R. (2004). Effects of depth- and CO₂-dependent C:N ratios of particulate organic matter (POM) on the marine carbon cycle, *Global biogeochemical cycles*, 18, GB2015, 1-13.

DOI: 10.1029/2003GB002184

Schubert, H., Gerbersdorf, S., Titlyanov, E., Titlyanova, T., Granbom, M., Pape, C., Luening, K. (2004). Circadian rhythm of photosynthesis in *Kappaphycus alvarezii* (Rhodophyta): independence of the cell cycle and possible photosynthetic clock targets, *European journal of phycology*, 39, 423-430.

DOI: 10.1080/09670260400009927

Schulte, S., Benthien, A., Müller, P. J., Rühlemann, C. (2004). Carbon isotopic fractionation (epsilon p) of C37-alkenones in deep sea sediments: Its potential as a paleonutrient proxy, *Paleoceanography*, 19, PA1011.

DOI: 10.1029/2002PA000811

Schulz, K., Zondervan, I., Gerringa, L., Timmermans, K., Veldhuis, M., Riebesell, U. (2004). Effect of trace metal availability on coccolithophorid calcification, *Nature*, 430(7000), 673-676.

DOI: 10.1038/nature02631

Schweikert, M., Elbrächter, M. (2004). First ultrastructural investigations of the consortium between a phototrophic eukaryotic endocytobiont and *Podolampas bipes* (Dinophyceae), *Phycologia*, 43(5), 614-623.

Selina, M., Hoppenrath, M. (2004). Morphology of *Sinophysis minimum* sp. nov., and three *Sinophysis* species (Dinophyceae, Dinophysiales) from the Sea of Japan, *Phycol.Res.*, 52, 149-159.

Shevchenko, V. P., Stein, R., Vinogradova, A. A., Bergholter, U., Eicken, H., Kolatscheck, J., Lisitzin, A. P., Smirnov, V. V., Ivanov, G. I. (2004). Elemental composition of aerosols in the near-water layer of the atmosphere over the Laptev Sea in July-September 1995, *Oceanology*, 44, 579-587.

Smetacek, V., Assmy, P., Henjes, J. (2004). The role grazing in structuring Southern Ocean pelagic ecosystem and biogeochemical cycles, *Antarctic science*, 16, 541-558.

Smetacek, V., Mechsner, F. (2004). Making sense, *Nature*, 432, 21.

Sommer, A. M., Pörtner, H. O. (2004). Mitochondrial function in seasonal acclimatisation versus latitudinal adaptation to cold, in the lugworm *Arenicola marina* (L.), *Physiological and Biochemical Zoology*, 77(2), 174-186.

Spaak, P., Denk, A., Boersma, M., Weider, L. J. (2004). Spatial and temporal patterns of sexual reproduction in a hybrid *Daphnia* species complex, *Journal of Plankton Research*, 26(6), 625-635.

DOI: 10.1093/plankt/fbh064

Stachlewska, I., Wehrle, G., Stein, B., Neuber, R. (2004). Airborne Mobile Aerosol Lidar for Measurements of Arctic Aerosols, *ESA Special Publication*, SP-561, 87-90.

Stein, R., Fahl, K. (2004). The Kara Sea: Distribution, Sources, Variability and Burial of Organic Carbon, In: Stein, R. and Macdonald, R.W. (Eds.), *The Organic Carbon Cycle in the Arctic Ocean*. Springer-Verlag, Berlin, 237-266.

Stein, R., Macdonald, R. W. (2004). Organic Carbon Budget: Arctic Ocean vs. Global Ocean, In: Stein, R. and Macdonald, R.W. (Eds.), *The Organic Carbon Cycle in the Arctic Ocean*. Springer-Verlag, Berlin, 315-322.

Stein, R., Dittmers, K., Fahl, K., Kraus, M., Matthiessen, J., Niessen, F., Pirrung, M., Polyakova, Ye., Schoster, F., Steinke, T., Fütterer, D. K. (2004). Arctic (palaeo)

- river discharge and environmental change: evidence from the Holocene Kara Sea sedimentary record, *Quaternary Science Reviews*, 23, 1485-1511.
DOI: 10.1016/j.quascirev.2003.12.004
- Stein, R., Schubert, C. J., Macdonald, R. W., Fahl, K., Harvey, H. R., Weiel, D. (2004). The Central Arctic Ocean: Distribution, Sources, Variability and Burial of Organic Carbon, In: Stein, R. and Macdonald, R.W. (Eds.), *The Organic Carbon Cycle in the Arctic Ocean*. Springer-Verlag, Berlin, 295-314.
- Stein, R., Macdonald, R. W. (2004). Geochemical Proxies Used for Organic Carbon Source Identification in Arctic Ocean Sediments, In: Stein, R. and Macdonald, R.W. (Eds.), *The Organic Carbon Cycle in the Arctic Ocean*. Springer-Verlag, Berlin, 24-32.
- Stein, R., Fahl, K. (2004). The Laptev Sea: Distribution, Sources, Variability and Burial of Organic Carbon, In: Stein, R. and Macdonald, R.W. (Eds.), *The Organic Carbon Cycle in the Arctic Ocean*. Springer-Verlag, Berlin, 213-237.
- Stein, R., Macdonald, R. W. (2004). Organic Carbon in Arctic Ocean Sediments: A General Introduction, In: Stein, R. and Macdonald, R.W. (Eds.), *The Organic Carbon Cycle in the Arctic Ocean*. Springer-Verlag, Berlin, 169-177.
- Steiner, N., Holloway, G., Gerdes, R., Haekkinen, S., Holland, D., Karcher, M. J., Kauker, F., Maslowski, W., Proshutinsky, A., Steele, M., Zhang, J. (2004). Comparing modeled streamfunction, heat and freshwater content in the Arctic Ocean, *Ocean Modelling*, 6, 265-284.
DOI: 10.1016/S1463-5003(03)00013-1
- Stritzke, K., Schulz, S., Laatsch, H., Helmke, E., Beil, W. (2004). Novel Caprolactones from a Marine Streptomycete, *Journal of natural products*, 67, 395-401.
DOI: 10.1021/np030321z
- Svendsen, J. I., Alexanderson, H., Astakhov, V. I., Demidov, I., Dowdeswell, J. A., Funder, S., Gataullin, V., Henriksen, M., Hjort, C., Houmark-Nielsen, M., Hubberten, H.-W., Ingolfsson, O., Jacobsson, M., Kjaer, K., Larsen, E., Lokrantz, H., Lunkka, J. P., Lysa, A., Mangerud, J., Matushkov, A., Murray, A., Möller, P., Niessen, F., Nikolskaya, O., Polyak, L., Saarnisto, M., Siegert, C., Siegert, M. J., Spielhagen, R. F., Stein, R. (2004). Late Quaternary ice sheet history of northern Eurasia, *Quaternary Science Reviews*, 23, 1229-1272.
- Sáez, A. G., Probert, I., Young, J. R., Edvardsen, B., Eikrem, W., Medlin, L. K. (2004). A review of the phylogeny of the Haptophyta. In „Coccolithophores: from Molecular Processes to Global Impact“, Springer-Verlag, Berlin (Thierstein H.R. and Young J.R., Eds), pp. 251-269.
- Teegarden, G. J., Campbell, R. G., Cembella, A. C., Durbin, E. G. (2004). Effects of *Alexandrium fundyense* cell concentration and cellular toxicity on copepod feeding behavior, *Harmful algae*, 3, 256.
- Teixido, N., Garrabou, J., Gutt, J., Arntz, W. E. (2004). Recovery in Antarctic benthos after iceberg disturbance: trends in benthic composition, abundance, and growth forms, *Marine ecology-progress series*, 278, 1-16.
- Thatje, S., Lovrich, G. A., Torres, G., Hagen, W., Anger, K. (2004). Changes in biomass, lipid, fatty acid and elemental composition during abbreviated larval development of the subantarctic shrimp *Campylonotus vagans*, *Journal of experimental marine biology and ecology*, 301: 159-174.
DOI: 10.1016/j.jembe.2003.09.019
- Thatje, S., Lovrich, G. A., Anger, K. (2004). Egg production, hatching rates, and abbreviated larval development of *Campylonotus vagans* Bate, 1888 (Crustacea: Decapoda: Caridea) in subantarctic waters, *Journal of experimental marine biology and ecology*, 301, 15-27.
DOI: 10.1016/j.jembe.2003.09.010

- Thatje, S., Arntz, W. E. (2004). Antarctic reptant decapods: more than a myth? *Polar Biology*, 27, 195-201
- Thiel, M., Gutow, L. (2004). The ecology of rafting in the marine environment - I. The floating substrata, *Oceanography & Marine Biology, An Annual Review*, 42, 181-263.
- Thieltges, D.W., Strasser, M., Beusekom, J. E. E. van, Reise, K. (2004). Too cold to prosper – Winter mortality prevents population increase of the introduced American slipper limpet *Crepidula fornicata* in northern Europe, *Journal of experimental marine biology and ecology*, 311, 375-391.
DOI: 10.1016/j.jembe.2004.05.018
- Thomas, K., Blay, P., Burton, I. W., Cembella, A. D., Craft, C., Crain, S., Hardstaff, W. R., Laycock, M., LeBlanc, D., LeBlanc, P., Lewis, N., MacKinnon, S. L., Reeves, K., Walter, J. A., Windust, A. J., Quilliam, M. A. (2004). Certified reference materials for marine algal toxins, In: *Harmful Algae 2002. Proceedings of the Xth International Conference on Harmful Algae*. Steidinger, K.A., Landsberg, J.H., Tomas, C.R., and Vargo, G.A. (Eds.), Florida Fish and Wildlife Conservation Commission and Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO. 2003, 216-218.
- Tillmann, U. (2004). Interactions between planktonic microalgae and protozoan grazers, *Journal of eukaryotic microbiology*, 51(2), 156-168.
- Timm, O., Ruprecht, E., Kleppek, S. (2004). Scale-dependent Reconstruction of the NAO Index, *Journal of Climate*, Vol. 17(11), pp. 2157–2169.
- Timmermann, R., Beckmann, A. (2004). Parameterization of vertical mixing in the Weddell Sea, *Ocean Modelling*, 6(1), 83-100.
DOI: 10.1016/S1463-5003(02)0061-6
- Timmermann, R., Worby, A., Goosse, H., Fichefet, T. (2004). Utilizing the ASPeCT sea ice thickness dataset to evaluate a global coupled sea ice-ocean model, *Journal of Geophysical Research*, 109, C07017.
DOI: 10.1029/2003JC002242
- Toniazzo, T., Gregory, J., Huybrechts, P. (2004). Climatic impact of a Greenland deglaciation and its possible irreversibility, *Journal of Climate*, 17(1), 21-33.
- Trappen, S. van, Tan, T.-L., Yang, J., Mergaert, J., Swings, J. (2004). *Alteromonas stellipolaris* sp. nov., a novel budding, prosthecate bacterium from Antarctic seas, and emended description of the genus *Alteromonas*, *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 54, 1157-1163.
DOI: 10.1099/ijs.0.02862-0
- Trappen, S. van, Tan, T.-L., Yang, J., Mergaert, J., Swings, J. (2004). *Glaciecola polaris* sp. nov., a novel budding and prosthecate bacterium from the Arctic Ocean, and emended description of the genus *Glaciecola*, *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 54, 1765-1771.
DOI: 10.1099/ijs.0.63123-0
- Traufetter, F., Oerter, H., Fischer, H., Weller, R., Miller, H. (2004). Spatio-temporal variability in volcanic sulphate deposition over the past 2 kyr in snow pits and firn cores from Amundsenisen, Dronning Maud Land, Antarctica, *Journal of Glaciology*, vol. 50, no. 168, 137-146.
- Treffeisen, R., Herber, A., Ström, J., Shiobara, M., Yamanouchi, T., Yamagata, S., Holmen, K., Kriews, M., Schrems, O. (2004). Interpretation of Arctic Aerosol Properties using Cluster Analysis applied to observations in the Svalbard Area, *Tellus*, 56B(5), 457-476.
DOI: 10.1016/j.hal.2003.09.002
- Töbe, K., Smith, E., Gallacher, S., Medlin, L. (2004). Detection of bacteria originally isolated from *Alexandrium* spp. In the midgut diverticula of *Mytilus edulis* after water-born exposure, *Harmful Algae*, 3(1), 61-69.
DOI: 10.1016/j.hal.2003.09.002
- Valentin, K., John, U., Medlin, L. (2004). Nucleic Acid Isolation from Environmental Aqueous Samples, *Methods in enzymology*, 395, 15-37.

- Vargas, C., Sáez, A. G., Medlin, L. K., Thierstein, H. R. (2004). Super-Species in the calcareous plankton. In „Coccolithophores: from Molecular Processes to Global Impact“, (Thierstein H.R. and Young J.R., Eds), Springer-Verlag, Berlin, 271-298.
- Verdugo, P., Alldredge, A., Azam, F., Kirchman, D., Passow, U., Santschi, P. (2004). The oceanic gel phase: a bridge in the DOM-POM continuum, *Marine chemistry*, 92, 67-85.
- Volk, C., Lippert, H., Lichte, E., Köck, M. (2004). Two new haliclamines from the Arctic sponge *Haliclona viscosa*, *European Journal of Organic Chemistry*, 3154-3158.
DOI: 10.1002/ejoc.200400026
- Volk, C., Köck, M. (2004). Viscosaline: new 3-alkyl pyridinium alkaloid from the Arctic sponge *Haliclona viscosa*, *Organic and Biomolecular Chemistry*, 2, 1827-1830.
DOI: 10.1039/b403413a
- Wagner, B., Cremer, H., Hultsch, N., Gore, D., Melles, M. (2004). Late Pleistocene and Holocene history of Lake Terrasovoje, Amery Oasis, East Antarctica, and its climatic and environmental implications, *Journal of paleolimnology*, 32, 321-339.
- Watanabe, M., Iwasaka, Y., Shibata, T., Hayashi, M., Fujiwara, M., Neuber, R. (2004). The evolution of Pinatubo aerosols in the Arctic stratosphere during 1994-2000, *Atmospheric research*.
DOI: 10.1016/j.atmosres.2003.09.006
- Weigelt, E., Uenzelmann-Neben, G. (2004). Sediment deposits in the Cape Basin: Indications for shifting ocean currents? *AAPG Bulletin*, Vol. 88, No. 6, 765-780.
- Weller, R., Traufetter, F., Fischer, H., Oerter, H., Piel, C., Miller, H. (2004). Post depositional losses of methane sulfonate, nitrate, and chloride at the EPICA deep-drilling site in Dronning Maud Land, Antarctica, *Journal of geophysical research*, 109, D07301.
DOI: 10.1029/2003JD004189
- Wessels, H., Hagen, W., Wiencke, C., Karsten, U. (2004). Trophic interactions between macroalgae and herbivores from Kongsfjorden (Svalbard), *Ber. Polarforsch.Meeresforsch*, 492, 63-72.
- Wheeler, A. J., Kozachenko, M., Beyer, A., Foubert, A., Huvenne, V. A. I., Klages, M., Masson, D. G., Olu-Le Roy, K., Thiede, J. (2004). Sedimentary processes and carbonate mounds in the Belgica mound province, In: Porcupine Seabight, NE Atlantic, Freiwald, A. & Roberts, J.M. (Eds.), *Proceedings of the 2nd International Symposium on Deep-water corals*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.
- Wichels, A., Hummert, C., Elbrächter, M., Luckas, B., Schütt, C., Gerdt, G. (2004). Bacterial diversity in toxic *Alexandrium tamarense* blooms off the Orkney Isles and the Firth of Forth, *Helgoland marine research*, 58, 93-103.
DOI: 10.1007/s10152-004-0174-6
- Wiencke, C., Vögele, B., Kovaltchouk, N. A., Hop, H. (2004). Species composition and zonation of marine benthic macroalgae at Hansneset in Kongsfjorden, Svalbard, *Ber. Polarforsch.Meeresforsch*, 492, 55-62.
- Wiencke, C., Clayton, M. N., Schoenwaelder, M. E. A. (2004). Sensitivity and acclimation to UV radiation of zoospores from five species of Laminariales from the Arctic, *Marine biology*, 145, 31-39.
DOI: 10.1007/s00227-004-1307-9
- Wiltshire, K. (2004). Editorial on Helgoland roads time series, *Helgoland Marine Research*, 58, 221.
- Wiltshire, K. H., Manly, B. F. J. (2004). The warming trend at Helgoland Roads, North Sea: phytoplankton response, *Helgoland marine research*, 58, 269-273.
DOI: 10.1007/s10152-004-0196-0
- Wiltshire, K. H., Dürselen, C. D. (2004). Revision and quality analyses of the Helgoland Reede long-term phytoplankton data archive, *Helgoland marine research*, 58, 252-268.
DOI: 10.1007/s10152-004-0192-4

- Włodarska-Kowalczyk, M., Kendall, M. A., Weslawski, J.-M., Klages, M., Soltwedel, T. (2004). Depth gradients of benthic standing stock and on the continental margin at a high latitude ice-free site (off West Spitsbergen, 79°N), *Deep-sea research I*, 51, 1903-1914.
DOI: 10.1016/j.dsr.2004.07.013
- Wollenburg, J., Knies, J., Mackensen, A. (2004). High-resolution palaeoproductivity fluctuations during the past 24 kyr as indicated by benthic foraminifera in the marginal Arctic Ocean, *Palaeogeography palaeoclimatology palaeoecology*, 204, 209-238.
DOI: 10.1016/S0031-0182(03)00726-0
- Yurganov, L. N., Blumenstock, T., Grechko, E. I., Hase, F., Hyer, E. J., Kasischke, E. S., Koike, M., Kondo, Y., Kramer, I., Leung, F.-Y., Mahieu, E., Mellqvist, J., Notholt, J., Novelli, P. C., Rinsland, C. P., Scheel, H.-E., Schulz, A., Strandberg, A., Sussmann, R., Tanimoto, H., Velasco, V., Zander, R., Zhao, Y. (2004).
A Quantitative Assessment of the 1998 Carbon Monoxide Emission Anomaly in the Northern Hemisphere Based on Total Column and Surface Concentration Measurements, *Journal of geophysical research-atmospheres*, Vol. 109, No. D15, D15305.
DOI: 10.1029/2004JD004559
- Zakhartsev, M., Johansen, T., Pörtner, H.O., Blust, R. (2004). Effects of temperature acclimation on lactate dehydrogenase of cod (*Gadus morhua*): genetic, kinetic and thermodynamic aspects., *Journal of experimental Biology*, 207, 95-112.
DOI: 10.1242/jeb00708
- Zakhartsev, M. V., Pörtner, H. O., Blust, R. (2004). Environmentally low temperature kinetic and thermodynamic study of lactate dehydrogenase from Atlantic cod (*Gadus morhua*) using 96-well microplate technique, *Analytical Biochemistry*, 330, 10-20.
DOI: 10.1016/j.ab.2004.03.070
- Zidowitz, H., Fock, H. O., Pusch, C., Westernhagen, H. v. (2004). The largetooth cookiecutter shark, *Isistius plutodus* Garrick and Springer 1964, a first record in the north-eastern Atlantic, *Journal of fish biology*, 64, 1430-1434.
DOI: 10.1111/j.1095-8649.2004.00382.x
- Zidowitz, H., Westernhagen, H. v. (2004). Life cycle of *Antigonia capros* LOWE 1843 at the Great Meteor seamount (North-east Atlantic), *Archive of fishery and marine research*, 51, 272-278.
- 2004, nicht begutachtet**
- Abele, D., Philipp, E., Heise, K. (2004). Mitochondria of Antarctic and North Sea marine invertebrates – Ecological functions of mild uncoupling in water breathers, *Proceedings of the XII Biennial Meeting of the Society for Free Radical Research SFRR*, Buenos Aires, Argentina 2004. Invited paper.
- Armonies, W., Buschbaum, C. (2004). Fachgutachten Makrozoobenthos 2001-2003 im Rahmen der UVS und FFH-VP für den Offshore-Bürgerwindpark „Butendieck“ westlich von Sylt, *Fachgutachten*, 144 Seiten.
- Assmann, M. (2004). The sponge community of a semi-submerged cave in Kongsfjorden, Svalbard. In: C. Wiencke (Ed.), *The coastal ecosystem of Kongsfjorden, Svalbard. Synopsis of the biological research at the Koldewey Station in the years 1991-2003*, *Berichte zur Polar- und Meeresforschung*, 492, 86-90.
- Bartsch, I., Kühlenkamp, R. (2004). WRRL-Klassifizierungssystem WK Helgoland, *Bericht im Auftrag des Landesamtes für Natur- und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein*, Flintbek, 1-113.
- Bennike, O., Cremer, H., Håkansson, L., Hultzsich, N., Kobabe, S., Wagner, B. (2004). Quaternary geological and biological studies on Store Koldewey and on Geographical Society Ø, In: W. Jokat (ed.): *The Expedition ARKTIS XIX/4 of the Research Vessel Polarstern 2003. Reports of Legs 4a and 4b. Berichte zur Polar- und Meeresforschung*, 475, 51-74.

- Bergmann, M. (2004). Mapping of (fish) habitats at the Håkon Mosby Mud Volcano, *Berichte zur Polar- und Meeresforschung*, 488, 220-224.
- Beyer, A., Chakraborty, B., Schenke, H. W. (2004). Sea-floor characterization based on multibeam backscatter data, *Proceedings of the Seventh European Conference on Underwater Acoustics, ECUA 2004 : 5 to 8 July 2004, Delft University of Technology, The Netherlands / ed. by Dick G. Simons, T. 2, 769-774. Delft : Technische Universiteit .*
- Beyer, A., Rathlau, R., Schenke, H. W. (2004). Bathymetrie und Rückstreueigenschaften des Haakon Mosby Schlammvulkans, *Beiträge zum 19. Hydrographen-tag 2004 : Stralsund, 07. - 09. Juni 2004 / Deutsche Hydrographische Gesellschaft. Stade : DHYG.,*
- Beyer, A., Krockner, R., Pokorna, M., Rathlau, R., Dabrowski, P. (2004). Microbathymetry surveys along deep-water canyons (Gollum Channel) in the Porcupine Seabight, In: Klages M., Thiede J. and J.-P. Foucher, 2004. *The expedition ARK XIX/3 of RV "Polarstern". Reports on Polar and Marine Research*, 488, 33-43.
- Bhattacharya, D., Medlin, L. (2004). Dating Algal Origin using Molecular Clock Methods, *Protist*, 155, 9-10.
- Birnbaum, G., Wacker, U., Ries, H. (2004). Analysis and meso-scale modeling of cyclones causing precipitation on the Antarctic plateau of Dronning Maud Land, *Progress report. November 2004 : Arbeitsbericht zum DFG-Projekt, 20 pp (BI 816/1-1) .*
- Buschbaum, C., Reise, K. (2004). Approaches to arctic nearshore marine biodiversity derived from studies on sediment shores in the Wadden Sea, *Berichte zur Polar- und Meeresforschung*, 482, 165-167.
- Buschbaum, C. (2004). Panzerknacker im Wattenmeer, *Sylt Magazin*, 2004, 48.
- Buschbaum, C. (2004). Japaner erobern Sylt - der Japanische Beerentang im Wattenmeer, *Sylt Magazin*, 2004, 50-51.
- Böer, M., Graeve, M., Kattner, G. (2004). An angel with exceptional lipid biochemistry, *AWI Research Highlights 2003*, 77-79.
- Cembella, A. D. (2004). Marine toxins, in: *The Encyclopedia of Farm Animal Nutrition*. Fuller, M.F. (Ed.), CABI Publishing, Wallingford, UK, 620 pp.
- Cembella, A. D. (2004). Algal toxins, In: *The Encyclopedia of Farm Animal Nutrition*. Fuller, M.F. (Ed.), CABI Publishing, Wallingford, UK, 620 pp.
- Channell, J. E. T., Sato, T., Kanamatsu, T., Stein, R., Malone, M. J. (2004). North Atlantic climate, *IODP Sci. Prosp.*, 303/306. <http://iodp.tamu.edu/publications/SP/303306SP/303306SP.PDF>.
- Christensen, T., Knudsen, B. M., Andersen, S. B., Benesova, A., Bojkov, B. R., Claude, H., Davies, J., Bakker, H. De, Dier, H., Dorokhov, V., Gerding, M., Gil, M., Henchoz, B., Kelder, H., Kivi, R., Kyrö, E., Litynska, Z., Peters, G., Shearman, R. J., Skrivanekova, P., Stübi, R., Turunen, T., Vaughan, G., Viatte, P., Gathen, P. von der, Zaitcev, I. (2004). Vortex-averaged ozone losses in the winter 2002/2003, *Proceedings of the XX Quadrennial Ozone Symposium*, (Ed. C. Zerefos), 1, 59-60.
- Cicerone, R., Orr, J., Brewer, P., Haugan, P., Merlivat, L., Ohsumi, T., Pantoja, S., Pörtner, H. O., Hood, M., Urban, E. (2004). Meeting Report: The Ocean in a High CO₂ World, *Oceanography Magazine*, 17, 72-78.
- Cortese, G. (2004). The 300 specimens problem, *Radiolaria : Newsletter of the International Association of Radiolarian Paleontologists*, 22, 13-18.
- Cortese, G. (ed) (2004). *Radiolaria : Newsletter of the International Association of Radiolarian Paleontologists*, *Radiolaria : Newsletter of the International Association of Radiolarian Paleontologists*, 22, 1-57.
- Crawford, R. (2004). The diatom genera *Ellerbeckia* and *Actinocyclus*: An appraisal of Kociolek and Spaulding, *Journal of Phycology*, 40, 432-434.
- Dick, D., Reinhardt, H., Kriews, M., Miller, H. (2004). Einsatz der Kryo-Rasterelektronenmikroskopie und

Laserablations-ICP-MS zur Charakterisierung eines Partikelhorizontes im antarktischen Eiskbohrkern EDML270, A.M.S.El. Workshop, 7.-8.06.2004, Bremerhaven, Deutschland. (Terra nostra ; 2005, 3).

Dierking, W. (2004). Demonstration of L-band capabilities using JERS data - Sea ice monitoring: Analysis of near-simultaneously acquired JERS-1 and ERS-1 imagery from the Svalbard region and the coast of East Greenland, Report, ESA-ESTEC Contract No. 18311/04/NL/CB,37.

Dorn, W., Dethloff, K., Rinke, A., Handorf, D., Saha, S. (2004). Modeled climate variability of the Arctic atmosphere, the impact of Greenland, vertical resolution, and different land surface schemes, in: Progress in Understanding the Arctic Climate System: The ACSYS Decade and Beyond, Proceedings of the ACSYS Final Science Conference, St. Petersburg, Russia, 11-14 November 2003, WCRP-118 (CD), WMO/TD No. 1232, September 2004.

Dutz, J., Morholz, V., Peters, J., Renz, J., Alheit, J. (2004). A strong impact of winter temperature on spring recruitment of a key copepod species in the Bornholm Basin: potential linkages to climate variability, International GLOBEC Newsletter,10.1,9-10. Fetzer, I.(2004). The pelagic larvae of macrofauna in the Storfjorden and the adjacent Barents Sea, Berichte zur Polarforschung 481, 30-35.

Fischer, H., Köhler, P., Schmitt, J., Fundel, F. (2004). The Global Carbon Cycle During the Last Glacial/Interglacial Transition, PAGES News, Vol 12(2), p. 29-30.

Fock, H. O., Westernhagen, H. v. (2004). Preface. Oceanography and ecology of seamounts, Archive of fishery and marine research, 51, 7-8.

Geibert, W., Hanfland, C., Schwarz, J., Usbeck, R., Webb, A., Ansoorge, I. (2004). Ocean circulation and bioproductivity in the Weddell Gyre: geochemical findings, Geochimica et cosmochimica acta, 68(11S), A331.

Geibert, W. (2004). Book review: Sedimentary processes - quantification using radionuclides by J. Carroll and I. Lerche, in: Isotopes in environmental and health studies.

Gerland, S., Perovich, D. K., Haapala, J., Harms, I., Ivanov, B. V., Pedersen, C. A., Haas, C., Hansen, E., Karcher, M. J., Magnusdottir, G., McPhee, M. G., Morison, J., Winther, J. G., Njastad, B. (2004). Arctic sea ice, climate change and related climate feedback mechanisms, Proceedings of the ACIA International Scientific Symposium on Climate Change in the Arctic, Reykjavik, Iceland, 9-12 November 2004.

