

HELMHOLTZ  
|  
GEMEINSCHAFT

Zweijahresbericht 2008/2009  
Report 2008/2009

AWI

AWI 

Zweijahresbericht 2008/2009  
*Report 2008/2009*

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

 HELMHOLTZ  
|  
GEMEINSCHAFT

*Report 2008/2009*

## Zweijahresbericht 2008/2009

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



# Inhalt | Content

## 11 1. Vorwort | Introduction

## 17 2. Ausgewählte Forschungsthemen | Selected research topics

Methanemission aus dem Permafrost  
im Lena-Delta

Torsten Sachs, Julia Boike

**18** *Methane emission from permafrost  
in the Lena River Delta*

Neue Biomarker belegen Schwankungen der  
arktischen Meereisbedeckung während der  
letzten 30.000 Jahre

Juliane Müller, Rüdiger Stein

**24** *New biomarkers reveal fluctuations in Arctic  
sea ice cover during the past 30,000 years*

Die Stabilität des Westantarktischen Eisschil-  
des – Ergebnisse der ANDRILL Tiefbohrungen

Gerhard Kuhn, Frank Niessen

**28** *The stability of the West Antarctic ice sheet –  
results of ANDRILL deep drilling operations*

Meeresalgen global - detaillierter Blick  
aus dem All

Astrid Bracher, Tilman Dinter, Ilka Peeken, Bettina Schmitt

**32** *Detailed view from space – marine algae  
globally observed*

Was verrät der Jahreszyklus über die Klimaent-  
wicklung der letzten Millionen Jahre?

Thomas Laepple, Gerrit Lohmann

**36** *What does the annual cycle tell us about  
climate change in the last millions of years?*

Der Puls der Atmosphäre: Dekadisches  
Auf und Ab

Dörthe Handorf, Klaus Dethloff, Sascha Brand, Matthias Läufer

**40** *The pulse of the tmosphere: The decadal  
Ups and Downs*

Das Eisendüngungsexperiment LOHAFEX

Philipp Assmy, Christine Klaas, Victor Smetacek, Dieter Wolf-Gladrow

**46** *The Iron Fertilization Experiment LOHAFEX*

Ein nützliches genetisches Erbe - Wie alte  
Gene das Überleben in neuen Lebensräumen  
ermöglichen

Doris Abele, Ellen Weihe, Magnus Lucassen, Christoph Held, Kevin Pöhlmann

**52** *A convenient genetic heritage - How ancestral  
genes help to survive in new habitats*

Verursacher von Muschelvergiftungen  
identifiziert

Urban Tillmann, Malte Elbrächter, Bernd Krock, Uwe John, Allan Cembella

**58** *Cause of Shellfish Poisoning Identified*

Mikrobielle Stoffumsätze im Klimawandel

Anja Engel, Judith Piontek, Mascha Wurst, Nicole Händel, Mirko Lunau, Corinna Borchard

**62** *Climate change and the microbial cycling of  
organic matter*

67	3. Forschung   <i>Research</i>
68	PACES
70	3.1 TOPIC 1: <i>The changing Arctic and Antarctic</i>
80	3.2 TOPIC 2: <i>Coastal change</i>
84	3.3 TOPIC 3: <i>Lehrstunden aus der Erdgeschichte   Lessons from the past</i>
88	3.4 TOPIC 4: <i>Das Erdsystem aus polarer Perspektive   The Earth System from a Polar Perspective</i>
94	4. Helmholtz-Nachwuchsgruppen   <i>Helmholtz Young Investigator Groups</i>
96	5. Entwicklungen in den Fachbereichen   <i>Progresses in the scientific divisions</i>
119	6. Tiefseeökologie und -technologie (HGF-MPG)   <i>Deep-sea ecology and technology (HGF-MPG)</i>
125	7. Logistik und Forschungsplattformen   <i>Logistics and research platforms</i>
158	8. Nationale und internationale Zusammenarbeit   <i>National and international cooperation</i>
168	9. Wissenschaftliches Rechenzentrum   <i>Scientific data processing centre</i>
180	10. Bibliothek   <i>Library</i>
186	11. Technologietransfer   <i>Technology transfer</i>
192	12. Kommunikation und Medien   <i>Communications and Media</i>
198	13. Schulprojekt   <i>School project</i>
203	14. Personeller Aufbau und Haushaltsentwicklung   <i>Personnel structure and budget trends</i>
209	15. Veröffentlichungen, Patente   <i>Publications, patents</i>
213	Anhang   <i>Annex</i>

## Solvin Zankl

Das Titelfoto und einige Fotos der Zwischentitel für diesen Zweijahresbericht stammen von dem Naturfotografen Solvin Zankl und aus einem internen Wettbewerb für den Kalender 2010.

Im AWI-Kalender für dieses Jahr stellte das Alfred-Wegener-Institut seine Arbeit mit den besten Fotos seiner Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen vor. Eine Auswahl haben wir auch für den Zweijahresbericht verwendet.

„Das Meer hat mich schon früh in seinen Bann gezogen“ sagt der Kieler Naturfotograf Solvin Zankl. „Auf Helgoland, wo diese Bilder entstanden, spüre ich die Hochsee.“ Nach Abschluss seines Studiums der Meeresbiologie machte er seine zweite Leidenschaft, die Fotografie, zu seinem Beruf. Solvin Zankl hat außerdem 2007 an einer Expedition der ‚Polarstern‘ durch den Atlantik teilgenommen.

## Solvin Zankl

*The cover photo and some of the photos under the subheadings in this biennial report are from the wildlife photographer Solvin Zankl as well as from an internal competition for the 2010 calendar.*

*The Alfred Wegener Institute calendar for this year comprises the best photographs of women and men at work, taken by AWI employees. We used a selection for the biennial report.*

*„The ocean has fascinated me from an early age“ says the wildlife photographer Solvin Zankl from Kiel. „On Heligoland, where these pictures were taken, I feel close to the open ocean.“ After completing his studies in marine biology, he made photography, his second passion, to his profession. In 2007, Solvin Zankl participated in a ‘Polarstern’ expedition across the Atlantic Ocean.*

## 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

Ministerialdirektorin  
Bärbel Brumme-Bothe  
(Vorsitzende), Bundesministerium für Bildung und Forschung, Bonn  
Staatsrat Carl Othmers  
(stellv. Vorsitzender),  
Senatorin für Bildung und Wissenschaft der Freien Hansestadt Bremen  
Ministerialrat  
Prof. Dr. Diethard Mager  
Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, Berlin<sup>1</sup>  
Dr. Ingo Winkelmann  
Vortragender Legationsrat  
1. Klasse, Auswärtiges Amt, Berlin  
Staatsrat  
Dieter Mützelburg  
Senatorin für Finanzen der Freien Hansestadt Bremen  
Ministerialdirigent  
Dr. Josef Glombik  
Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kultur des Landes Brandenburg, Potsdam  
Michael Wagner  
Ministerialrat beim Ministerium für Wissenschaft,

Wirtschaft und Verkehr des Landes Schleswig-Holstein, Kiel  
Prof. Dr. Eva-Maria Pfeiffer  
(Vorsitzende des Wissenschaftlichen Beirats), Universität Hamburg, Institut für Bodenkunde  
Sandra Ahrens  
Mitglied der Bremischen Bürgerschaft, Bremen  
Niels Stolberg  
Geschäftsführender Gesellschafter, Beluga Shipping GmbH, Bremen  
Prof. Dr. Joachim Treusch  
Präsident der Jacobs University Bremen  
Prof. Dr. Peter Herzig  
IFM-GEOMAR, Kiel  
Prof. Dr. Maria-Theresia Schafmeister, Universität Greifswald, Institut für geologische Wissenschaften, Greifswald

<sup>1</sup> (im zweijährigen Wechsel mit Gerd Conrad, Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Bonn)

### Wissenschaftlicher Beirat

#### Mitglieder

Prof. Dr. Peter Gruss,  
Präsident der Max-Planck-Gesellschaft  
ständiger Vertreter:  
Prof. Dr. Bo Barker Jørgensen,  
Präsident Max-Planck-Institut für Marine Mikrobiologie  
Prof. Dr. Matthias Kleiner,  
Präsident der Deutschen Forschungsgemeinschaft  
ständiger Vertreter:  
Dr. André Freiwald  
Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg  
Institut für Paläontologie  
Prof. Dr. Hans-Joachim Kumpel,  
Präsident der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover  
ständiger Vertreter:  
Dr. Christian Reichert,  
Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe im Geozentrum, Hannover  
Dir. & Prof. Dr. habil. Cornelius Hammer, Leiter der Bundesforschungsanstalt für Fischerei, Hamburg  
ständiger Vertreter: NN  
Prof. Dr. Wilfried Müller,  
Rektor der Universität Bremen

ständiger Vertreter:  
Prof. Dr. Wilhelm Hagen  
Universität Bremen  
Fachbereich Biologie - Marine Zoologie  
Prof. Dr. Eva-Maria Pfeiffer,  
Vorsitzende Universität Hamburg  
Prof. Dr. Martin Heimann  
(stellv. Vorsitzender)  
Prof. Konrad Steffen  
Cooperative Institute for Research in Environmental Sciences (CIRES), USA  
Prof. Peter Henry Burkill,  
Director Sir Alister Hardy Foundation for Ocean Science, United Kingdom  
Prof. Dr. Olav Eldholm,  
Department of Earth Science Universitetet i Bergen, Norwegen  
Prof. Dr. Karen J. Heywood,  
University of East Anglia School of Environmental Sciences, Great Britain  
Prof. Dr. Douglas William Roy Wallace, Leibniz-Institut für Meereswissenschaften Chemische Ozeanographie Forschungsbereich Marine Biogeochemie

Dr. Dominique Raynaud, Laboratoire de Glaciologie et éophysique de l'Environnement, Frankreich  
 Dr. Leif Gunnar Anderson, Göteborg University Department of Chemistry, Schweden  
 Prof. Dr. Martin Claußen Geschäftsführender Direktor Max-Planck-Institut für Meteorologie, Hamburg

**Teilnehmer**

MinDir Bärbel Brumme-Bothe, (Vorsitzende) des Kuratoriums des AWI, Bundesministerium für Bildung und Forschung, Berlin  
 Staatsrat Carl Othmer, (stellv. Vorsitzende) des Kuratoriums des AWI, Senatorin für Bildung und Wissenschaft, Bremen  
 Dr. Brigitte Kleinen (vorerst für Dr. Bienhold) (Vertreterin) Senatorin für Bildung und Wissenschaft, Bremen  
 Prof. Dr. Karin Lochte, Direktorin der Stiftung Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung in der Helmholtz-Gemeinschaft, Bremerhaven

Dr. Heike Wolke, Verwaltungsdirektorin der Stiftung AWI  
 Prof. Dr. Heinz Miller, Stellvertreter der Direktorin der Stiftung AWI  
 Prof. Dr. Karen Helen Wiltshire, Stellvertreterin der Direktorin der Stiftung AWI  
 Prof. Dr. Dieter Wolf-Gladrow, Vorsitzender des Wissenschaftlichen Rates der Stiftung AWI  
 Dr. Karsten Gohl, Stellvertreter des Vorsitzenden des Wissenschaftlichen Rates der Stiftung AWI

**Wissenschaftlicher Rat**

**Vorsitz**

Prof. Dr. Dieter Wolf-Gladrow  
 Dr. Karsten Gohl (Stellvertreter)

**Mitglieder**

Dr. Ragnhild Asmus  
 Dr. Thomas Brey  
 Prof. Dr. Alan Cembella  
 Prof. Dr. Klaus Dethloff  
 Dr. Eberhard Fahrbach  
 Prof. Dr. Rüdiger Gerdes  
 Dr. Gunnar Gerds  
 Dr. Christian Hass  
 Prof. Dr. Wolfgang Hiller  
 Prof. Dr. Hans-Wolfgang Hubberten  
 Dr. Wilfried Jokat  
 Dr. Rainer Knust  
 Prof. Dr. Gerrit Lohmann  
 Prof. Dr. Heinrich Miller  
 Dr. Roland Neuber  
 Prof. Dr. Hans-Otto Pörtner  
 Dr. Claudio Richter  
 Prof. Dr. Michael Schlüter  
 Dr. Michael Schröder  
 Dr. Jens Schröter  
 Dr. Ralf Tiedemann  
 PD Dr. Ulrike Wacker  
 Prof. Dr. Karen Wiltshire  
 Prof. Dr. Dieter Wolf-Gladrow

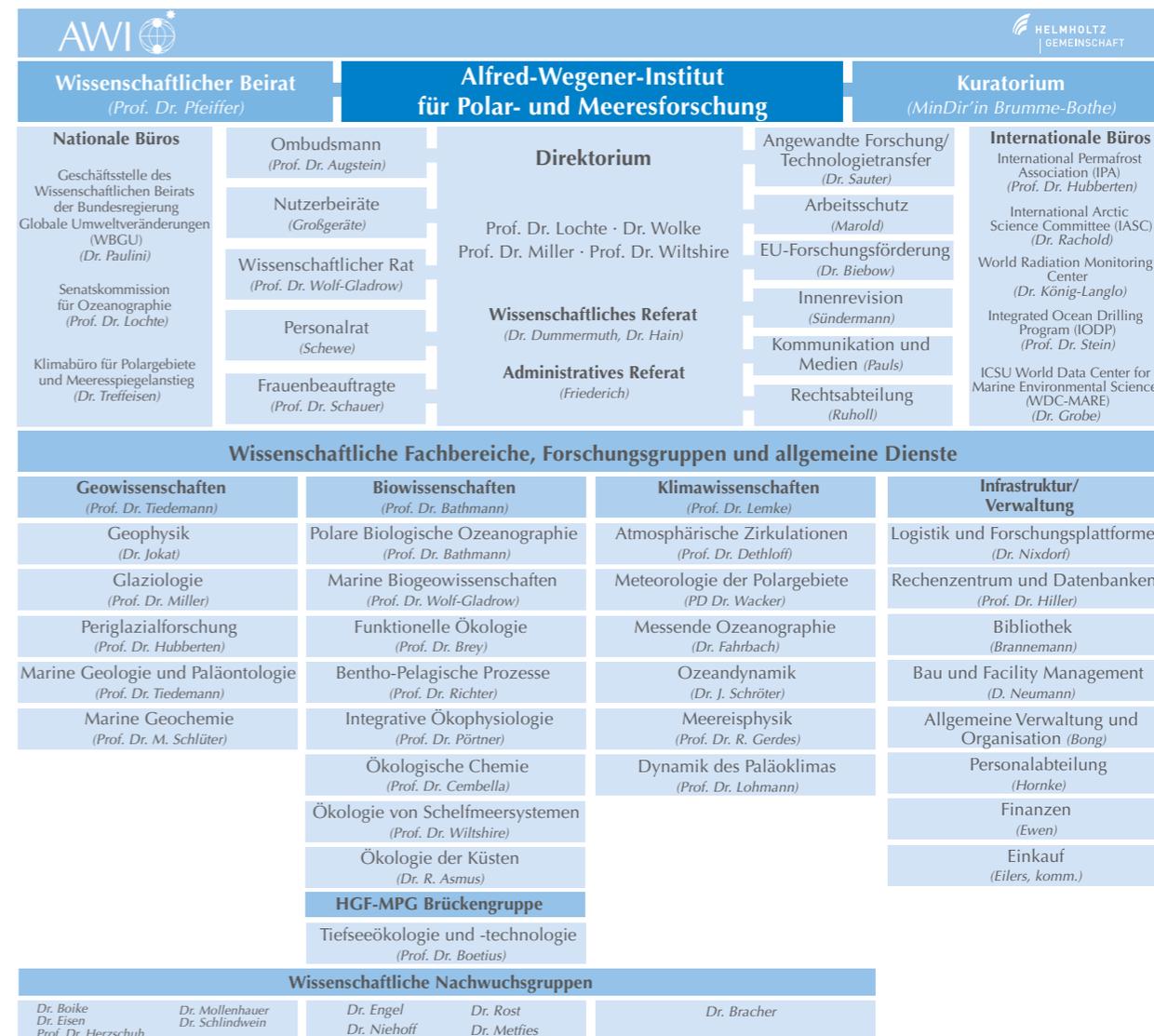
**Ständige Gäste**

Prof. Dr. Antje Boetius  
 Prof. Dr. Franciscus Colijn (GKSS)  
 Dr. Ursula Schauer (Frauenbeauftragte)  
 Dr. Hartwig Gernandt  
 Prof. Dr. Peter Lemke  
 Prof. Dr. Karin Lochte (Pressesprecherin)  
 Dr. Stefan Hain  
 Prof. Dr. Karsten Reise  
 Ingo Schewe (Personalrat)  
 Dr. Heike Wolke

**Direktorium**

Prof. Dr. Karin Lochte, (Direktorin)  
 Dr. Heike Wolke, (Verwaltungsdirektorin)  
 Prof. Dr. Heinrich Miller, (Stell. Direktor/AWI)  
 Prof. Dr. Karen Helen Wiltshire, (Stell. Direktorin/AWI)  
 Dr. Stefan Hain, (Wissenschaftliches Referat)  
 Dr. Angelika Dummermuth, (Wissenschaftliches Referat)

(Stand 10.12.2009)



(Stand 31.12.2009)



1. Vorwort | *Introduction*



## 1. Die Stiftung Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung 2008 und 2009

Das Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung in der Helmholtz-Gemeinschaft (AWI) gehört zu den weltweit führenden Einrichtungen der Polarforschung und liefert signifikante Beiträge zur internationalen Erdsystem- und Klimaforschung in den Polarregionen und Küstengewässern. Als Helmholtz-Zentrum unterstützt es die Mission der Helmholtz-Gemeinschaft, Lösungen für große und drängende wissenschaftliche Herausforderungen mit gesellschaftlicher Relevanz zu erarbeiten.

Die Beobachtungen der Temperaturveränderungen in den Polarregionen zeigen eine etwa doppelt so rasche Erwärmung in der Arktis und auf der Antarktischen Halbinsel im Vergleich zum globalen Mittel. Diese rasche Erwärmung betrifft nicht nur die Polarregionen, sondern hat weltweite Auswirkungen. Das Schmelzen der Eisschilde in Grönland und in der Westantarktis beschleunigt den Meeresspiegelanstieg, die Verringerung des Meereises beeinflusst das globale Klima, der Verlust von Permafrostregionen ändert ganze Landschaften und setzt Klimagase frei und tiefgreifende Veränderungen des polaren Ökosystems sind als Folge zu erwarten. Im September 2009 betrug die Ausdehnung des arktischen Meereises am Ende des Sommers nur noch etwa 70 % des langfristigen Mittelwertes der Jahre 1979 bis 2000 und bestätigte damit die Entwicklung der letzten drei Jahre.

### 1. The foundation Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research 2008 und 2009

*The Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research in the Helmholtz Association (AWI) is one of the worlds leading institutions in polar research and contributes significantly to international earth system and climate research in Polar Regions and coastal waters. As a Helmholtz centre it supports the mission of the Helmholtz Association to develop solutions for the major and urgent scientific challenges with social relevance.*

*Observations of the temperature changes in the Polar Regions show that the Arctic and the Antarctic Peninsula are getting warmer twice as fast as the rest of the world (global mean). This rapid warming not only affects the Polar Regions but has a global impact. The melting of the ice sheets in Greenland and the western parts of Antarctica increases the rise of sea level, the reduction of sea ice influences the global climate, the loss of permafrost regions changes whole landscapes and emits greenhouse gases, and severe alterations of the polar ecosystems are expected as a result.*

*In September 2009, the sea ice cover in the Arctic at the end of summer reached only 70% of the long term mean value from 1979 to 2000, thereby confirming the trend of the last three years. This develop-*

Diese Entwicklung kann in Zukunft den Zugang zu den arktischen Gewässern und Schifffahrtsrouten erleichtern, wodurch verstärkte politische und wirtschaftliche Interessen auf diese Regionen gelenkt werden. Arktisforschung ist daher ein Thema von hoher Dringlichkeit und wird international stark unterstützt. Das Alfred-Wegener-Institut sieht es als eine seiner wichtigsten Aufgaben an, die raschen Veränderungen in den Polarregionen zu verfolgen. Auch die fortschreitenden Änderungen durch menschliche Nutzung und Klimawandel an den Küsten der Nordsee und der Arktis sind zentrale Themen. Gute Beobachtungssysteme sind dabei notwendig, um die treibenden Prozesse zu analysieren und Modelle für die Erfassung dieser Veränderungen und für Vorhersagen zu entwickeln. Diese Beiträge der Forschung sind grundlegend, um den Schutz der Umwelt sichern zu können.

Der globale Klimawandel und seine regionalen Ausprägungen bilden den Schwerpunkt im aktuellen Forschungsprogramm PACES (Polar Regions and Coasts in Changing Earth System). Dieses Forschungsprogramm, das nach intensiver Vorbereitung 2008 von einer externen Gutachtergruppe der HGF sehr positiv begutachtet wurde, tritt nun an die Stelle des ersten MARCOPOLI Programms und wird die Forschungen des AWI bis 2013 leiten. Es werden zwei neue Themen im PACES Programm aufgegriffen: Veränderungen der arktischen Küsten werden im Vergleich zu Änderungen der heimischen Küsten analysiert; die Einzelergebnisse werden im neuen TOPIC 4 in übergreifenden Modellen zusammengeführt.

*ment may ease access to arctic waters and shipping routes, leading to heightened political and economic interest in these regions. Arctic research is therefore an issue of great urgency and is strongly supported internationally. The Alfred Wegener Institute considers work on the rapid changes in the Polar Regions as one of its most important tasks. The increasing changes to the coasts of the North Sea and the Arctic due to human use and climate change are central themes as well. Good observation systems are therefore necessary to analyse the driving processes and to generate models which capture the changes and predict future developments. These contributions of our research are necessary to be prepared for measures to protect the environment.*

*Global climate change and its regional characteristics are the focus of the current research programme PACES (Polar Regions and Coasts in Changing Earth System). This research programme, after intensive preparations in 2008, was evaluated extremely positively by an external Helmholtz review group. It replaces the first programme MARCOPOLI and will guide research at the AWI until 2013. Two new themes were taken up in the PACES programme: changes of the Arctic coasts are analysed in comparison with coasts of the temperate regions; the individual results are merged in overarching models under the new TOPIC 4.*

Seit Oktober 2009 stärkt der neue Helmholtz-Verbund „Regionale Klimaänderungen“ (REKLIM), an dem unter AWI-Koordination sieben Helmholtz-Zentren beteiligt sind, den Schwerpunkt der regionalen Klimaänderung. Das 2008 am AWI eröffnete Regionale Klimabüro für Polargebiete und Meeresspiegelanstieg sorgt für den Transfer der wissenschaftlichen Ergebnisse in die Gesellschaft.

FS ‚Polarstern‘ konnte als erstes konventionelles, nicht atomar angetriebenes Schiff im Sommer 2008 den Nordpol in einer Saison umrunden. Für Forschungen auf dem sibirischen Schelf fuhr das Schiff durch die kanadische Nordwestpassage und kehrte über die russische Nordostpassage zurück. Diese Fahrt zeigt deutlich, welcher Rückgang des Meereises zu verzeichnen ist. Das neue Forschungsflugzeug ‚Polar 5‘ hat in einer großen Kampagne eine umfangreiche Vermessung der Meereisstärke nördlich von Grönland, Kanada und den USA durchgeführt, die wichtige Daten für die Modellierung der Schmelzprozesse des Meereises liefern.

Nach 17 Jahren zuverlässiger Nutzung wurde die alte Antarktisstation Neumayer II geschlossen und der Bau der neuen Station konnte nach harter und schwieriger Bauzeit, die sich über zwei Saisons hinzog, abgeschlossen werden. Am 28. Februar 2009 nahm Bundesforschungsministerin Prof. Annette Schavan die neue ‚Neumayer-Station III‘ in Betrieb, mit der der deutsche Beitrag zum Internationalen Polarjahr (IPY) 2007/2008 realisiert wurde. Die neue Antarktisstation schafft hervorragende Voraussetzungen für langfristige Forschung und ist ein wichtiger Bestandteil der internationalen wissenschaftlichen und logistischen Zusammenarbeit in der Antarktis. ‚Neumayer-Station III‘ hat ihren ersten antarktischen Winter

*Since October 2009, the new Helmholtz Regional Climate Change Initiative (REKLIM), supported by seven Helmholtz Centres under the leadership of the AWI, strengthens the focus on regional climate change. The transfer of the results to society is carried out by the Climate Service Center for Polar Regions and sea level rise, established at the AWI in October 2008.*

*In summer 2008, the RV ‚Polarstern‘ became the first conventional, not-nuclear powered, vessel able to circumnavigate the North Pole in one season. In order to carry out research on the Russian-Siberian shelf, the vessel passed through the Northwest Passage off Canada and returned via the Northeast Passage off Russia. This cruise demonstrated clearly the extensive decrease in sea ice. The new research aircraft ‚Polar 5‘ carried out a large campaign to comprehensively measure the thickness of sea ice north of Greenland, Canada and the USA, which provided important data for modelling of sea ice melting processes.*

*The old Antarctic research station Neumayer II was closed after 17 years of reliable use. The construction of the new station was completed after two seasons of hard and difficult work. On 28 February 2009, the German Minister of Education and Research, Prof. Annette Schavan, officially put the new ‚Neumayer Station III‘ into service, thereby realising the German contribution to the International Polar Year (IPY) 2007-2008. The new Antarctic station offers outstanding conditions for long-term research and is an important component of the international scientific and logistic cooperation in Antarctica. ‚Neumayer Station III‘ has endured its first Antarctic winter successfully. We are grateful to our*

erfolgreich überstanden. Wir sind unseren Zuwendungsgebern und auch dem Bauteam sehr dankbar, dass diese technisch innovative Infrastruktur errichtet werden konnte.

Am 19. Juni 1959 kehrte die Biologische Anstalt Helgoland (BAH) mit der offiziellen Einweihung ihrer neuen Gebäude, die die im Krieg zerstörten Häuser ersetzen, auf die Insel Helgoland zurück. Am 20. Juni 2009 haben wir dies mit einem Festakt, sowie einem Tag der offenen Tür gefeiert. Auch wenn sich die Schwerpunkte der Forschung in den vergangenen 50 Jahren geändert haben, ist die Hauptaufgabe der BAH das Ökosystem der Nordsee und die Effekte anthropogener Einflüsse auf dieses System zu untersuchen und Langzeitänderungen zu dokumentieren. Änderungen in den Wechselwirkungen zwischen Räuber- und Beuteorganismen sind dabei genauso wichtig wie die Effekte von neuen Arten und neuen Habitaten. Auch innerhalb des AWI entwickelt sich die BAH ständig weiter. Mit Hilfe diverser Machbarkeitsstudien planen wir jetzt die komplette Renovierung der in den 50er Jahren entstandenen Gebäude, damit wir das Ziel, in den nächsten Jahren unsere Klimafolgenforschung klimafreundlich zu gestalten, erreichen können.

Viele interessante wissenschaftliche Ergebnisse werden in diesem Zweijahresbericht präsentiert. Wir danken Zuwendungsgebern, Mitarbeitern, Freunden und Förderern, die diese Forschungsarbeit ermöglicht haben.

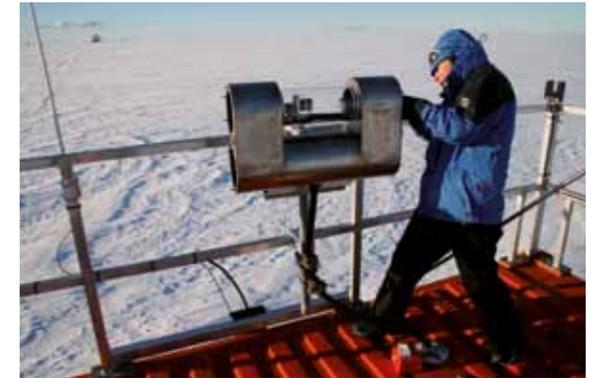
*financial supporters, as well as the building team, which made it possible to erect this technically innovative infrastructure.*

*On 19 June 1959 the Biologische Anstalt Helgoland (BAH) returned back to Heligoland, officially opening the new buildings, which replaced those that were destroyed during the war. With a celebration followed by an open day of the institute this 50<sup>th</sup> anniversary was commemorated on 20 June 2009. Despite the changes in the main scientific interests during the last decennia, the main focus of the BAH remains: to investigate the North Sea ecosystem, understand the effects of anthropogenic influences, and document long-term changes. Shifts in the interactions between predators and prey, as well as the effects of changes in community composition and habitat structure are our main interest. The BAH continues to develop constantly. Several studies were carried out to investigate the possibilities to renovate the buildings that are now 50 years old. For the future we aim to produce as little CO<sub>2</sub> as possible in our studies on the effects of global change on ecosystems.*

*This biennial report would like to present many interesting scientific results. We thank the funding agencies, staff, friends and supporters, who enabled this research.*



## 2. Ausgewählte Forschungsthemen *Selected research topics*



## Methanemission aus dem Permafrost im Lena-Delta

Torsten Sachs, Julia Boike

Die globale Erwärmung zeigt sich in den hohen Breiten der nördlichen Hemisphäre stärker und schneller als in den mittleren oder niederen Breiten. Fast 1700 Gigatonnen organischer Kohlenstoff sind nach neuesten Schätzungen in den ausgedehnten Dauerfrostgebieten der Nordhalbkugel gespeichert - deutlich mehr als in der gesamten globalen Vegetation oder auch der Atmosphäre.

Permafrost reagiert äußerst sensibel auf steigende Temperaturen. Daher ist zu befürchten, dass eine weitere Erwärmung der arktischen und subarktischen Permafrostgebiete den Boden großflächig tiefer auftauen könnte. Große Mengen des darin gespeicherten Kohlenstoffs würden dabei für die mikrobielle Zersetzung verfügbar werden, Kohlendioxid oder Methan könnten produziert und freigesetzt werden. Als äußerst wirksame Treibhausgase könnten sie bei einer Freisetzung in erheblichen Mengen zu einer weiteren Erwärmung der Atmosphäre führen. Derzeitige Klimamodelle berücksichtigen diese beträchtlichen, zusätzlichen Mengen nur unzureichend.

Permafrost-Gebiete in den hohen Breiten sind von gewaltiger Ausdehnung und daher nur mit großem Aufwand zu erschließen. Die vorhandene Datenbasis eignet sich kaum für gesicherte regional oder gar global gültige Aussagen über die aktuelle und zukünftige Entwicklung der Methanemissionen aus Dauerfrostböden.