Grosse, G. (2004). Multi-sensor optical remote sensing of periglacial tundra landscapes, Reports on Polar and Marine Research, 489, 75-91.

Haas, C. (2004). Airborne EM sea-ice thickness profiling over brackish Baltic sea water, Proceedings of the 17th international IAHR symposium on ice, June 21-25, 2004, St. Petersburg, Russia, All-Russian Research Institute of Hydraulic Engineering (VNIIG), Saint Petersburg, Russia, 2, 12-17.

Haas, C. (2004). Arctic sea ice thickness variability in the 1990s retrieved from EM sounding, Arctic Climate System Study (ACSYS), 2004. Progress in Understanding the Arctic Climate System: The ACSYS Decade and Beyond. Proceedings of the ACSYS Final Science Conference, St. Petersburg, Russia, 11-14 Nov. 2003. WCRP-118 (CD); WMO/TD No. 1232. September 2004.

Hartmann, J., Lüpkes, C., Birnbaum, G., Yelland, M., Pascal, R., Spiess, T., Buschmann, M. (2004). Ship-based and airborne measurements over Arctic leads, The ACSYS decade and beyond, 11-14 November 2003, Arctic and Antarctic Research Institute of Roshydromet (AARI of Roshydromet) St. Petersburg, Russia : ACSYS Final Science Conference ; Progress in understanding the Arctic climate system ; book of abstracts (WCRP-118 (CD) WMO/TD No. 1232),4.

- Hass, H. C. (2004). Grain-size-based paleocurrent-speed reconstructions of IRD-contaminated sediments from the Arctic Ocean, Contributions to an international workshop held at Hanse Institute for Advanced Study, Delmenhorst, Germany.
- Heide, A. B., Lüpkes, C., Hartmann, J. (2004). Schiffsmessungen von Oberflächenflüssen über Eisrinnen in der winterlichen Arktis, DACH-Meteorologentaugung, Karlsruhe, Ann. Met, 4.
- Hellmer, H. H. (2004). Die „süßen“ kalten Quellen der Antarktis (Antarctica's cold freshwater sources), Das AWI in den Jahren 2002 und 2003, 33-35.
- Herber, A., Neuber, R. (2004). Zu Land und aus der Luft - Umweltforschung in der Arktis, Jahresheft / Helmholtz-Gemeinschaft, 38-41.
- Hoste, E., Soltwedel, T., Vanhove, S., Vanreusel, A. (2004). Temporal variations in the meiobenthos along a bathymetrical gradient ("Hausgarten", Arctic): impact of climate oscillations, Berichte zur Polar- und Meeresforschung, 488, 277-280.
- Jacobi, H. W., Wolff, M., Schrems, O. (2004). Tropospheric ozone depletion events observed over the frozen Arctic Ocean, Proceedings of the XX Quadrennial Ozone Symposium <1-8 June 2004, Kos, Greece> / Edt. C.S. Zerefos., 358-359.
- Jokat, W., Berger, D., Bohlmann, H., Helm, V., Hensch, M., Jousset, D., Klein, C., Lensch, N., Liersch, P., Martens, H., Medow, A., Micksch, U., Rabenstein, L., Rogenhagen, J., Salat, C., Schmidt-Aursch, M., Schwenk, A. (2004). Marine Geophysics, In: The Expedition ARKTIS XIX/4 of the Research Vessel POLARSTERN in 2003, Reports of Legs 4a and 4b, Berichte zur Polar- und Meeresforschung, 475, 11-37.
- Juterzenka, K. v., Soltwedel, T. (2004). Echinoderm assemblages in the deep Greenland Sea: Patterns in space, In: Echinoderms: Proceedings of the 11th International Echinoderm Meeting, München / Heinzeller & Nebelsick, Editors, 221-223. London: Balkema.
- Juterzenka, K. v., Klages, M., Soltwedel, T. (2004). Aspects of biological diversity in benthic communities: German research activities in Arctic deep-sea regions, Proceedings of the Arctic Biodiversity Workshop: New census of marine life initiative / Katrin Iken and Brenda Konar, Editors, 121-126.
- Karcher, M. J., Harms, I. H. (2004). Arctic Ocean Shelf-Basin Interaction, In: Gerland and Njastad (Eds.), Arctic Climate Feedback Mechanisms - Proceedings of Arctic Climate Impact Assessment (ACIA) Workshop, 17-19 November, Tromsø, Rapport of the Norwegian Polar Institut No. 124, Tromsø, Norway, 32-34.
- Karcher, M. J., Harms, I. H., Kauker, F. (2004). Tracer Studies with Arctic and Subarctic Coupled Ice-ocean Models: Dispersion of Radionuclides and Oxygen Isotopes, International Conference on Isotopes in Environmental Studies - Aquatic Forum 2004, Book of Extended Synopses, IAEA-CN-118, 75-76.
- Karvonen, J., Similä, M., Haapala, J., Haas, C., Mäkyänen, M. (2004). Comparison of SAR Data and Operational Sea Ice Products to EM Ice Thickness Measurements in the Baltic Sea, Proc. IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS'04), Anchorage, Alaska, v. 5, 3021-3024.
- Keim, C., Blom, C. E., Gathen, P. von der, Gulde, T., Höpfner, M., Liu, G. Y., Oulanovski, A., Piesch, C., Ravegnani, F., Sartorius, C., Schlager, H., Volk, C. M. (2004). Validation of MIPAS-Envisat by correlative measurements of MIPAS-STR, Proceedings of the Second Workshop on the Atmospheric Chemistry Validation of ENVISAT (ACVE-2) : 3 - 7 May 2004, ESA-ESRIN, Frascati, Italy / European Space Agency. [Ed.: D. Danesy], 353-361. (ESA SP ; 562).
- Kierdorf, C., Schäfer, C., Winkelmann, D. (2004). Sedimentation in the Greenland Sea, Reports on Polar and Marine Research, 475, 40-42.
- Klages, M., Soltwedel, T. (2004). Von Tiefseekorallen über Schlammvulkane in die arktische Tiefsee - eine Forschungsreise mit dem ROV „Victor 6000“ an

Bord der „Polarstern“, in: Zweijahresbericht 2002/2003 der Stiftung Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung.

- Kunz-Pirring, M., Reinke, M.** (2004). Scar Open Science Conference : Antarctica and the Southern Ocean in the Global System; 26 - 28 July 2004, Congress Centre, Bremen, Germany XI SCALOP Symposium: Towards the International Polar Year and Beyond; 28 July 2004, Congress Centre, Bremen, Germany, XXVIII SCAR & COMNAP XVI meeting; 25 - 31 July 2004, Congress Centre, Bremen, Germany; abstract volume / Scientific Committee on Antarctic Research; Council of Managers of National Antarctic Programs; [Hrsg.: Alfred-Wegener-Stiftung (AWS)]. Ed.: Martina Kunz-Pirring; Manfred Reinke" (Terra nostra; 2004/4, 480 S.).
- König-Langlo, G., Weller, R.** (2004). Long-Term Monitoring of Ozone Profiles at the GAW-station Neumayer, Antarctica, WMO/GAW Expert Workshop on „The Quality and Applications of European GAW Measurements“, 2-5 November 2004, Tutzingen, Germany. {<http://www.dwd.de/en/FundE/Observator/MOHP/hp2/gaw/Workshop/Tutzing/Poster-OzoneNeumayer-Koenig-Langlo.pdf>}.
- Lemke, P.** (2004). Variabilität der Meereisdecke in den Polargebieten, In: Geowissenschaften und die Zukunft, J. Thiede et al., Eds., Akademie der Wissenschaften und der Literatur, Mainz, Franz Steiner Verlag, Stuttgart, 112-118.
- Lohmann, G., Butzin, M., Dima, M., Grosfeld, K., Knorr, G., Könnecke, L., Romanova, V., Schubert, S., Zech, S.** (2004). Climate transitions: Forcing and feedback mechanisms of glacial-interglacial and recent climate change, PAGES NEWS, Vol. 12, No. 2, pages 21-22.
- Lüpkes, C., Garbrecht, T., Birnbaum, G., Hartmann, J., Vihma, T.** (2004). Influence of sea ice ridges on the polar atmospheric boundary-layer, In: The ACSYS decade and beyond 11-14 November 2003 Arctic and Antarctic Research Institute of Roshydromet (AARI of Roshydromet) St. Petersburg, Russia: ACSYS Final Science Conference; Progress in understanding the Arctic climate system; book of abstracts (WCRP-118 (CD) WMO/TD No. 1232), 4.
- Lüpkes, C., Gryanik, V. M.** (2004). Modellierung von Konvektion über Eisrinnen mit einem nichtwirbelauflösenden mikroskaligen Modell, Proc. DACH-Meteorologen-Tagung, Karlsruhe 7-10. September 2004, 4.
- Lüpkes, C., Gryanik, V. M.** (2004). Modellierung von Konvektion über Eisrinnen mit einem nichtwirbelauflösenden mikroskaligen Modell, Deutsch-Österreichisch-Schweizerische Meteorologen-Tagung: 7. bis 10. September 2004 im Karlsruher Kongresszentrum; Beitrag in „RTV-Nachrichten“ vom 9.9.2004 / Redaktion: Eva Hundemer. [Interviewpartner:] Herbert Fischer, Institut für Meteorologie und Klimaforschung, Universität Karlsruhe (TH). [Karlsruhe]: Universitätsbibliothek, 1-4.
- Lüpkes, C., Hartmann, J., Birnbaum, G., Cohrs, W., Yelland, M., Pascal, R., Spiess, T., Buschmann, M.** (2004). Convection Over Arctic Leads (COAL), Reports on Polar Research, Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research, Bremerhaven, 481, 47-62.
- Meijer, Y. J., Swart, D. P. J., Allaart, M., Andersen, S. B., Bodeker, G., Boyd, I., Braathen, G. O., Calisesi, Y., Claude, H., Dorokhov, V., Gathen, P. von der, Gil, M., Godin-Beekmann, S., Goutail, F., Hansen, G., Karpetchko, A., Keckhut, P., Kelder, H. M., Koelemeijer, R., Kois, B., Koopman, R. M., Lambert, J.-C., Leblanc, T., McDermid, I. S., Pal, S., Kopp, G., Schets, H., Stübi, R., Suortti, T., Visconti, G., Yela, M.** (2004). Gomos ozone profile validation using data from ground-based and balloon-sonde measurements, Proceedings of the Second Workshop on the Atmospheric Chemistry Validation of ENVISAT (ACVE-2): 3 - 7 May 2004, ESA-ESRIN, Frascati, Italy / European Space Agency. (Ed.: D. Danesy), 455-463. (ESA SP; 562).

- Meijer, Y. J., Swart, D. P. J., Allaart, M., Andersen, S. B., Bodeker, G., Boyd, I., Braathen, G. O., Calisesi, Y., Claude, H., Dorokhov, V., Gathen, P. von der, Gil, M., Godin-Beekmann, S., Goutail, F., Hansen, G., Karpetchko, A., Keckhut, P., Kelder, H. M., Koelemeijer, R., Kois, B., Koopman, R. M., Lambert, J.-C., Leblanc, T., McDermid, I. S., Pal, S., Kopp, G., Schets, H., Stübi, R., Suortti, T., Visconti, G., Yela, M. (2004). Pole-to-pole validation of GOMOS ozone profiles using data from ground-based and balloon-sonde measurements, Proceedings of the XX Quadrennial Ozone Symposium, (Ed. C. Zerefos), 1, 101-102.
- Müller, M., Neuber, R., Fierli, F., Hauchecorne, A., Vömel, H., Oltmans, S. J. (2004). Stratospheric Water Vapor Measurements in the Arctic, Proceedings of the XX Quadrennial Ozone Symposium, 1-8 June 2004, Kos, Greece, Vol. 2, 1005-1006.
- Neuber, R., Stachlewska, I. (2004). First aerosol observations with a new airborne lidar system during ASTAR 2004, Journal of aerosol science, Vol 35, Supplement 1, 525.
- Oerter, H. (2004). Dynamik der antarktischen Eismassen und ihre absehbaren Folgen, Geographie und Schule, 26. Jahrgang, Heft 148, 10-15.
- Orejas, C., Joschko, T., Schröder, A., Knust, R. (2004). Ritmo trepidante de la sucesión ecológica en el mar del Norte, Investigación y Ciencia, 333, 36-37.
- Posudin, Y., Hanelt, D., Wiencke, C. (2004). [Effect of Ultraviolet and Photosynthetically Active Radiation on Green Alga *Ulva Lactuca*], Naukovij visnik Natsional'nogo agrarnogo universitetu. 72, 13-31 [Scientific Herald of the National Agricultural University, 72, 13-31], Kiev.
- Rack, W., Rotschky, G., Valentine, H., Hoffmann, F., Oosthuizen, S., Gernandt, H., Miller, H. (2004). The new traverse route from Atka Bay to SANAE IV, XI SCALOP Symposium : Towards the International Polar Year and Beyond; 28 July 2004, Congress Centre, Bremen, Germany. S. 147-155 (Terra nostra; 2004, 4).
- Reinhardt, T., Wacker, U. (2004). Sensitivities in model results due to changes in the parameterization of cloud microphysics, Proceedings 14th International conference on Clouds and Precipitation, Bologna (Italy), 18-23 July, 2004.
- Reise, K. (2004). Sea-level rise and the future of barrier islands in the North Sea, In: Viner, D., Sayer, M. (Eds.), Sea-level rise and coastal defence in the southern North Sea. Country Land and Business Ass and climatic research unit, Norfolk, 38-43.
- Rex, M., Gathen, P. von der (2004). Stratosphärischer Ozonabbau: Das Auf und Ab in der Arktis / Stratospheric ozone destruction: the ups and downs in the Arctic, In: Beispiele aus unserer Forschung 2003 / Research Highlights 2003.
- Rogenhagen, J., Kierdorf, C., Schäfer, C., Winkelmann, D. (2004). Sediment echosounding, Reports on Polar and Marine Research, 475, 37 - 40.
- Rotschky, G., Rack, W., Oerter, H. (2004). Snowpack properties in Dronning Maud Land, Antarctica, compared to Envisat ASAR and Scatterometer measurements, Proceedings of the 4th International Symposium on Retrieval of Bio- and Geophysical Parameters from SAR Data for Land Applications.
- Rühlemann, C., Lohmann, G., Mulitza, G., Paul, S., Prange, M. (2004). Intermediate-depth warming in the low-latitude Atlantic related to weakened North Atlantic deep water production: combining palaeoclimate and modelling data for the last deglaciation, Bjerknes-Conference in Bergen.
- Sandhäger, H., Vaughan, D. G., Lambrecht, A. (2004). Meteoric, marine and total ice thickness maps of Filchner-Ronne-Schelfeis, Antarctica, Forum for Research into Ice Shelf Processes (FRISP) Report, 15, 23-29. (Report series of the Bjerknes Centre for Climate Research ; R14).
- Sarradin, P.-M., Sarrazin, J., Olu, K., Desbruyères, D., Rigaud, V., Cadiou, J. F., Drogou, J. F., Lecornu, F., Rolin, J. F., Vuillemin, R., Cambon-Bonavita, M. A.,

- Sauter, E., Juterzenka, K., Boetius, A., Serrão Santos, R., Colaço, A., Pascoal, A., Oliveir, P., Shillito, B., Zal, F., Schultz, A., Taylor, P., Lane, D., Buf, H., Waldmann, C., Cormack, A., Sanfilippo, L., Masson, M. (2004). EXtreme ecosystem studies in the deep OCEan: Technological Developments EXOCET/D FP6-GOCE-CT-2003-505342, The Proceedings of the Fourteenth International Offshore and Polar Engineering Conference, 11, 738-745.
- Sauter, E., Muyakshin, S., Rogenhagen, J., Rohr, H., Wegner, J., Baumann, L., Gensheimer, M., Schlüter, M., Boetius, A. (2004). Water column investigations above the Haakon Mosby Mud Volcano, Reports on Polar and Marine Research, 488, 186-189.
- Sauter, E., Cochu, J., Erfinder, AWI (2004). Produktblätter des Alfred-Wegener-Instituts zum Technologietransfer, Sammlung von Kurzdokumentationen zu allen Technologiefeldern des AWI (laufend erweitert), Deutsche Fassung.
- Sauter, E., Cochu, J., Erfinder, AWI (2004). Transfer of Technology - From Research and Development to Trade and Industry, Collection of AWI Technology Documents (frequently extended), English Version.
- Sauter, E., Baumann, L., Wegner, J., Delius, J. (2004). Geochemical and hydrodynamic investigations at the sediment-water interface, Reports on Polar and Marine Research, 488, 233-236.
- Schanz, A. (2004). Hydrodynamic exposure affects sea-grass stocks in the Wadden Sea, Wadden Sea Newsletter, No 1, 13-15.
- Schneider, R., Kim, J. -H., Rimbu, N., Lorenz, S., Lohmann, G., Cubasch, U., Pätzold, J., Wefer, G. (2004). Global Holocene Spatial and Temporal Climate Variability: Combination of paleotemperature records, statistics and modeling, German Climate Research Programme, DEKLIM Final Symposium, Series Research for the Environment, 17-21.
- Schneider, R., Lohmann, G. (2004). Das Klima der letzten 11.000 Jahre, Klimastatusbericht 2003, Hrsg.: Deutscher Wetterdienst, 35-54.
- Schneider, R., Kim, J. -H., Rimbu, N., Lorenz, S., Lohmann, G., Cubasch, U., Pätzold, J., Wefer, G. (2004). Global Holocene Spatial and Temporal Climate Variability: Combination of paleotemperature records, statistics and modeling, PAGES NEWS, Vol.12, 2, 25-26.
- Schodlok, M. P. (2004). Iceberg drift related to Weddell Sea ice cover, FRISP Report No.15, 49-55.
- Sirenko, B., Smirnov, I., Stepanjants, S., Arntz, W., Gutt, J., Rachor, E., Piepenburg, D., Svoboda, A. (2004). [Russian and German cooperation in research on Arctic and Antarctic marine fauna. History, results and perspectives of investigations.], Istoriiïa okeanografii : materialy VII mezhdunarodnogo kongressa po istorii okeanografii Kaliningrad 8-12 sentïïabrïïa 2003 g. / otvetsvennyïi redaktor V.L. Strïïiuk. Kaliningrad : Izd-vo KGU, 86-89.
- Sirocko, F., Lohmann, G., Kull, C., Christen, L. (2004). Past Global Changes Newsletter, PAGES News, 12, 2, September 2004.
- Skriver, H., Quegan, S., LeToan, T., Dierking, W., Gudmandsen, P., Papathanassiou, K., Moreira, A. (2004). Application of Synthetic Aperture Radar Polarimetry, Final Report (POLARSAR/FR), ESA Study Contract Report, 15600/01/I-LG, 370.
- Soltwedel, T., Schewe, I., Sauter, E., Hasemann, C., Klages, M. (2004). Experimental approaches to study causes and effects of environmental gradients at the deep seafloor, Berichte zur Polar- und Meeresforschung, 488, 285-288.
- Soltwedel, T. (2004). Cruise leg ARK XIX / 3c: Interdisciplinary research at the deep-sea long-term station AWI-“Hausgarten“ – an Introduction, Berichte zur Polar- und Meeresforschung, 488, 228-230.
- Stepanjants, S. D., Kruglikova, S. B., Bjørklund, K. R., Cortese, G. (2004). The bipolar distribution of marine organisms with emphasis on Radiolaria and Cnidaria: a step forward, In: Main problems in

- marine biogeography: in memory of the academician O.G. Kussakin. Kafanov, A.I. (Editor). Publisher: Russian Academy of Sciences, Far Eastern Branch, Institute of Marine Biology, Dalnauka (Vladivostok), 132-181.
- Sugita, T., Kanzawa, H., Nakajima, H., Yokota, T., Gernandt, H., Herber, A., Gathen, P. von der, König-Langlo, G., Murayama, Y., Yamamori, M., Sato, K., Yushkov, V. A., Dorokhov, V., Allaart, M., Litynska, Z., Braathen, G. O., Kyrö, E., Backer, H., Yela, M., Klekociuk, A., Goutail, F., Godin-Beekmann, S., Taalas, P., Deshler, T., Roscoe, H. K., Oltmans, S. J., Johnson, B., Kobayashi, H., Sasano, Y. (2004). Assessment of the Version 1.3 ILAS-II ozone data quality in the high lower stratosphere, Proceedings of the XX Quadrennial Ozone Symposium, (Ed. C. Zerefos), Vol.1, 614-615.
- Thatje, S. (2004). Història d'una colonització, *Omnis cellula*, 6, 38-40.
- Valentin, K. (2004). Marine Genomik: Erstes Genom einer Diatomee sequenziert, *Biologie in unserer Zeit (BIUZ)*, 6, 34. Jahrgang, 350-351.
- Wacker, U., Reinhardt, T. (2004). Attributes of ice particles and their effects on the cloud structure, AWI, Two-Year Report 2002/2003, 36-38.
- Wille, C., Stoof, G., Boike, J. (2004). Energy and water budget of permafrost soils - long time meteorology and soil survey station on Samoylov Island, in: Schirmer et al.: Russian-German Cooperation SYSTEM LAPTEV SEA: The Expedition Lena-Anabar 2003, Reports on Polar and Marine Research, 489, 10-11.
- Wolff, E. W., Chappellaz, J., Fischer, H., Krull, C., Müller, H., Stocker, T., Watson, A. J. (2004). The EPICA challenge to the earth system modeling community, *EOS*, 85, 363.
- Wolff, M., Ruhe, W., Hoops, J., Herber, A., Schrems, O. (2004). A new balloon-borne optical sensor for stratospheric ozone-measurements, XX Quadrennial Ozone Symposium, 1.-8. June 2004, Kos, Greece, 645ff.
- Wulff, A., Hanelt, D., Wiencke, C., Zacher, K. (2004). Impact of ultraviolet radiation on benthic primary producers in Antarctica, *Swedish Polar Research Secretariat, Yearbook 2004*, 82-86.
- 2005, begutachtet**
- Abelmann, A., Nimmergut, A. (2005). Radiolarians in the Sea of Okhotsk and their ecological implication for paleoenvironmental reconstructions, *Deep-sea research ii*, 52, 2302-2331.
DOI: 10.1016/j.dsr2.2005.07.009
- Aberle, N., Hillebrand, H., Grey, J., Wiltshire, K. H. (2005). Selectivity and competition between two benthic invertebrate grazers (*Asellus aquaticus* and *Potamopyrgus antipodarum*): an experimental study using ¹³C- and ¹⁵N-labelled diatoms, *Freshwater biology*, 50, 369-379.
DOI: 10.1111/j.1365-2427.2004.01325.x
- Alley, R., Clark, P. U., Huybrechts, P., Joughin, I. (2005). Ice sheets and sea-level changes, *Science*, 310(5747), 456-460.
DOI: 10.1126/science.1114613
- Andreev, A. A., Tarasov, P. E., Ilyashuk, B. P., Ilyashuk, E. A., Cremer, H., Hermichen, W.-D., Hubberten, H., Wischer, F. (2005). Holocene environmental history recorded in the Lake Lyadhej-To sediments, Polar Urals, Russia, *Palaeogeography palaeoclimatology palaeoecology* 223, 181-203.
DOI: 10.1016/j.palaeo.2005.04.004
- Anger, K., Schubart, C. D. (2005). Experimental evidence of food-independent larval development in endemic Jamaican freshwater-breeding crabs, *Physiological and Biochemical Zoology*, 78(2), 246-258.
- Anger, K. (2005). The early life history of *Sesarma fossarum*, an endemic freshwater crab from Jamaica, *Invertebrate Reproduction & Development*, 47, 63-72.
- Are, F. E., Grigoriev, M. N., Hubberten, H.-W., Rachold, V. (2005). Using thermoterrace dimensions to calculate the coastal erosion rate, *Geo-marine letters*, 25, 121-126.

- Arntz, W. E., Thatje, S., Gerdes, D., Gili, J.-M., Gutt, J., Jacob, U., Montiel, A., Orejas, C., Teixidó, N. (2005). The Antarctic-Magellan connection: Macro-benthos ecology on the shelf and upper slope, a progress report, *Scientia marina*, 69 (2), 237-269.
- Arntz, W. E., Lovrich, G.A., Thatje, S. (eds.) (2005). The Magellan - Antarctic connection: links and frontiers at high latitudes, *Scientia marina*, (Suppl 2), 365 pp.
- Asmus, H., Asmus, R. (2005). Significance of suspension-feeder systems on different spatial scales, In: The comparative roles of suspension-feeders in ecosystem: Proceedings of the NATO Advanced Research Workshop on the comparative roles of suspension-feeders in ecosystems, Nida, Lithuania, 4 - 9 October 2003, ed. by Richard F. Dame and Sergej Olenin Dordrecht, Springer, 199-219 (NATO science series: 4, Earth and environmental sciences; 47).
- Assmann, K. M., Timmermann, R. (2005). Variability of dense water formation in the Ross Sea, *Ocean Dynamics*, 55(2), 68-87.
DOI: 10.1007/s10236-004-0106-7
- Assmann, K.M., Hellmer, H.H., Jacobs, S.S. (2005). Amundsen Sea ice production and transport, *Journal of geophysical research-oceans*, 110, C12013.
DOI: 10.1029/2004JC002797
- Baar, H. J. W., Boyd, P. W., Coale, K. H., Landry, M. R., Tsuda, A., Assmy, P., Bakker, D. C. E., Bozec, Y., Barber, R. T., Brzezinski, M. A., Buesseler, K. O., Boye, M., Croot, P. L., Gervais, F., Gorbunov, M. Y., Harrison, P. J., Hiscock, W. T., Laan, P., Lancelot, C., Law, C. S., Levasseur, M., Marchetti, A., Millero, F. J., Nishioka, J., Nojiri, Y., Oijen, T., Riebesell, U., Rijkenberg, M. J. A., Saito, H., Takeda, S., Timmermans, K. R., Veldhuis, M. J. W., Waite, A. M., Wong, C.-S. (2005). Synthesis of iron fertilization experiments: From the Iron Age in the Age of Enlightenment, *Journal of geophysical research*, 110.
DOI: doi: 10.1029/2004JC002601
- Bakker, D. C. E., Bozec, Y., Nightingale, P. D., Goldson, L., Messias, M.-J., de Baar, H. J. W., Liddicoat, M., Skjelvan, I., Strass, V., Watson, A. J. (2005). Iron and mixing affect biological carbon uptake in SOIREE and EisenEx, two Southern Ocean iron fertilisation experiments, *Deep-sea research part i-oceanographic research papers*, 52, 1001-1019.
DOI: 10.1016/j.dsr.2004.11.015
- Barenbrock, J., Köck, M. (2005). Screening enzyme-inhibitory activity in several ascidian species from Orkney Islands using Protein-Tyrosine-Kinase (PTK) bioassay-guided fractionation, *Journal of Biotechnology*, 117, 225-232.
DOI: 10.1016/j.jbiotec.2005.01.009
- Barz, K., Hirche, H. J. (2005). Seasonal development of scyphozoan medusae and the predatory impact of *Aurelia aurita* on the zooplankton community in the Bornholm Basin (central Baltic Sea), *Marine biology*, 147, 465-476.
DOI: 10.1007/s00227-005-1572-2
- Bathmann, U. (2005). Ecological and biogeochemical response of Antarctic ecosystems to iron fertilization and implications on global carbon cycle, *Ocean and Polar Research*, 27(2), 231-235.
- Baumann, K.-H., Andruleit, H., Böckel, B., Geisen, M., Kinkel, H. (2005). The significance of extant coccolithophores as indicators of ocean water masses, surface temperature, and palaeoproductivity: a review, *Paläontologische Zeitschrift*, 79(1), 93-112.
DOI: 0031-0220/05/0079-0093
- Becker, C., Brepohl, D., Feuchtmayr, H., Sommer, F., Zöllner, E., Clemmesen, C., Sommer, U., Boersma, M. (2005). Impacts of copepods on marine seston, and resulting effects on *Calanus finmarchicus* RNA: DNA ratios, *Marine Biology*, 146, 531-541.
DOI: 10.1007/s00227-004-1459-7
- Becker, C., Boersma, M. (2005). Differential effects of phosphorus and fatty acids on *Daphnia* growth and reproduction, *Limnology and oceanography*, 50(1), 388-397.