## Methane emission from permafrost in the Lena River Delta

Torsten Sachs, Julia Boike

*Global atmospheric warming is stronger and faster in the northern high latitudes than in the middle or lower latitudes. Almost 1700 gigatons of organic carbon are currently estimated to be stored in the extensive permafrost areas of the northern hemisphere – much more than in the entire global vegetation or in the atmosphere.*

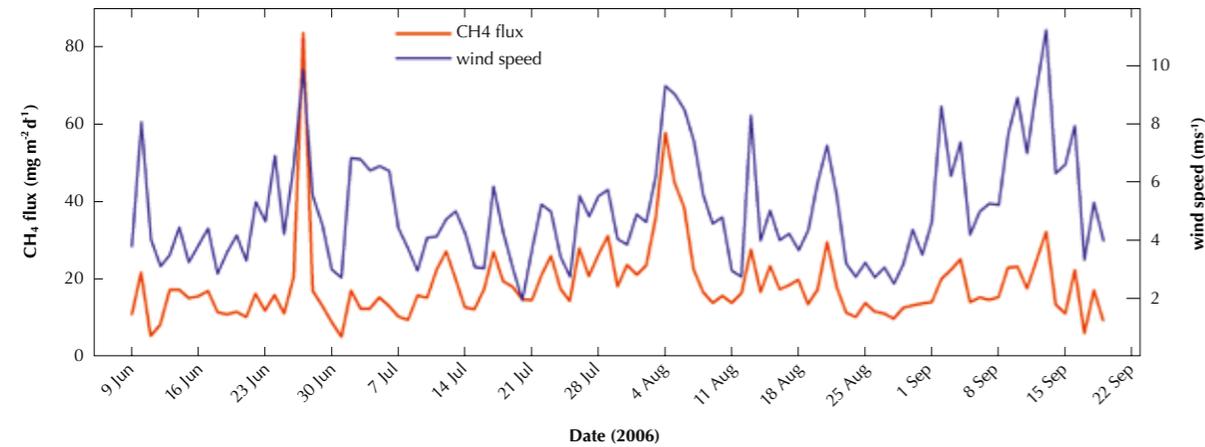
*Because permafrost is very sensible to rising temperatures, there is concern that continued warming of the Arctic and Subarctic permafrost areas would result in spatially extensive thawing of the soil. Large quantities of the stored carbon would then become available for microbial decomposition, which could lead to the production and emission of CO<sub>2</sub> or methane as very climate relevant greenhouse gases. These emissions would cause an additional warming if emitted in large quantities. Current global climate models do not sufficiently account for these large amounts of additional greenhouse gas.*

*Scientific studies in the vast high latitude permafrost areas require substantial logistical efforts. Therefore, the existing database is very limited and barely able to support sound regional or global estimates of the current or future development of methane emissions from permafrost soils.*



**Abb. 1: Eddy-Kovarianz Messsystem zur Bestimmung der vertikalen CO<sub>2</sub> und Methanflüsse zwischen Boden und Atmosphäre.**

*Fig. 1: Eddy covariance system to measure vertical CO<sub>2</sub> and methane fluxes between the soil and the atmosphere. (Photo: T. Sachs)*



**Abb. 2:** Saisonale Dynamik der Windgeschwindigkeit und der davon stark abhängigen Methanemissionen aus der Feuchtgebiets-Tundra im Lena-Delta. Dargestellt sind jeweils Tagesmittelwerte.

**Fig. 2:** Seasonal dynamics of wind speed and methane emissions from wet polygonal tundra in the Lena River Delta that strongly depend on wind speed. The graph shows daily averages. (Graphic: T. Sachs)

In arktischen Ökosystemen ist die Menge des freigesetzten Methans schwer zu messen. Zeitlich und räumlich variieren die Emissionen so stark, dass repräsentative Aussagen aufgrund der bisher vorwiegend angewandten Methoden kaum möglich sind. Die Studien konzentrieren sich fast ausschließlich auf sehr kleine räumliche Skalen von bis zu etwa einem Quadratmeter. Dabei werden geschlossene Kammersysteme verwendet.

Wissenschaftler setzen seit 2002 an der Russisch-Deutschen Station Samoylov zusätzlich die über mehrere Hektar integrierende so genannte Eddy-Kovarianz Methode ein (Abb. 1, *eddies* = Wirbel). Das sibirische Lenadelta ist einer der weltweit wenigen Standorte für diese - im Gegensatz zum Kammersystem - nicht-invasive mikrometeorologische Methode. Die viermonatige Expedition Lena-2006 lieferte damit erstmals kontinuierlich Daten zur Methanemission in der Fläche über eine gesamte Vegetationsperiode hinweg: von der Schneeschmelze an bis nach dem ersten Schneesturm.

*The amounts of released methane cannot be easily quantified in Arctic ecosystems. Most studies are based on very small spatial scales of up to 1 m<sup>2</sup> using closed chamber systems. But emissions vary significantly in terms of time and space, so that general conclusions should not be derived from this commonly used.*

*Since 2002, scientists at the Russian-German research station Samoylov have also used the eddy covariance method, which integrates fluxes across several hectares (Fig. 1). The Siberian Lena River Delta is one of the few study sites globally, where this non-invasive (as opposed to closed chambers) micrometeorological method has been deployed. During the four-month expedition Lena-2006, continuous areal methane emission data were collected, covering for the first time an entire vegetation period from snow melt until the first blizzards.*

Der Vergleich beider Messmethoden zeigt deutliche Unterschiede: Kleinräumige Messungen ergeben punktuell hohe Emissionen im saisonalen Mittel von bis zu  $100 \text{ mg m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ . In der weiteren Umgebung aber sind weder Menge noch zeitliche Dynamik repräsentativ. Die Messdaten lassen hier im Mittel weniger als  $20 \text{ mg m}^{-2} \text{ d}^{-1}$  Methanemission erkennen.

Das wichtigste Ergebnis ist jedoch: In der Feuchtgebiets-Tundra sind Methanemissionen ganz entscheidend durch die Eigenschaften der unteren Atmosphäre gesteuert - neben den bekannten bodenbürtigen Faktoren, wie z.B. der Bodentemperatur. Vor allem die Stärke der atmosphärischen Turbulenz (direkt abhängig von der Windgeschwindigkeit, Abb. 2) und die Luftdruckentwicklung beeinflussen die Methanemissionen erheblich. Dabei spielen die großen Wasserflächen der Landschaft die entscheidende Rolle. Über den Tundra-Gewässern ist der Gasaustausch mit der Atmosphäre von den genannten atmosphärischen Größen Turbulenz und Luftdruck abhängig. In aktuellen Prozessmodellen zur Methanemission sind sie als treibende Einflussgrößen jedoch nicht berücksichtigt.

*The comparison between the two methods revealed substantial differences: Small-scale measurements showed locally very high methane emissions of up to  $100 \text{ mg m}^{-2} \text{ d}^{-1}$  in the seasonal average. However, neither with regard to the total amount nor with regard to the temporal dynamics these results could be considered being representative for a larger area. Here, the average methane emissions were less than  $20 \text{ mg m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ .*

*However, the most important result is: In wet polygonal tundra, methane emissions are to a large degree determined by conditions of the lower atmosphere – in addition to the well-known soil related parameters such as soil temperature. Above all, atmospheric turbulence (directly dependent on wind speed, Fig. 2) and pressure have a strong influence on methane emissions due to the presence of spatially significant water surfaces in the region. Gas exchange between water surfaces and the atmosphere is known to be dependent on atmospheric turbulence and pressure. In current process models for methane emissions, these parameters are not recognized as driving forces.*



**Abb. 3:** Das Lena-Delta Anfang Juni 2006 ca. 30 km westlich der Station Samoylov. Die Methanemissionen dieser heterogenen Landschaft aus verschiedenen großen Seen, Flußarmen, und Altarmen in einer Matrix aus polygonalen Frostmusterstrukturen können schon auf wenigen Metern stark variieren.

**Fig. 3:** The Lena River Delta at the beginning of June 2006 about 30 km west of the station Samoylov. Methane emissions from this heterogeneous landscape of different-sized lakes, river channels and backwaters in a matrix of polygonal frost pattern vary greatly on a scale of few meters. (Photo: T. Sachs)

## Neue Biomarker belegen Schwankungen der arktischen Meereisbedeckung während der letzten 30.000 Jahre

Juliane Müller, Rüdiger Stein

Meeresströmungen regulieren den Wärme- und Salzgehalt in den Gewässern der südlichen und nördlichen Breiten und beeinflussen damit stark das globale Klima. Ein kräftiges Schwungrad dieses thermohalinen Zirkulationssystems arbeitet in der Framstraße, der Tiefwasserpassage zwischen dem Arktischem und dem Atlantischen Ozean. Kalte Wassermassen und Meereis aus der Arktis treffen hier auf warmes Atlantikwasser. Verändert sich dieser gewaltige Austauschprozess, kommt es zu Fluktuationen der Meereisbedeckung in der Framstraße, die mit Abkühlungs- und Erwärmungsphasen im Nordatlantik einhergehen.

Organisch-geochemische Untersuchungen eines Sedimentkerns (PS2837-5) aus der nördlichen Framstraße (siehe Abb. 4) liefern nun Beweise für extreme Schwankungen der Meereisbedeckung. Mit Hilfe von Biomarkern konnte so erforscht werden, wann die Framstraße während der letzten 30.000 Jahre eisbedeckt oder eisfrei war. Biomarker sind molekulare Fossilien, die in den Sedimentschichten konserviert sind.

Zwei Biomarker standen dabei im Blickpunkt der Untersuchung (Abb. 5): Der Biomarker IP<sub>25</sub> gilt als Indiz für Eisbedeckung, denn er wird von Algen produziert, die im Meereis leben. Der Biomarker Brassicasterol hingegen wird von Algen gebildet, die im offenen Wasser leben, und ist somit ein Anzeiger für eisfreie Perioden. Die Kombination beider Parameter ermöglicht es, verschiedene Eisbedingungen zu rekonstruieren.

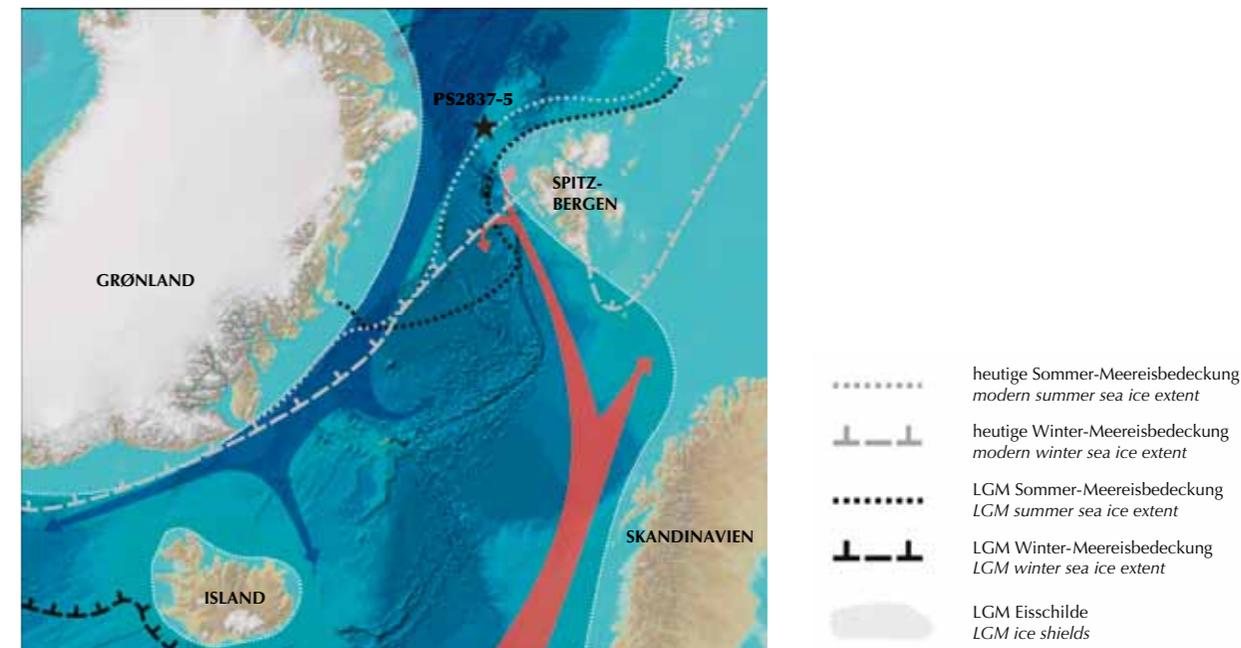
## New biomarkers reveal fluctuations in Arctic sea ice cover during the past 30,000 years

Juliane Müller, Rüdiger Stein

Ocean currents mainly influence global climate by controlling the heat and salinity transfer between southern and northern latitudes. A powerful driving mechanism of this thermohaline circulation system is located in the Fram Strait, the only deep-water passage between the Arctic and Atlantic Ocean, where cold water and sea ice from the Arctic and warm Atlantic water converge. Changes in this transfer process are linked to fluctuations of sea ice coverage in the Fram Strait. These are in concert with cooling and warming events in the North Atlantic.

The organic geochemical examination of a sediment core (PS2837-5) from the northern Fram Strait (Fig. 4) provides clues for extreme fluctuations in sea ice coverage. By means of biomarkers it was possible to ascertain periods when the Fram Strait was either ice-covered or ice-free during the past 30,000 years. Biomarkers are molecular fossils, which are preserved within the sediment layers.

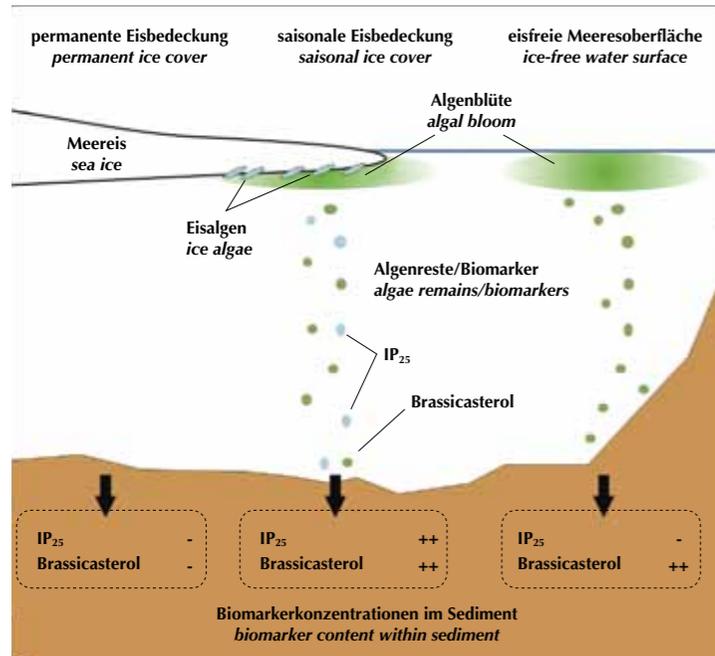
Two biomarkers were in the focus of the study (Fig. 5): the biomarker IP<sub>25</sub> is produced by algae living in the sea ice and serves as an indicator for ice coverage. The biomarker brassicasterol, on the contrary, is produced by algae living in the open water and thus indicates ice-free periods. The combination of both parameters enables the reconstruction of different sea ice conditions.



**Abb. 4:** Warme (rot) und kalte (blau) Meeresströmungen aus dem Atlantischen bzw. dem Arktischen Ozean beeinflussen die Meereisbedingungen in der Framstraße.

**Fig. 4:** Warm (red) and cold (blue) ocean currents from the Atlantic and the Arctic Ocean impact the sea ice conditions in the Fram Strait.

Map based on Figure 1: IBCAO 2008 (Jakobsson, M., R. Macnab, L. Mayer, R. Anderson, M. Edwards, J. Hatzky, H. W. Schenke, and P. Johnson (2008), An improved bathymetric portrayal of the Arctic Ocean: Implications for ocean modeling and geological, geophysical and oceanographic analyses, *Geophysical Research Letters*, DOI: doi: 10.1029/2008gl033520.)



**Abb. 5:** Schematische Darstellung unterschiedlicher Eisbedingungen mit variierender Algenproduktivität und unterschiedlichen IP<sub>25</sub>- und Brassicasterolgehalten im Sediment.

*Fig. 5: Schematic illustration summarizing different sea ice conditions with varying algal productivity and different IP<sub>25</sub> and brassicasterol contents within the sediment.*

So deutet beispielsweise das Fehlen beider Biomarker während des letzten Glazialen Maximums vor ca. 20.000 Jahren auf eine permanente Eisbedeckung in der nördlichen Framstraße hin. Der Grund: Unter dem dicken Eispanzer herrschte andauernder Licht- und Nährstoffmangel, der auch das Wachstum der Eisalgen ganzjährig verhinderte.

Wenn der Eismarker IP<sub>25</sub> in den Sedimenten fehlt, aber der Gehalt an Brassicasterol stark erhöht ist, kann auf eine eisfreie Zeit geschlossen werden: Eine sehr kurze aber heftige Erwärmung des Klimas vor ca. 15.000 Jahren, im frühen Bølling, ließ das arktische Meereis so weit schrumpfen, dass die Framstraße während der gesamten Wachstumsperiode beider Algentypen, also während der Frühlings- und Sommermonate, eisfrei blieb.

Während der letzten 5.000 Jahre, im späten Holozän, kommen beide Marker gleichzeitig vor: Die Meerenge war nur saisonal (im Winter und Frühling) mit Eis bedeckt.

Diese Rekonstruktion unterschiedlichster Eisbedingungen zeigt deutlich, wie empfindlich die Arktis sogar auf kurzzeitige Klimaschwankungen reagiert. Weitere Untersuchungen zur Paläo-Ausdehnung des Meereises sollen Aufschluss über die Variabilität der ozeanisch-atmosphärischen Wechselbeziehungen geben und damit die Entwicklung zukünftiger Klimamodelle unterstützen.

*The absence of both biomarkers during the Last Glacial Maximum about 20,000 years ago, for instance, suggests a permanent ice cover in the northern Fram Strait. The lasting unavailability of light and nutrients under the thick pack ice also minimized the growth of the ice algae throughout the year.*

*Another case which refers to ice-free conditions is a lack of the ice proxy IP<sub>25</sub> while the brassicasterol content is highly increased: a short but significant warming of the climate about 15,000 years ago, the Early Bølling, caused the Arctic sea ice to retreat so far that the Fram Strait remained ice-free during the entire growth period of both algal species (i.e., during spring and summer months).*

*The simultaneous occurrence of both biomarkers during the past 5,000 years, the Late Holocene, shows that the strait was only seasonally ice-covered (i.e., during the winter and spring months).*

*This reconstruction of highly various sea ice conditions reveals how susceptible the Arctic is even to short-term climate fluctuations. Further examinations of the palaeo-extent of sea ice may provide valuable information about oceanic-atmospheric interactions and hence support the development of future climate models.*

## Die Stabilität des Westantarktischen Eisschildes – Ergebnisse der ANDRILL Tiefbohrungen

Gerhard Kuhn, Frank Niessen

ANDRILL ist ein multinationales Bohrprogramm, mit dem die geologische Entwicklung der Antarktis erforscht wird. Mit Hilfe von ANDRILL soll vor allem geklärt werden, wie sich die Antarktischen Eisschilde in der Vergangenheit veränderten, aber auch wie sie sich in der Zukunft verhalten werden. Von besonderem Interesse sind Zeiträume mit global deutlich wärmeren Klimabedingungen als heute. Dafür muss man 20 Millionen Jahre in die Erdgeschichte zurück blicken. Informationen über die Variation des globalen Eisvolumens aus der Isotopenzusammensetzung mariner Mikrofossilien sind für diesen Zeitraum vorhanden. Die Reaktion der regionalen polaren Eiskappen ist jedoch nur unzureichend bekannt.

Das Westantarktische Eisschild (WAIS) überdeckt heute einen Archipel und befindet sich nahezu im Schwimmgleichgewicht. Daraus ergibt sich die Frage: Wie stabil ist das WAIS und welchen Einfluss hat es auf globale Meeresspiegel-Änderungen?

Bohrungen in natürliche Archive vor Ort sollen darüber Aufschluss geben, denn hier finden sich gespeicherte Informationen aus der Vergangenheit. Das „Victoria Land Basin“ des westlichen Rossmeeres ist ein solches Naturarchiv der Antarktis. Günstige geologische Bedingungen haben Sedimente konserviert, die in Zeiten mit kälteren und wärmeren Klimabedingungen im Vergleich zu heute abgelagert wurden.

In der ersten ANDRILL-Phase 2006 und 2007 wurden vom McMurdo Schelfeis, als Teil des Ross Schelfeises,

## The stability of the West Antarctic ice sheet – results of ANDRILL deep drilling operations

Gerhard Kuhn, Frank Niessen

ANDRILL is a multinational drilling programme involving research on the geological development of the Antarctic. The chief objective of ANDRILL is to help in clarifying how the Antarctic ice sheet changed in the past as well as how it will behave in the future. Of particular interest are periods with significantly warmer global climate conditions than today. For this purpose it is necessary to look back 20 million years in the Earth's history. Information on the variations in the global ice volume gained from the isotopic composition of marine microfossils is available for this period. However, not enough is known about the response of the regional polar ice caps.

Today the West Antarctic Ice Sheet (WAIS) covers an archipelago and is in a nearly isostatic equilibrium. This leads to the question: How stable is the WAIS and what influence does it have on global changes in the sea level?

Drilling into natural geological archives is aimed at providing answers to this question, since these archives contain stored information from the past. The Victoria Land Basin of the western Ross Sea is such a natural archive in the Antarctic. Favourable geological conditions have preserved sediments that were deposited in times when climate conditions were colder and warmer than the present.



Abb. 6: Lage der Bohrungen AND-1B und AND-2A in der Nähe von Ross Island; das Bohrcamp AND-1B auf dem McMurdo Schelfeis; das „Rac-Zelt“ in McMurdo, hier wurden die geochemischen XRF-Messungen durchgeführt; der XRF-Core-Scanner im Flugzeug auf dem Weg zurück nach Neuseeland.

Fig. 6: Location of AND-1B and AND-2A drillings near Ross Island; the AND-1B drilling camp on the McMurdo Ice Shelf; the „Rac tent“ in McMurdo, the geochemical XRF measurements were carried out here; the XRF drilling core scanner in the aircraft on the way back to New Zealand.

(Photo 1: [http://www2.jpl.nasa.gov/pub/images/browse/ross\\_1227\\_arrows\\_browse.jpg](http://www2.jpl.nasa.gov/pub/images/browse/ross_1227_arrows_browse.jpg), Photo 2: T. Naish, Photos 3 and 4: G. Kuhn)

und vom Meereis im südlichen McMurdo Sound die bisher tiefsten Bohrungen in der Antarktis (AND-1B 1285 Meter; AND-2A 1139 Meter, Kerngewinn ca. 98 %) in das „Victoria Land Basin“ abgeteuft. Die gewonnenen Proben wurden in den vergangenen zwei Jahren ausgewertet.

Das Alfred-Wegener-Institut übernahm sechs Prozent der Bohrkosten. Zwölf deutsche Wissenschaftler konnten teilnehmen, davon fünf vom Alfred-Wegener-Institut. Sie untersuchten den Bohrkern gesteinsphysikalisch und geochemisch (Abb. 6).

Die erbohrten Gesteinstypen und deren Interpretation ergaben für die vergangenen sechs Millionen Jahre (6 Ma) drei Szenarien für die Paläo-Umwelt des McMurdo Schelfeises (Abb. 7): I. eine auf dem Untergrund aufliegende Eiskappe, II. ein Schelfeis wie in der heutigen Situation und III. offenes Wasser.

Orbitale Oszillationen im 41.000-Jahreszyklus haben den Wechsel von Eiskappe zu Schelfeis und offenem Wasser gesteuert. Modellierungen und die geologischen Befunde zeigen einen periodischen Zerfall des WAIS (zuletzt beobachtet vor 1,07 Ma) bei gegenüber heute nur leicht erhöhten globalen Temperaturen (+3 Grad Celsius) und Kohlendioxid-Gehalten. Während dieser Super-Warmzeiten ergeben Modellierungen einen Beitrag der Antarktis zur Meeresspiegelerhöhung von ca. sieben Metern.

Erste Ergebnisse archäobotanischer Arbeiten der AND-2A Bohrung zeigen für das Klima-Optimum im Mittleren Miozän (MMCO; 15,7 Ma) eine abrupte Warmphase in der Antarktis: Ein verstärkter Süßwasserertrag verringerte den Salzgehalt bei reduziertem Meereisvorkommen. Landtemperaturen im südlichen Rossmeer erreichten 10 Grad Celsius (mittlere Temperatur Januar), mittlere saisonale Temperaturen der Meeresoberfläche zwischen 0 und 11,5 Grad Celsius.

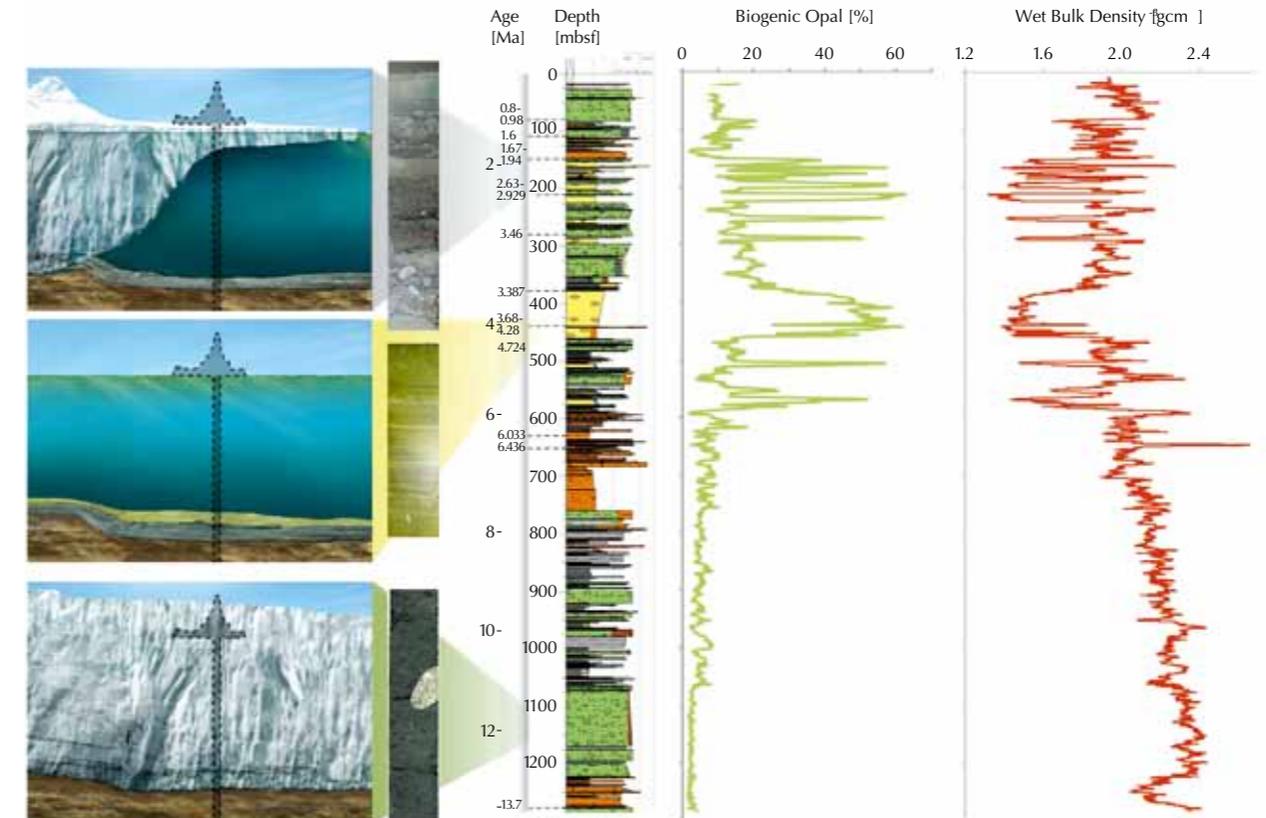
*The first ANDRILL phase in 2006 and 2007 involved the deepest sedimentary drill holes in the Antarctic to date (AND-1B 1285 m; AND-2A 1139 m, core recovery approx. 98%) in the Victoria Land Basin from platforms on the McMurdo Ice Shelf, as part of the Ross Ice Shelf, and sea ice in southern McMurdo Sound. The samples obtained were analysed in the past two years.*

*The Alfred Wegener Institute supported six percent of the drilling costs. Twelve German scientists were able to take part, five of them from the Alfred Wegener Institute. They conducted petrophysical and geochemical investigations on the drill core (Fig. 6).*

*The types of rock drilled through and their interpretation resulted in three scenarios for the paleoenvironment of the McMurdo Ice Shelf for the past six million years (Ma) (Fig. 7): I. An ice cap grounded at its base, II. an ice shelf as in the present situation and III. open water.*

*Orbital oscillations in a 41,000-year cycle have controlled the change from ice cap to ice shelf and open water. Models and geological findings show a periodic disintegration of the WAIS (last observed 1.07 Ma ago) at global temperatures (+3 °) and CO<sub>2</sub> concentrations only slightly higher than today. Models result in a contribution of the Antarctic to a rise in sea level of approx. 7 metres during these super warm periods.*

*Initial results of archaeobotanical work on the AND-2A drill core show an abrupt warm phase in the Antarctic for the Middle Miocene Climate Optimum (MMCO; 15.7 Ma). Land temperatures in the southern Ross Sea reached 10°C (mean temperature in January) while mean seasonal temperatures of the sea surface were between 0 and 11.5 °C. An increased input of freshwater lowered the salt concentration with reduced occurrence of sea ice.*



**Abb. 7:** Drei rekonstruierte Umweltszenarien für das McMurdo Schelfeis (Material: Science Management Office, Univ. Lincoln-Nebraska); Bohrkern-Fotos (Breite ca. 8 cm), Alter und Lithologie der AND-1B Bohrung (grau = glazialmarine, terrigene Sedimente; gelb = Kieselalgen-Sediment; grün = Diamiktit, glazialer Till; orange = vulkanische Ablagerungen); Gehalt an biogenem Opal im Sediment als Proxy für offene marine Umweltbedingungen ohne Schelfeis.

**Fig. 7:** Three reconstructed environmental scenarios for the McMurdo Ice Shelf (material: Science Management Office, Univ. of Nebraska-Lincoln); drilling core photos (width approx. 8 cm) and lithology of the AND-1B drilling (grey = glacial-marine, terrigenous sediments; yellow = diatomaceous sediment; green = diamictite, glacial sediments, boulder clay; orange = volcanic deposits); content of biogenic opal in the sediment as proxy for open marine environmental conditions without ice shelf; total thickness of the sediment as proxy for compaction (due to ice and rock load).

## Meeresalgen global - detaillierter Blick aus dem All

Astrid Bracher, Tilman Dinter,  
Ilka Peeken, Bettina Schmitt

Marines Phytoplankton lebt frei driftend in den Meeren und ist die Grundlage des Nahrungsnetzes. Als Teil der biologischen Pumpe spielt die enorme Menge der mikroskopisch kleinen Algen eine bedeutende Rolle im globalen Kohlenstoffkreislauf. Verschiedene Algengruppen haben sowohl im marinen Nahrungsnetz als auch für unser weltweites Klima unterschiedliche Funktionen.

Zusammen mit dem Institut für Umweltphysik der Universität Bremen entwickelte das Alfred-Wegener-Institut PhytoDOAS, die Differentielle optische Absorptions-Spektroskopie, angewandt auf Phytoplankton. Die Methode PhytoDOAS nutzt Daten des Sensors SCIAMACHY (Scanning Imaging Absorption Spectrometer for Atmospheric CHartography), der seit 2001 von Bord des europäischen Umweltsatelliten ENVISAT vom Weltraum aus die Farbe der Weltmeere detektiert. Aus den Bildern können die Verteilungen von bedeutenden Phytoplankton-Gruppen, Kieselalgen und Blaualgen, quantitativ als Konzentrationen in  $\text{mg}/\text{m}^3$  abgeleitet werden. Algen gewinnen Energie aus Photosynthese mit bestimmten Pigmenten, wie dem Chlorophyll, durch die Absorption des Sonnenlichts. Die aufgenommene Strahlung ergibt ein so genanntes Absorptionsspektrum, das aus den SCIAMACHY-Daten bestimmt werden kann. Aufgrund der Pigmentzusammensetzung ist jedes Spektrum für eine einzelne Algengruppe spezifisch. Eine qualitative Aussage ist somit möglich.