- Beer, D. de, Wenzhöfer, F., Ferdelman, T. G., Boeme, S. E., Huettel, M., Beusekom, J. E. E. van, Boetcher, M. E., Musat, N., Dubilier, N. (2005). Transport and mineralization rates in North Sea sandy intertidal sediments, Sylt-Rømø Basin, Wadden Sea, *Limnology and oceanography*, 50(1), 113–127.
- Benthien, A., Andersen, N., Schulte, S., Müller, P. J., Schneider, R. R., Wefer, G. (2005). The carbon isotopic record of the C37:2 alkenone in the South Atlantic: Last Glacial Maximum (LGM) vs. Holocene, *Palaeogeography palaeoclimatology palaeoecology*, 221, 123–140.
DOI: 10.1016/j.palaeo.2005.02.008
- Berenzen, N., Kumke, T., Schulz, H. K., Schulz, R. (2005). Macroinvertebrate community structure in agricultural streams: Impact of runoff-related pesticide contamination, *Ecotoxicology and environmental safety*, 60, 37–46.
- Bernard, S., Röckmann, T., Kaiser, J., Barnola, J.-M., Fischer, H., Blunier, T., Chappellaz, J. (2005). Constraints on N₂O budget changes since pre-industrial time from new firn air and ice core isotope measurements, *Atmospheric chemistry and physics*.
- Beszteri, B., Ács, É., Medlin, L. K. (2005). Conventional and geometric morphometric studies of valve ultrastructural variation in two closely related *Cyclotella* species (Bacillariophyceae), *European journal of phycology*, 40(1), 89–103.
DOI: 10.1080/09670260500050026
- Beszteri, B., Ács, É., Medlin, L. K. (2005). Ribosomal DNA sequence variation among sympatric strains of the *Cyclotella meneghiniana* complex (Bacillariophyceae) reveals cryptic diversity, *Protist*, 156, 317–333.
DOI: 10.1016/j.protis.2005.07.002
- Beusekom, J. E. E. van (2005). A historic perspective on Wadden Sea eutrophication, *Helgoland marine research*, 59, 45–54.
DOI: 10.1007/s10152-004-0206-2
- Beusekom, J. E. E. van, Bot, P. V. M., Goebel, J., Hanslik, M., Lenhart, H., Paetsch, J., Peperzak, L., Petenati, T., Reise, K. (2005). Eutrophication, In: Essink, K., Dettmann, C., Farke, H., Laursen, K., Lüerßen, G., Marencic, H. and Wiersinga, W. (Eds.), *Wadden Sea Quality Status Report 2004. Wadden Sea Ecosystem No. 19. Trilateral Monitoring and Assessment Group, Common Wadden Sea Secretariat, Wilhelmshaven, Germany*, 141–154.
- Beyer, A., Rathlau, R., Schenke, H. W. (2005). Multi-beam bathymetry of the Haakon Mosby Mud Volcano, *Marine geophysical researches*, 26, 61–75.
DOI: 10.1007/s11001-005-1131-8
- Beyer, A., Chakraborty, B., Schenke, H. W. (2005). Seafloor characterization of the mound and channel provinces of the Porcupine Seabight: an application of the multi-beam angular backscatter data, *International journal of earth sciences*.
DOI: 10.1007/s00531-005-0022-1
- Bickmeyer, U., Assmann, M., Köck, M., Schütt, C. (2005). A Secondary Metabolite, 4,5-Dibromopyrrole-2-carboxylic acid, From Marine Sponges of the Genus *Agelas* Alters Cellular Calcium Signals, *Environmental toxicology and pharmacology*, 19, 423–427. DOI: 10.1016/j.etap.2004.12.003
- Bickmeyer, U. (2005). Bromoageliferin and Dibromoageliferin, secondary metabolites from the marine sponge *Agelas conifera*, inhibit voltage-operated but not store-operated calcium entry in PC12 cells, *Toxicon*, 45, 627–632.
DOI: 10.1016/j.toxicon.2005.01.006
- Blunier, T., Floch, G., Jacobi, H. W., Quansah, E. (2005). Isotopic view on nitrate loss in Antarctic surface snow, *Geophysical research letters*, 32, L13501.
DOI: 10.1029/2005GL023011
- Bozec, Y., Bakker, D. C. E., Hartmann, C., Thomas, H., Bellerby, R. G. J., Nightingale, P. D., Riebesell, U., Watson, A. J., Baar, H. J. W. de (2005). The CO₂

system in a Redfield context during an iron enrichment experiment in the Southern Ocean, *Marine chemistry*, 95, 89-105.

DOI: 10.1016/j.marchem.2004.08.004

Broeg, K., Westernhagen, H. V., Zander, S., Körting, W., Koehler, A. (2005). The „Bioeffect Assessment Index“- A concept for the quantification of effects of marine pollution by an integrated biomarker approach, *Marine pollution bulletin*, 50(5), 495-503.

Brose, U., Cushing, L., Berlow, E.L., Jonsson, T., Banasek-Richter, C., Bersier, L.F., Blanchard, J.L., Brey, T., Carpenter, S.R., Cattin Blandenier, M.F., Cohen, J.E., Dawah, H.A., Dell, T., Edwards, F., Harper-Smith, S., Jacob, U., Knapp, R. A., Ledger, M. E., Memmott, J., Mintenbeck, K., Pinnegar, J.K., Rall, B.J., Rayner, T., Ruess, L., Ulrich, W., Warren, P., Williams, R. J., Woodward, G., Yodzis, P., Martinez, N.D. (2005). Body sizes of consumers and their resources, *Ecology*, 86(9), 2545.

Buchwitz, M., Beek, R. de, Burrows, J., Bovensmann, H., Warneke, T., Notholt, J., Meirink, J. F., Goede, A. P. H., Bergamaschi, P., Körner, S., Heimann, M., Müller, J.-F., Schulz, A. (2005). Atmospheric methane and carbon dioxide from SCIAMACHY satellite data: Initial comparison with chemistry and transport models, *Atmospheric chemistry and physics*, Vol. 5, pp 941-962.

SREF: <http://direct.sref.org/1680-7324/acp/2005-5-941>

Buck, B. H., Buchholz, C. M. (2005). Response of off-shore cultivated *Laminaria saccharina* to hydrodynamic forcing in the North Sea, *Aquaculture*, 250(3/4), 674-691.

DOI: 10.1016/j.aquaculture.2005.04.062

Buck, B. H., Thielges, D. W., Walter, U., Nehls, G., Rosenthal, H. (2005). Inshore-offshore comparison of parasite infestation in *Mytilus edulis*: Implications for open ocean aquaculture, *Journal of applied ichthyology*, 21(2), 107-113.

Budéus, G., Ohm, K., Damm, M., Plugge, R. (2005).

The externally powered, compressibility compensated Jojo mooring: A mechanical solution to autonomous deep sea profiling, *Deep-sea research i*.

DOI: 10.1016/j.dsr.2005.05.005

Burtsev, A. P., Bocharov, V. N., Ignatov, S. K., Kolomiitsova, T. D., Sennikov, P. G., Tokhadze, K. G., Chuprova, L. A., Shchepkin, D. N., Schrems, O. (2005). Integral Intensities of Absorption Bands of Silicon Tetrafluoride in the Gas Phase and Cryogenic Solutions: Experiment and Calculation, *Optics and spectroscopy*, Vol. 98(2), 227-234.

Buschbaum, C., Schrey, I. (2005). Gespensterkrebse aus Fernost erobern die Nordsee, *Biol. Unserer Zeit*, 35, 222-223.

Buschbaum, C., Gutow, L. (2005). Mass occurrence of an introduced crustacean (*Caprella cf. mutica*) in the south-eastern North Sea, *Helgoland marine research*, 59, 252-253.

DOI: 10.1007/s10152-005-0225-7

Buschbaum, C. (2005). Pest oder Bereicherung? Der eingeschleppte Japanische Beerentang an der deutschen Nordseeküste, *Natur und Museum*, 135(9/10), 216-221.

Butzin, M., Prange, M., Lohmann, G. (2005). Radiocarbon simulations for the glacial ocean: the effects of wind stress, Southern Ocean sea ice and Heinrich events, *Earth and planetary science letters*, 235, 45-61. DOI: 10.1016/j.epsl.2005.03.003

Böer, M., Gannefors, C., Kattner, G., Graeve, M., Hop, H., Falk-Petersen, S. (2005). The Arctic pteropod *Clione limacina*: seasonal lipid dynamics and life strategy, *Marine biology*, 147, 707-717.

DOI: 10.1007/s00227-005-1607-8

Calcagno, J. A., Lovrich, G. A., Thatje, S., Nettelmann, U., Anger, K. (2005). First year growth in the lithodids *Lithodes santolla* and *Paralomis granulosa* reared at different temperatures, *Journal of Sea Research*, 54, 221-230.

- Carlini, A. R., Daneri, G. A., Márquez, M. E. I., Bornemann, H., Panarello, H., Casaux, R., Ramdohr, S., Plötz, J. (2005). Food consumption estimates of southern elephant seal females during their post-breeding aquatic phase at King George Island, *Polar biology*, 28, 769-775.
DOI: DOI 10.1007/s00300-005-0004-6
- Casty, C., Handorf, D., Sempf, M. (2005). Combined winter climate regimes over the North Atlantic/European sector 1766-2000., *Geophysical research letters*, 32, L13801.
DOI: 10.1029/2005GL022431
- Casty, C. ., Handorf, D., Raible, C. C., Gonzalez-Rouco, J. F., Weisheimer, A., Xoplaki, E., Luterbacher, J., Dethloff, K., Wanner, H. (2005). Recurrent climate winter regimes in reconstructed and modelled 500 hPa geopotential height fields over the North Atlantic/European sector 1659-1990, *Climate dynamics*, 24, 809-822.
DOI: 10.1007/s00382-004-0496-8
- Cembella, A. D., Ibarra, D. A., Diogene, J., Dahl, E. (2005). Harmful algal blooms and their assessment in fjords and coastal embayments, *Oceanography* 18, 160-173.
- Chipperfield, M. P., Feng, W., Rex, M. (2005). Arctic ozone loss and climate sensitivity: Updated three-dimensional model study, *Geophysical Research Letters*, 32, L11813.
DOI: 10.1029/2005GL022674
- Christensen, T., Knudsen, B. M., Streibel, M., Andersen, S. B., Benesova, A., Braathen, G., Claude, H., Davies, J., Backer, H. De, Dier, H., Dorokhov, V., Gerding, M., Gil, M., Henchoz, B., Kelder, H., Kivi, R., Kyrö, E., Litynska, Z., Moore, D., Peters, G., Skrivankova, P., Stübi, R., Turunen, T., Vaughan, G., Viatte, P., Vik, A. F., Gathen, P. von der, Zaitcev, I. (2005). Vortex-averaged Arctic ozone depletion in the winter 2002/2003, *Atmospheric chemistry and physics*, 5, 131-138.
SREF: 1680-7324/acp/2005-5-131
- Cieluch, U., Charmantier, G., Grousset, E., Charman-tier-Daures, M., Anger, K. (2005). Osmoregulation, immunolocalization of Na⁺/K⁺-ATPase, and ultra-structure of branchial epithelia in the developing brown shrimp, *Crangon crangon* (Decapoda, Caridea), *Physiological and Biochemical Zoology*, 78(6), 1017-1025.
- Cisewski, B., Strass, V. H., Prandke, H. (2005). Upper ocean vertical mixing in the Antarctic Polar Front Zone, Deep-sea research part ii-topical studies in oceanography, 52(9-10), 1087-1108.
DOI: 10.1016/j.dsr2.2005.01.010
- Cledón, M., Brey, T., Penchaszadeh, P. E., Arntz, W. E. (2005). Individual growth and somatic production in *Adelomelon brasiliana* (Gastropoda; Volutidae) off Argentina, *Marine Biology*, 147, 447-452.
DOI: 10.1007/s00227-005-1589-6
- Colijn, F., Beusekom, J. E. E. van (2005). Effect of eutrophication on phytoplankton productivity and growth in the Wadden Sea, In: J.G. Wilson (Ed.), *The Intertidal Ecosystem: The Value of Ireland's Shores*, Dublin: Royal Irish Academy, 56-66. {<http://www.ria.ie/publications/intertidal/pdf/Colijn.pdf>}.
- Cornils, A., Schnack-Schiel, S. B., Hagen, W., Dowidar, M., Stambler, N., Plähn, O., Richter, C. (2005). Spatial and temporal distribution of mesozooplankton in the Gulf of Aqaba and the northern Red Sea in February/March 1999, *Journal of Plankton Research*, 27(6), 505-518.
DOI: 10.1093/plankt/fbi023
- Cortese, G., Dolven, J. K., Bjørklund, K. R., Malmgren, B. A. (2005). Late Pleistocene-Holocene radiolarian paleotemperatures in the Norwegian Sea based on Artificial Neural Networks, *Palaeogeography palaeoclimatology palaeoecology*, 224, 311-332.
DOI: 10.1016/j.palaeo.2005.04.015

- Cremer, H., Bennike, O., Håkansson, L., Hultsch, N., Klug, M., Kobabe, S., Wagner, B. (2005). Hydrology and Diatom Phytoplankton of High Arctic Lakes and Ponds on Store Koldewey, Northeast Greenland, *International review of hydrobiology*, 90(1), 84-99. DOI: 10.1002/iroh.200410738
- Croot, P. L., Laan, P., Nishioka, J., Strass, V. H., Cisewski, B., Boye, M., Timmermans, K. R., Bellerby, R. G., Goldson, L., Nightingale, P., Baar, H. J. W. de (2005). Spatial and temporal distribution of Fe(II) and H₂O₂ during EisenEx, an open ocean mesoscale iron enrichment, *Marine chemistry*, Volume 95, Issues 1-2, pp. 65-88 . DOI: 10.1016/j.marchem.2004.06.041
- Cuesta, J. A., Anger, K. (2005). Larval morphology and salinity tolerance of a land crab from West Africa, *Cardisoma armatum* (Brachyura: Grapsoidea: Gecarcinidae), *Journal of Crustacean Biology*, 25(4), 640-654.
- Czuba, W., Ritzmann, O., Nishimura, Y., Grad, M., Mjelde, R., Guterch, A., Jokat, W. (2005). Crustal structure of northern Spitzbergen along the deep seismic transect between the Molloy Deep and Nordaustlandet, *Geophysical journal international*, 161, 347-364. DOI: 10.1111/j.1365-246X.2005.02593.x
- Damm, E., Mackensen, A., Budéus, G., Faber, E., Hanf-land, C. (2005). Pathways of methane in seawater: Plume spreading in an Arctic shelf environment (SW-Spitsbergen), *Continental shelf research*, 25, 1453-1472. DOI: 10.1016/j.csr.2005.03.003
- Danilov, S. (2005). Non-universal features of forced 2D turbulence in the energy and enstrophy ranges, *Discrete and continuous dynamical systems-series b*, 5(1), 67-78.
- Danilov, S., Kivman, G., Schröter, J. (2005). Evaluation of an eddy-permitting finite-element ocean model in the North Atlantic, *Ocean Modelling*, 10, 35-49. DOI: 10.1016/j.ocemod.2004.07.006
- Delille, B., Harlay, J., Zondervan, I., Jacquet, S., Chou, L., Wollast, R., Bellerby, R., Frankignoulle, M., Borges, A., Riebesell, U., Gattuso, J.-P. (2005). Response of primary production and calcification to changes of pCO₂ during experimental blooms of the coccolithophorid *Emiliania huxleyi*, *Global biogeochemical cycles*, 19, 14 pp. DOI: 10.1029/2004GB002318
- Dickschat, J. S., Helmke, E., Schulz, S. (2005). Volatile Organic compounds from arctic bacteria of the Cytophaga-Flavobacterium-Bacteroides group. A retrosynthetic approach in chemotaxonomic investigations, *Chemistry & Biodiversity*, 2, 318-353.
- Diederich, S. (2005). Differential recruitment of introduced Pacific oysters and native mussels at the North Sea coast: coexistence possible? *Journal of sea research*, 53, 269-281. DOI: 10.1016/j.seares.2005.01.002
- Diederich, S., Nehls, G., Beusekom, J. E. E. van, Reise, K. (2005). Introduced Pacific oysters (*Crassostrea gigas*) in the northern Wadden Sea: Invasion accelerated by warm summers? *Helgoland Marine Research*, 59, 97-106. DOI: 10.1007/s10152-004-0195-1
- Diercks, S., Metfies, K., Medlin, L. K. (2005). Development of a rRNA-Biosensor for the detection of toxic algae, *Phycologia*, 44, No.4, 28.
- Dima, M., Felis, T., Lohmann, G., Rimbu, N. (2005). Distinct modes of interdecadal variability in a climate reconstruction of the last centuries from a South Pacific coral, *Climate Dynamics*. DOI: 10.1007/s00382-005-0043-2
- Dima, M., Lohmann, G., Dima, I. (2005). Solar induced and internal climate variability at decadal time-scales, *International Journal of Climatology*, 25(6), 713-733. DOI: 10.1002/joc.1156
- Dmitrenko, I. A., Tyshko, K. N., Kirillo, S., Eicken, H., Hölemann, J., Kassens, H. (2005). Impact of flaw

- polynyas on the hydrography of the Laptev Sea, *Global and planetary change*, 48(1/3), 9-27.
DOI: 10.1016/j.gloplacha.2004.12.016
- Dowdall, M., Gerland, S., Karcher, M., Gwynn, J. P., Rudjord, A. L., Kolstad, A. K. (2005). Optimization of sampling for the temporal monitoring of Technetium-99 in the Arctic marine environment, *Journal of environmental radioactivity*, Vol 84(1), pp. 111-130.
DOI: doi:10.1016/j.jenvrad.2005.04.010
- Drange, H., Dokken, T., Furevik, T., Gerdes, R., Berger, W. (Eds.) (2005). *The Nordic Seas: An integrated perspective*, Geophysical Monograph, American Geophysical Union, Washington, D.C, 158, 366 pp.
- Drange, H., Gerdes, R., Gao, Y., Karcher, M., Kauker, F., Bentsen, M. (2005). Ocean General Circulation Modelling of the Nordic Seas, in: *The Nordic Seas: An Integrated Perspective*, Drange, Dokken, Furevik, Gerdes and Berger (Eds.), AGU Monograph 158, American geophysical Union, Washington DC, pp.199-220.
- Drozdo, D. S., Rivkin, F. M., Rachold, V., Ananjeva-Malkova, G. V., Ivanova, N. V., Chehina, I. V., Koreisha, M. M., Korostelev, Yu. V., Melnikov, E. S. (2005). Electronic atlas of the Russian Arctic coastal zone, *Geo-marine letters*, 25, 81-88.
- Eagles, G., Livermore, R. A., Fairhead, J. D., Morris, P. (2005). Tectonic evolution of the west Scotia Sea, *Journal of Geophysical Research*, 110, B02401.
DOI: 10.1029/2004JB003154
- Eicken, H., Dmitrenko, I., Tyshko, K., Darovskikh, A., Dierking, W., Blahak, U., Groves, J., Kassens, H. (2005). Zonation of the Laptev Sea landfast ice cover and its importance in a frozen estuary, *Global and planetary change*, Vol. 48, Issues 1-3, 55-83.
- Einsporn, S., Broeg, K., Koehler, A. (2005). The Elbe flood 2002-toxic effects of transported contaminants in flatfish and mussel of the Wadden Sea, *Marine pollution bulletin*, 50, 423-429.
DOI: 10.1016/j.marpolbul.2004.11.027
- Ellwood, M. J., Berg, C. M. G. van den, Boye, M., Veldhuis, M., Jong, J. T. M. de, Baar, H. J. W. de, Croot, P. L., Kattner, G. (2005). Organic complexation of cobalt across the Antarctic Polar Front in the Southern Ocean, *Marine and freshwater research*, 56(8), 1069-1075.
DOI: 10.1071/MF05097
- Engbrodt, R., Kattner, G. (2005). On the biogeochemistry of dissolved carbohydrates in the Greenland Sea (Arctic), *Organic geochemistry*, 36, 937-948.
DOI: 10.1016/j.orggeochem.2004.12.007
- Engel, A., Zondervan, I., Aerts, K., Beaufort, L., Benthien, A., Chou, L., Delille, B., Gattuso, J.-P., Harlay, J., Heemann, C., Hoffmann, L., Jacquet, S., Nejtgaard, J., Pizay, M.-D., Rochelle-Newall, E., Schneider, U., Terbrueggen, A., Riebesell, U. (2005). Testing the direct effect of CO₂ concentration on a bloom of the coccolithophorid *Emiliania huxleyi* in mesocosm experiments, *Limnology and oceanography*, 50(2), 493-507.
- Eschbach, E., John, U., Reckermann, M., Cembella, A. D., Edvardsen, B., Medlin, L. K. (2005). Cell cycle dependent expression of toxicity by the ichthyotoxic prymnesiophyte *Chrysochromulina polylepis*, *Aquatic microbial ecology*, 39, 85-95.
- Eyring, V., Harris, N. R. P., Rex, M., Sheperd, T. G., Fahey, D. W., Amanatidis, G. T., Austin, J., Chipperfield, M. P., Dameris, M., Forster, P. M. De F., Gettleman, A., Graf, H. F., Nagashima, T., Newman, P. A., Pawson, S., Prather, M. J., Pyle, J. A., Salawitch, R. J., Santer, B., Waugh, D. W. (2005). A Strategy for Process-Oriented Validation of Coupled Chemistry-Climate Models, *Bulletin of the American meteorological society*, Vol. 86(8), 1117-1133.
DOI: 10.1175/BAMS-86-8-1117
- Falck, E., Kattner, G., Budéus, G. (2005). Disappearance of Pacific Water in the northwestern Fram Strait, *Geophysical research letters*.
DOI: 10.1029/2005GL023400

- Feng, W., Chipperfield, M. P., Davies, S., Sen, B., Toon, G., Blavier, J. F., Webster, C. R., Volk, C. M., Ulanovsky, A., Ravegnani, F., Gathen, P. von der, Jost, H., Richard, E. C., Claude, H. (2005). Three-dimensional model study of the Arctic ozone loss in 2002/2003 and comparison with 1999/2000 and 2003/2004, *Atmospheric chemistry and physics*, 5, 139-152. SREF: 1680-7324/acp/2005-5-139
- Fischer, H., Mieding, B. (2005). A 1000 year ice core record of interannual to multidecadal variations in atmospheric circulation over the North Atlantic, *Climate Dynamics*, 25, 65-74. DOI: 10.1007/s00382-005-0011-x
- Foubert, A., Beck, T., Wheeler, A. J., Opderbecke, J., Grehan, A., Klages, M., Thiede, J., Henriot, J.-P. (2005). New view of the Belgica Mounds, Porcupine Seabight, NE Atlantic: preliminary results from the Polarstern ARK-XIX/3a ROV cruise, In: Freiwald, A. & Roberts, J.M. (Eds.), *Cold-water Corals and Ecosystems*. Springer –Verlag, Berlin, Heidelberg, 403-415.
- Frickenhaus, S., Hiller, W., Best, M. (2005). FoSSI : The family of simplified solver interfaces for the rapid development of parallel numerical atmosphere and ocean models, *Ocean Modelling*, 10, 1-2, 185-191 - The Second International Workshop on Unstructured Mesh Numerical Modelling of Coastal, Shelf and Ocean Flows. DOI: doi:10.1016/j.ocemod.2004.06.004
- Gannefors, C., Böer, M., Kattner, G., Graeve, M., Eiane, K., Gulliksen, B., Hop, H., Falk-Petersen, S. (2005). The Arctic sea butterfly *Limacina helicina*: lipids and life strategy, *Marine Biology*, 147, 169-177. DOI: 10.1007/s00227-004-1544-y
- Gebauer, P., Paschke, K. A., Anger, K. (2005). Temporal window of receptivity and intraspecific variability in the responsiveness to metamorphosis-stimulating cues in the megalopa of a semiterrestrial crab, *Sesarma curacaoense*, *Invertebrate Reproduction & Development*, 47, 39-50.
- Gebhardt, C., Schoster, F., Gaye-Haake, B., Beeskow, B., Rachold, V., Unger, D., Ittekkot, V. (2005). The turbidity maximum zone of the Yenisei River (Siberia) and its impact on organic and inorganic proxies, *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 65(1-2), 61-73. DOI: 10.1016/j.ecss.2005.05.007
- Gebhardt, C., Gaye-Haake, B., Lahajnar, N., Unger, D., Ittekkot, V. (2005). A contemporary sediment and organic carbon budget for the Kara Sea shelf (Siberia), *Marine Geology*, 220(1-4), 83-100. DOI: 10.1016/j.margeo.2005.06.035
- Geibert, W., Rutgers van der Loeff, M. M., Usbeck, R., Gersonde, R., Kuhn, G., Seeberg-Elverfeldt, J. (2005). Quantifying the opal belt in the Atlantic and southeast Pacific sector of the Southern Ocean by means of ²³⁰Th normalization, *Global biogeochemical cycles*, 19, GB4001. DOI: doi:10.1029/2005GB002465
- Gerdas, B., Brinkmeyer, R., Dieckmann, G., Helmke, E. (2005). Influence of crude oil on changes of bacterial communities in Arctic sea-ice, *Fems microbiology ecology*, 53, 129-139.
- Gerdas, R., Hurka, J., Karcher, M., Kauker, F., Koeberle, C. (2005). Simulated history of convection in the Greenland and Labrador seas 1948-2001, AGU monograph *Climate Variability of the Nordic Seas*, Bjerknes Centre for Climate Research, Bergen, Norway.
- Gerdts, G., Wichels, A., Doepke, H., Schuett, C. (2005). Intracellular and associated marine bacteria in the sponge *Halichondria panicea*: A potential for pharmaceuticals, in: *Fish Genetics and Aquaculture Biotechnology* T.J. Pandian, C.A. Strüssmann & M.P. Marian (Eds.). Mohan Primlani for Oxford & IBH Publishing Co. Pvt. Ltd., Janpath, New Dehli, 151-159.
- Gersonde, R., Crosta, X., Abelmann, A., Armand, L. (2005). Sea-surface temperature and sea ice distribution of the Southern Ocean at the EPILOG Last Glacial Maximum, a circum-Antarctic view based

- on siliceous microfossil records, *Quaternary science reviews*, 24, 869-896.
DOI: 10.1016/j.quascirev.2004.07.015
- Gescher, C., Metfies, K., Medlin, L. K. (2005). Development of a DNA Microchip as a standard analytical tool for the Identification of Phytoplankton, *Phycologia*, 44(4), 37.
- Giménez, L., Borthagaray, A. I., Rodríguez, M., Brazeiro, A., Dimitriadis, C. (2005). Scale-dependent patterns of macrofaunal distribution in soft-sediment intertidal habitats along a large-scale estuarine gradient, *Helgoland marine research*, 59, 224-236.
DOI: 10.1007/s10152-005-0223-9
- Giménez, L., Anger, K. (2005). Effects of temporary food limitation on survival and development of brachyuran crab larvae, *Journal of Plankton Research*, 27(5), 485-494.
DOI: 10.1093/plankt/fbi024
- Graeve, M., Albers, C., Kattner, G. (2005). Assimilation and biosynthesis of lipids in Arctic *Calanus* species based on feeding experiments with a ¹³C labelled diatom, *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 317, 109-125.
DOI: 10.1016/j.jembe.2004.11.016
- Granoszewski, W., Demske, D., Nita, M., Heumann, G., Andreev, A. (2005). Vegetation and climate variability during the Last Interglacial, evidenced in the pollen record from Lake Baikal, *Global and planetary change*, 46, 187-198.
DOI: 10.1016/j.gloplacha.2004.09.017
- Griffies, S. M., Gnanadesikan, A., Dixon, K. W., Dunne, J. P., Gerdes, R., Harrison, M. J., Rosati, A., Russell, J., Samuels, B. L., Spelman, M., Winton, M., Zhang, R. (2005). Formulation of an ocean model for global climate simulations, *Ocean Science*, 1, 45-79.
- Groben, R., Medlin, L. (2005). Molecular tools and approaches in eukaryotic microbial ecology, in: *Methods in Enzymology* (Eds. E.A. Zimmer & E. Roalson), Elsevier Vol. 395.
- Grosse, G., Schirrmeister, L., Kunitsky, V. V., Hubberten, H.-W. (2005). The Use of CORONA Images in Remote Sensing of Periglacial Geomorphology: An Illustration from the NE Siberian Coast, *Permafrost and periglacial processes*, 16, 163-172.
DOI: DOI: 10.1002/ppp.509
- Gryanik, V. M. (2005). Vortex dynamics and turbulent lateral heat transport, *Marine turbulence: theories, observations, and models* ; [results of the CARTUM project] / ed. by Helmut Z. Baumert - Cambridge [u.a.] : Cambridge University Press, 444-457.
- Gryanik, V. M., Hartmann, J., Raasch, S., Schroter, M. (2005). A refinement of the Millionshchikov quasi-normality hypothesis for convective boundary layer turbulence, *Journal of the atmospheric sciences*, 62(7), 2632-2638.
DOI: 10.1175/JAS3457.1
- Gryanik, V. M. (2005). Vortex dynamics and beta-plane turbulence, *Marine turbulence : theories, observations, and models* ; [results of the CARTUM project] / ed. by Helmut Z. Baumert - Cambridge [u.a.] : Cambridge University Press, 494-510.
- Hamm, C. (2005). The evolution of advanced mechanical defenses and potential technological applications of diatom shells, *Journal of Nanoscience and Nanotechnology*, 5(1), 108-119.
DOI: 10.1166/jnn.2005.023
- Hanna, E., Huybrechts, P., Janssens, I., Cappelen, J., Steffen, K., Stephens, A. (2005). Runoff and mass balance of the Greenland Ice Sheet: 1958-2003, *Journal of Geophysical Research*, 110, D13108.
DOI: 10.1029/2004JD005641
- Harms, I., Karcher, M. (2005). Kara Sea freshwater dispersion and export in the late 90's, *Journal of geophysical research-oceans*, Vol. 110, C08007.
DOI: doi:10.1029/2004JC002744,
- Hatzky, J. (2005). Ampère Seamount (Sect. 5.2.6). Arctic Ocean and Its Constituent Seas; Bathymetry and Physiography (Sect. 5.4.1). The Orca Seamount

Region, Antarctica (Sect. 5.5.2.), Peter C. Wille; „Sound Images of the Ocean in Research and Monitoring“, Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York, Sect. 5.2.6: S. 131-132, Sect. 5.4.1: S. 202-206, Sect. 5.5.2: S. 222-223.

Heilmayer, O., Honnen, C., Jacob, U., Chiantore, C., Cattaneo-Vietti, R., Brey, T. (2005). Temperature effects on summer growth rates in the Antarctic scallop, *Adamussium colbecki*, *Polar biology*, 28 (7), 523-527.

DOI: 10.1007/s00300-005-0716-7

Held, C., Wägele, J.-W. (2005). Cryptic speciation in the giant Antarctic isopod *Glyptonotus antarcticus* (Isopoda: Valvifera: Chaetiliidae), *Scientia marina*, 69(2), 175-181.

Hellmer, H. H., Schodlok, M. P., Wenzel, M., Schröter, J. G. (2005). On the influence of adequate Weddell Sea characteristics in a large-scale global ocean circulation model, *Ocean dynamics*, 55(2), 88-99.

DOI: 10.1007/s10236-005-0112-4

Hillenbrand, C. -D., Baesler, A., Grobe, H. (2005). The sedimentary record of the last glaciation in the western Bellingshausen Sea (West Antarctica): Implications for the interpretation of diamictons in a polar-marine setting, *Marine geology*, 216, 191-204.

DOI: doi:10.1016/j.margeo.2005.01.007

Hoppel, K., Nedoluha, G., Fromm, M., Allen, D., Bevilacqua, R., Alfred, J., Johnson, B., König-Langlo, G. (2005). Reduced ozone loss at the top edge of the Antarctic Ozone Hole during 2001-2004, *Geophysical research letters*, 32, L20816.

DOI: 10.1029/2005GL023968

Huth, A., Drechsler, M., Köhler, P. (2005). Using multicriteria decision analysis and a forest growth model to assess impacts of tree harvesting in Dipterocarp lowland rain forests, *Forest Ecology and Management*, 207(1-2), 215-232.

DOI: 10.1016/j.foreco.2004.10.028

Huvenne, V. A. I., Beyer, A., Haas, H. de, Dekindt, K.,

Henriet, J.-P., Kozachenko, M., Olu-Le Roy, K., Wheeler, A. J. (2005). The seabed appearance of different coral bank provinces in the Porcupine Seabight, NE Atlantic: results from sidescan sonar and ROV seabed mapping, in: *Cold-water corals and ecosystems : with 104 tables / André Freiwald ...* (Eds.) Berlin [u.a.]: Springer, 535-569, 535-569. (Erlangen Earth Conference series).

Huybrechts, P., Miller, H. (2005). Flow and balance of the polar ice sheets, In: Hantel, M. (Ed.): *Observed global climate, Landolt-Börnstein New Series (Numerical data and functional relationships in Science and Technology)*, V/6, Springer Verlag (Berlin, etc.), 13,1-13.

Hölemann, J., Schirmacher, M., Prange, A. (2005). Seasonal variability of trace metals in the Lena river and the south eastern Laptev Sea: Impact of the spring freshet, *Global and planetary change*, 48(1/3), 112-125.

DOI: 10.1016/j.gloplacha.2004.12.008

Hünken, M., Karsten, U., Wiencke, C. (2005). Determination of the adenylate energy charge (AEC) as a tool to determine the physiological status of macroalgal tissues after UV exposure, *Phycologia*, 44, 249-253.

Immler, F., Krüger, K., Schrems, O., Engelbart, D., Fortuin, P., Verver, G. (2005). Cirrus clouds and ice supersaturated regions observed by Raman lidar and radiosondes, In: *Proceedings of Water Vapour in the Upper Troposphere and Lower Stratosphere Workshop*, Lancaster University, England 5th to 7th July 2005, 30-31.

Immler, F., Schrems, O. (2005). Is fluorescence of biogenic aerosols an issue for Raman lidar measurements? *Proc. SPIE, Lidar Technologies, Techniques, and Measurements for Atmospheric Remote Sensing*, Upendra N. Singh (Ed.), 5984, 113-121.

Immler, F., Engelbart, D., Schrems, O. (2005). Fluorescence from atmospheric aerosol detected by a

- lidar indicates biogenic particles in the lowermost stratosphere, *Atmospheric chemistry and physics*, 5, 345-355.
DOI: 1680-7324/acp/2005-5-345
- Ituarte, R. B., Spivak, E. D., Anger, K. (2005). Effects of salinity on embryonic development of *Palaemonetes argentinus* (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae) cultured in vitro, *Invertebrate Reproduction & Development*, 47, 213–223.
- Jacob, U., Mintenbeck, K., Brey, T., Knust, R., Beyer, K. (2005). Stable isotope food web studies: a case for standardized sample treatment, *Marine ecology-progress series*, 287, 251-253.
- John, U., Medlin, L. K., Groben, R. (2005). Development of specific rRNA probes to distinguish between geographic clades of the *Alexandrium tamarense* species complex, *Journal of plankton research*, 27, 199-204.
- Jokat, W. (2005). The sedimentary structure of the Lomonosov Ridge between 88°N and 80°N: Consequences for tectonic and glacial processes, *Geophysical journal international*, 163, 698-726.
DOI: 10.1111/j.1365-246X.2005.02786.x
- Karcher, M., Gerdes, R., Kauker, F., Koeberle, C., Yas-hayev, I. (2005). Arctic Ocean change heralds North Atlantic freshening, *Geophysical research letters*, Vol. 32, No21, L21606 .
DOI: 10.1029/2005GL023861
- Kauker, F., Gerdes, R., Karcher, M., Koeberle, C. (2005). Impact of North Atlantic Current changes on the Nordic Seas and the Arctic Ocean, *Journal of geophysical research-oceans*.
DOI: 10.1029/2004JC002624
- Kienast, F., Schirrmeister, L., Siegert, C., Tarasov, P. (2005). Palaeobotanical evidence for warm summers in the East Siberian Arctic during the last cold stage, *Quaternary Research*, 63(3), 283-300.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.yqres.2005.01.003>
- Kivman, G., Danilov, S., Fritzsich, B., Harig, S., Reick, C., Schröter, J., Seufer, V., Sidorenko, D., Staneva, J., Wenzel, M. (2005). Improved estimates of the oceanic circulation using the CHAMP geoid, In: Reigber, C., Luehr, H., Schwintzer, P. and Wickert, J.(Eds): *Earth Observation with CHAMP, Results from Three Years in Orbit*, Springer Berlin Heidelberg New York, 211-216 .
- Klatt, O., Fahrbach, E., Hoppema, M., Rohardt, G. (2005). The transport of the Weddell Gyre across the Prime Meridian, *Deep-sea research ii*, 52, 513-528.
DOI: 10.1016/j.dsr2.2004.12.015
- Koch, B. P., Witt, M., Engbrodt, R., Dittmar, T., Kattner, G. (2005). Molecular formulae of marine and terrigenous dissolved organic matter detected by Electrospray Ionisation Fourier Transform Ion Cyclotron Resonance Mass Spectrometry, *Geochimica et cosmochimica acta*, 69(13), 3299-3308.
DOI: 10.1016/j.gca.2005.02.027
- Koch, B. P., Harder, J., Lara, R. J., Kattner, G. (2005). The effect of selective microbial degradation on the composition of mangrove derived pentacyclic triterpenols in surface sediments, *Organic Geochemistry*, 36, 273-285.
DOI: 10.1016/j.orggeochem.2004.07.019
- Kock, I., Maskey, R. P., Biabani, M. A., Helmke, E., Laatsch, H. (2005). 1-Hydroxy-1-norresistomycin and resistoflavin methylether: new antibiotics from marine-derived streptomycetes, *Journal of antibiotics*, 58(8), 530-534.
- Koebnick, C., Wagner, K., Thielecke, F., Dieter, G., Hoehne, A., Franke, A., García, A., Meyer, H., Hoffmann, I., Leitzmann, P., Trippo, U., Zunft, H. J. F. (2005). Validation of energy intake from a simple semi-quantitative food record with the doubly labelled water technique, *European journal of clinical nutrition*, 1-7.
DOI: doi:10.1038/sj.ejcn.1602200

- Koentopp, M., Eisen, O., Kottmeier, C., Padman, L., Lemke, P. (2005). Influence of Tides on Sea Ice in the Weddell Sea - Investigations with a High-Resolution Dynamic-Thermodynamic Sea-Ice-Model, *Journal of Geophysical Research*, 110, C02014. DOI: 10.1029/2004JC002405
- Krause, R., Schönharting, G., Thiede, J. (2005). Einführung: Zu Inhalt, Bedeutung und Entstehung des Buches „Die Entstehung der Kontinente und Ozeane“ von Alfred Wegener (1880-1930), Nachdruck der 1. u. 4. Auflage von „Die Entstehung der Kontinente und Ozeane“ von Alfred Wegener, Berlin, Stuttgart: Borntraeger, 1-6.
- Krause, R. (2005). Immanuel Kant (1724-1804) und Ozeanographie, *Deutsches Schiffsarchiv*, 27, 153-181.
- Krell, A., Schnack-Schiel, S. B., Thomas, D. N., Kattner, G., Wang, Z., Dieckmann, G. S. (2005). Phytoplankton dynamics in relation to hydrography, nutrients and zooplankton at the onset of sea ice formation in the eastern Weddell Sea (Antarctica), *Polar Biology*, 28, 700-713 . DOI: 10.1007/s00300-005-0732-7
- Kriews, M., Dick, D., Reinhardt, H. (2005). Physikalische Chemie in der Polarforschung - Hochaufgelöste Detektion von Spurenelementen in Eisbohrkernen mit einem neuen Laserablations-ICP-MS-Verfahren-, *Bunsen-Magazin / Deutsche Bunsen-Gesellschaft für Physikalische Chemie*, 6, 167-171.
- Kräbs, G., Wiencke, C. (2005). Photosynthesis, photosynthetic pigments and mycosporine-like amino acids after exposure of the marine red alga *Chondrus crispus* (Gigartinales, Rhodophyta) to different light qualities, *Phycologia*, 44(1), 95-102.
- Kumke, T., Schoonderwaldt, A., Kienel, U. (2005). Spatial variability of sedimentological properties in a large Siberian lake - Methods and implications, *Aquatic sciences*, 67, 86-96.
- Kumke, T. (2005). Book Review - Deposit and Geoenvironmental Models for Resource Exploitation and Environmental Security by Andrea G. Fabbri, Gabor Gaál, Richard B. McCammon (Editors), *Mathematical geology*, 37, 321-322.
- Köhler, P., Fischer, H., Munhoven, G., Zeebe, R. E. (2005). Quantitative interpretation of atmospheric carbon records over the last glacial termination, *Global Biogeochemical Cycles*, 19, GB4020,. DOI: 10.1029/2004GB002345
- Köhler, P., Joos, F., Gerber, S., Knutti, R. (2005). Simulated changes in vegetation distribution, land carbon storage, and atmospheric CO₂ in response to a collapse of the North Atlantic thermohaline circulation, *Climate Dynamics*, 25(7-8), 689-708. DOI: 10.1007/s00382-005-0058-8
- Lannig, G., Storch, D., Pörtner, H. O. (2005). Aerobic mitochondrial capacities in Antarctic and temperate eelpout (Zoarcidae) subjected to warm versus cold acclimation, *Polar Biology*, 28, 575-584. DOI: 10.1007/s00300-005-0730-9 DOI: 10.1111/j.1365-2486.01004.x
- Legeais, J.-F., Speich, S., Arhan, M., Anson, I., Fährbach, E., Garzoli, S., Klepikov, A. (2005). The baroclinic transport of the Antarctic Circumpolar Current south of Africa, *Geophysical Research Letters*, 32, L24602. DOI: 10.1029/2005GL023271
- Lehmann, R., Gathen, P. von der, Rex, M., Streibel, M. (2005). Statistical analysis of the precision of the Match method, *Atmospheric Chemistry and Physics*, 5, 2713-2727. SREF: 1680-7324/acp/2005-5-2713
- Licari, L., Mackensen, A. (2005). Benthic foraminifera off West Africa (1°N to 32°S): Do live assemblages from the topmost sediment reliably record environmental variability? *Marine micropaleontology*, 55(3-4), 205-233. DOI: 10.1016/j.marmicro.2005.03.001

- Livermore, R. A., Nankivell, A., Eagles, G., Morris, P. (2005). Paleogene opening of Drake Passage, Earth and planetary science letters, 236(1/2), 459-470. DOI: 10.1016/j.epsl.2005.03.027
- Lohmann, G., Lorenz, S., Prange, M. (2005). Northern high-latitude climate changes during the Holocene as simulated by circulation models, in: The Nordic Seas: An Integrated Perspective, H. Drange, T. Dokken, T. Furevik, R. Gerdes, and W. Berger (eds.), Geophysical Monograph 158, American Geophysical Union, Washington, DC, pp. 273-288. DOI: 10.1029/158GM18
- Lopez, S., Lüpkes, C., Schlünzen, K. H. (2005). The effect of different k-epsilon closures on the results of a micro-scale model for the flow in the obstacle layer, Meteorologische Zeitschrift, 14(6), 839-848. DOI: 10.1127/0941-2948/2005/0084
- Lorenz, S. J., Kim, J.-H., Rimbu, N., Schneider, R. R., Lohmann, G. (2005). Orbitally driven insolation forcing on Holocene climate trends: evidence from alkenone data and climate modeling, Paleoceanography, VOL. 21, PA1002, Doi:10.1029/2005PA001152
- Losch, M., Sidorenko, D., Beszczynska-Möller, A. (2005). FEMSECT: an Inverse Section Model Based on the Finite Element Method, Journal of geophysical research-oceans, 110(C12), C12023. DOI: 10.1029/2005JC002910
- Lotze, H. K. (2005). Radical changes in the Wadden Sea fauna and flora over the last 2000 years, Helgoland marine research, 59, 71-83.
- Lotze, H. K., Reise, K., Worm, B., Beusekom, J. E. E., Busch, M., Ehlers, A., Heinrich, D., Hoffmann, R. C., Holm, P., Jensen, C., Knottnerus, O. S., Langhanki, N., Prummel, W., Vollmer, M., Wolff, W. J. (2005). Human transformations of the Wadden Sea ecosystem through time: a synthesis, Helgoland marine research, 59, 84-95. DOI: 10.1007/s10152-004-0209-z
- Lovrich, G. A., Romero, M. C., Tapella, F., Thatje, S. (2005). Distribution, reproductive and energetic conditions of decapod crustaceans along the Scotia Arc (Southern Ocean), Scientia Marina, 69 (2), 183-193.
- Luckas, B., Dahlmann, J., Erler, K., Gerds, G., Wasmund, N., Hummert, C., Hansen, P. D. (2005). Overview of Key Phytoplankton Toxins and Their Recent Occurrence in the North and Baltic Seas, Environmental Toxicology, 20, 1-17.
- Läuter, M., Handorf, D., Dethloff, K. (2005). Unsteady analytical solutions of the spherical shallow water equations, Journal of computational physics, 210, 535-553. DOI: 10.1016/j.jcp.2005.04.022
- Lüdke, C., Skole, J., Taubner, K., Kriews, M. (2005). Trace metal analysis in arctic aerosols by an inductively coupled plasma-time of flight-mass spectrometer combined with an inductively heated vaporizer, Spectrochimica acta Part B-atomic spectroscopy, 60(11), 1412-1422. DOI: 10.1016/j.sab.2005.08.014
- Lüning, K. (2005). Endogenous rhythms and daylength effects in macroalgal development, in: Algal Culturing Techniques, Ed. R. A. Andersen, Elsevier, London: Academic Press, 347-364.
- Lüpkes, C., Birnbaum, G. (2005). Surface drag in the Arctic marginal sea-ice zone: a comparison of different parameterisation concepts, Boundary-layer meteorology, 117(2), 179-211. DOI: 10.1007/s10546-005-1445-8
- Malanga, G., Estevez, M. S., Calvo, J., Abele, D., Puntarulo, S. (2005). Oxidative stress in gills of limpets from the Beagle Channel: comparison with limpets from the Antarctic, Scientia marina, 69 (2), 297-304.
- Mark, F. C., Hirse, T., Pörtner, H. O. (2005). Thermal sensitivity of cellular energy budgets in Antarctic fish hepatocytes, Polar biology, 28, 805-814. DOI: 10.1007/s00300-005-0018-0

- Masson-Delmotte, V., Landais, A., Stievenard, M., Cattani, O., Falourd, S., Jouzel, J., Johnsen, S. J., Dahl-Jensen, D., Sveinbjornsdottir, A., White, J. W. C., Popp, T., Fischer, H. (2005). Holocene climatic changes in Greenland: different deuterium excess signals at Greenland Ice Core Project (GRIP) and North GRIP, *Journal of geophysical research-atmospheres*, 110, D14102.
DOI: 10.1029/2004JD005575
- Matthiessen, J., Vernal, A. de, Head, M., Okolodkov, Y., Zonneveld, K., Harland, R. (2005). Modern organic-walled dinoflagellate cysts in Arctic marine environments and their (paleo-) environmental significance, *Paläontologische Zeitschrift*, 79(1), 3-51.
- Matul, A., Abelmann, A. (2005). Pleistocene and Holocene distribution of the radiolarian *Amphimelissa setosa* Cleve in the north Pacific and North Atlantic: Evidence for water mass movement, *Deep-sea research ii*, 52, 2351-2364.
DOI: 10.1016/j.dsr2.2005.07.008
- Maturilli, M., Neuber, R., Massoli, P., Cairo, F., Adriani, A., Moriconi, M. L., Donfrancesco, G. Di (2005). Differences in Arctic and Antarctic PSC Occurrence as observed by lidar in Ny-Ålesund [79° N, 12° E] and McMurdo [78° S, 167° E], *Atmospheric Chemistry and Physics*, 5, 2081-2090.
SREF: 1680-7324/acp/2005-5-2081
- Mee, L. D., Friedrich, J., Gomoiu, M. T. (2005). Restoring the Black Sea in times of uncertainty, *Oceanography*, 18(2), 32-43.
- Mehrtens, F., Stolpmann, M., Buchholz, F., Hagen, W., Saborowski, R. (2005). Locomotory activity and exploration behaviour of juvenile European lobsters (*Homarus gammarus*) in the laboratory, *Marine and freshwater behaviour and physiology*, 38, 105-116.
DOI: 10.1080/10236240500104101
- Meissner, K. J., Galbraith, E., Völker, C. (2005). Denitrification under glacial and interglacial conditions: A physical approach, *Paleoceanography*, 20, PA3001.
DOI: 10.1029/2004PA001083
- Metfies, K., Huljic, S., Lange, M., Medlin, L. (2005). Electrochemical detection of the toxic dinoflagellate *Alexandrium ostenfeldii* with a DNA-biosensor, *Biosensors & bioelectronics*, 20, 1349-1357.
DOI: 10.1016/j.bios.2004.05.011
- Metfies, K., Medlin, L. K. (2005). Ribosomal RNA Probes and Microarrays: Their Potential Use in Assessing Microbial Biodiversity, *Methods in Enzymology*, ed. by E.A. Zimmer & E. Roalson, Elsevier, 395, 258-278.
- Meyer, B., Oettl, B. (2005). Effects of short-term starvation on composition metabolism of larval Antarctic krill, *Euphausia superba*, *Marine ecology-progress series*, 292, 263-270.
- Michaelidis, B., Ouzounis, C., Palaras, A., Pörtner, H. O. (2005). Effects of long-term moderate hypercapnia on acid-base balance and growth rate in marine mussels (*Mytilus galloprovincialis*), *Marine ecology-progress series*, 293, 109-118.
- Michels, J., Schnack-Schiel, S. B. (2005). Feeding in dominant Antarctic copepods – does the morphology of the mandibular gnathobases relate to diet? *Marine Biology*, 146, 483-495.
- Mock, T., Thomas, D. N. (2005). Recent advances in sea ice microbiology, *Environmental Microbiology*, 7(5), 605-619.
- Mock, T., Hoch, N. (2005). Long-term temperature acclimation of photosynthesis in steady-state cultures of the polar diatom *Fragilariopsis cylindrus*, *Photosynthesis Research* 85, 307-317.
- Müller, C., Schlindwein, V., Eckstaller, A., Miller, H. (2005). Singing Icebergs, *Science*, 310, 1299.
- Nazarova, L., Kumke, T., Pestryakova, L., Hubberten, H.-W. (2005). Chironomid fauna of Central Yakutian lakes (Northern Russia) in palaeoenvironmental investigation, *Chironomus*, 18, 25-27.
- Nedashkovskaya, O. I., Vancanneyt, M., Dawyndt, P., Engelbeen, K., Vandemeulebroecke, K., Cleenwerck,

- I., Hoste, B., Mergaert, J., Tan, T. -L., Frolova, G. M., Mikhailov, V. V., Swings, J. (2005). Reclassification of (Cytophaga) marinoflava Reichenbach 1989 as *Leeuwenhoekiella marinoflava* gen. nov., comb. nov. and description of *Leeuwenhoekiella aequorea* sp. nov., International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 55, 1033-1038. DOI: <http://dx.doi.org/10.1099/ijs.0.63410-0>
- Nerger, L., Hiller, W., Schröter, J. (2005). A Comparison of Error Subspace Kalman Filters, Tellus series a-dynamic meteorology and oceanography, 57A(5), 715-735. DOI: 10.1111/j.1600-0870.2005.00141.x
- Niehoff, B., Hirche, H. J. (2005). Reproduction of *Calanus glacialis* in the Lurefjord (western Norway) – indication for temperature induced female dormancy, Marine ecology-progress series, 285, 107-115.
- Niemann, H., Elvert, M., Hovland, M., Orcutt, B., Judd, A., Suck, I., Gutt, J., Joye, S., Damm, E., Finster, K., Boetius, A. (2005). Methane emission and consumption at a North Sea gas seep (Tommeliten area), Biogeosciences, 2, 335-351. DOI: 1726-4189/bg/2005-2-335
- Nikiforov, S. L., Pavlidis, Yu. A., Rachold, V., Grigoryev, M. N., Rivkin, F. M., Ivanova, N. V., Koreisha, M. M. (2005). Morphogenetic classification of the Arctic coastal zone, Geo-marine letters, 25, 89-97.
- Notholt, J., Luo, B., Fueglistaler, S., Weisenstein, D., Rex, M., Lawrence, M.G., Bingemer, H., Wohltmann, I., Corti, T., Warneke, T., Kuhlmann, R. von, Peter, Th. (2005). Influence of tropospheric SO₂ emissions on particle formation and the stratospheric humidity, Geophysical research letters, 32, L07810. DOI: 10.1029/2004GL022159
- Nunez-Riboni, I., Boebel, O., Ollitrault, M., You, Y., Richardson, P., Davis, R. (2005). Lagrangian Circulation of Antarctic Intermediate Water in the subtropical South Atlantic, Deep-sea research part ii-topical studies in oceanography, 52, 545-564.
- Nyssen, F., Brey, T., Dauby, P., Graeve, M. (2005). Trophic position of Antarctic amphipods enhanced analysis by a 2-dimensional biomarker assay, Marine ecology-progress series, 300, 135-145.
- Obermüller, B., Karsten, U., Abele, D. (2005). Response of oxidative stress parameters and suncreening compounds during experimental exposure to maximal natural UVB-radiation in Arctic amphipods, Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 323, 100-117. DOI: 10.1016/j.jemb.2005.03.005
- Offermann, D., Jarisch, M., Donner, M., Oberheide, J., Wohltmann, I., Garcia, R., Marsh, R., Naujokat, B., Winkler, P. (2005). Middle atmosphere summer duration as an indicator of long-term circulation changes, Advances in space research, 35, 1416-1422. DOI: 10.1016/j.asr.2005.02.065
- Olbers, D. (2005). On the role of eddy mixing on the transport of zonal ocean currents, In: Marine Turbulence: Theories, Observations and Models, Eds. H. Baumert, J. Simpson, J. Sündermann, Springer Verlag, Berlin, pp. 511 - 529.
- Olbers, D., Visbeck, M. (2005). A model of the zonally averaged stratification and overturning in the Southern Ocean, Journal of physical oceanography, 35, 1190-1205.
- Orr, J. C., Fabry, V. J., Aumont, O., Bopp, L., Doney, S. C., Feely, R. A., Gnanadesikan, A., Gruber, N., Ishida, A., Joos, F., Key, R. M., Lindsay, K., Maier-Reimer, E., Matear, R., Monfray, P., Mouchet, A., Najjar, R. G., Plattner, G.-K., Rodgers, K. B., Sabine, C. L., Sarmiento, J. L., Schlitzer, R., Slater, R. D., Totterdell, I. J., Weirig, M.-F., Yamanaka, Y., Yool, A. (2005). Anthropogenic ocean acidification over the twenty-first century and its impact on calcifying organisms, Nature, 437, 681-686. DOI: 10.1038/nature04095