## Detailed view from space – marine algae globally observed

Astrid Bracher, Tilman Dinter,  
Ilka Peeken, Bettina Schmitt

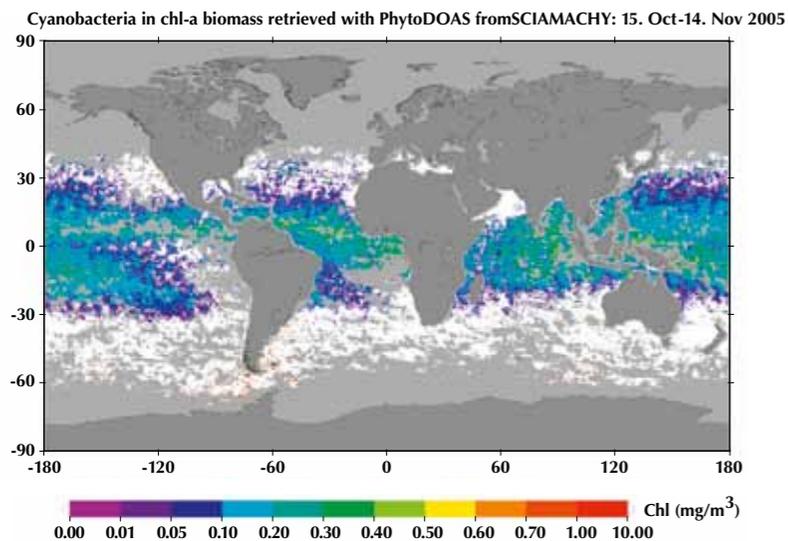
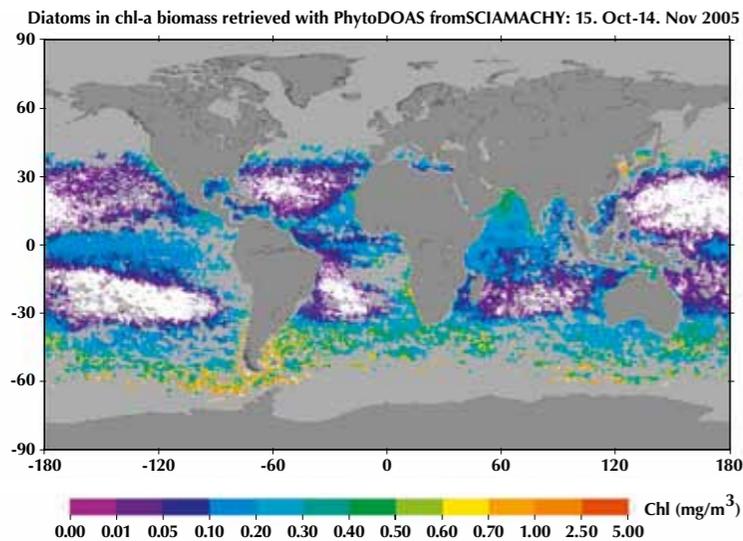
*In the open water, floating algae or marine phytoplankton are the basis of the marine food web. The large amount of the microscopic small algae as part of the biological pump plays within the global carbon cycle an important role. Different groups of algae have different functions and impact both in the marine food web and within our global climate.*

*Together with the Institute of Environmental Physics of the University Bremen, the Alfred-Wegener-Institute developed PhytoDOAS, the Differential Optical Absorption Spectroscopy applied to phytoplankton. The PhytoDOAS method uses data of the sensor SCIAMACHY (Scanning Imaging Absorption Spectrometer for Atmospheric CHartography), which has been depicting ocean colour for seven years continuously on board the European environmental satellite ENVISAT. From the images quantitative distribution of important phytoplankton groups, diatoms and blue algae in concentrations of  $\text{mg}/\text{m}^3$  can be derived. Algae conduct photosynthesis by absorbing sunlight through certain pigments, such as chlorophyll, generating energy. The absorbed radiation creates a spectral profile, which can be identified in SCIAMACHY data. Because each algae group has a specific pigment composition, every spectral profile is typical for the group and allows a quantitative evaluation.*



**Abb. 8:** Der Umweltsatellit ENVISAT, auf dem der Sensor „Sciamachy“ die Farbe des Ozeans detektiert.

*Fig. 8: The environmental satellite ENVISAT, detected on the sensor „Sciamachy“ the color of the ocean. (Photo: ESA=European Space Agency)*



**Abb. 9: Globale Biomasse-Verteilungen von Kieselalgen (Diatomeen, oben) und Blaualgen (Cyanobakterien, unten) im Oktober/November 2005: Ergebnisse der radiometrischen Messungen des Satellitensensors SCIAMACHY auf ENIVSAT, analysiert mit der PhytoDOAS Methode.**

*Fig. 9: Global biomass distributions of diatoms (upper panel) and blue algae (lower panel) in October/November 2005: results of radiometric measurements of the satellite sensor SCIAMACHY on ENIVSAT analysed with the PhytoDOAS method.*

*Literature: Bracher A. Vountas M., Dinter T., Burrows J.P., Röttgers R., Peeken I. (2009): Observation of cyanobacteria and diatoms from space using PhytoDOAS on satellite sensor SCIAMACHY data. Biogeosciences 6:751-764.*

Die Auswertung der Algengruppen muss zusätzlich die Absorption anderer Stoffe berücksichtigen, denn auch diese absorbieren Sonnenlicht, das von Erdoberfläche und Ozean zurück gestreut und vom Satelliten gemessen wird: das Wasser selbst und die Spurengase, z.B. Ozon, in der Atmosphäre. Nur unter Beachtung aller Beiträge kann der Anteil des Phytoplanktons quantifiziert werden. Bei Wolken kann die Farbe des Ozeans nicht vom Satelliten gesehen, Algenarten können nicht erstellt werden. Dann helfen nur die Messungen vor Ort. Absorptionseigenschaften und Zusammensetzung der Algen werden direkt an Wasserproben bestimmt und mit den Satellitendaten verglichen.

Wissenschaftler an Bord der deutschen Forschungsschiffe ‚Polarstern‘, ‚Maria S. Merian‘ und ‚Sonne‘ nahmen während mehrwöchigen Schiffsexpeditionen im Atlantischen und Pazifischen Ozean Planktonproben. Die Satellitendaten wurden validiert, d.h. am Boden beim so genannten „ground truthing“ überprüft. Dabei und beim Vergleich mit einem globalen biogeochemischen Modell zeigt sich, dass die Satellitenkarten die Verteilung der Algengruppen mit großer Genauigkeit wiedergeben.

Die einzelnen Gruppen von Phytoplankton wirken unterschiedlich auf das Klima und das marine Nahrungsnetz. Mit ihren Silikatschalen sind Kieselalgen wesentlich am Aufbau von biologischem Material beteiligt, das sich auf dem Grund des Ozeans ablagert. Blaualgen können selbst elementaren Stickstoff fixieren. Sie benötigen keinen organischen Stickstoff zum Wachsen. Die neuen Satellitenkarten ermöglichen es, zeitliche Veränderungen unterschiedlicher Algengruppen global zu beobachten. Die Auswirkungen des Klimawandels werden damit besser sichtbar.

*In the Analysis of algae groups the absorption of additional substances has to be considered because these also absorb sunlight being reflected from the earth's and ocean surface and are then measured by the satellite: water itself and atmospheric trace gases, e.g. ozone. Only under consideration of all these contributions the phytoplankton can be quantitatively extracted. Clouds impede the satellite to recognize the colour of the ocean, so that algae maps cannot be created. Then only in-situ measurements help: the absorption characteristics and the composition of algae are directly determined on water samples and compared to the satellite data.*

*Scientist on-board the German research vessels 'Polarstern', 'Maria S. Merian' and 'Sonne' sampled and analysed phytoplankton in the Atlantic and Pacific Oceans during several ship expeditions. The satellite data have been validated, i. e. ground truthed by real samples. These comparisons and comparisons to a global biogeochemical model showed that the satellite maps depict the distribution of the algae groups with high accuracy.*

*The interaction of the different groups of phytoplankton with climate and the marine food web is heterogenous. With their silicate shells, diatoms contribute considerably to the buildup of biominerals, which are deposited at the sea floor. Blue algae can fix elementary nitrogen and therefore do not need organic nitrogen for their growth. The new satellite maps enable us to observe the temporal changes of different algae groups. They are a tool for detecting many more effects of climate change.*

## Was verrät der Jahreszyklus über die Klimaentwicklung der letzten Millionen Jahre?

Thomas Laepple, Gerrit Lohmann

Regelmäßige Temperatur-Schwankungen prägen das Klima der Erde auf langen Zeitskalen. Eis- und Warmzeiten sind die bekanntesten Varianten. Sehr langsamer Klimawandel wird den Variationen der Erdbahn um die Sonne zugeschrieben: Exzentrizität der Erdbahn (~100,000 Jahre), die Neigung der Erdachse (~41,000 Jahre) und die Präzession, das Taumeln der Rotationsachse (~21,000 Jahre).

Die aktuelle Forschung geht gleichzeitig mehreren Fragen nach: Über welchen Mechanismus haben die kleinen Schwankungen im Strahlungshaushalt einen Einfluss auf das Klima? Sind diese Zyklen global ausgeprägt? Wie variieren sie von Ort zu Ort, variieren z.B. die Pole synchron oder gegenläufig? Die Analyse der Einstrahlung und Temperatur des modernen Jahresgangs, d.h. der letzten zehn bis 50 Jahre, helfen dabei weiter. Auch beim Gang der Jahreszeiten beeinflusst die Erd-Sonnengeometrie das Klima. Die Einstrahlung kann berechnet werden, die moderne Temperatur wird direkt gemessen. Also kann der Zyklus genau analysiert werden.

Dabei zeigt sich, dass die Temperatur nicht einfach der Sonneneinstrahlung folgt. Die Erde reagiert - je nach Region - empfindlich oder aber weniger sensibel auf die Sommer- oder die Wintereinstrahlung (Abb. 10). Verantwortlich dafür sind verschiedene Faktoren: saisonale Änderungen der Meereisbedeckung, Variationen der Ozean-Deckschichttiefe, sowie saisonale Regenfälle. Solche jahreszeitabhängigen

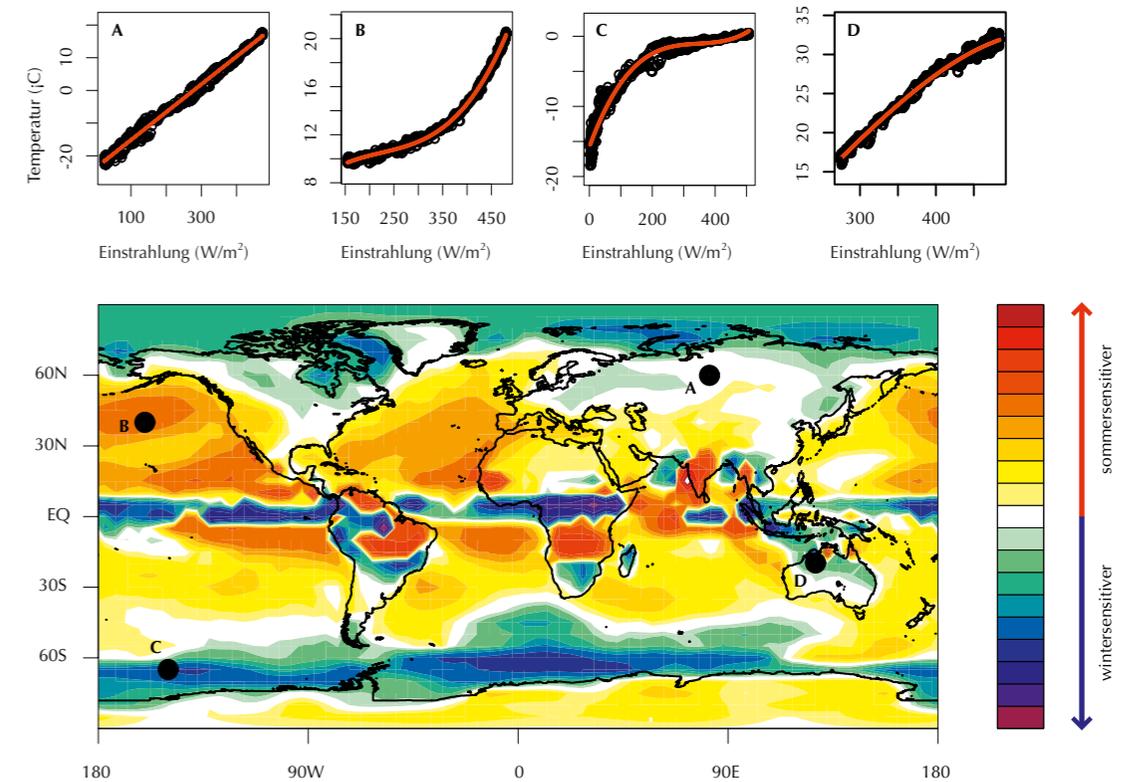
## What does the annual cycle tell us about climate change in the last millions of years?

Thomas Laepple, Gerrit Lohmann

Regular temperature variations are shaping the Earth's climate on long time scales. Ice ages and interglacial ages are the most known variants. Very slow climate change is attributed to variations in the Earth's orbit around the Sun: the eccentricity of the Earth's orbit (~100,000 years), the Earth's axial tilt (~41,000 years) and the precession, the gyration of the rotation axis (~21,000 years).

Current research investigates several questions: Which is the mechanism that transfers small variations in the radiation budget into an impact on climate? Are these cycles shaped globally? How do they vary from place to place; do the poles, for example, vary in a synchronous or in an opposite way? To approach these questions, it is useful to analyse the insolation and temperature of the modern seasonal cycle, i.e. the last ten to 50 years. The Earth-Sun geometry influences the climate during the seasonal cycle as well. As the insolation can be computed and the modern temperature is directly measured, this cycle can be analysed in detail.

It becomes apparent that the temperature does not simply follow the solar insolation. Depending on the region, the Earth reacts more or less sensitive to summer or winter insolation (Fig. 10). This is caused by different factors: seasonal changes in sea ice cover, variations in the ocean mixed layer depth as well as seasonal rainfalls. These seasonally dependent reactions also have a long-term influence on climate



**Abb. 10: Regionaler Zusammenhang zwischen Oberflächentemperatur und Sonneneinstrahlung und Karte der jahreszeitlichen Temperatursensitivität. A: Auf Land, außerhalb der Tropen, reagiert die Temperatur auf die Einstrahlung aller Jahreszeiten gleichmäßig. B: Die geringere Tiefe der Ozeandeckschicht im Sommer verstärkt Empfindlichkeit gegenüber Sommereinstrahlung. C: Meereis im Winter stärkt die Reaktion auf die Einstrahlung im Winterhalbjahr D: Regenfall im Sommer schwächt den Einfluss der Sommereinstrahlung auf die Temperatur.**

**Fig. 10: Regional relation between surface temperature and solar insolation and map of seasonal temperature sensitivity. A: On extratropical land areas, the temperature reacts homogeneously to insolation during all seasons. B: The reduced depth of the ocean mixed layer in summer increases the sensitivity to summer insolation. C: Sea ice in winter reinforces the reaction to insolation in winter. D: Rainfall in summer weakens the impact of summer insolation on the temperature. (Modified by: T. Laepple und G. Lohmann, PO 2009.)**

Reaktionen beeinflussen die Klimaentwicklung auch langfristig. Der Grund: Die Änderung der Erdbahn hält die mittlere Jahreseinstrahlung nahezu konstant, verteilt aber Energie zwischen den Jahreszeiten um, d.h. weniger Einstrahlung im Winter und mehr im Sommer oder umgekehrt. Reagiert das Klima empfindlicher auf die Änderung der Einstrahlung einer Jahreszeit, dann übersetzt sich das Einstrahlungssignal in ein langfristiges Temperatursignal und beeinflusst damit das Jahresmittel.