- Orr, J. C., Pantoja, S., Pörtner, H. O. (2005). The Ocean in a High-CO₂ World: An introduction, *Journal of geophysical research-oceans*, 110, C09S01.
DOI: 10.1029/2005JC003086
- Ostroumov, V., Rachold, V., Vasiliev, A., Sorokovikov, V. (2005). An application of a Markov-chain model of shore erosion for describing the dynamics of sediment flux, *Geo-marine letters*, 25, 196-203.
- Paffenhöfer, G. A., Ianora, A., Miralto, A., Turner, J. T., Kleppel, G. S., Ribera d'Alcalà, M., Casotti, R., Caldwell, G. S., Pohnert, G., Fontana, A., Müller-Navarra, D., Jónasdóttir, S., Armbrust, V., Båmstedt, U., Ban, S., Bentley, M. G., Boersma, M., Bundy, M., Buttino, I., Calbet, A., Carlotti, F., Carotenuto, Y., d'Ippolito, G., Frost, B., Guisande, C., Lampert, W., Lee, R. F., Mazza, S., Mazzocchi, M. G., Nejstgaard, J. C., Poulet, S. A., Romano, G., Smetacek, V., Uye, S., Wakeham, S., Watson, S., Wichard, T. (2005). Colloquium on diatom-copepod interactions, *Marine ecology-progress series*, 286, 293-305.
- Pakhomov, E. A., Dubischar, C., Strass, V., Brichta, M., Bathmann, U. (2005). The tunicate *Salpa thompsoni* ecology in the Southern Ocean. – I. Distribution, biomass, demography and feeding ecophysiology, *Marine biology*.
DOI: 10.1007/s00227-005-0225-9
- Palm, M., Savigny, C. v., Warneke, T., Velazco, V., Notholt, J., Künzi, K., Burrows, J., Schrems, O. (2005). Intercomparison of O₃ profiles observed by SCIAMACHY and ground based microwave instruments, *Atmospheric chemistry and physics*, 5, 2091-2098.
DOI: 1680-7324/acp/2005-5-2091
- Pang, S., Lüning, K. (2005). Tank cultivation of the red alga *Palmaria palmata*: Year-round induction of tetrasporangia, tetraspore release in darkness and mass cultivation of vegetative thalli, *Aquaculture*, 252, 20-30
DOI: 10.1016/j.aquaculture.2005.11.046
- Pfaffling, A., Reid, J. E. (2005). The quantitative capabilities of HEM inversion for the sea ice case, *Extended abstracts, 11th European Meeting of Environmental and Engineering Geophysics (EAGE's Near Surface 2005)*, A022, Palermo, Italy.
- Philipp, E., Brey, T., Pörtner, H.-O., Abele, D. (2005). Chronological and physiological ageing in a polar and a temperate mud clam, *Mechanisms of ageing and development*, 126, 598-609.
DOI: 10.1016/j.mad.2004.12.003
- Philipp, E., Pörtner, H.-O., Abele, D. (2005). Mitochondrial ageing of a polar and a temperate mud clam, *Mechanisms of ageing and development*, 126, 610-619.
DOI: 10.1016/j.mad.2005.02.002
- Polte, P., Schanz, A., Asmus, H. (2005). The contribution of seagrass (*Zostera noltii*) cover to the function of tidal flats as a juvenile habitat for dominant, mobile epibenthos in the Wadden Sea, *Marine Biology*, 147: 813-822.
DOI: 10.1007/s00227-005-1583-z
- Polte, P., Schanz, A., Asmus, H. (2005). Effects of current exposure on habitat preference of mobile O-group epibenthos for intertidal seagrass beds in the northern Wadden Sea, *Estuarine coastal and shelf science*, 62, 627-635.
DOI: 10.1016/j.ecss.2004.09.031
- Polyakov, I. V., Beszczynska, A., Carmack, E. C., Dmitrenko, I. A., Fahrbach, E., Frohlov, I. E., Gerdes, R., Hansen, E., Holfort, J., Ivanov, V. V., Johnson, M. A., Karcher, M., Kauker, F., Morison, J., Orvik, K. A., Schauer, U., Simmons, H. L., Skagseth, O., Sokolov, V. T., Steele, M., Timokhov, L. A., Walsh, D., Walsh, J. E. (2005). One more step toward a warmer Arctic, *Geophysical research letters*, Vol. 32, L17605.
DOI: 10.1029/2005GL023740
- Proshutinsky, A., Yang, J., Gerdes, R., Karcher, M., Kauker, F., Hakkinen, S., Hibler, W., Holland, D., Maqueda, M., Holloway, G., Hunke, E., Maslowski, W., Steele,

- M., Zhang, J. (2005). Arctic Ocean Study - Synthesis of Model Results and Observations, EOS, Transactions, American Geophysical Union.
- Pörtner, H., Langenbuch, M., Michaelidis, B. (2005). Synergistic effects of increased CO₂, temperature and hypoxia on marine animals, *Journal of geophysical research-oceans*, 110, C09S10, doi:10.1029/2004JC002561.
- Pörtner, H. O., Storch, D., Heilmayer, O. (2005). Constraints and trade-offs in climate dependent adaptation: energy budgets and growth in a latitudinal cline, *Scientia marina*, 69 (Suppl. 2), 271-285.
- Pörtner H.O., Lucassen M., Storch D. (2005) Metabolic biochemistry: its role in thermal tolerance and in the capacities of physiological and ecological function. In: *The Physiology of Polar Fishes* (Guest editors: J. F. Steffensen and A. P. Farrell), *Fish Physiology* 22, 79-154. Series editors W.S. Hoar, D.R. Randall and A.P. Farrell.
- Quéré, C. Le, Harrison, S. P., Prentice, I. C., Buitenhuis, E. T., Aumont, O., Bopp, L., Claustre, H., Cotrim da Cunha, L., Geider, R., Giraud, X., Klaas, C., Kohfeld, K. E., Legendre, L., Manizza, M., Platt, T., Rivkin, R. B., Sathyendranath, S., Uitz, J., Watson, A. J., Wolf-Gladrow, D. (2005). Ecosystem dynamics based on plankton functional types for global ocean biogeochemistry models, *Global Change Biology*, 11, 2016-2040.
- Rahmstorf, S., Crucifix, M., Ganopolski, A., Goosse, H., Kamenskovich, I., Knutti, R., Lohmann, G., Marsh, B., Mysak, L. A., Wang, Z., Weaver, A. (2005). Thermohaline circulation hysteresis: a model intercomparison, *Geophysical research letters*, 32, L23605. DOI: 10.1029/2005GL023655
- Reise, K., Dankers, N., Essink, K. (2005). Introduced Species, Wadden Sea quality status report 2004 / Common Wadden Sea Secretariat, Trilateral Monitoring and Assessment Group; Quality Status Report Group. Karel Essink (Wadden sea ecosystem; 19) (Wadden Sea quality status report ; 2004), 158-164.
- Reise, K., Essink, K., Laursen, K. (2005). Synthesis of Ecosystem Developments, In: Essink, K., Dettmann, C., Farke, H., Laursen, K., Lüerßen, G., Marencic, H. and Wiersinga, W. (Eds.), *Wadden Sea Quality Status Report 2004*. Wadden Sea Ecosystem No. 19. Trilateral Monitoring and Assessment Group, Common Wadden Sea Secretariat, Wilhelmshaven, Germany, 319-323.
- Reise, K., Jager, Z., Jong, D. J., Katwijk, M. van, Schanz, A. (2005). Seagrass, In: Essink, K., Dettmann, C., Farke, H., Laursen, K., Lüerßen, G., Marencic, H. and Wiersinga, W. (Eds.), *Wadden Sea Quality Status Report 2004*. Wadden Sea Ecosystem No. 19. Trilateral Monitoring and Assessment Group, Common Wadden Sea Secretariat, Wilhelmshaven, Germany, 201-207.
- Reise, K. (2005). Coast of change: Habitat loss and transformations in the Wadden Sea, *Helgoland marine research*, 59, 9-21. DOI: 10.1007/s10152-004-0202-6
- Renz, J., Hirche, H.-J. (2005). Life cycle of *Pseudocalanus acuspes* Giesbrecht (Copepoda, Calanoida) in the Central Baltic Sea: I. Seasonal and spatial distribution, *Marine Biology*, 248, 567-580. DOI: 10.1007/s00227-005-0103-5
- Riaux-Gobin, C., Treguer, P., Dieckmann, G., Maria, E., Vétion, G., Poulin, M. (2005). Land-fast ice off Adélie Land (Antarctica): short-term variations in nutrients and chlorophyll just before ice break-up, *Journal of marine systems*, 55, 235-248. DOI: doi:10.1016/j.jmarsys.2004.08.003
- Ridley, J., Huybrechts, P., Gregory, J., Lowe, J. (2005). Elimination of the Greenland ice sheet in a high-CO₂ climate, *Journal of Climate*, 18(17), 3409-3427.
- Rimbu, N., Dima, M., Lohmann, G., Musat, I. (2005). Seasonal prediction of Danube flow variability based on stable teleconnection with sea surface

- temperature, *Geophysical research letters*, 32, L21704.
DOI: 10.1029/1005GL024241
- Ritter, C., Notholt, J., Fischer, J., Rathke, C. (2005). Direct thermal radiative forcing of tropospheric aerosol in the Arctic measured by ground based infrared spectrometry, *Geophysical research letters*, 32 (23), 23816-23820.
DOI: 10.1029/2005GL024331
- Roleda, M. Y., Hanelt, D., Wiencke, C. (2005). Growth kinetics related to physiological parameters in young *Saccorhiza dermatodea* and *Alaria esculenta* sporophytes exposed to UV radiation, *Polar biology*, 28(7), 539-549.
DOI: 10.1007/s00300-004-0713-2
- Roleda, M. Y., Wiencke, C., Hanelt, D., Poll, W. H. van de, Gruber, A. (2005). Sensitivity of *Laminariales* zoospores from Helgoland (North Sea) to ultraviolet and photosynthetically active radiation: implications for depth distribution and seasonal reproduction, *Plant cell and environment*, 28(4), 466-479.
DOI: 10.1111/j.1365-3040.2005.01288.x
- Romanova, V., Lohmann, G., Grosfeld, K., Butzin, M. (2005). The relative role of oceanic heat transport and orography on glacial climate, *Quaternary science reviews*
DOI: 10.1016/j.quascirev.2005.07.007
- Romanovskii, N. N., Hubberten, H.-W., Gavrilov, A. V., Eliseeva, A. A., Tipenko, G. S. (2005). Offshore permafrost and gas hydrate stability zone on the shelf of East Siberian Seas, *Geo-marine letters*, 25, 167-182.
- Ronski, S., Budéus, G. (2005). Time series of winter convection in the Greenland Sea, *Journal of geophysical research-oceans*, 110, C04015.
DOI: 10.1029/2004JC002318
- Roth, K., Boike, J., Vogel, H.-J. (2005). Quantifying permafrost patterns using Minkowski Densities, *Permafrost and periglacial processes*, 16(3), 277-290.
DOI: 10.1002/ppp.531
- Saraswat, R., Nigam, R., Weldeab, S., Mackensen, A., Naidu, P. D. (2005). A first look at past sea surface temperatures in the Equatorial Indian Ocean from Mg/Ca in foraminifera, *Geophysical Research Letters*, 32, L24605.
DOI: 10.1029/2005GL024093
- Sarno, D., Kooistra, W., Medlin, L., Percopo, I., Zingone, A. (2005). Diversity in the genus *Skeletonema* (Bacillariophyceae). II. An assessment of the taxonomy of *S. costatum*-like species with the description of four new species, *Journal of phycology*, 41(1), 151-176.
DOI: 10.1111/j.1529-8817.2005.04067.x
- Sauter, E. J., Schlüter, M., Wegner, J., Labahn, E. (2005). A routine device for high resolution bottom water sampling, *Journal of sea research*, 54, 204-210.
DOI: 10.1016/j.seares.2005.04.005
- Schindwein, V., Mueller, C., Jokat, W. (2005). Seismoacoustic evidence for volcanic activity on the ultraslow-spreading Gakkel Ridge, Arctic Ocean, *Geophysical research letters*, 32, L18306.
DOI: 10.1029/2005GL023767
- Schmidt-Aursch, M. C., Jokat, W. (2005). The crustal structure of central East Greenland - I: From the Caledonian orogen to the Tertiary igneous province, *Geophysical journal international*, 160, 736-752.
DOI: doi:10.1111/j.1365-246X.2005.02514.x
- Schmidt-Aursch, M. C., Jokat, W. (2005). The crustal structure of central East Greenland - II: From the Precambrian shield to the recent mid-oceanic ridges, *Geophysical journal international*, 160, 753-760.
DOI: doi:10.1111/j.1365-246X.2005.02515.x
- Schneider, B., Karstensen, J., Oeschlies, A., Schlitzer, R. (2005). Model-based evaluation of methods to determine C:N and N:P regeneration ratios from dissolved nutrients, *Global biogeochemical cycles*, 19.
DOI: 10.1029/2004GB002256

- Schneider-Mor, A., Yam, R., Bianchi, C., Kunz-Pirrung, M., Gersonde, R., Shemesh, A. (2005). Diatom stable isotopes, sea ice presence and surface temperature records of the past 640 ka in the Atlantic sector of the Southern Ocean, *Geophysical research letters*, 32, L10704/1-4.
DOI: 10.1029/2005GL022543
- Schouten, S., Ossebaar, J., Schreiber, K., Kienhuis, M. V. M., Langer, G., Bijma, J. (2005). The effect of temperature and salinity on the stable hydrogen isotopic composition of long chain alkenones produced by *Emiliana huxleyi* and *Gephyrocapsa oceanica*, *Biogeosciences Discussions*, 2, 1681-1695.
SREF: 1810-6285/bgd/2005-2-1681
- Schuett, C., Doepke, H., Groepler, W., Wichels, A. (2005). Diversity of intratunical bacteria in the tunic matrix of the colonial ascidian *Diplosoma migrans*, *Helgoland marine research*, 59, 136-140.
DOI: 10.1007/s10152-004-0212-4
- Seeberg-Elverfeldt, I. A., Lange, C. B., Pätzold, J., Kuhn, G. (2005). Laminae type and possible mechanisms for the formation of laminated sediments in the Shaban Deep, northern Red Sea, *Ocean Science*, 1, 113-126.
DOI: 1812-0792/os/2005-1-113
- Seeberg-Elverfeldt, J., Schlüter, M., Feseker, T., Kölling, M. (2005). Rhizon sampling of pore waters near the sediment/water interface of aquatic systems, *Limnology and oceanography: Methods*, 3, 361-371.
- Sempf, M., Dethloff, K., Handorf, D., Kurgansky, M. V. (2005). Idealised modelling of the Northern Annular Mode: orographic and thermal impacts, *Atmospheric Science Letters*, 6, 140-144.
DOI: 10.1002/asl.106
- Sennikov, P., Ignatov, S. K., Schrems, O. (2005). Complexes and Clusters of Water Relevant to Atmospheric Chemistry: H₂O Complexes with Oxidants, *Chemphyschem*, 6, 392-412.
DOI: 10.102/cphc.200400405
- Seufer, V., Schröter, J., Wenzel, M., Keller, W. (2005). Impact of the CHAMP Mission on Estimating the Mean Sea Surface, In: Reigber, C., Luehr, H., Schwintzer, P. and Wickert, J. (Eds): *Earth Observation with CHAMP, Results from Three Years in Orbit*, Springer, Berlin, Heidelberg, New York, 205-210.
- Shevchenko, V. P., Dolotov, Y. S., Filatov, N. N., Alexeeva, T. N., Filippov, A. S., Nöthig, E.-M., Novigatsky, A. N., Pautova, L. A., Platonov, A. V., Polytova, N. V., Rat'kova, T. N., Stein, R. (2005). Biogeochemistry of the Kem' River estuary, White Sea (Russia), *Hydrology and Earth System Sciences*, 9, 57-66.
- Sidorenko, D., Danilov, S., Kivman, G., Schröter, J. (2005). On the use of a deep pressure gradient constraint for estimating the steady state ocean circulation from hydrographic data, *Geophysical research letters*.
DOI: 10.1029/2005GL024716
- Siegenthaler, U., Stocker, T. F., Monnin, E., Lüthi, D., Schwander, J., Stauffer, B., Raynaud, D., Barnola, J.-M., Fischer, H., Masson-Delmotte, V., Jouzel, J. (2005). Stable Carbon Cycle–Climate Relationship During the Late Pleistocene, *Science*, 310(5752), 1313-1317.
DOI: 10.1126/science.1120130
- Siegenthaler, U., Monnin, E., Kawamura, K., Spahni, R., Schwander, J., Stauffer, B., Stocker, T. F., Barnola, J.-M., Fischer, H. (2005). Supporting evidence from the EPICA Dronning Maud Land ice core for atmospheric CO₂ changes during the past millenium, *Tellus*, 51-57.
- Simstich, J., Harms, I., Karcher, M. J., Erlenkeuser, H., Stanovoy, V., Kodina, L., Bauch, D., Spielhagen, R. F. (2005). Recent freshening in the Kara Sea (Siberia) recorded by stable isotopes in Arctic bivalve shells, *Journal of geophysical research-oceans*, Vol. 110, C08006.
DOI: doi:10.1029/2004JC002722

- Skoog, A., Wedborg, M., Lara, R., Kattner, G. (2005). Spring distribution of dissolved organic matter in a system encompassing the Northeast Water Polynya: Implications for early-season sources and sinks, *Marine chemistry*, 94, 175-188.
DOI: 10.1016/j.marchem.2005.01.002
- Smetacek, V., Nicol, S. (2005). Polar ocean ecosystems in a changing world, *Nature*, 437, 362-368.
DOI: 10.1038/nature04161
- Soltwedel, T., Bauerfeind, E., Bergmann, M., Budaeva, N., Hoste, E., Jaeckisch, N., Juterzenka, K. v., Matthiessen, J., Mokievsky, V., Nöthig, E.-M., Quéric, N., Sablotny, B., Sauter, E., Schewe, I., Urban-Malinga, B., Wegner, J., Wlodarska-Kowalczyk, M., Klages, M. (2005). HAUSGARTEN: multidisciplinary investigations at a deep-sea, long-term observatory in the Arctic Ocean, *Oceanography*, 18(3), 46-61.
- Soltwedel, T., Hasemann, C., Quéric, N., Juterzenka, K. v. (2005). Gradients in activity and biomass of the small benthic biota along a channel system in the deep Western Greenland Sea, *Deep-sea research part i-oceanographic research papers*, 52(5), 815-835.
DOI: 10.1016/.dsr.2004.11.011
- Soltwedel, T., Portnova, D., Kolar, I., Mokievsky, V., Schewe, I. (2005). The small-sized benthic biota of the Hakon Mosby Mud Volcano (SW Barents Sea slope), *Journal of marine systems*, 55, 271-290.
DOI: 10.1016/j.jmarsys.2004.09.001
- Spang, R., Remedios, J. J., Kramer, L., Poole, L. R., Fromm, M. D., Müller, M., Baumgarten, G., Konopka, P. (2005). Polar Stratospheric Clouds Observation by MIPAS on ENVISAT: Detection Method, Validation and Analysis of the Northern Hemisphere Winter 2002/03, *Atmospheric chemistry and physics*, 5, 679-692.
DOI: 1680-7324/acp/2005-5-679
- Storch, D., Lannig, G., Pörtner, H.-O. (2005). Temperature dependent protein synthesis capacities in Arctic and temperate (North Sea) fish (Zoarcidae), *Journal of experimental biology*, 208, 2409-2420.
- Sturve, J., Balk, L., Berglund, A., Broeg, K., Böhmert, B., Koehler, A., Massey, S., Parkkonen, J., Savva, D., Stephensen, E., Förlin, L. (2005). Effects of dredging in Göteborg harbour assessed by biomarkers in eelpout (*Zoarces viviparus*), *Environmental toxicology and chemistry*, 24(8), 1951-1961.
- Svensson, A., Nielsen, S. W., Kipfstuhl, S., Johnsen, S. J., Steffensen, J. P., Bigler, M., Ruth, U., Röthlisberger, R. (2005). Visual stratigraphy of the North Greenland Ice Core Project (NorthGRIP) ice core during the last glacial period, *Journal of Geophysical Research*, 110, D02108.
DOI: doi:10.1029/2004JD005134,
- Teschke, M., Saborowski, R. (2005). Cysteine proteinases substitute for serine proteinases in the midgut glands of *Crangon crangon* and *Crangon allmani* (Decapoda: Caridea), *Journal of experimental marine biology and ecology*, 316, 213-229.
DOI: doi:10.1016/j.jembe.2004.11.007
- Thatje, S. (2005). The future fate of the Antarctic marine biota? *Trends in ecology & evolution*, 20(8), 418-419.
- Thatje, S., Bacardit, R., Arntz, W.E. (2005). Larvae of the deep-sea Nematocarinidae (Crustacea: Decapoda: Caridea) from the Southern Ocean, *Polar Biology*, 28, 290-302.
- Thatje, S., Anger, K., Arntz, W. E. (2005). Leben am Limit - Die Evolutionsgeschichte antarktischer Zehnfüßkrebse, *Biologie in unserer Zeit*, 35(2), 100-107.
- Thatje, S., Anger, K., Calcagno, J. A., Lovrich, G. A., Pörtner, H. O., Arntz, W. E. (2005). Challenging the cold: crabs reconquer the Antarctic, *Ecology*, 86(3), 619-625.
- Thatje, S., Lörz, A. -N. (2005). First record of lithodid crabs from Antarctic waters off the Balleny Islands, *Polar Biology*, 28, 334-337.
- Thiel, M., Gutow, L. (2005). The ecology of rafting in

- the marine environment. II. The rafting organisms and community, *Oceanography and marine biology*, 43, 279-418.
- Thieltges, D. W. (2005). Impact of an invader: Epizootic American slipper limpet *Crepidula fornicata* reduces survival and growth in European mussels, *Marine ecology-progress series*, 286, 13-19.
- Thieltges, D. W. (2005). Benefit from an invader: American slipper limpet *Crepidula fornicata* reduces starfish predation on European mussels, *Hydrobiologia*, 541(1), 241-244.
DOI: 10.1007/s10750-004-4671-z
- Thomas, H., Bozec, Y., Baar, H. J. W., Elkalay, K., Frangkignoulle, M., Schiettecatte, L.-S., Kattner, G., Borges, A. V. (2005). The carbon budget of the North Sea, *Biogeosciences*, 2, 87-96.
- Timmermann, R., Losch, M. (2005). Erratum: Using the Mellor-Yamada mixing scheme in seasonally ice-covered seas - Corrigendum to: Parameterization of vertical mixing in the Weddell Sea (*Ocean Modelling* (2004) vol. 6 (83-100) 10.1016/S1463-5003(02)00061-6), *Ocean Modelling*, 10(3-4), 369-372.
DOI: 10.1016/j.ocemod.2004.11.001
- Treffeisen, R., Rinke, A., Fortmann, M., Dethloff, K., Herber, A., Yamanouchi, T. (2005). A case study of the radiative effects of Arctic aerosols in March 2000, *Atmospheric environment*, 39(5), 899-911.
DOI: 10.1016/j.atmosenv.2004.09.066
- Tsounis, G., Rossi, S., Laudien, J., Bramanti, L., Fernández, N., Gili, J.-M., Arntz, W. (2005). Diet and seasonal prey capture rates in the Mediterranean red coral (*Corallum rubrum* L.), *Marine biology*, DOI: 10.1007/s00227-005-0220-1
- Töbe, K., Medlin, L.K. (2005). Cytometry for the automated detection of microalgae, *Phycologia*, 44(4), Suppl., 101.
- Uenzelmann-Neben, G., Gohl, K. (2005). The Agulhas Ridge, South Atlantic: the peculiar structure of a fracture zone, *Marine Geophysical Researches*, 25(3/4), 305-319.
DOI: 10.1007/s11001-005-1338-8
- Unger, D., Gaye-Haake, B., Neumann, K., Gebhardt, C., Ittekkot, V. (2005). Biogeochemistry of suspended and sedimentary material in the Ob and Yenisei rivers and Kara Sea: amino acids and amino sugars, *Continental shelf research*, 25, 437-460.
DOI: 10.1016/j.csr.2004.09.014
- Uotila, P., Holland, D. M., Morales Maqueda, M. A., Häkkinen, S., Holloway, G., Karcher, M., Kauker, F., Steele, M., Yakovlev, N., Zhang, J., Proshutinsky, A. (2005). An energy-diagnostics intercomparison of coupled ice-ocean Arctic models, *Ocean modelling*, DOI: 10.1016/j.ocemod.2004.11.003
- Valentin, K., John, U., Medlin, L. (2005). Nucleic Acid Isolation from environmental aqueous samples, In: *Methods in enzymology*, (Eds. E.A. Zimmer & E. Roalson), Elsevier, San Diego, CA., Vol. 395, 15-37.
- Velazco, V., Notholt, J., Warneke, T., Lawrence, M., Bremer, H., Drummond, J., Schulz, A., Krieg, J., Schrems, O. (2005). Latitude and altitude variability of carbon monoxide in the Atlantic detected from Ship-borne Fourier transform spectrometry, model, and satellite data, *Journal of geophysical research-atmospheres*, 110, D09306.
DOI: 10.1029/2004JD005351
- Velicogna, I., Wahr, J., Hanna, E., Huybrechts, P. (2005). Short term mass variability in Greenland, from GRACE, *Geophysical Research Letters*, 32, L05501.
DOI: 10.1029/2004GL021948
- Vernal, A. de, Eynaud, F., Henry, M., Hillaire-Marcel, C., Londeix, L., Mangin, S., Matthiessen, J., Marret, F., Radi, T., Rochon, A. (2005). Reconstruction of sea-surface conditions at middle to high latitudes of the Northern Hemisphere during the Last Glacial Maximum (LGM) based on dinoflagellate cyst assemblages, *Quaternary Science Reviews*, 24, 897-924.
DOI: 10.1016/j.quascirev.2004.06.014

- Vihma, T., Lüpkes, C., Hartmann, J., Sarvijarvi, H. (2005). Observations and modelling of cold-air advection over Arctic sea ice in winter, *Boundary-layer meteorology*, 117(2), 275-300.
DOI: 10.1007/s10546-004-6005-0
- Villegas, M. J., Stotz, W., Laudien, J. (2005). First record of an epibiosis between the sand crab *Emerita ananoga* (Stimpson, 1857) (Decapoda: Hippidae) and the mussel *Semimytilus algosus* (Gould, 1850) (Bivalvia, Mytilidae) in southern Peru, *Helgoland marine research*.
DOI: 10.1007/s10152-005-0012-5
- Vlas, J. de, Brinkman, B., Buschbaum, C., Dankers, N., Herlyn, M., Kristensen, P. S., Millat, G., Nehls, G., Ruth, M., Steenbergen, J., Wehrman, A. (2005). Intertidal blue mussel beds, Wadden Sea quality status report 2004 / Common Wadden Sea Secretariat, Trilateral Monitoring and Assessment Group; Quality Status Report Group. Karel Essink ... Wilhelmshaven : Common Wadden Sea Secretariat, Trilateral Monitoring and Assessment Group [u.a.] (Wadden sea ecosystem ; 19), 190-200.
- Vlas, J. de, Brinkman, B., Buschbaum, C., Dankers, N., Herlyn, M., Kristensen, P.S., Millat, G., Nehls, G., Ruth, M., Steenbergen, J., Wehrman, A. (2005). Subtidal blue mussel beds, Wadden Sea quality status report 2004 / Common Wadden Sea Secretariat, Trilateral Monitoring and Assessment Group; Quality Status Report Group. Karel Essink ... Wilhelmshaven : Common Wadden Sea Secretariat, Trilateral Monitoring and Assessment Group [u.a.] (Wadden sea ecosystem ; 19), 211-218.
- Wacker, U., Potty, K. V. J., Lüpkes, C., Hartmann, J., Raschendorfer, M. (2005). A case study on a polar cold air outbreak over Fram Strait using a mesoscale weather prediction model, *Boundary-layer meteorology*, 117(2), 301-336
DOI 10.1007/s10546-005-2189-1
- Wagner, D., Lipski, A., Embacher, A., Gattinger, A. (2005). Methane fluxes in permafrost habitats of the Lena Delta: effects of microbial community structure and organic matter quality, *Environmental microbiology*, 7(10), 1582-1592.
DOI: 10.1111/j.1462-2920.2005.00849.x
- Warneke, T., Yang, Z., Olsen, S., Körner, S., Notholt, J., Toon, G. C., Velazco, V., Schulz, A., Schrems, O. (2005). Seasonal and latitudinal variations of column averaged volume mixing ratios of atmospheric CO₂, *Geophysical research letters*, 32, L03808.
DOI: 10.1029/2004GL021597, 2005
- Warneke, T., Beek, R. de, Buchwitz, M., Notholt, J., Schulz, A., Velazco, V., Schrems, O. (2005). Ship-borne solar absorption measurements of CO₂, CH₄, N₂O and CO and comparison with SCIAMACHY WFM-DOAS retrievals, *Atmospheric chemistry and physics*, 5, 20029-2034.
DOI: 1680-7324/acp/2005-5-2029
- Weber, L., Voelker, C., Schartau, M., Wolf-Gladrow, D. A. (2005). Modeling the Speciation and Biogeochemistry of Iron at the Bermuda Atlantic Timeseries Study Site, *Global biogeochemical cycles*.
DOI: 10.1029/2004GB002340
- Wee K. M., Rogers, T. N., Altan, B. S., Hackney, S. A., Hamm, C. (2005). Engineering and Medical Applications of Diatoms, *Journal of Nanoscience and Nanotechnology*, 5(1), 88-91.
DOI: 10.1166/jnn.2005.
- Wegner, C., Hölemann, J. A., Dmitrenko, I., Kirillov, S., Kassens, H. (2005). Seasonal variations in Arctic sediment dynamics - evidence from 1-year records in the Laptev Sea (Siberian Arctic), *Global and planetary change*, 48(1/3), 126-140.
DOI: 10.1016/j.gloplacha.2004.12.009
- Weiler, K., Fischer, H., Fritzsche, D., Ruth, U., Wilhelm, F., Miller, H. (2005). Glaciochemical reconnaissance of a new ice core from Severnaya Zemlya, *Journal of Glaciology*, 51(172), 64-74.