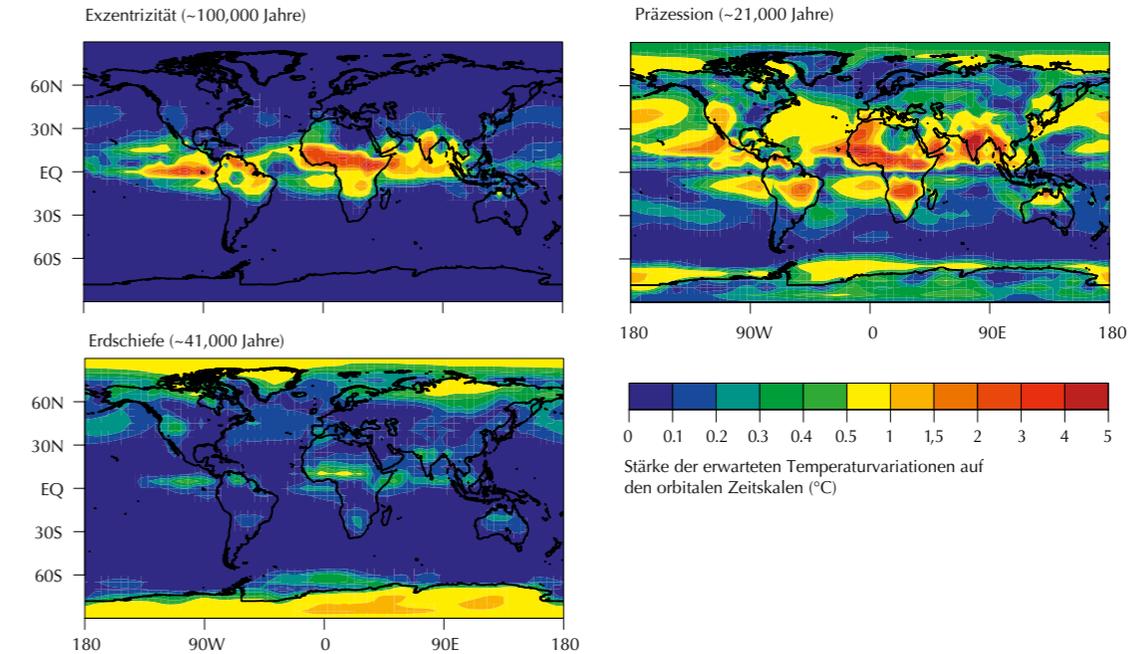
Wird diese gemessene Klimaantwort nun auf die Einstrahlungskurve der letzten Millionen Jahre angewendet, ergibt sich: Ein Großteil der langfristigen Klimavariabilität, die mit Hilfe von komplexen Klimamodellen gemessen wurde, kann mit lokalen Reaktionen auf höhere oder geringere Einstrahlung erklärt werden. Ferner werden je nach Region unterschiedlich starke Temperaturvariationen vorhergesagt (Abb. 11). So kann die Temperatur einer Region von der Präzession geprägt sein, während eine Nachbarregion im Takt der Erdschiefe (Neigung) variiert. Klimaindikatoren bestätigen diese Beobachtung.

Auch bei der Interpretation von Klimaindikatoren lernen wir vom modernen Jahreszyklus. Durch den Jahresgang der Schneeeablagerung in Eisbohrkernen der Antarktis kann z.B. das Temperatursignal im Eisbohrkern nicht als Jahresmittel aufgefasst werden: Weil im Sommer Schnee verdunstet, geht ein Teil des Sommersignals verloren. Das Temperatursignal im Eisbohrkern ist dadurch verzerrt. Entgegen dem klassischen Ansatz, in der Temperaturrekonstruktion werde das nordhemisphärische Sommersignal und eine globale Verbindung gefunden, kann das gefundene Muster der Präzession der Erdschneise auch einfacher als lokale Antwort auf die Einstrahlung in Verbindung mit der saisonalen Schneeeablagerung interpretiert werden.

*change. The reason: The variation in the Earth's orbit keeps the mean annual insolation nearly constant, but it redistributes energy between the seasons, i.e. less insolation in winter and more in summer or vice versa. When the climate reacts sensitive to an insolation change of a specific season, the insolation signal translates into a long-term temperature signal and thus influences the annual mean.*

*The measured climate response is now applied to the insolation time-series of the last millions of years. The results: A large part of long-term climate variability, which was derived using complex climate models, can be explained by local reactions to insolation changes. Furthermore, the predicted temperature variations strongly depend on the region (Fig. 11). The temperature in one area can thus be shaped by the precession cycle while an adjacent area varies in time with the Earth's obliquity (tilt). Climate indicators confirm this observation.*

*When interpreting climate indicators, we also learn from the modern annual cycle. Owing to the seasonal change of snow accumulation in Antarctic ice cores, the temperature signal in the ice core, cannot be interpreted as an annual mean: As snow evaporates in summer, part of the summer signal gets lost. The temperature signal in the ice core is thus biased. Contrary to the classical approach that the summer signal of the northern hemisphere is found in the Antarctic temperature reconstruction, the detected pattern of the precession of the Earth's axis can also be interpreted more simply as a response to local insolation in combination with seasonal snow accumulation.*



**Abb. 11: Temperaturvariationen der letzten eine Million Jahre. Die Karten zeigen die durch lokale Einstrahlung erwartete Stärke der Temperaturschwankungen in den jeweiligen Rhythmen der Erd-Sonnengeometrie.**

**Fig. 11: Temperature variations of the last millions of years. The maps show the strength of the temperature variations that are expected due to local insolation in the respective rhythms of the Earth-Sun geometry.**

*Modified by: T. Laepple und G. Lohmann, PO 2009.*

Wie groß der relative Effekt der örtlich nahen und fernen Wirkungen ist, und ob ähnliche Prozesse auch Klimadaten aus dem Ozeansediment betreffen, ist noch unbekannt. Um das vergangene Klima zu entschlüsseln, müssen wir wissen, wie sich das Strahlungssignal jahreszeitlich in das Klimasignal transferiert und wie Klimasignale in Klimaindikatoren übersetzt werden.

*It is still unknown how large the relative influence of the local and remote impacts is and whether similar processes also concern climate data from the ocean sediment. To decipher past climate, we must know how the insolation signal seasonally transfers into the climate signal and how climate signals are translated into climate indicators.*

## Der Puls der Atmosphäre: Dekadisches Auf und Ab

Dörthe Handorf, Klaus Dethloff,  
Sascha Brand, Matthias Läufer

### Sektion Atmosphärische Zirkulationen

Atmosphärische und ozeanische Zirkulationssysteme bestimmen den mittleren Zustand der Atmosphäre, der dekadischen Schwankungen unterliegt. Betrachtet man die globale Mitteltemperatur der Erde, so ergibt sich über die letzten Jahrzehnte ein Erwärmungstrend, dem Perioden mit abnehmender Temperatur überlagert sind. Diese Temperaturentwicklung wird sowohl durch äußere Antriebsfaktoren als auch durch komplexe nichtlineare Prozessketten (z.B. die Eis-Albedo-Rückkopplung) innerhalb des Klimasystems verursacht.

Computer-Modelle des Erdsystems ermöglichen ein besseres Verständnis dekadischer Klimaschwankungen. Diese Modelle offenbaren einen Schlüsselmechanismus der dekadischen Schwankungen: Das Klimasystem erzeugt bevorzugte atmosphärische Zirkulationszustände, und dekadische Variabilität entsteht durch unregelmäßige Übergänge zwischen diesen verschiedenen großskaligen Zirkulationszuständen.

## *The pulse of the atmosphere: The decadal Ups and Downs*

*Dörthe Handorf, Klaus Dethloff,  
Sascha Brand, Matthias Läufer*

### *Section Atmospheric Circulations*

*The mean state of the atmosphere, characterised by decadal variations, is determined by atmospheric and oceanic circulation systems. By examining the global mean temperature of the Earth, a warming trend over the last decades is observed superimposed by periods with decreasing temperature. This temperature series is caused by external forcing factors as well as complex nonlinear processes (e.g. the ice-albedo feedback) within the climate system.*

*Computer models of the Earth system enable an improved understanding of decadal climate variations. These models have revealed a key mechanism: the climate system generates preferred atmospheric circulation states and decadal variability arises due to irregular transitions between the different large-scale circulation states.*

Für das Klima der Nordhalbkugel – insbesondere Europas – spielt das Zirkulationsmuster der Arktischen Oszillation (AO) eine große Rolle. Es tritt in den zwei Zuständen der positiven (AO+) und negativen Phase (AO-) auf. In der positiven Phase zeigt das Bodenluftdruckmuster starke Luftdruckunterschiede zwischen den Aktionszentren in der Arktis und den mittleren Breiten (Abb. 12a). Damit ist eine starke westliche Strömung mit verstärktem Transport warmer und feuchter Meeresluft nach Nord- und Mitteleuropa verbunden. Solche Verhältnisse traten in den 1990er Jahren gehäuft auf und verursachten die häufigen milden europäischen Winter. Dementsprechend sind in der Zeitreihe des AO-Index in Abb. 12b positive Werte ablesbar. In der negativen Phase der AO mändriert die großskalige atmosphärische Strömung viel stärker und transportiert kalte Polarluft nach Europa.

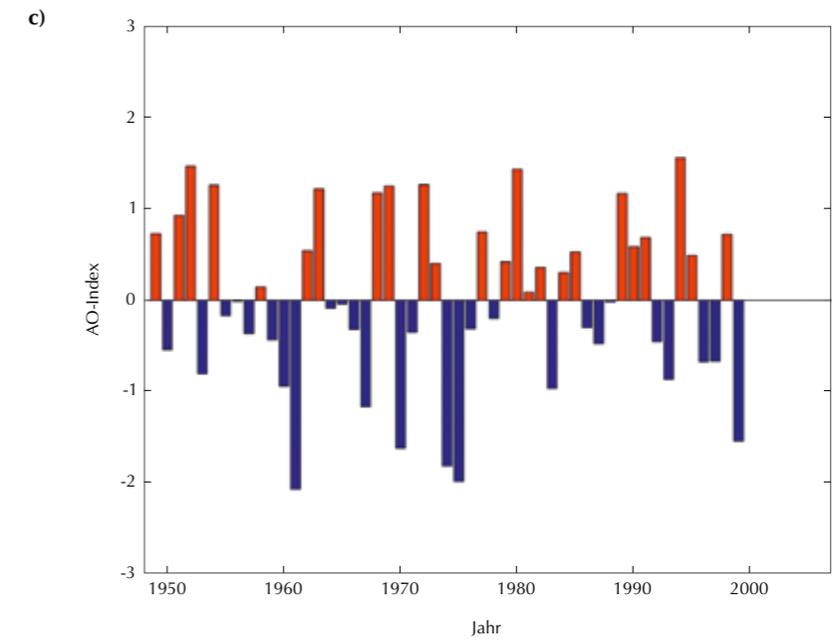
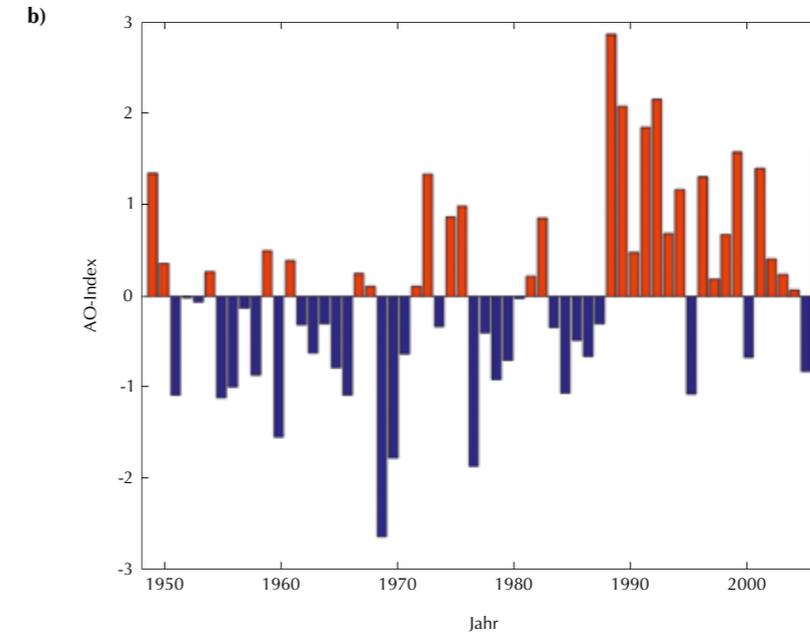
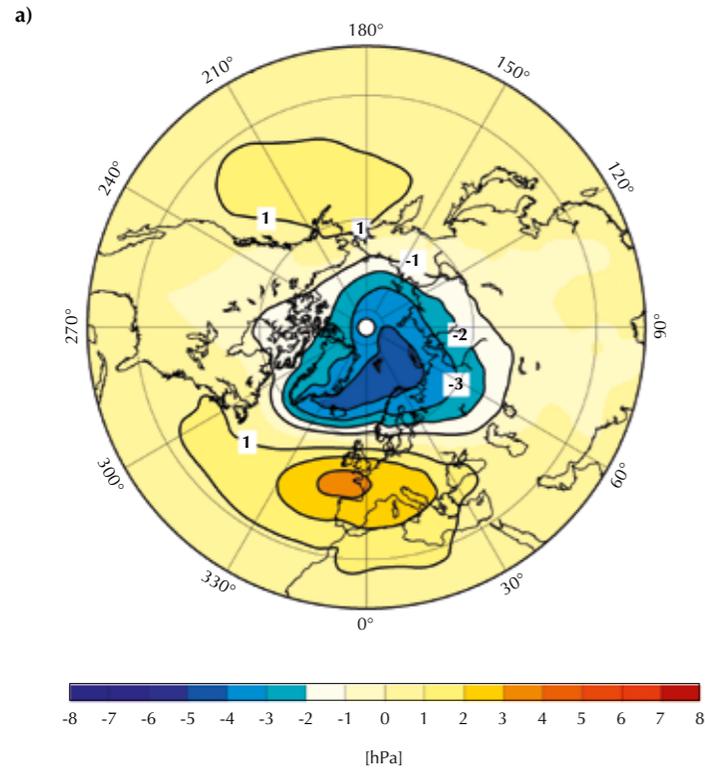
Simulationen des gegenwärtigen Klimas mit Klimamodellen zeigen, dass das räumliche Muster der AO sehr gut wiedergegeben wird. Der zeitliche Verlauf wird jedoch nicht abgebildet. Die simulierte AO-Zeitreihe des Klimamodells des Max-Planck-Instituts, Hamburg, (Abb. 12c) ist dafür exemplarisch.

*The circulation pattern of the Arctic oscillation (AO) plays an important role for the climate of the Northern Hemisphere and especially that of Europe. The AO appears in the two states of the positive (AO+) and negative phase (AO-). The pattern of the mean sea-level pressure displays strong pressure differences between the centres of action in the Arctic and in the mid-latitudes during the positive phase (Fig. 12a). This results in a strong westerly flow of relatively warm and moist air from the Atlantic to North and Middle Europe. Such conditions occurred more frequently during the 1990s and caused the frequent occurrence of mild European winters. Accordingly positive values can be detected from the time-series of the AO-index in Fig. 12b. The large-scale atmospheric flow displays blocking patterns during the negative phase of the AO and transports cold polar air to Europe.*

*Simulations of the present-day climate, performed with climate models, show the good reproduction of the spatial pattern of the AO. However, the temporal development is not well simulated. This is illustrated by the time-series of the AO, simulated by the climate model of the Max Planck Institute, Hamburg, in Fig. 12c.*

Abb. 12: (a) Bodenluftdruckmuster für die positive Phase der Arktischen Oszillation, bestimmt aus NCEP/NCAR-Reanalysedaten, Wintermittel 1948-2007. (b) Zugehörige Zeitreihe des AO-Index, NCEP/NCAR-Reanalysedaten Wintermittel 1948-2007. (c) Zeitreihe des AO-Index, bestimmt aus einer Simulation des Klimas des 20. Jahrhunderts mit dem Klimamodell ECHAM5/OM1 des MPI Hamburg für den IPCC AR4, Wintermittel 1948-1999.

Fig. 12: (a) Pattern of mean sea-level pressure of the positive phase of the Arctic Oscillation, determined from NCEP/NCAR-Reanalysis data, winter means 1948-2007. (b) Corresponding time-series of the AO-Index, NCEP/NCAR-Reanalysis data, winter means 1948-2007. (c) Time-series of the AO-Index, determined from a simulation of the climate of the 20th century, performed with the climate model ECHAM5/OM1 of the MPI Hamburg for the IPCC AR4, winter means 1948-1999.

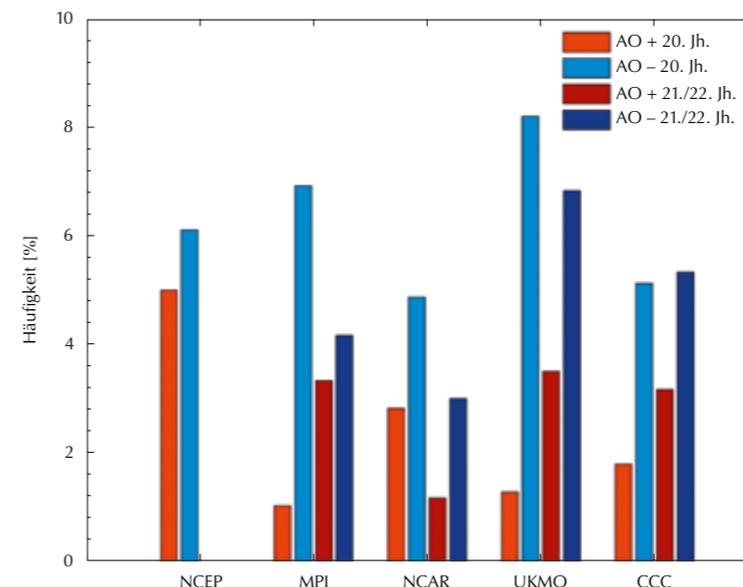


Um die dekadische Klimavariabilität zu erfassen, müssen Klimamodelle die beobachteten bevorzugten atmosphärischen Zirkulationszustände und die Häufigkeit ihres Auftretens gut wiedergeben können. Mit statistischen Analysen wurden die Simulationen von vier Klimamodellen sowie Beobachtungsdaten bearbeitet, um die bevorzugten Zirkulationszustände zu bestimmen. In guter Übereinstimmung mit den Beobachtungen zeigen die Klimamodelle für die mittlere Troposphäre im 20. Jahrhundert vier bevorzugte Zirkulationszustände, zu denen auch die AO+ und AO- Zustände gehören. Die Häufigkeit des Auftretens dieser Zustände zeigt für die Klimamodelle ein ähnliches Verhalten wie die Beobachtungen mit einem etwas häufigeren Auftreten des AO- Zustandes (s. Abb. 13).

Eine ähnliche Analyse von Modellsimulationen für das 21. und 22. Jahrhundert, bei der ein moderater Anstieg der Treibhausgaskonzentrationen unterstellt wird, ergibt sechs bevorzugte Zirkulationszustände – wiederum mit den AO+ und AO- Zuständen. Dies bestätigt, dass sich ein Wandel im äußeren Antrieb, in diesem Fall ein Anstieg von CO<sub>2</sub> in der Atmosphäre, auf natürliche Zirkulationsmuster projiziert. Gleichzeitig ändert sich die Aufenthaltswahrscheinlichkeit in den einzelnen Zirkulationszuständen, die meisten Modelle zeigen im Vergleich zu den Simulationen des 20. Jahrhunderts eine schwache Zunahme der Häufigkeit des AO+ Zustandes und eine geringe Abnahme der Häufigkeit des AO- Zustandes (s. Abb. 13). Dadurch wird die dekadische Klimavariabilität modifiziert.

*In order to capture the decadal climate variability, climate models have to be able to reproduce the observed preferred atmospheric circulation states as well as the frequency of their occurrence. To determine the preferred circulation states, simulations of four state-of-the-art climate models and observational data have been analysed by statistical methods. The climate models revealed four preferred circulation states for the middle troposphere of the 20th century, including the AO+ and AO- state. This is in good agreement with the observations. The frequency of occurrence of these states shows a similar behaviour to the observations, with a slightly enhanced occurrence of the AO- state (Fig. 13).*

*A similar analysis was performed for model simulations of the 21st and 22nd century with a prescribed moderate increase of the concentration of greenhouse gases. The analysis gave evidence for six preferred circulation states, again including the AO+ and AO- state. This result confirms, that changes of external forcing factors, in this case an increase of greenhouse gases in the atmosphere, projects onto natural circulation patterns. Simultaneously, the frequency of occurrence of the different states is changed. In comparison to the simulations for the 20th century, most models display slightly more frequent AO+ states and slightly less frequent AO- states (Fig. 13). In this way, the decadal climate variability is modified.*



**Abb. 13: Häufigkeitsverteilung für das Auftreten der Regime AO+ und AO- in der mittleren Troposphäre.** Gezeigt werden die Ergebnisse für die NCEP/NCAR-Reanalysedaten (Monatsmittel der Wintermonate von 1948-1999) und für Simulationen mit 4 komplexen Klimamodellen jeweils für das 20. Jahrhundert (Monatsmittel der Wintermonate von 1870-1999) und für das 21./22. Jahrhundert (Monatsmittel der Wintermonate von 2000-2199).

*(The four models are:*

*MPI=ECHAM5/MPI-OM, Max Planck Institute for Meteorology, Germany;*

*NCAR=CCSM3, National Center for Atmospheric Research, USA;*

*UKMO=UKMO-HadCM3, Hadley Centre for Climate Prediction and Research, Met Office, UK;*

*CCC=CGCM3.1(T63), Canadian Centre for Climate Modelling & Analysis.)*

**Fig. 13: Frequency distribution for the occurrence of the AO+ and AO- states in the middle troposphere.** Results are shown for the NCEP/NCAR-Reanalysis data (monthly means of the winter month 1948-1999) and for the simulations with four complex climate models for the 20th century (monthly means of the winter month 1870-1999) and for the 21st and 22nd century (monthly means of the winter month 2000-2199).

## Das Eisendüngungsexperiment LOHAFEX

Philipp Assmy, Christine Klaas, Victor Smetacek,  
Dieter Wolf-Gladrow

Die einzelligen Algen im Ozean, das so genannte Phytoplankton, erzeugen organische Substanz aus CO<sub>2</sub> und Nährstoffen. Sie liefern damit die Nahrung für alle marinen Lebewesen und spielen eine Schlüsselrolle bei der Regulation von atmosphärischem CO<sub>2</sub>. Im Südlichen Ozean begrenzt Eisenmangel das Algenwachstum. Daher ist diese Region unproduktiv aber reich an Pflanzennährstoffen. Während der kalten, trockenen Eiszeiten war die Zufuhr von eisenhaltigem Staub zum Südlichen Ozean erheblich höher. Die dadurch erhöhte Algenproduktion hat möglicherweise wesentlich mehr CO<sub>2</sub> im Südlichen Ozean gebunden als heute. Die niedrigeren, eiszeitlichen CO<sub>2</sub>-Konzentrationen wären dadurch erklärbar. Die Eisenhypothese wurde mit Hilfe von fünf Eisendüngungsexperimenten im landfernen Ozean getestet, zwei davon durch das Alfred-Wegener-Institut. Bei den Versuchen wurden Phytoplanktonblüten, dominiert von Kieselalgen (Diatomeen), erzeugt. Diese Algenklasse ist mit einem Panzer aus Silizium (Glas) geschützt.

## The Iron Fertilization Experiment LOHAFEX

Philipp Assmy, Christine Klaas, Victor Smetacek,  
Dieter Wolf-Gladrow

*Organic matter produced from CO<sub>2</sub> and nutrients by the unicellular algae (phytoplankton) of the ocean provides food to all marine organisms and, by sinking carbon to the deep ocean, plays a key role in regulating atmospheric CO<sub>2</sub> levels. Productivity of the Southern Ocean is low despite abundant nutrients, because iron deficiency limits phytoplankton growth.*

*During the cold, dry ice ages the abundant supply of iron-rich dust to the Southern Ocean will have stimulated productivity resulting in sequestration of much more carbon than today, which could explain the lower atmospheric CO<sub>2</sub> levels. This iron hypothesis has been tested by five iron fertilization experiments (two from RV 'Polarstern') carried out in severely iron-limited, open ocean waters which all stimulated phytoplankton blooms dominated by diatoms, an algal class with a protective shell made of silica (glass).*

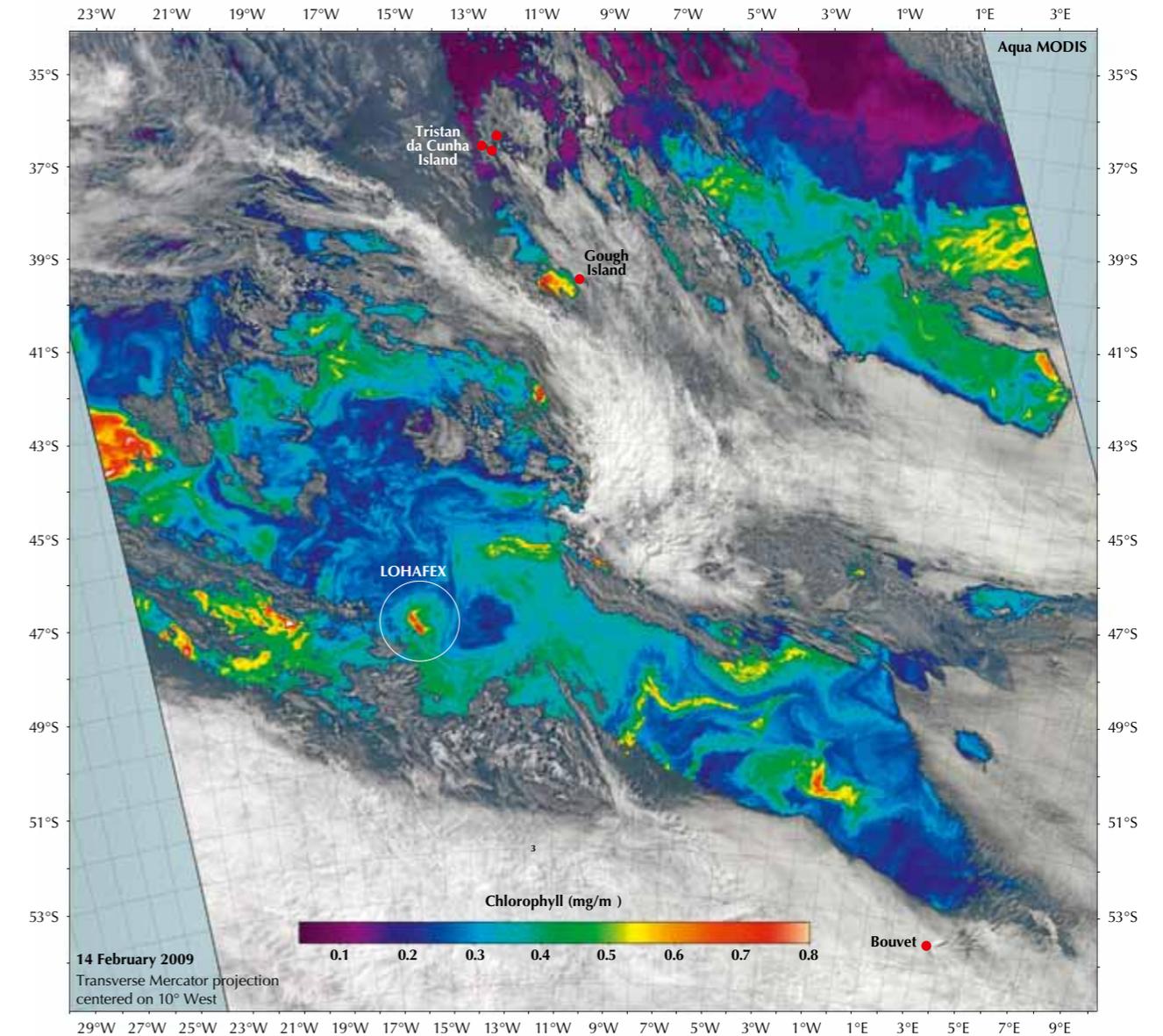


Abb.14: Fahrtteilnehmer der Forschungs-  
expedition LOHAFEX auf FS 'Polarstern'

*Fig. 14: Participants of the LOHAFEX cruise  
onboard the RV 'Polarstern'  
(Photo: T. Bresinsky)*

Das deutsch-indische Experiment LOHAFEX (Loha = Hindi für Eisen) wurde dagegen im Vergleich zu den Vorgängerexperimenten im Silizium-armen Wasser des südwestlichen atlantischen Sektors des Antarktischen Zirkumpolarstroms, einer kalten Meeresströmung auf der Südhalbkugel, durchgeführt. Das LOHAFEX-Team von Physikern, Chemikern und Biologen war von Januar bis März 2009 auf dem Forschungsschiff ‚Polarstern‘ unterwegs und verwendete zehn Tonnen gelöstes Eisensulfat, um eine Fläche von 300 km<sup>2</sup> im Zentrum eines Ozeanwirbels zu düngen. Binnen zwei Wochen entstand eine Phytoplanktonblüte im eisenreichen Wasser, die danach - trotz einer weiteren Düngung - nicht weiter zunahm. Siliziummangel begrenzte das Wachstum von Diatomeen. Die Biomassen von anderen großen Phytoplanktonarten, die in Küstengewässern häufig Blüten erzeugen, wurden durch den Wegfraß der großen Zooplanktonbestände, vor allem der Ruderfußkrebse (Copepoden), in Schach gehalten. Die Blüte bestand aus nackten, begeißelten Algen (Flagellaten), die sich am unteren Ende des Nahrungsspektrums (<5 µm) von Copepoden befinden. Obwohl sie sich vorwiegend wie Pflanzen ernähren, fressen diese Flagellaten auch Bakterien. Daher blieben die Bakterienbestände außergewöhnlich niedrig. Vermutlich wurde das Nährstoff-Recycling, einschließlich Eisen, vom Zooplankton bewältigt. Dieser überraschende Befund widerlegt die Meinung, dass Bakterien notwendigerweise an der Basis aller Recyclingsysteme stehen.