- Wetterich, S., Schirrmeister, L., Pietrzyeniuk, E. (2005). Freshwater ostracodes in Quaternary permafrost deposits from the Siberian Arctic, *Journal of Paleolimnology*, 34, 363-376.
DOI: 10.1007/s10933-005-5801-y
- Wheeler, A. J., Kozachenko, M., Beyer, A., Foubert, A., Huvenne, V. A. I., Klages, M., Masson, D. G., Olu-Le Roy, K., Thiede, J. (2005). Sedimentary processes and carbonate mounds in the Belgica Mound province, Porcupine Seabight, NE Atlantic, In: Freiwald, A. & Roberts, J.M. (Eds.): *Cold-water Corals and Ecosystems*, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 571-603.
- Wheeler, A. J., Beck, T., Thiede, J., Klages, M., Grehan, A., Monteys, F. X. (2005). Deep-water coral mounds on the Porcupine bank, Irish Margin: preliminary results from the Polarstern ARK XIX/3a ROV cruise, In: Freiwald, A. & Roberts, J.M. (Eds.): *Cold-water Corals and Ecosystems*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 393-402.
- Wildeboer Schut, E., Uenzelmann-Neben, G. (2005). Cenozoic bottom current sedimentation in the Cape Basin, South Atlantic, *Geophysical Journal International*, 161, 325-333.
DOI: 10.1111/j.1365-246X.2005.02578.x
- Wilhelms, F. (2005). Explaining the dielectric properties of firn as a density-and-conductivity mixed permittivity (DECOMP), *Geophysical research letters*, 32, L16501.
DOI: 10.1029/2005GL022808
- Winkelmann, D., Knies, J. (2005). Recent distribution and accumulation of organic carbon on the continental margin west off Spitsbergen, *Geochemistry Geophysics Geosystems*, 6(9), 22pp.
DOI: 10.1029/2005GC000916
- Wirtz, K., Wiltshire, K. H. (2005). Long-term shifts in marine ecosystem functioning detected by inverse modeling of the Helgoland Roads time-series, *Journal of Marine Systems*, 56, 262-282.
- Wohltmann, I., Rex, M., Brunner, D., Maeder, J. (2005). Integrated equivalent latitude as a proxy for dynamical changes in ozone column, *Geophysical research letters*, 32, 9, L09811.
DOI: 10.1029/2005GL022497
- Wolff, E., Kull, C., Chappellaz, J., Fischer, H., Miller, H., Stocker, T. F., Watson, A. J., Flower, B., Joos, F., Köhler, P., Matsumoto, K., Monnin, E., Mudelsee, M., Paillard, D., Shackleton, N. (2005). Modeling past atmospheric CO₂: Results of a challenge, *EOS*, 86(38), 341, 345.
- Yamanouchi, T., Treffeisen, R., Herber, A., Shiobara, M., Yamagata, S., Hara, K., Sato, K., Yabuki, M., Tomikawa, Y., Rinke, A., Neuber, R., Schumacher, R., Kriews, M., Ström, J., Schrems, O., Gernandt, H. (2005). Arctic Study of Tropospheric Aerosol and Radiation (ASTAR) 2000: Arctic haze case study, *Tellus*, 57B, 141-152.
- Young, J. R., Geisen, M., Probert, I. (2005). A review of selected aspects of coccolithophore biology with implications for paleobiodiversity estimation, *Micropaleontology*, 51, 267-288.
- Yurganov, L. N., Duchatelet, P., Dzhola, A. V., Edwards, D. P., Hase, F., Kramer, I., Mahieu, E., Mellqvist, J., Notholt, J., Novelli, P. C., Rockmann, A., Scheel, H. E., Schneider, M., Schulz, A., Strandberg, A., Sussmann, R., Tanimoto, H., Velazco, V., Drummond, J. R., Gille, J. C. (2005). Increased Northern Hemispheric carbon monoxide burden in the troposphere in 2002 and 2003 detected from the ground and from space, *Atmospheric Chemistry and Physics*, 5, 563-573, 2005.
DOI: SRef-ID: 1680-7324/acp/2005-5-563
- Yushkov, V. A., Lukyanov, A. N., Khaykin, S. M., Korshunov, L. I., Neuber, R., Müller, M., Kyrö, E., Kivi, R., Vömel, H., Sasano, Y., Nakane, H. (2005). Vertical Distribution of Water Vapor in the Arctic Stratosphere in January-February 2004 from Data of the LAUTLOS Field Campaign, *Izvestiya atmospheric and oceanic physics*, 41(5), 563-571.

Zweck, C., Huybrechts, P. (2005). Modeling of the northern hemisphere ice sheets during the last glacial cycle and glaciological sensitivity, *Journal of Geophysical Research*, 110, D07103.
DOI: 10.1029/2004JD005489

2005, nicht begutachtet

- Arntz, W. E., Thatje, S. and participants, (2005). Biogeographic and phylogenetic relationships between sub- and high Antarctic fauna: sampling at Bouvet Island, *Berichte zur Polar- und Meeresforschung*, 503, 108-111.
- Bathmann, U., Harbou, L., Jansen, S., Krägefesky, S., Stadlander, T. (2005). Mesozooplankton, *Berichte zur Polar- und Meeresforschung*, 500, 121-125.
- Beusekom, J. E. E. van, Elbrächter, M., Gaul, H., Göbel, J., Hanslik, M., Petenati, T., Wiltshire, K. H. (2005). Phytoplankton, *Messprogramm Meeresumwelt: Zustandsbericht ... für Nordsee und Ostsee / Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, Sekretariat BLMP Nord- und Ostsee, 1999-2002*, 107-114.
- Beusekom, J. E. E. van, Elbraechter, M., Gaul, H., Göbel, J., Hanslik, M., Petenati, T., Wiltshire, K. H. (2005). Nährstoffe, *Messprogramm Meeresumwelt : Zustandsbericht ... für Nordsee und Ostsee / Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, Sekretariat BLMP Nord- und Ostsee, 1999-2002*, 25-32.
- Bock, C., Pörtner, H. -O. (2005). In vivo MR imaging and MR spectroscopy in Marine Biology, *Bruker SpinReport*, 156, 24-27 {<http://www.bruker-biospin.de/NMR/nmrsoftw/news/report/156/pdf/02.pdf>}.
- Brase, J., Diepenbroek, M., Grobe, H., Lautenschlager, M., Sens, I. (2005). Standards for the publication of scientific data by World Data Centres and the National Library of Science and Technology in Germany, *Joint Conference for Digital Libraries (JCDL2005)*, June 7-11, 2005, Denver, USA.
- Brauner, R., König-Langlo, G., Möller, H. -J. (2005). Operational Weather Forecast in Dronning Maud Land, *XI SCALOP Symposium: Towards the International Polar Year and Beyond ; 28 July 2004, Congress Centre, Bremen, Germany.*, 49-53 (Terra nostra: Schriften der Alfred-Wegener-Stiftung; 2004/5).
- Bulnheim, H.-P. (2005). Eingeschleppte Ostseetiere. *Naturwissenschaftliche Rundschau* 58, 282-283.
- Buschbaum, C. (2005). Seepocken ein Leckerbissen in Kalkfestungen, *Die Insel*, 2005, 71.
- Buschbaum, C. (2005). Abenteuer Meeresforschung, *Die Insel*, 2005, 164-166.
- Buschbaum, C. (2005). Faszination Meer, *Sylt Magazin*, 2005, 69-70.
- Cortese, G. (Ed.) (2005). Radiolaria : Newsletter of the International Association of Radiolarian Paleontologists, 23, 1-51.
- Dierking, W. (2005). Application of L-band SAR for Sea Ice Monitoring, *Proceedings of 4th International Symposium on Retrieval of Bio- and Geophysical Parameters from SAR Data for Land Applications*, 16-19 November 2004, Innsbruck, Austria (on CD-ROM).
- Dierking, W., Skriver, H. (2005). What is gained by using an L-band SAR for sea ice monitoring?, in: *Proceedings of the 2004 Envisat & ERS Symposium*, 6-10 September 2004, Salzburg, Austria, Publ. SP-572, European Space Agency (on CD-ROM).
- Dowdall, M., Gerland, S., Karcher, M., Gwynn, J. P., Rudjord, A. L., Kolstadt, K., Christensen, G. (2005). Geostatistical Methods Applied to Sampling Optimisation for the Temporal Monitoring of Technetium-99 in the Arctic Marine Environment., *Strålevern-Rapport 2005:19*. Østerås: Norwegian Radiation Protection Authority, 41 pp.
- Fischer, H., Fundel, F., Schmitt, J., Twarloh, B., Köhler, P. (2005). RESPIC - Paleoclimatic changes in the global carbon cycle, *Final Symposium [German Climate Research Programme, 2001-2006]*, Leipzig, 10-12 May 2005, p.36-38. Bonn: Federal Ministry of Education and Research.

- Geibert, W., Rutgers van der Loeff, M. M., Usbeck, R., Gersonde, R., Kuhn, G., Seeberg-Elverfeldt, J. (2005). Silica accumulation rates in surface sediments of the Southern Ocean corrected for sediment redistribution, presentation at EGU Wien, 25.-29. April 2005.
- Gerdes, A., Matthiessen, J. (2005). Als der Nordpol noch eisfrei war, *forschung*, 1/2005, 24-27.
- Gerland, S., Karcher, M., Dowdall, M., Divine, D., Iosjpe, M., Pavlov, V., Gwynn, J. P. (2005). Spectral and geostatistical analysis of measured and modelled Technetium-99 timeseries data in the Nordic marine environment, 2nd Intern. Conference on Radioactivity in the Environment & 6th Intern. Conference on Environmental Radioactivity in the Arctic and the Antarctic, Nice, France, 2-6 October 2005, Extended Abstract.
- Gernandt, H., El Naggar, S., Kunz-Pirung, M. (2005). Proceedings of the XI SCALOP Symposium „Towards the International Polar Year and Beyond“, 28 July 2004 - Bremen, Germany, Terra Nostra, 2004/5, 242 S.
- Gili, J. -M., Zaballa, M., Gutt, J. (2005). Vida incrustada, *Investigación y ciencia : Edición en español de Scientific American*, Septiembre, 2-3.
- Grobe, H., Diepenbroek, M., Schäfer, P., Schindler, U., Thiede, J., Wefer, G. (2005). Integrated Datasets of the DFG Research Project SFB 313, Environmental Change: The Northern North Atlantic (Veränderungen der Umwelt: Der nördliche Nordatlantik), WDC-MARE Reports, 1, 15pp.
- Haas, C., Dierking, W., Busche, T., Hoesemann, J. (2005). Envisat ASAR monitoring of polynya processes and sea ice production in the Laptev Sea, Proceedings, ESA Envisat Symposium, Salzburg, September 2004.
- Haas, C. (2005). Eisberge und Packeis - Gefährliches Treibgut auf den Meeren, *Entfesselte Elemente - Der Mensch und die Kräfte der Natur*, Buchreihe Spektrum, Wissen, Media Verlag GmbH, Gütersloh/ München, 148-153.
- Hellmer, H. H. (2005). On the problem of parameterizing ice shelf-ocean interaction in global climate models, *Forum for Research into Ice Shelf Processes (FRISP) Report No. 16*, 27-31.
- Hoppema, M., Fahrbach, E., Rohardt, G. (2005). Warm events near Maud Rise, Weddell Sea, *CLIVAR Exchanges*, 35(10(4)), 51-53 {http://www.clivar.org/publications/exchanges/ex35/pdf/Exchanges35_web.pdf}.
- Hubberten, H.-W. (2005). Nachruf Harald Puchelt, *European journal of mineralogy*, 17, Beih.1, XXXIX-XLIV.
- Iosjpe, M., Karcher, M., Harms, I., Steenhuisen, F., Gwynn, J., Sickel, M. (2005). Significance of transit and residence time parameters for improvement on radioecological assessment of marine environment, 2nd Intern. Conference on Radioactivity in the Environment & 6th Intern. Conference on Environmental radioactivity in the Arctic and the Antarctic, Nice, France, 2-6 October 2005, Extended Abstract.
- Jansen, D., Sandhäger, H., Rack, W. (2005). Evolution of tabular iceberg A-38B, observation and simulation, *Forum for Research into Ice Shelf Processes (FRISP), Report*, 16, 13-17.
- Jokat, W., Behr, Y., Birnstiel, H., Gebauer, A., Gößling, K., Günther, H., Martens, H., Lensch, N., Raabe, W., Schmidt-Aursch, M., Schroeder, M., Spengler, T. (2005). Marine Geophysics, Scientific cruise report of the Arctic Expedition ARK XX/3 of RV „Polarstern“ in 2004: Fram Strait, Yermak Plateau and East Greenland Continental Margin, Stein, R. (Ed), *Berichte zur Polarforschung*, 517, 27- 40.
- Kanamatsu, T., Stein, R., Alvarez Zarikian, C. A. (2005). North Atlantic climate 2 addendum, *IODP Sci. Prosp.*, 306 Add. DOI: 10.2204/IODP.SP.303306add.2005
- Klages, M., Fischer, T. (2005). Expedition in die Tiefsee, *Jahresheft 2005 der Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren*, 39-43.

- Knust, R., Brodte, E., Dimmler, W., Gerdes, D., Gutt, J., Mintenbeck, K., Potthoff, M., Rose, A., Schulz, H. (2005). Response of the benthic systems to disturbance - Benthic disturbance and recolonisation experiment, In: Arntz, W.E. & Brey, T. (Eds.): The Expedition ANTARKTIS XXI/2 (BENDEX) of RV „Polarstern“ in 2003/2004, Berichte zur Polar- und Meeresforschung, 503, 12-19.
- Krøber, A., Buchholz, F., Wiltshire, K. H. (2005). Dealing with the challenges of presenting taxonomic data online: An introduction to PLANKTON*NET@AWI, Proceedings ‚Ocean Biodiversity Informatics‘ - International Conference on Marine Data Management, Hamburg, Germany, 29 Nov.-01 Dec. 2004.
- Krause, R. (2005). Die erste deutsche Nordpolarexpedition im Jahre 1868, In: 81°4, 5N unter Segeln, Deutsches Schifffahrtsmuseum, Bremerhaven, 8-21.
- Ksenofontova, M., Kumke, T., Pestryakova, L., Hubberten, H.-W. (2005). Limnological characteristics of lakes in Central Yakutia, Deutsche Gesellschaft für Limnologie (ed): Tagungsbericht 2004, Weißensee Verlag, Berlin, 151-155.
- Kulka, D. W., Hendrickson, L., Bez, N., Schlitzer, R., Black, G. A. P., Simpson, M. R. (2005). Workshop on Mapping and Geostatistical Methods for Fisheries Stock Assessment, NAFO Sci. Coun. Studies, 39, 1-43.
- Kumke, T. (2005). 2nd European Conference on Permafrost - Programme and Abstracts, Terra nostra, 2005/02, 1-224.
- Kumke, T., Baier, J., Kienel, U., Hubberten, H. -W. (2005). Die Rekonstruktion von historischer Klima- und Umweltvariabilität aus limnischen Systemen – Methoden und Anwendungen, Deutsche Gesellschaft für Limnologie (ed): Tagungsbericht 2004. Weißensee Verlag, Berlin, 545-549.
- Kunz-Pirrung, M. (2005). 2nd International Alfred Wegener Symposium: Programme and Abstract Volume, Bremerhaven, Germany, 30 October - 02 November 2005., Terra Nostra, 2005/04, 115 S.
- König-Langlo, G., Weller, R. (2005). Long-Term Monitoring of Ozone Profiles at the GAW-Station Neumayer, Antarctica, GAW-Report (<http://www.dwd.de/en/Funde/Observator/MOHP/hp2/gaw/Workshop/Tutzing/Poster-OzoneNeumayer-Koenig-Langlo.pdf>).
- Lavaleye, M., Thatje, S., Duineveld, G., Arntz, W. E. (2005). Pelagic larvae and juveniles of benthic invertebrates in the near-bottom environment, Ber. Polarforsch. Meeresforsch, 503, 31-35.
- Leiterer, U., Yuskov, V., Neuber, R., Ruppert, P., Paukku-
nen, A., Kyrö, E., Feist, D., Vömel, H., Kats, A.,
Brossi, T., Dier, H., Naebert, T. (2005). LAUTLOS upper-air humidity comparison - the first results, Instruments and Observing Methods - Report No. 82, WMO / TD-No. 1265,1265,372-376. DOI: [http://www.wmo.ch/web/www/IMOP/publications/IOM-82-TECO_2005/Papers/3\(06\)_Germany_5_Leiterer.pdf](http://www.wmo.ch/web/www/IMOP/publications/IOM-82-TECO_2005/Papers/3(06)_Germany_5_Leiterer.pdf)
- Leiterer, U., Yuskov, V., Neuber, R., Ruppert, R., Paukku-
nen, A., Kyrö, E., Duber, B. (2005). Report on the 1st WG 1 Expert Meeting on the LAUTLOS Campaign at Lindenberg August 24-27, 2004, SPARC Newsletter No 25,18-19. DOI: <http://www.atmos.physics.utoronto.ca/SPARC/News25/Newsletter25.pdf>
- Lettmann, K., Olbers, D. (2005). Investigation of ACC transport through Drake Passage and its variability using the ocean model BARBI, CLIVAR Exchanges, 3.
- Lohmann, G., Grosfeld, K., Haak, H., Knorr, G., Könnicke, L., Romanova, V., Schubert, S., Zech, S. (2005). Climate transitions: Forcing and feedback mechanisms of glacial-interglacial and recent climate change, German Climate Research Programme, DEKLIM Final Symposium, Series Research for the Environment, 46-49.
- Lorenz, S. J., Kasang, D., Lohmann, G. (2005). Die Variation der globalen Wasserverteilung mit der Klimaentwicklung, In: Warnsignal Klima - Genug Was-

- ser für alle? Wissenschaftliche Auswertungen, Hamburg. Eds.: José L. Lozàn, Hartmut Graßl, Peter Hupfer, Lukas Menzel, Christian-D. Schönwiese, pp.153-158.
- Lüning, K. (2005). Gemüse aus dem Meer: Die größte Algenfarm Deutschlands züchtet auf der Insel Sylt, Westfälischer Anzeiger, Hammer Zeitung.
- Mark, F. C., Bock, C., Brodte, E., Hirse, T., Knust, R., Koschnick, N. (2005). Adaptive competence of Teleostei The Expedition ANTARKTIS XXI/2 (BENDEX) of RV „Polarstern“ in 2003/2004, Berichte zur Polar- und Meeresforschung: The Expedition ANTARKTIS XXI/2 (BENDEX) of RV „Polarstern“ in 2003/2004, 503, 21-24.
- Mintenbeck, K., Brodte, E., Knust, R. (2005). Weddell Sea food web and benthic-pelagic coupling - The Drescher Inlet pelagic fish community and vertical distribution patterns of *Pleuragramma antarcticum*, In: Arntz, W.E. & Brey, T. (Eds.), The Expedition ANTARKTIS XXI/2 (BENDEX) of RV „Polarstern“ in 2003/2004, Berichte zur Polar- und Meeresforschung, 503, 60-62.
- Mintenbeck, K., Brodte, E., Knust, R. (2005). Adaptation to isolation and glacial cycles - Zoogeography of demersal fish species, In: Arntz, W.E. & Brey, T. (Eds.), The Expedition ANTARKTIS XXI/2 (BENDEX) of RV „Polarstern“ in 2003/2004, Berichte zur Polar- und Meeresforschung, 503, 25-28.
- Nehls, G., Diederich, S., Thielges, D. W., Strasser, M. (2005). Perishing blue mussels and invading aliens – What are the reasons for ecological turnover in the Wadden Sea? Wadden Sea Newsletter, 2005-1, 17-20.
- Nerger, L., Hiller, W., Schröter, J. (2005). PDAF - The Parallel Data Assimilation Framework: Experiences with Kalman Filtering, Use of high performance computing in meteorology : proceedings of the Eleventh ECMWF Workshop on the Use of High Performance Computing in Meteorology, Reading, UK, 25 - 29 October 2004 / Eds.: Walter Zwiefelhofer; Geoge Mozdzyński, Singapore [u.a.] : World Scientific, 63-83.
- Neuber, R., Delbart, F. (2005). The Joint French - German Arctic Research Base on Spitsbergen, Terra Nostra, 2005/04, 78-79.
- Plötz, J., Bornemann, H., Liebsch, N., Watanabe, Y. (2005). Foraging ecology of Weddell seals, In: Arntz, W.E. & Brey, T. (Eds.), The expedition ANTARKTIS XXI/2 (BENDEX) of RV “Polarstern” in 2003/2004, Reports on Polar Research, Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research, 503, 63-67.
- Rachold, V., Are, F. E., Atkinson, D. E., Cherkashov, G., Solomon, S. M. (2005). Arctic Coastal Dynamics - An Introduction, Geo-marine letters, 25, 63-68.
- Rogenhagen, J., Sauter, E. J., Sachs, O. (2005). Acoustic seafloor investigations with PARASOUND, In: Smetacek, V., Bathmann, U., Helmke, E. (Eds.), The Expeditions ANTARKTIS XXI/3-4-5 of the Research Vessel Polarstern in 2004, Reports on Polar and Marine Research, 500, 227-229.
- Ruth, U. (2005). Mineral dust records from Greenland ice cores, PAGES newsletter (invited contribution), Vol 13, No 3, 17-18.
- Sandhäger, H., Rack, W., Jansen, D. (2005). Model investigations of Larsen B Ice Shelf dynamics prior to the breakup, Forum for Research into Ice Shelf Processes FRISP) Report No.16, 5-12.
- Sauter, E., Baumann, L., Gensheimer, M., Bathmann, U. (2005). Oxygen and nutrients in the GLOBEC area, In: Smetacek, V., Bathmann, U., Helmke, E. (Eds.), The Expeditions ANTARKTIS XXI/3-4-5 of the Research Vessel Polarstern in 2004, Reports on Polar and Marine Research, 500, 229-231.
- Sauter, E. J., Sachs, O., Wegner, J., Baumann, L., Gensheimer, M. (2005). Benthic fluxes around the Antarctic Front during the austral fall season, In: Smetacek, V., Bathmann, U., Helmke, E. (Eds.), The

Expeditions ANTARKTIS XXI/3-4-5 of the Research Vessel Polarstern in 2004, Reports on Polar and Marine Research, 500, 218-226.

Schanz, A., Reise, K. (2005). Seegras-Monitoring im Schleswig-Holsteinischen Wattenmeer., Forschungsbericht zur Bodenkartierung ausgewählter Seegraswiesen im Schleswig-Holsteinischen Wattenmeer 2003 im Auftrag des Landesamtes für Natur- und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein, Flintbek, 1-113, 25.

Schlindwein, V., Mueller, C., Jokat, W. (2005). Seismoacoustic evidence for volcanic activity at eastern Gakkel Ridge in 2001, geophysical research abstracts, 7, 01745, European Geosciences Union, 24-29 Apr., Vienna, Austria.
DOI: 1607-7962/gr/EGU05-A-01745

Schodlok, M. P., Hellmer, H. H., Schwarz, J. N., Busche, T. (2005). On iceberg behaviour: observations, model results, and satellite data, Forum for Research into Ice Shelf Processes (FRISP) Report, No. 16, 19-25.

Schrey, I., Buschbaum, C. (2005). Invasion von Gespensterkrebsen, Wattenmeer international, 2, 21.

Sieger, R., Grobe, H., Diepenbroek, M., Schindler, U., Schlitzer, R. (2005). International Collection of JGOFS (Joint Global Ocean Flux Study), Volume 2: Integrated Data Sets (1989-2003), WDC-MARE Reports, 3, 15pp.

Spindler, M. (ed), Arntz, W. (ed), Kleinschmidt, G. (ed), Oerter, H. (ed), Brandt, A. (ed), Faulhaber, S. (ed), Wohlenberg, J. (ed), Tessensohn, F. (ed), Huch, M. (ed) (2005). Deutsche Forschung in der Antarktis : wissenschaftlicher Fortschritt und Perspektiven ; Denkschrift / Deutsche Forschungsgemeinschaft., Wiley-VCH Verlag, Weinheim. 211 S.

Stein, R., Niessen, F., Schoster, F., Bahr, B., Gebhardt, C., Kukina, N., Lensch, N., Nam, S., Noffke, H., Penschorn, D., Pühr, A., Saraswat, R., Schäfer, Chr., Schneider, J., Thiele, J., Winkelmann, D., Yanina, Y.

(2005). Marine Geology, in: Stein (Ed.) 2005: Scientific Cruise Report of the Arctic Expedition ARK-XX/3 of RV „Polarstern“ in 2004: Fram Strait, Yermak Plateau and East Greenland Continental Margin, Reports on Polar and Marine Research 517, 44-94.

Stepanjants, S. D., Bjørklund, K. R., Kruglikova, S. B., Cortese, G. (2005). The bipolar distribution of marine organisms with emphasis on Radiolaria and Cnidaria, Zoological Sessions, Annual Reports 2004, Trudi Zool.Inst. (Proc. Zool. Inst.) St.Petersburg, 308, 107-120.

Strass, V. (2005). Studies of mesoscale physical-chemical-biological interactions in the Antarctic Circumpolar Current, CIESM, 2005. Strategies for understanding mesoscale processes. (CIESM Workshop Monographs ; 27), 91-96. {<http://www.ciesm.org/online/monographs/Villefranche05.html>}.

Thatje, S., Heilmayer, O., Laudien, J. (2005). Understanding El Niño, Parliament Magazine - European Politics and Policy, 211, 26.

Thatje, S., Lavaleye, M., Arntz, W. E. (2005). Reproductive strategies of Antarctic decapod crustaceans, Ber. Polarforsch. Meeresforsch, 503, 28-30.

Thiemann, S., Bartsch, I. (2005). Biotope mapping of the intertidal zone of Heligoland (North Sea) using hyperspectral remote sensing images, Proceedings of the 8th International Conference on Remote Sensing for Marine and Coastal Environments, Halifax, Nova Scotia, Canada, 17.-19. Mai 2005; auf CD-ROM, 1-9.

Thomas, D. N., Mock, T. (2005). Life in frozen veins, The Biochemist.

Wacker, U., Reinhardt, T. (2005). Einfluss der Eisteilcheneigenschaften auf die Wolkenentwicklung, Abschlussbericht des DFG-Projektes WA1334/1, 11 S.

Wacker, U., Lüpkes, C., Jayaraman, K. V. J. (2005). Mesoscale variability of atmospheric flows and cloud formation in polar cold air outbreaks, Abschlussbericht des DFG-Projektes WA1334/2, 14 S.

Wuttke, S., Seckmeyer, G., Schrems, O., König-Langlo, G. (2005). Radiation Measurements at the German Antarctic Neumayer Station, Proceedings of SPIE, 5886, 588608-1 - 588608-10.

Schutzrechtsanmeldungen (Patente) AWI 2004 und 2005 Intellectual Property Rights AWI filed in 2004 and 2005

Ahammer, H., König-Langlo, G., Janneck, J. (2004).

Verfahren zum Bau eines in Dauerschnee eingelassenen Nutzbauwerks und höhenverstellbare Flachdachkonstruktion zur Durchführung des Verfahrens mit Kletterschalung, Patent DE10 2004 003 594.6.

Ahammer, H., Sulzbach, F. (2004). Neigungseinstellbare Treppe zum variablen Ausgleich unterschiedlicher Niveaudifferenzen mit selbsttätiger Arretierung durch Selbsthaltung, Patent DE10 2004 010 651.7-25.

Baum, C., Haugland, T. (2004). Viscoelastic coating paste for protecting against macrofouling and method for producing a coating Patents AU 2004211443, CA 2516121, US 10/545.596, NO 2005 4054, EP 04710337.9, AO 8675, HG 075/04.

Bringmann, G., Hentschel, U., Ziebur, W., Kozitskaya, S., Lang, G., Schaumann, K., Steffens, S., Müller, W. (2004). Tajixanthone hydrate and tajixanthone hydrate derivatives, biological activities thereof, and use thereof, PCT/EP2004/007238.

Buck, B. H., Buchholz, C. M. (2004). Support device for the cultivation of macro organisms in marine waters, Patents PCT/DE2005/000234.

Buck, B. H., Buchholz, C. M. (2004). Trägervorrichtung zur Kultur von Makroorganismen in marinen Gewässern, Patent DE10 2004 010 652.5.

Buck, B. H., Wunsch, M. (2005). Inspektionseinrichtung für Unterwasserstrukturen mit einer Positioniervorrichtung, Patent DE10 2005 020 070. 2-52.

Dick, D., Dunker, E., Kriews, M., Littmann, M., Reinhardt, H. (2004). Vorrichtung zum mechanischen Abtragen der obersten Schicht einer Festkörperprobe, Gebrauchsmuster DE 20 2004 010 599.3.

- Dunker, E.** (2004). Method for heat drilling holes in ice and device for carrying out said method, Patent PCT/DE2004/001382.
- Dunker, E.** (2005). Bodenstechrohr mit oberseitigem, federbelastetem Dichtverschluss, Gebrauchsmuster DE20 2005 013 917.3.
- Geisen, M.** (2005). Lamp shade, Design Patent EP 0003 96759.
- Geisen, M.** (2005). Lampenschirm, Gebrauchsmuster DE20 2005 015 631.0.
- Grobe, H.** (2005). PANGAEA Marke DE 305 68 142.7-35.
- Grobe, H.** (2005). PANGAEA, Bild-Gemeinschaftsmarke DE 004751384.
- Grobe, H.** (2005). PANGAEA, Bildmarke DE 305 68 144.3-35.
- Grobe, H.** (2005). PANGAEA, Marke DE 305 68 143.5-35.
- Hamm, C.** (2004). Leichtbaufelge für ein Kraftfahrzeug mit einem tragenden Speichenaufbau, Gebrauchsmuster DE 20 2004 015 816.7.
- Hamm, C.** (2004). Method for determining constructional prototype data for a technical lightweight structure, applications of said method and prototype produced with said method, Patent PCT/EP2004/011483.
- Hamm, C.** (2004). Radfelge für ein Fahrzeug in Anlehnung an die Diatomee Arachnoidiscus, Gemeinschafts-Geschmacksmuster EP 000241179-0001.
- Hamm, C.** (2005). Five wheel rims, Design Patent EP 000445556.
- Hamm, C.** (2005). Fünf Felgen, Gebrauchsmuster DE 20 2005 019 376.3.
- Hamm, C.** (2005). Light weight wheel rim, Design patents US29/227,674, JP 1254666.
- Hamm, C.** (2005). Verfahren zur Ermittlung von konstruktiven Erstmodellldaten für eine technische Leichtbaustruktur, Patent PCT/DE2005/001543.
- Hamm, C., Kirmeier, R.** (2005). Anorganische Markierungspartikel zur Kennzeichnung von Produkten zu deren Originalitätsnachweis, Verfahren zur Herstellung und Anwendung, Patent DE 10 2005 045 642.1.
- Köhler, A.** (2005). OVOHARD, Trade Mark EP004726758.
- Köhler, A.** (2005). Verfahren zur Aufbereitung der unbefruchteten Eier von Wassertieren zu Delikatess-Nahrungsmitteln und mit dem Verfahren aufbereitete Eier, Patent DE10 2005 050 723.9-41.
- König-Langlo, G., Ahammer, H.** (2004). Abdeckung für eine Zufahrtsrampe zu einem im Schnee eingelassenen Nutzbauwerk in einem Dauerschneegebiet, Patent DE10 2004 024 246.1-09.
- Kriews, M., Reinhardt, H., Dunker, E.; Beninga, I., Ruhe, W.** (2004). Vorrichtung zur Durchführung eines Analyseverfahrens zur Detektion von räumlichen Spurenelement-Verteilungsmustern in einer gefrorenen Probe, Gebrauchsmuster DE 20 2004 005 991.6.
- Kriews, M., Reinhardt, H., Dunker, E.** (2004). CryoLAC, cryogenic laserablation chamber for frozen materials, Trade Mark US 76/517.059.
- Kriews, M., Dunker, E., Reinhardt, H., Beninga, I., Hoffmann, E., Lüdke, C.** (2005). Analysis Method for detecting three-dimensional trace element distribution patterns and corresponding device for carrying out this method, Patents EP-BE, CH/LI, DE, DK, FR, GB, NL, SE 1 348 123.
- Loeff, R. v.d., Vöge, I., Lilienthal, H.** (2004). Automatisiertes Filtrationsverfahren und Filtrationssystem mit Filtermagazin zur Verfahrensdurchführung, Patent DE 10 2004 040 248.5.
- Loeff, R. v.d., Vöge, I., Lilienthal, H.** (2005). Automated filtration method and filtration system for application of said method, Patent PCT/DE2005/000955.
- Medlin Crawford L., Kerkmann (Metfies), K., Lange, M.** (2004). Detection of toxic algae, Patent EP 03760574.8-1222.
- Mock, T., Valentin, K.** (2004). Nucleic and sequence coding for enzyme delta-12-desaturase and originating from fragilariopsis cylindrus, associated polypeptide, and use of this nucleic acid sequence and polypeptide, Patent EP 03764904.3-2405.

- Mock, T., Valentin, K. (2005). Nucleic and sequence coding for enzyme delta-12-desaturase and originating from *fragilariopsis cylindrus*, associated polypeptide, and use of this nucleic acid sequence and polypeptide, Patent US 10/520.437.
- Mock, T., Valentin, K. (2005). Nucleic and sequences coding for proteolytic enzymes in the form of specific proteases, corresponding polypeptides and use of the same, Patents EP 03773452.2-1212, US 10/528.708.
- Ohm, K. (2005). Method for determining the salt content of liquids and device for practicing the method, Patent CA 2 370 154.
- Rohardt, G. (2004). PERPLEX, Marke DE 304 37 725.2/09.
- Rohardt, G. (2004). PERPLEX, Program for an Expedition Route Planning and Execution, Trade Marks EP 00 421 2262, US 76/626.065.
- Rohardt, G. (2004). Verfahren für eine rechnergestützte Reiseplanung mit Durchführungsüberwachung, Patent DE 10 2004 031 933.2-53.
- Rohardt, G. (2005). Rechnergestütztes Planungsverfahren für einen Reiseplan, Patent PCT/DE2005/001149.
- Rohardt, G., Schütt, E. (2005). Sliphaken, Gebrauchsmuster DE 20 2005 013 918.1.
- Ruholl, C. (2005). Alfred-Wegener-Institut, Trade Mark, EP 004311072.
- Ruholl, C. (2005). AWI, Trade Mark EP 004311064.
- Sauter, E. (2004) Bed water sampling device, Patent EP 03764902.7-2209.
- Schulz, J. (2005). Reflektorleuchte, Gebrauchsmuster DE 20 2005 009 814.0.
- Schulz, J. (2005). Ringleuchte zur Ausleuchtung eines begrenzten Volumens und deren Verwendung, Patent DE 1020050507220.
- Schulz, J. (2005). Vorrichtung zur Partikeldetektion in einer tiefenbegrenzten Lichtscheibe, Patent DE 10 2005 028 893.6-52.
- Seeberg-Elverfeldt, J., Schlüter, M. (2004). Probennahmegerät zur simultanen Sammlung von Porenwasser aus benachbarten aquatischen Sedimentbereichen und Anwendung davon, Patent DE 10 2004 053 111.0-24.
- Seeberg-Elverfeldt, J., Schlüter, M. (2005). Apparat for the simultaneous collection of pore water specimens from adjacent areas of aquatic sediment, Patent US 11/262,034.
- Wegner, J. (2004). Antrieb für eine Arbeitsmaschine im Unterwassereinsatz, Patent EP 04738827.7.
- Wegner, J. (2004). Drive for a working machine to be applied under water, Patent PCT/DE2004/001381.
- Wilhelms, F. (2004). Zahnradgetriebe für hohe Umsetzungen als Kombination aus Umkehr- und Differentialgetriebe, Patent DE 10 2004 058 032.4-12.
- Wilhelms, F. (2005). Gear transmission for high translations, Patent PCT/DE2005/001952.
- Wolff, M., Ruhe, W. (2004). Unbemannte Vorrichtung zur Erfassung von Messdaten in der Erdatmosphäre, Gebrauchsmuster DE 20 2004 005 530.9.



Anhang | Annex



I. Personal | *Personnel*

Stand: 31. Dezember 2005

Anhang I / *Annex I*

Direktorium

Thiede, Prof. Dr. Jörn
 Paulenz, Dr. Rainer
 Biebow, Dr. Nicole
 Gatti, Dr. Susanne
 Kottsieper, Anja
 Krause, Dr. Reinhard
 Kunz-Pirrung, Dr. Martina
 Mahnkopf, Sigrid
 Rainey, Sabine
 Reinke, Dr. Manfred
 Ruholl, Jan-Christoph
 Siegel, Daniel (Föll)
 Tschertkowa, Elena

Presse- und Öffentlich- keitsarbeit

Cieluch, Dr. Ude
 Diederich, Susanne
 Dummermuth, Dr. Angelika
 Grobe, Magret
 Kube, Dr. Jens
 Martin, Jacqueline
 Pauls, Margarete
 Pichler, Claudia
 Voß-Diestelkamp, Jutta
 Wohltmann, Dr. Andreas

Wissenschaftlicher Bereich

Klimawissenschaften

Absy, Joao Marcelo
 Akimova, Anna
 Baranski, Stanislaw
 Beszczynska-Möller, Dr.
 Agnieszka

Birnbaum, Dr. Gerit
 Bleyer, Andrea
 Bluszcz, Thaddäus
 Boebel, Dr. Olaf
 Böning, Carmen
 Bornemann, Dr. Horst
 Budéus, Dr. Gereon
 Burkhardt, Elke
 Busche, Thomas E.
 Chiaventone, Birgit
 Cohrs, Wolfgang
 Danilov, Dr. Sergey
 Dierking, Dr. Wolfgang
 Fahrbach, Dr. Eberhard
 Fieg, Dr. Kerstin
 Fritzsich, Dr. Bernadette
 Gerdes, Dr. Rüdiger
 Göbell, Sibylle
 Gryanik, Dr. Vladimír
 Haas, Dr. Christian
 Hacker, Filip David
 Hartmann, Dr. Jörg
 Heide, Anna Barbara
 Hellmer, Dr. Hartmut
 Hendricks, Stefan
 Herber, Dr. Andreas
 Heyen, Sönke
 Hohn, Sönke
 Hoppema, Dr. Jan J. M.
 Immler, Dr. Franz
 Janjic Pfander, Dr. Tijana
 Jansen, Daniela
 Kaiser, David
 Karcher, Dr. Michael
 Kauker, Dr. Frank

Kegel, Jessica
 Kindermann, Dr. Lars
 Klatt, Dr. Olaf
 Köberle, Cornelia
 König-Langlo, Dr. Gert
 Kubatzki, Dr. Claudia
 Laepple, Thomas
 Lemke, Professor Dr. Peter
 Lieser, Dr. Jan-Leonhard
 Lohmann, Professor Dr. Gerrit
 Loose, Bernd
 Losch, Dr. Martin
 Loza, Dr. Svetlana
 Lüpkes, Dr. Christof
 Martin, Torge
 Nehrke, Gernot
 Nuñez-Riboni, Dr. Ismael
 Diego
 Olbers, Professor Dr. Dirk
 Plugge, Rainer
 Ries, Hinnerk
 Rimbu, Dr. Norel
 Rocha, Dr. Christina de la
 Rohardt, Gerd
 Rollenhagen, Katja
 Ronski, Dr. Stephanie
 Saldern, Carola von
 Schauer, Dr. Ursula
 Schodlok, Dr. Michael
 Schrems, Professor Dr. Otto
 Schröder, Dr. Michael
 Schröter, Dr. Jens
 Schütt, Ekkehard
 Schwarz, Dr. Jill
 Sein, Dmitry

Sidorenko, Dr. Dmitry
 Steffens, Petra
 Strass, Dr. Volker
 Taguchi, Dr. Eifu
 Timmermann, Dr. Ralph
 Trumm, Florian
 Wacker, Dr. Ulrike
 Wang, Qiang
 Weigelt-McGlone, Marietta
 Wenzel Dr. Manfred
 Wisotzki, Andreas
 Witte, Hannelore
 Wolff, Mareile
 Wuttke, Dr. Sigrid

Biowissenschaften (Pelagische Ökosysteme)

Allhusen, Erika
 Alpermann, Tilman
 Assmy, Dr. Philipp
 Bathmann, Professor Dr.
 Ulrich
 Benner, Ina
 Benthien, Dr. Albert
 Beszteri, Sára
 Bijma, Professor Dr. Jelle
 Brenner, Matthias
 Buck, Dr. Bela
 Burhop, Dörte
 Cembella, Professor Dr. Allan
 Crawford, Dr. Richard
 David, Gabriele
 Dieckmann, Dr. Gerhard
 Diercks, Sonja
 Dissard, Delphine

Drebing, Wolfgang	Liebert, Ursula	Völker, Dr. Christoph	Gutowska, Magdalena
Engel, Dr. Anja	Loës, Peter	Wolff, Martha Maria	Gutt, Dr. Julian
Fach, Dr. Bettina	Lorenzen, Christiane	Wolf-Gladrow, Professor Dr.	Heilmayer, Dr. Olaf
Gäbler, Steffi	Ludwichowski, Kai-Uwe	Dieter	Heise, Katja
Geisen, Dr. Markus	Medlin, Dr. Linda	Zondervan, Dr. Ingrid	Held, Dr. Christoph
Gerdes, Birte	Mehl, Helga		Hirche, Dr. Hans-Jürgen
Gescher, Christine	Metfies, Dr. Katja	Biowissenschaften	Hirse, Timo
Graeve, Dr. Martin	Meyer, Dr. Bettina	(Benthische Ökosysteme)	Hoge, Ulrich
Grube, Achim	Meyer, Dr. Sven	Abele, Dr. Doris	Holtz, Ulrike
Gutow, Dr. Lars	Michler, Tanja	Alheit, Ruth	Joschko, Tanja
Händel, Nicole	Müller, Annegret	Arntz, Professor Dr. Wolf	Kanzog, Corinna
Hamm-Dubischar, Dr. Christian	Nöthig, Dr. Eva-Maria	Bäurle, Andrea	Keller, Martina
Harbou, Lena von	Pape, Dr. Carsten	Bahns, Sieglinde	Klages, Dr. Michael
Helmke, Dr. Elisabeth	Pappert, Anja	Bartsch, Dr. Inka	Klein, Boris
Henjes, Dr. Joachim	Passow, Dr. Uta	Barwich, Elke	Klinck, Holger
Hinz, Friedel	Piontek, Judith	Bartz, Michael (Kiel)	Knust, Dr. Rainer
Hoch, Nikolai	Philipp, Eva	Baum, Dr. Christof	Köhler-Günther, Professor Dr. Angela
Hoffmann, Christel	Reuter, Kristine	Bergmann, Dr. Melanie	Koschnick, Nils
Jansen, Sandra	Richter, Klaus-Uwe	Beyer, Kerstin	Kreibich, Tobias
Janssen, Dietrich	Rocha, Régine da	Bock, Dr. Christian	Krieten, Guido
John, Dr. Uwe	Rost, Dr. Björn	Bock, Ute	Kuchta, Renate
Jürgens, Jutta	Sailley, Sévrine	Brey, Dr. Thomas	Lannig, Dr. Gisela
Jung, Ines	Schreiber, Karolin	Brey, Lena	Laudien, Dr. Jürgen
Kattner, Professor Dr. Gerhard	Smetacek, Professor Dr. Victor	Brög, Dr. Katja	Leese, Florian
Klaas, Dr. Christine	Spahic, Susanne	Burhop, Dörte	Lucassen, Dr. Magnus
Klöpper, Sascha	Steigenberger, Sebastian	Buschmann, Alexander	Lurman, Glenn
Koch, Dr. Boris	Strieben, Sabine	Cornils, Dr. Astrid	Marx, Ute
Kodeih, Silvia	Terbrüggen, Anja	Daniel, Claudia	Melzner, Frank
Köck, Dr. Matthias	Teschke, Mathias	Dannheim, Jennifer	Mengedoht, Dirk
Krägefsky, Sören	Thoms, Dr. Silke	Einsporn, Sonja	Meyer, Stefanie
Krell, Andreas	Tillmann, Dr. Urban	Fischer, Sönke	Michels, Jan
Krock, Dr. Bernd	Töbe, Dr. Kerstin	Fredersdorf, Jana (Kiel)	Mizdalski, Elke
Langer, Gerald	Trimborn, Scarlett	Gentsch, Eike	Müller, Ruth
Lichte, Ellen	Valentin, Dr. Klaus	Gerdes, Dr. Dieter	Niehoff, Dr. Barbara
		Gusky, Manuela	

Plötz, Dr. Joachim	Geowissenschaften	Grobe, Dr. Hannes	Niessen, Dr. Frank
Pörtner, Professor Dr.	Abelmann-Gersonde, Dr.	Grobys, Jan	Oerter, Dr. Hans
Hans-Otto	Andrea	Gütz, Sonja	Parsiegla, Nicole
Rachor, Dr. Eike	Anschütz, Helgard	Hanfland, Dr. Claudia	Penshorn, Dietmar
Renz, Jasmin	Bardenhagen, Janine	Hefter, Dr. Jens	Rack, Dr. Wolfgang
Sablotny, Burkhard	Bartsch, Stefan	Helm, Veit	Riedel, Sven
Sachs, Oliver	Baumann, Ludmila	Hinze, Dr. Heinrich	Rutgers van der Loeff, Dr.
Sartoris, Dr. Franz Josef	Bayer, Bettina	Hollmann, Beate	Michiel
Sauter, Dr. Eberhard	Behrens, Melanie	Huybrechts, Dr. Philippe	Ruth, Dr. Urs
Schewe, Ingo	Berger, Daniela	Jacobi, Dr. Hans-Werner	Rybak, Dr. Oleg
Schiel, Professor Dr. Sigrid	Beyer, Andreas	Jacot des Combes, Dr.	Salzer, Ulrike
Schneider, Alice (Kiel)	Breitzke, Dr. Monika	Hélène	Sander, Henrik
Schönfeld, Jutta	Cordelair, Ruth	Jerosch, Kerstin	Schenke, Dr. Hans-Werner
Schröder, Dr. Alexander	Cortese, Dr. Giuseppe	Jokat, Dr. Wilfried	Schindwein, Dr. Vera
Schröer, Mareike	Damm, Dr. Ellen	Karakas, Dr. Gökyay	Schlitzer, Professor Dr. Reiner
Schulz, Jan	Damm, Michael	Kasten, Dr. Sabine	Schlomann, York
Schumacher, Regine	Dick, Dorothee	Kipfstuhl, Dr. Josef	Schlüter, Professor Dr. Michael
Schwamborn, Dr. Ralf	Eagles, Dr. Graeme	Köhler, Dr. Peter	Schlüter, Philip
Siegel, Daniel	Eckstaller, Dr. Alfons	König, Matthias	Schmidt-Aursch, Dr. Mechita
Soltwedel, Dr. Thomas	Ehlers, Birte-Marie	Kohno, Dr. Mika	Schneider, Dr. Judit
Steinmetz, Richard	Eisen, Dr. Olaf	Kriews, Dr. Michael	Schulte, Daniel
Steinhoff, Dennis	Esper, Dr. Oliver	Krocker, Ralf	Seebeck, Michael
Storch, Dr. Daniela (halbtags)	Fahl, Dr. Kirsten	Kuhn, Dr. Gerhard	Seggern, Beeke von
Vélez Rodriguez, Dr. Jose	Fischer, Dr. Hubertus	Lensch, Norbert	Sieger, Dr. Rainer
Alberto	Freitag, Dr. Johannes	Luttmer, Walter	Stein, Dr. Rüdiger
Waldthausen, Constanze von	Frenzel, Andreas	Mackensen, Professor Dr.	Steinhage, Dr. Daniel
Wegner, Jan	Friedrich, Dr. Jana	Andreas	Stölting, Ilsetraut
Weihe, Ellen	Fritsche, Ulrich	Martens, Hartmut	Tiedemann, Professor Dr. Ralf
Wesche, Anne	Fröhlking, Rita	Matthießen, Dr. Jens	Twarloh, Birthe
Wiegemann, Dr. Maja	Fundel, Felix	Meyer, Günter	Uenzelmann-Neben, Dr.
Wiencke, Professor Dr.	Gebhardt, Dr. Catalina	Miller, Professor Dr. Heinrich	Gabriele
Christian	Geibert, Dr. Walter	Mollenhauer, Dr. Gesine	Valero-Delgado, Fernando
Wittig, Rolf-Marcus	Gersonde, Dr. Rainer	Morchner, Christina	Voß, Max
Zacher, Katharina	Gohl, Dr. Karsten	Niederjasper, Fred	Vöge, Ingrid
Zimmer, Ilka	Graffe, Dorothea	Niemann, Helge (MPI,Bremen)	Wanke, Renate

Wegner, Anna
 Weigelt, Dr. Estella
 Weller, Petra
 Weller, Dr. Rolf
 Wesche, Christine
 Wiebe, Susanne
 Wilhelms, Dr. Frank
 Winkelmann, Daniel
 Wollenburg, Dr. Jutta
 Zarriß, Michelle
 Zweck, Dr. Christopher

Otto-Schmidt-Labor

Hölemann, Dr. Jens Alfons

Allgemeiner Bereich

Verwaltung

Audebert, Catherine
 Bahr, Barbara
 Bohling, Michaela
 Bolhöfer, Bianca
 Bong, Matthias
 Breyer, Petra
 Buggel, Nadja
 Davidis, Edith
 Dowolnia, Jennifer
 Feuster, Astrid
 Fröhlich, Kirsten
 Gerken, Birgit
 Gruberbauer-Kaschek,
 Monika
 Hebold-Heitz, Winfried
 Henkel, Silke
 Hornke, Rudolf
 Janßen, Jürgen

Kalina, Marion
 Kappmeier, Angela
 Karic-Fazlic, Vesna
 Kohnke, Christina
 Krämer, Alexandra
 Kück, Liane
 Lange, Susanne
 Lehn, Sylvia
 Meinardus, Beate
 Mudersbach, Helga
 Mühlstädt, Dorothee
 Müller, Heino
 Müller, Renate
 Neumann, Klaus-Dieter

Niess, Barbara
 Onken, Heike
 Ottmers, Hans-Jörg
 Paul, Sabine
 Plenge, Helmut
 Praß, Antje
 Pruseit, Nadine
 Rehder, Jörg
 Ritsch, Elke
 Schmekel, Yvonne
 Schreiber, Frauke
 Schwarz, Berit
 Siegmund, Ralf
 Spencer, Susan
 Stern, Martina
 Sündermann, Marika
 Viehoff, Eva
 Wand, Dr. Ulrich
 Witt, Silke
 Wittke, Erich

Technische Dienste

Bütecke, Uwe
 Dunker, Erich
 Ferber, Thorsten
 Hegemann, Wolfram
 Krüger, Maik
 Littmann, Matthias
 Marold, Peter
 Müller, Ralf
 Neumann, Wolfgang
 Pollakowski, Florian
 Pollnick, Lothar
 Rastedt, Günter
 Renke, Volker
 Sibberns, Reinhard
 Zasowski, Bärbel

Rechenzentrum und Datenbanken

Backhaus, Christoph
 Best, Meike
 Böttcher, Ines
 Bräuer, Benny
 Braune, Dr. Stephan
 Bunne, Sibylla
 Cogan, Dr. Christopher
 Dieck, Wolfgang
 Fritzscht, Dr. Bernadette
 Harig, Dr. Sven
 Hiller, Professor Dr. Wolfgang
 Kosinski, Jörg
 Krause-Babst, Hans
 Lange, Christian
 Liegmahl-Pieper, Dr. Herbert
 Macario, Dr. Ana

Makedanz, Siegfried
 Nixdorf, Heike
 Onken, Bastian
 Pfeiffenberger, Dr. Hans
 Schäfer-Neth, Dr. Christian
 Schlüter, Jens-Michael
 Schröter, Dr. Michael
 Schulze, Dietmar
 Sommerfeld, Jacqueline
 Thiele-Wolff, Frauke
 Wilts, Van Khanh
 Wübber, Dr. Chresten

Bibliothek

Brannemann, Marcel
 Gomez, Michael-John
 Laetsch, Brigitte
 Leiding, Karin
 Lüdke, Antje
 Sassen, Ina
 Schröder, Horst
 Soll, Stephani

Logistik

Bochert, Sanne
 Drücker, Cord
 El Naggat, Dr. Saad El Dine
 Gernandt, Dr. Hartwig
 Janneck, Jürgen
 Kleffel, Guido
 Kuhlmann-Treu, Beate
 Malitz, Gerhard
 Matz, Thomas
 Meyer, Mathias
 Nixdorf, Dr. Uwe

Nolting, Michael
 Stoof, Günter
 Weippert, Ewald
 Weynand, Markus
 Witt, Ralf
 Wohltmann, Holger
 Woriescheck, Klaus
 Ziffer, Albert

Auszubildende

Bein, Jan Torben
 Buchholz, Martin (Potsdam)
 Dworzatzek, Christina
 Fleischer, Sabrina
 Geiß, Annika
 Karels, Martin (Potsdam)
 Klassen, Niko
 Knobel, Tina (Potsdam)
 Kropf, Florian
 Lawrenz, Kim
 Liebehentschel, Meike
 Prey, Stefan
 Qualek, Sascha
 Ritter, Kevin
 Schröer, Annika
 Schütze, Alexander
 Stelljes, André
 Suhr, Selina
 Wantje, Lars Eric
 Wischnewski, Laura
 Wygasch, Ulrike (Potsdam)

Überwinterer

Antarktis-Station Neumayer 2004-2006

Brüggemann, Marc
 Giedke, Kolja Benjamin
 Meyer, Wolfgang
 Wellmann, Jan Florian
 Zöllner, Mathias

Überwinterer

Antarktis-Station Neumayer 2005-2007

Anastou, Anja
 Bock, Dr. Michael
 Möller, Dr. Andreas
 Müller-Wrana, Tobias
 Petzel, Maja
 Beiersdorf, Hans
 (Kohnen-Station)

Nachrichtlich:

Überwinterer (Reederei Laeisz)

Hänle, Mike
 Müller, Ulf
 Riess, Felix
 Ramson, Wolfgang

Arktisstation Spitzbergen

Hormes, Dr. Anne
 Marholdt, Kai
 Schmid, Joann
 Vockenroth, Rainer

Beurlaubte Mitarbeiter/ innen

Ahammer, Heinz
 Berg, Dr. Gry Mine
 Berger, Claudia
 Böge, Richard
 Deigweiher, Katrin
 Dubischar, Dr. Corinna
 Frickenhaus, Prof. Dr. Stephan
 Fuhrmann, Evelin
 Gerchow, Peter
 Harbou , Lena von
 Hamann, Ilka
 Herr, Nicole
 Janjic Pfander, Dr. Tijana
 Jansen , Daniela
 Klages, Claudia
 Krüner, Günter
 Lauritzen, Bjarne
 Lüder, Dr. Ulrike
 Michler, Tanja
 Mock, Dr. Thomas
 Müller, Norbert
 Nerger, Dr. Lars
 Postel, Dr. Ute
 Reiter, Anne-Katrin
 Röben, Heike
 Sahling, Gerrit
 Schlindwein, Dr. Vera
 Suchoples-Stachura, Dr.
 Katarzyna
 Thiele, Julia
 Treffeisen, Dr. Renate
 Westernhagen, Dr. Hein von
 Zeebe, Dr. Richard

Standort Potsdam

Baschek, Heiko
 Bastian, Ute
 Boike, Dr. Julia
 Boucsein, Dr. Bettina
 Brand, Sascha
 Debatin, Siegrid
 Deckelmann, Holger
 Dethloff, Professor Dr. Klaus
 Diekmann, Dr. Bernhard
 Dorn, Dr. Wolfgang
 Eggert, Uwe
 Erxleben, Sabine
 Eulenburg, Antje
 Frieler, Katja
 Fritzsche, Dr. Diedrich
 Gathen, Dr. Peter von der
 Gericke, Heiko
 Gloushak, Ksenya
 Gräning, Sigrun
 Graeser, Jürgen
 Handorf, Dr. Dörthe
 Hebestadt, Ines
 Hermichen, Dr. Wolf-Dieter
 Herzschuh, Professor Dr.
 Ulrike
 Holm, Dirk
 Hubberten, Prof. Dr. Hans-
 Wolfgang
 Kienast, Dr. Frank
 Kiewitt, Doreen
 Kleppek, Sabine
 Kopsch, Conrad
 Kramer, Annette
 Läuter, Dr. Matthias

Lantuit, Hughes
 Lehmann, Dr. Ralph
 Leutert, Beate
 Liebner, Susanne
 Litz, Christine
 Maturilli, Dr. Marion
 Meyer, Dr. Hanno
 Morozova, Daria
 Müller, Gerald
 Neuber, Dr. Roland
 Opel, Thomas
 Pöpke, Jürgen
 Rachold, Dr. Volker
 Rex, Dr. Markus
 Rinke, Dr. Annette
 Ritter, Dr. Christoph
 Sachs, Torsten
 Saha, Subodh Kumar
 Schirrmeister, Dr. Lutz
 Schlaffer, Gabriela
 Schneider, Waldemar
 Schönicke, Lutz
 Schütt, Dr. Rainer (BHV)
 Siegert, Dr. Christine
 Sokolova, Elena
 Stachlewska, Iwona
 Struschka, Birgit
 Tegmeier, Susann
 Wagner, Dr. Dirk
 Wetterich, Sebastian
 Wille, Christian

Standort Helgoland

Alexander, Ulrich
 Alexander, Ute

Anger, Dr. Klaus
 Bickmeyer, Karin
 Bickmeyer, Dr. Ulf-Georg
 Block, Helgo
 Böhmer, Kathrin
 Boersma, Dr. Maarten
 Buchholz, Professor Dr.
 Friedrich
 Carstens, Kristine
 Denker, Helgo
 Döpke, Hilke
 Franke, Professor Dr. Heinz-Dieter
 Frier, Detlef
 Gerdts, Dr. Gunnar
 Haas, Andrea
 Jachmann, Anja
 Janisch, Silvia
 Janke, Michael
 Juretschke, Gunda
 Klings, Dieter
 Klings, Karl-Walter
 Knefelkamp, Britta
 Knoll, Ulrich
 Köllen, Melanie
 Krüß, Margret
 Langer, Anne-Kathrin
 Leusmann, Stefan
 Liedtke, Marcel
 Lorenzen, Werner
 Lührs, Hans-Carl
 Maike, Andreas
 Molis, Dr. Markus
 Nettelmann, Uwe
 Peters, Heino

Piorek, Johann
 Piorek, Regina
 Rauch, Brigitte
 Reichenberger, Kristina
 Reichert, Katharina
 Saborowski, Dr. Reinhard
 Schmalenbach, Isabel
 Schütt, Dr. Wolf-Christian
 Schwaderer, Anne
 Tönnies, Niels
 Voss, Robert
 Wagner, Andreas
 Wanke, Carsten
 Wichels, Dr. Antje
 Wiltshire, Dr. Karen
 Zinser, Thomas

Standort Sylt

Antrick, Christiane
 Armonies, Dr. Werner
 Asmus, Dr. Harald
 Asmus, Dr. Ragnhild
 Bardt, Gerda
 Beusekom, Dr. Justus van
 Blankenhorn, Sven
 Buschbaum, Dr. Christian
 Dolch, Tobias
 Halliger, Hannelore
 Hass, Dr. Christian
 Hedtkamp, Stefanie
 Herre, Elisabeth
 Hussel, Birgit
 Jacobsen, Dr. Sabine
 Kadel, Petra
 Kessenich, Kristin

Kraack-Mumm, Petra
 Krakau, Manuela
 Löbl, Martina
 Ludwig-Schweikert, Margit
 Lüning, Professor Dr. Klaus
 Lützen, Erk
 Magens, Reimer
 Martens, Dr. Peter
 Mumm, Cornelia
 Reise, Professor Dr. Karsten
 Romanova, Tatyana
 Strasser, Dr. Matthias
 Thielges, David

Geschäftsstelle des Wissenschaftlichen Beirats der Bundesregierung Globale Umweltveränderung (WBGU)

Deke, Oliver
 Hasler, Tim
 Kempmann, Lena
 Loose, Dr. Carsten
 Michaelis, Dr. Nina Veronique
 Pilardeaux, Dr. Benno
 Schneider-Kremer, Martina
 Schulz, Dr. Astrid
 Schulz-Baldes, Professor Dr. Meinh.
 Weiß, Margot

Persönliche Assistenten der Beiratsmitglieder der Bundesregierung Globale Umweltveränderung (WBGU)

zurzeit keine

II. Wissenschaftliche Veranstaltungen |

Scientific events

Anhang II / Annex II

14.-18.03.2004	Symposium "Temperature dependent biogeography of aquatic ectotherms: from genes to the effects of climate change" Symposium. DZG annual meeting, Rostock 2004 (L. Tomanek und Prof. Dr. H.O. Pörtner)	(Siehe auch: http://www.awi-bremerhaven.de/Workshops/Amsel/allgemein.html)
05.-06. 04. 2004	7 th Nederlands Aardwetenschappelijk Congres, Veldhoven, Die Niederlande (Prof. Dr. J. Bijma)	14.06.2004 Statusseminar des BMBF-Verbundprojektes Climate Variability and Predictability: CLIVAR/marin-2 in Bremerhaven (Dr. E. Fahrbach)
25.-30.04.2004	EGU, Nizza, Frankreich (Prof. Dr. J. Bijma)	30.06.-03.07.2004 Southern Ocean Theory Workshop in Bremerhaven (Prof. Dr. D. Olbers)
25.-30.04.2004	1 st EGU General Assembly Nice, France, Dr. R. Gersonde, Co-Convenor von Session CL28 "Antarctic cryosphere and Southern Ocean climate evolution" (Cenozoic-Holocene)	01.07.2004 40-jähriges Jubiläum des Friedrich Hustedt Zentrums für Diatomenforschung (Dr. R. Crawford)
25.-30.04.2004	EGS meeting 2004, "European Project for Ice Coring in Antarctica", Nice, France (Dr. H. Fischer, Co-Convenor)	06.-09.07.2004 Paleoclimate: reducing the uncertainties; The carbon cycle in the past. EU-conference, hosted by the Utrecht Centre of Geosciences, Die Niederlande (Prof. Dr. J. Bijma)
10.-12.05.2004	Committee member: SCOR/IOC sponsored conference: "Oceans in a high CO ₂ world", Paris (Cicerone, R., J. Orr, P. Brewer, P. Houghton, L. Merlivat, T. Ohsumi, S. Pantoja, Prof. Dr. H.O. Pörtner)	10.07.-15.07.2004 Symposium „Mechanisms of thermal limitation and adaptation: from molecule to ecosystem“, Society for Experimental Biology, Barcelona (Prof. Dr. H.O. Pörtner und A. Rogers, BAS)
07.-08.06.2004	A.M.S.El. (Arbeitskreis für Mikro- und Spurenanalyse der Elemente und Elementspezies) Workshop: „Analytik als Werkzeug für die Klima- und Geoforschung“, Alfred-Wegener-Institut, Bremerhaven (Dr. M. Kriews, Dr. H. Reinhardt, D. Dick)	25.-31.07.2004 „XXVIII SCAR & COMNAP XVI Meeting“, Bremen (Dr. M. Kunz-Pirring, Dr. M. Reinke)
		07.-13.08.2004 Symposium "Thermal physiology: molecular to environmental studies" Symposium. 3rd International Conference Comp. Physiol. Biochem. in Africa: Animals and Environments, Ithala, Süd-Afrika (Prof. Dr. H.O. Pörtner)

15.-19.09.2004	Co-joint drillers meeting of ongoing deep ice core drilling projects, Schneefernerhaus, Zugspitze, Germany (Dr. F. Wilhelms)	18.-19.04.2005	Seminar der Friedrich Ebert Stiftung: Das globale Klimasystem (Prof. Dr. G. Lohmann)
05.-10.09.2004	ICP 8, Biarritz, Frankreich (Prof. Dr. J. Bijma)	18.-20.04.2005	Workshop on the impact of increasing Atmospheric CO ₂ on Coral Reefs and other Marine Calcifiers, St. Petersburg, Florida (Prof. Dr. J. Bijma)
11.-13.09.2004	“6C” (EU-Project) annual meeting, Blagnac, Frankreich (Prof. Dr. J. Bijma)	24.-29.04.2005	EGU Wien (Prof. Dr. G. Lohmann)
03.-09.10.2004	„XXVIII SCAR Delegates Meeting“, Bremerhaven (Dr. M. Kunz-Pirrung, Dr. M. Reinke)	24.-29.04.2005	EGU Wien (Prof. Dr. J. Bijma)
05.-07.10.2004	18 th International FRISP Workshop auf Helgoland (Dr. H. Hellmer)	24.-29.04.2005	EGU General Assembly, Vienna, Austria Dr. R. Gersonde, Co-Convenor von Session CL28 “Antarctic cryosphere and Southern Ocean climate evolution (Cenozoic-Holocene)“
07.-08.10.2004	DEKLIM Paläoklima Workshop Bremerhaven (Prof. Dr. G. Lohmann)	24.-29.04.2005	EGS meeting 2005, “European Project for Ice Coring in Antarctica“ (Dr. H. Fischer, Co-Convenor), Vienna, Austria
21.10.2004	PEP Kickoff Meeting (Prof. Dr. K. Dethloff)	09.-11.05.2005	Seminar On Airborne Operations In Polar Regions, Status And Future Prospects (AWI)
06.12.2004	Arctic-Subarctic Ocean Flux Array for European Climate: North (ASOF-N)Statusseminar in Bremerhaven (Dr. E. Fahrbach)	10.-12.05.2005	DEKLIM Symposium Leipzig (Prof. Dr. G. Lohmann)
11.01.2005	Workshop „Paleoprox“ (Deutsch-Holländisches-Projekt), Texel, Die Niederlande (Prof. Dr. J. Bijma)	20.05.2005	Empfang auf dem Traditionsschiff „Grönland“ „Clusters of Excellence“ im Bereich Geo- und Astronwissenschaften (Prof. Dr. K. Dethloff)
12.-13.01.2005	“6C” (EU-Project) annual meeting, Texel, Die Niederlande (Prof. Dr. J. Bijma)	30.-31.05.2005	PEP Meeting (Prof. Dr. K. Dethloff)
02.02.2005	Deutscher ACSYS Workshop (Prof. Dr. K. Dethloff)	01.-02.06.2005	Landesausschuss SCAR/IASC,, Dr. H. Oerter, Sekretär LaSCAR/IASC
01.-02.03.2005	DEKLIM Projekttreffen (Dr. D. Handorf)	12.-16.06.2005	2nd European Conference on Permafrost (EUCOP II), Potsdam, Germany (Prof. Dr. H.-W. Hubberten)
07.-10.03.2005	DEKLIM-PAGES Konferenz Mainz (Prof. Dr. G. Lohmann)		

29.06.-01.07.2005	„Census of Marine Zooplankton“ Steering Group Meeting am AWI, (Prof. Dr. S. Schiel)	01.11.2005	„Festveranstaltung zum 125. Geburtstag des Polarforschers Alfred Wegener (1880-1930)“, Stadttheater Bremerhaven
01.-03.07.2005	Tagung der Deutschen Sektion der Internationalen Gesellschaft für Endocytobiologie (IESG) am AWI (Dr. K. Valentin, Organizer)	03.12.2005	International Antarctic Buoy Pro- gram meeting in Dunedin, Neu- seeland (Dr. C. Haas) Arctic- Subarctic Ocean Flux Array for European Climate: North (ASOF-N)
15.07.2005	Festveranstaltung „25 Jahre Alfred- Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung“, Bremerhaven (Dr. R. Paulenz, Dr. M. Kunz- Pirrung)	08.-09.12.2005	Abschluss-Seminar in Bremerhaven (Dr. E. Fahrbach)
24.-27.07.2005	AGU Chapman Conference on the Role of Marine Organic Carbon and Calcite Fluxes in Driving Glo- bal Climate Change, Past and Fu- ture. Woods Hole, Massachusetts (Prof. Dr. J. Bijma)	14.12.2005	Laptevsee-Tag (Dr. U. Schauer)
05.-07.09.2005	“ESF Conference Polar Regions and Quaternary Climate“ committee, Acquafredda di Maratea, Italy, Dr. R. Gersonde (member)		
24.-29.09.2005	Arctic Climate Workshop GLIMPSE - ARCMIP - AOMIP (Prof. Dr. K. Dethloff, Dr. A. Rinke)		
24.-29.09.2005	Polar Regions and Quaternary Cli- mate, EuroConference on the com- parison of ice core records with marine sediments and climate models (Dr. H. Fischer, member of the Organising Committee), Acquafredda, Italy		
30.10.-02.11.2005	„2nd International Alfred Wegener Symposium“, Bremerhaven (Koor- dinatorin Dr. M. Kunz-Pirrung)		

III. Abgeschlossene Examensarbeiten | *Completed Theses and Dissertations*

Anhang III / Annex III

Diplomarbeiten/Masterarbeiten des Fachbereichs Klimasystem

- Thompson Annor** 2004 Investigation of the photochemical decomposition of hydrogen peroxide (H₂O₂) and Formaldehyde (HCHO) in artificial snow. Master's Thesis, Universität Bremen. Betreuer (Jacobi & Schrems)
- Dennis Otto** 2004 Validierung von Bodenradar-Messungen der Eis- und Schneedicke auf ein- und mehrjährigem Meereis in Arktis und Antarktis. TU Clausthal
- Emmanuel Quansah** 2004 Photochemical decomposition of nitrate (NO₃-) in artificial snow. Master's Thesis, Universität Bremen. Betreuer (Jacobi & Schrems)
- Sönke Hohn** 2005 Entwicklung und Analyse eines Ökosystemmodells für die Sylt-Rømø-Bucht. Universität Bremen.
- Valerij Cysko** 2005 Konzipierung und Implementierung eines Programms zur Übernahme und Extrahierung von unterschiedlich strukturierten Forschungsdaten in eine Forschungsdatenbank. Hochschule Bremerhaven

Dissertationen des Fachbereichs Klimasystem

- Karen Aßmann** 2004 Variability of the ice-ocean system in the Pacific Sector of the Southern Ocean: Numerical model studies, 158 pp., Universität Bremen
- Sven Harig** 2004 Aspects of Ocean Circulation with Finite Element Modelling, Universität Bremen

Jan L. Lieser
2004

A numerical model for short-term sea ice forecasting in the Arctic, Berichte zur Polar- und Meeresforschung, 485, 93pp, Universität Bremen

Matthias Läuter
2004

Großräumige Zirkulationsstrukturen in einem nichtlinearen adaptiven Atmosphärenmodell, 134 pp., Universität Potsdam

Lars Nerger
2004

Parallel Filter Algorithms for Data Assimilation in Oceanography, PhD Thesis, Reports on Polar and Marine Research, 487, 174pp., Universität Bremen

Vanya Romanova
2004

Stability of the Climate System and Extreme Climates in Model Experiments, Ber. Polarforsch. Meeresforsch. 510, 137 pp., Universität Bremen

Gregor Knorr
2005

Collapse and Resumption of the Thermohaline Circulation during Deglaciation: Insights by Models of Different Complexity“ Tag der Verteidigung: 30.6.2005, Arbeit und Verteidigung mit Auszeichnung (summa cum laude), Universität Hamburg

Ismael Nunez-Riboni
2005

Lagrangian circulation and transports of the Antarctic Intermediate Water in the south and tropical Atlantic, Universität Bremen

Subodh Kumar Saha
2005

Einfluss der Landoberflächen- und Bodenprozesse auf die Energiebilanz auf der Erdoberfläche und das Klima in der Arktis, Universität Potsdam

- Dimitry Sidorenko**
2005 The North Atlantic circulation derived from inverse models, Universität Bremen
- Mario Sempf**
2005 Nichtlineare Dynamik atmosphärischer Zirkulationsregime in einem idealisierten Modell, Institut für Physik der Universität Potsdam
- Martin Streibel**
2005 Bestimmung von Ozonabbauraten in Arktis und Antarktis mittels Sonden- und Satellitendaten, Universität Potsdam
- Mareile Wolff**
2005 Development of a novel balloon-borne optical sonde for the measurement of ozone and other stratospheric trace gases, Universität Bremen

Diplomarbeiten des Fachbereichs Biowissenschaften/Sektion Biologische Ozeanographie

- Nikolai Hoch**
2004 Temperature acclimation of photosynthesis in the sea ice diatom *Fragilariopsis cylindrus*, Universität Hamburg
- Ines Jung**
2004 A Phylogeny of Selected Araphid Diatoms based on Molecular Data, Universität Bonn
- Henrik Lange**
2004 Investigations on changes in fatty acid composition and gene expression after cold shock treatment in two marine diatoms, Technische Universität Braunschweig
- M. Grau**
2004 Interindividual differences in the effects of hexavalent chromium on the North Atlantic right whale

- (*Eubalaena glacialis*), Diplomarbeit, Universität Bremen
- Sönke Hohn**
2005 Entwicklung und Analyse eines Ökosystemmodells für die Sylt-Rømø-Bucht, Universität Bremen.
- Miriam Karmrodt**
2005 Ursachen für das Stranden von Walen und Delfinen und daraus resultierende Schutzmaßnahmen, Universität Bremen
- Svenja Kruse**
2005 Auswirkungen einer induzierten Phytoplanktonblüte auf die Nahrungsaufnahme antarktischer Copepoden während des europäischen Eisendüngungsexperimentes (EIFEX), Universität Bremen
- Britta Wend**
2005 Entwicklung von *Oithona similis* (Copepoda: Cyclopoida) während EisenEx, Universität Bremen

Dissertationen des Fachbereichs Biowissenschaften/Sektion Biologische Ozeanographie

- Philipp Assmy**
2004 Temporal development and vertical distribution of major components of the plankton assemblage during an iron fertilization experiment in the Antarctic Polar Frontal Zone, Universität Bremen
- Bela Buck**
2004 Farming in a High Energy Environment: Potentials and Constraints of Sustainable Offshore Aquaculture in the German Bight (North Sea), Universität Bremen
- Joachim Herjes**
2004 Response of the proto- and small metazooplankton assemblage

- Stefanie Moorthi
2004
- Eva Friis Møller
2004
- Sabine Schultes
2004
- Bank Beszteri
2005
- during an iron fertilization experiment in the Polar Frontal Zone of the Southern Ocean, Universität Bremen
- Mixotrophic flagellates in coastal marine sediments: quantitative role and ecological significance, Christian-Albrechts-Universität Kiel
- Roles of arctic marine copepods in the pelagic carbon turnover, University of Aarhus, Denmark
- The role of mesozooplankton grazing in the biogeochemical cycle of silicon in the Southern Ocean, Universität Bremen
- Morphometric and molecular investigations of species limits in *Cyclotella meneghiniana* (Bacillariophyceae) and closely related species, Universität Bremen

Dissertationen der Sektion Marine Biogeologie Mar1

- Uta Schneider
2004
- Gerald Langer
2005
- Kai Schulz
2005
- Influence of carbonate chemistry and light intensity on natural phytoplankton assemblages with emphasis on species composition, Universität Bremen
- Aspekte der Kalzifizierung in ausgewählten Coccolithophoriden, Universität Bremen
- Cellular inorganic carbon fluxes in the coccolithophore *Emiliana huxleyi* and its relevance for marine carbon cycling, Universität Bremen

Diplomarbeiten des Fachbereichs Geosystem

- Annett Büttner
2004
- J. Hofmann
2004
- Alexander Iffland
2004
- Anett Medow
2004
- Uli Micksch
2004
- Stefanie Müller
2004
- Thomas Opel
2004
- Untersuchungen zur Festlegung der Begrenzung des Festlandssockels mit CARIS LOTS am Beispiel der Ostküste Grönlands, HAW Hamburg.
- Rekonstruktion der Paläoozeanographie des Kuroshio und der Umweltentwicklung an ODP-Site 1202 (NE-Taiwan) im Spätquartär: Hinweise aus Sedimentologie, Geochemie und Mineralogie, Universität Leipzig
- Aufarbeitung und Visualisierung einer bathymetrischen Vermessung in Verbindung mit Seismogrammen der Sedimentechographie, HAW Hamburg
- Die Sedimentstruktur des nördlichen Yermak Plateaus (N-Svalbard), Universität Kiel
- Sedimentary Structure, subsidence history and roughness analysis of Nansen and Amundsen Basin, Arctic Ocean, Universität Karlsruhe
- Spätpleistozäne und Frühholozäne Vegetationsentwicklung im Verkhojansker Gebirge (Zentral Yakutien) - Eine Rekonstruktion anhand von Pollendaten, Universität Potsdam
- Paläoklimatische Untersuchungen an einem Eisbohrkern von der Eiskappe Akademii Nauk (Severnaya Zemlya), Humboldt-Universität zu Berlin, Geographisches Institut

- Markéta Pokorná**
2004
EM 2000 Microbathymetric and HYDROSWEEP DS-2 Bathymetric Surveying – a Comparison of Seafloor Topography at Porcupine Bank, west of Ireland, Czech Technical University in Prague
- Rike Rathlau**
2004
Untersuchungen zur Verbesserung der Navigation eines Remotely Operated Vehicle anhand von Mikro-Bathymetriedaten, HAW Hamburg
- Sebastian Röber**
2004
Aufbau einer GIS-Lösung zum Nachweis von Daten der bathymetrischen Forschung am Alfred-Wegener-Institut, HTW Dresden
- Daniela Berger**
2005
Sedimentstruktur der nördlichen Grönlandsee und der Grönland-Fracture Zone, Universität Leipzig
- Andreas Borchers**
2005
Meeresbodenkartierung im Zentralen Scotiameer mit Hilfe von Parascand (Diplomkartierung), IGG Universität Leipzig
- Tanja Kohls**
2005
Anwendung und Optimierung der Delaunay-Triangulation auf bathymetrische Datensätze, FH Oldenburg
- Diana Magens**
2005
Late Quaternary climate and environmental history of the Siberian Arctic – Permafrost Records from Cape Mamontovy Klyk, Laptev Sea, Universität Kiel
- Anne Morgenstern**
2005
GIS-basierte Analyse der Morphometrie und räumlichen Verteilung von Seen im Lena-Delta, NO-Sibirien, Universität Potsdam
- Bettina Platten**
2005
Das nördliche Polarmeer - Eine geomorphologische Interpretation von Fallstudien auf der Grundlage Bathymetrischer Karten, Universität Köln
- Christoph Schäfer**
2005
Untersuchungen zu Menge und Zusammensetzung des organischen Kohlenstoffs in spätquartären Sedimenten des Yermak-Plateaus (Arktischer Ozean) und Umweltbedingungen, Universität Trier
- Imke Schramm**
2005
Hydrologic modeling of an arctic watershed, Alaska, Universität Potsdam
- Sebastian Wetterich**
2005
Die rezente Ostracodenfauna des Lenadeltas (Nordostsibirien), Universität Potsdam
- Andreas Winkler**
2005
Analyse der physikalischen Eigenschaften von Multicorer-Sedimentproben aus dem Gebiet der Porcupine Bucht und deren Einfluss auf die akustische Rückstreuung, HfT Stuttgart
- Janina Wöltjen**
2005
Untersuchung zur zeitlichen Variabilität der Elementzusammensetzung des antarktischen Aerosols an der Neumayerstation, Fachhochschule Weihenstephan

Dissertationen des Fachbereichs Geosystem

- Laetitia Licari**
2004 Ecological preferences of benthic foraminifera in the eastern South Atlantic: Distribution patterns, stable carbon isotopic composition and paleoceanographic implications, Universität Bremen
- Birgit Mieding**
2004 Rekonstruktion tausendjähriger aerosolchemischer Eiskernrekords aus Nordostgrönland: Quantifizierung zeitlicher Veränderungen in Atmosphärenzirkulation, Emission und Deposition, Universität Bremen
- Klaus Dittmers**
2005 Late Weichselian to Holocene sedimentation in the inner Kara Sea: Qualification and quantification of processes, Universität Bremen
- Long-term variability in biogenic sulfur aerosol from the Southern Ocean, Universität Bremen
- Guido Große**
2005 Characterisation and evolution of periglacial landscapes in Northern Siberia during the Late Quaternary – Remote sensing and GIS studies, Universität Potsdam
- Svenja Kobabe**
2005 Charakterisierung der mikrobiellen Lebensgemeinschaft eines sibirischen Permafrostbodens, Universität Potsdam
- Matthias König**
2005 Processing of shipborne magnetometer data and revision of the timing and geometry of the Mesozoic break-up of Gondwana, Universität Bremen

Natascha Riedinger
2005 Preservation and diagenetic overprint of geochemical and geophysical signals in ocean margin sediments related to depositional dynamics, Universität Bremen

Miriam Rudolph
2005 Benthische Foraminiferenvergesellschaftungen als Anzeiger für spätquartäre Positionsänderungen der Fronten des Antarktischen Zirkumpolarstroms im Südatlantik, Universität Bremen

Marie-Louise Siggard-Andersen
2005 Analysis of soluble ions from dust and sea salt over the last glacial cycles in polar deep ice cores, Universität Bremen

Habilitation des Fachbereichs Geosystem

Dr. Hubertus Fischer
2005 The paleoaerosol archive in polar ice cores: Sources, transport, deposition, Universität Bremen

Diplomarbeiten des Rechenzentrums

- Benny Bräuer**
2005 Konzeptionierung und Prototypenentwicklung eines auf der Web Services-Architektur basierenden Portals zur Suche von Publikationen und Daten der Meteorologie in einer wissenschaftlichen Großforschungseinrichtung, 209 pp., Hochschule Bremerhaven
- Ronny von Garrel**
2005 Analyse und Implementierung einer Proxylösung zur Etablierung Autorisierter Virtual Network Computing (VNC) Verbindungen in Wide Area Networks, 88 pp., Fachhochschule Oldenburg Ostfriesland Wilhelmshaven
- Bastian Onken**
2005 Prototypenentwicklung und ökonomischer Leistungsvergleich von OAI- und Web Service-orientierten Architekturen zur Realisierung von Repositories für Publikationen in einer wissenschaftlichen Großforschungseinrichtung, 211 pp., Hochschule Bremerhaven

**Alfred-Wegener-Institut
für Polar- und Meeresforschung
in der Helmholtz-Gemeinschaft
Am Handelshafen 12
D-27570 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. Ude Cieluch
Susanne Diederich
Dr. Angelika Dummermuth
Dr. Jens Kube
Jutta Voß-Diestelkamp
Dr. Andreas Wohltmann**

Redaktion:

**Claudia Pichler
Margarete Pauls (verantwortlich)**

Copyright:

**2006, Alfred-Wegener-Institut,
Bremerhaven**

Gestaltung:

**Klemm Werbeagentur,
Bremen**

Fotografie:

Umschlag und Kapitelnseiten
Ingo Arndt

Druck:

**Weserdruckerei Grassé GmbH,
Bremerhaven**