*In contrast, the joint Indo-German experiment LOHAFEX (Loha is the Hindi word for iron) was carried out from RV 'Polarstern' in the silicon-depleted waters of the productive south-west Atlantic sector of the Antarctic Circumpolar Current (ACC) from January to March 2009. The LOHAFEX team of physicists, chemists and biologists fertilised a patch of 300 km<sup>2</sup> with a solution of 10 tonnes of iron sulphate in the centre of an eddy. The fertilised phytoplankton formed a bloom within two weeks but biomass stopped growth thereafter, despite a second fertilisation. Diatom increase was limited by the lack of silicon and the other large algal species, that form extensive blooms in coastal waters, were heavily grazed by the large population of zooplankton, chiefly copepods. The bloom was hence composed of naked, motile algae, known as flagellates, smaller (<5 µm) than the size range accessible to copepod grazing. Although primarily plants, these small algae also feed on smaller cells including bacteria whose cell numbers remained unusually low throughout, presumably due to this grazing pressure. Hence most of the nutrient recycling (including iron) was carried out by the zooplankton. This is a particularly surprising finding because the microbial food web based on bacteria is believed to be at the base of all recycling plankton ecosystems.*



**Abb.15: Chlorophyll a Satellitenaufnahme der LOHAFEX Blüte von der NASA Web-Seite ([http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/cgi/image\\_archive.cgi](http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/cgi/image_archive.cgi))**

**Fig. 15: Chlorophyll a satellite picture of the LOHAFEX bloom from the NASA website ([http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/cgi/image\\_archive.cgi](http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/cgi/image_archive.cgi)).**

Die gleiche Planktongemeinschaft herrschte auch im ungedüngten Wasser vor, allerdings bei niedrigeren Biomassen. Sie war somit nicht durch die künstliche Düngung bedingt, sondern Folge des starken Fraßdrucks bei fehlender Siliziumverfügbarkeit für Diatomeenwachstum. Die Mengen absinkender Partikel innerhalb und außerhalb des Flecks waren ungefähr gleich. Daher kann angenommen werden, dass die Eisendüngung unter den gegebenen Bedingungen nicht zur erhöhten Einlagerung von Kohlenstoff im Ozean führt. Ein wichtiger Befund von LOHAFEX: Andere Algengruppen sind nicht imstande, große Blüten wie die der Diatomeen aufzubauen, obwohl sie von der Eisenzugabe stimuliert wurden. Wegen des niedrigen Siliziumgehalts im gesamten nördlichen Teil des Südlichen Ozeans, wird die großflächige Düngung dieses Gebiets eine nur geringe Wirkung auf den CO<sub>2</sub>-Gehalt der Atmosphäre haben. Daher sind weitere Experimente notwendig, um die Eignung dieser Methode für die CO<sub>2</sub>-Entsorgung zu erforschen.

*The same type of plankton community also prevailed in surrounding waters but at lower levels of biomass, indicating that this novel ecosystem structure was not an artefact of the fertilisation, but was shaped by heavy grazing pressure in the absence of silicon for diatoms. Loss rates of carbon by particles sinking from the surface layer were the same inside and outside the patch indicating that iron fertilization under these conditions does not lead to significantly more carbon being sequestered in the ocean. Hence a major finding of LOHAFEX was that other algal groups, although stimulated by iron fertilization, are unable to make blooms equivalent to those of diatoms. Since the silicic acid content in the entire northern half of the Southern Ocean is low, large-scale iron fertilization in this vast region is not likely to remove significant amounts of CO<sub>2</sub> from the atmosphere. Clearly more research is needed to determine the feasibility of this technique as a geo-engineering option.*



**Abb.16: Copepodit-Stadien der Ruderfußkrebsart *Calanus simillimus***

*Fig. 16: Copepodite stages of the copepod species *Calanus simillimus*  
(Photo: M.G. Mazzocchi)*

## Ein nützliches genetisches Erbe - Wie alte Gene das Überleben in neuen Lebensräumen ermöglichen

Doris Abele, Ellen Weihe, Magnus Lucassen,  
Christoph Held, Kevin Pöhlmann

Die Napfschnecke *Nacella concinna* gehört zu den wenigen Gewinnern des Klimawandels in den Küstengebieten der West-Antarktis. Durch das Abschmelzen der Landgletscher werden große Teile des Gezeitenbereichs ganzjährig eisfrei, was den Schnecken die Besiedlung eines neuen Lebensraums mit verbesserter Nahrungsgrundlage ermöglicht. Auf der anderen Seite stellt der Gezeitenbereich extreme Anforderungen an die Physiologie seiner Bewohner. Gewöhnt an enge Temperaturfenster um 0 °C werden die Organismen bei Ebbe direkter Sonneneinstrahlung und damit plötzlicher Temperaturerhöhungen ausgesetzt, während im Gezeitenbereich schon geringfügig fallende Temperaturen, etwa in der Nacht, akute Gefahr durch Einfrieren bedeuten. Nur wenige Spezialisten können hier Fuß fassen.

Die Napfschnecken haben sich angepasst: Während ein Teil der Population den antarktischen Gezeitenbereich erobert hat, hält sich die andere Teilpopulation weiterhin ganzjährig in Wassertiefen unterhalb von 10 Meter auf, wo die Umweltschwankungen deutlich geringer ausfallen. Die Tiere aus der Gezeitenzone besitzen ein höheres und stabileres Schneckenhaus als ihre tiefer lebenden Artgenossen, das bei

## *A convenient genetic heritage - How ancestral genes help to survive in new habitats*

*Doris Abele, Ellen Weihe, Magnus Lucassen,  
Christoph Held, Kevin Pöhlmann*

*The limpet *Nacella concinna* seems to be among the few winners which benefit from the rapid climate change currently affecting the coastal areas at the West Antarctic Peninsula. Retreating land glaciers opened newly ice-free areas along the Peninsula shore line, providing new habitats with rich algal vegetation; a profitable feeding ground for limpets. However, the Antarctic intertidal is also extremely challenging for its inhabitants. Adapted to narrow thermal tolerance windows around 0 °C, organisms are exposed to direct impact of solar irradiation and quickly heated up on sunny days, whereas temperatures falling by only a couple of degrees centigrade over night bear the acute danger of freezing on the rocky surfaces. It takes real specialists to survive here.*

*The limpets could make it: part of their population has conquered the Antarctic intertidal, while the other subpopulation remains in water depths below 10m, where the vacillation of environmental factors is low. Intertidal limpets have a higher and more stable shell than their deeper dwelling relatives, which they can contract over their soft body in order*

Trockenfall den Weichkörper einschließt und vor Austrocknung und Vereisung schützt. Die Schnecken können weiterhin aktiv bleiben und ihren Energiebedarf zusätzlich durch anaerobe Gärung decken. Bei längerem Trockenfall oder bei zu niedrigem Sauerstoffgehalt im Schneckenhaus greifen diese Tiere auf ein evolutionär altes molekulares Regulationssystem zurück, den Hypoxie-induzierten Faktor (kurz HIF). Dieser Transkriptionsfaktor wird für kurze Zeit aktiviert, in welcher er Gene anschaltet, die unter anderem die Nutzung anaerober Stoffwechselwege verstärken. Unsere Experimente zeigen, dass Artgenossen aus dem Sublitoral HIF während des Trockenfalls nicht aktivieren können. Sie leiden stärker unter Sauerstoffmangel und Temperaturschwankungen und sind den Extrembedingungen in der Gezeitenzone nicht gewachsen.

*to avoid desiccation and freezing. In so doing, limpets can stay active and cover energy demand through anaerobic fermentation. On longer-lasting aerial exposure or when oxygen deficiency occurs in the shell, the limpets activate an evolutionary old molecular regulation system, the hypoxia inducible factor (short HIF). This transcription factor is transiently activated and switches on genes that, among other things, reinforce anaerobic energetic pathways. Our experiments also showed that sublitoral limpets failed to induce HIF during aerial exposure. They suffer more from oxygen deficiency and thermal stress and are not well equipped in confronting extreme intertidal conditions.*



**Abb. 17:** Bei Niedrigwasser sind die Napfschnecken im Felswatt von Austrocknung bedroht.

**Fig. 17:** *Limpets are air exposed during low tides. (Photo: D. Abele)*

Der molekulare Stammbaum des Regulationsproteins HIF (Abb. 20) zeigt, wie sich das evolutionär alte System von den Schnecken bis hin zum Menschen diversifiziert hat. Während die Schnecken mit einem HIF auskommen, besitzen wir Menschen drei unterschiedliche Gewebe-spezifische Varianten. Dabei bleibt die ur-sprüngliche Funktion, eine Sauerstoffunterversorgung der Gewebe zu verhindern, erhalten. Beim Menschen wird das System aktiv, wenn zum Beispiel bei Herzinfarkt oder Hirnschlag die Sauerstoffversorgung kritische Werte unterschreitet. Unsere Gewebe sind tatsächlich in einem viel höheren Maße durch Sauerstoffmangel bedroht als die der langsamen Napfschnecken.

HIF ist ein eindrucksvolles Beispiel dafür, wie wir einerseits die Anpassungsfähigkeit wirbelloser Meeresorganismen bei der Besiedlung neuer Lebensräume studieren können und gleichzeitig die Grundlagen molekularer Mechanismen in evolutionsbiologisch frühen Organismen besser verstehen lernen – ein nützliches Erbe, sollte uns selbst einmal die Luft knapp werden.

*The molecular tree of known HIF genes (Fig. 20) shows how this evolutionary old system has evolved and diversified between limpets and humans. Whereas the limpets make do with only one HIF isoform, humans need three tissues specific variants. At the same time, the original function of the protein, consisting in the stabilization of tissue oxygen levels, has been conserved throughout the evolutionary process. HIF is activated in human tissues when oxygen concentrations fall below critical values during stroke or heart attack. Indeed, our tissues are much more sensitive to oxygen deficiency than those of the slow living limpets.*

*HIF is an insightful example of how we can investigate the adaptive capacities of marine invertebrates as they colonize new habitats in a changing world, and, at the same time, learn more about the basic mechanisms of molecular evolution between simple organisms and human beings – a useful heritage in case we should happen to run low in oxygen.*



**Abb. 18:** Das Felswatt auf King-George Island in der Antarktis.

*Fig. 18: The rocky shore intertidal at King-George Island, Antarctica. (Photo: D. Abele)*

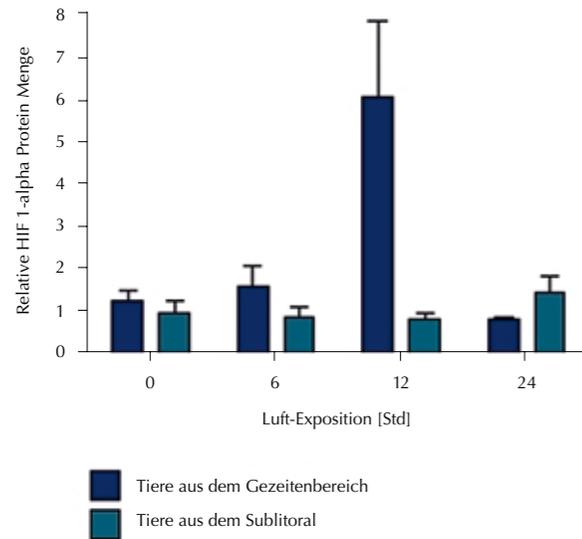


Abb. 19: Relative HIF-alpha Proteinmenge in Napfschnecken aus dem Gezeitenbereich (dunkelblau) und aus dem Sublittoral aus 15 m Wassertiefe (hellblau) während eines Luftexpositions-Experiments. Beide Gruppen von Schnecken besitzen das HIF-Protein, aber nur in den Schnecken aus dem Gezeitenbereich wird die HIF Menge nach 12h Trockenfall um das 5-fache hochreguliert. Nur die an Trockenfall angepassten Schnecken schaffen es, Gene zu aktivieren, die ihnen das Überleben in dieser Extremsituation erleichtern.

*Fig. 19: The relative amount of HIF-alpha protein in limpets from the intertidal (dark blue) and from the sublittoral in 15m water depth (light blue) during an air exposure experiment. Both groups of limpets express the protein but only in the intertidal limpets the protein levels are 5-fold increased after 12h of exposure to air. Only those limpets naturally adapted to air exposure on the higher shore levels are able to activate genes that help them to survive this extreme situation. (Graphic: E. Weihe, K. Pöhlmann, AWI)*

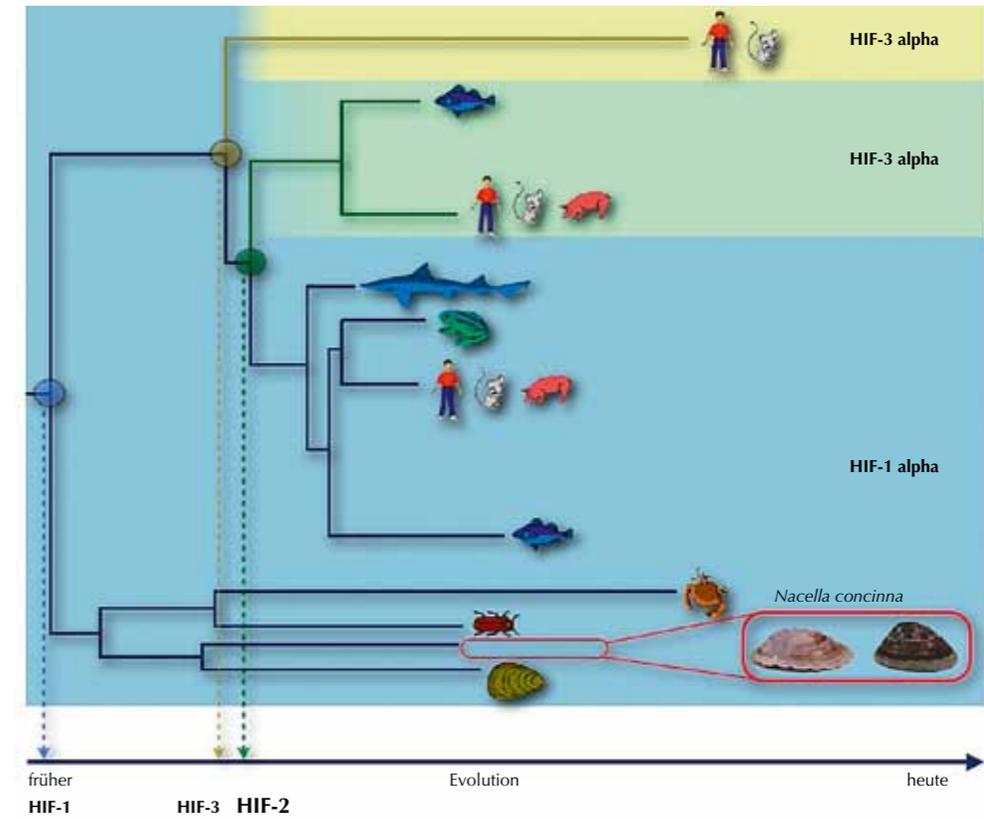


Abb. 20: Der genetischer Stammbaum des HIF-alpha Proteins (Hypoxie induzierter Faktor) zeigt die Verteilung der 3 Isoformen (strukturell unterscheidbare Versionen des Proteins) über die unterschiedlichen Tiergruppen. HIF-1 (blau) findet sich in allen bisher untersuchten Organismen und stellt die evolutionär älteste Variante des Proteins dar (x-Achse). Das grüne HIF-2 alpha wurde nur in Wirbeltieren, das gelbe HIF-3 nur in Säugetieren nachgewiesen. Beide Formen sind später in der Evolution in den komplexeren Tieren entstanden. Wirbellose Tiere wie z. B. die Napfschnecken besitzen eine besondere und sehr ursprüngliche Variante von HIF-1.

*Fig. 20: The genetic tree of the HIF protein (hypoxia inducible factor) shows the distribution of three different protein isoforms (structurally differing versions of the protein) among animal groups. HIF-1 (blue) is found in all investigated species including the invertebrate fauna and has occurred early in the evolution of species. Especially the invertebrate HIF represents an evolutionary old protein version (x-axis). The green HIF-2 alpha has been located only in vertebrates and the yellow HIF-3 alpha only in mammals, indicating both protein isoforms to have originated when organisms of higher complexity evolved. (Graphic: K. Pöhlmann, AWI)*

## Verursacher von Muschelvergiftungen identifiziert

Urban Tillmann, Malte Elbrächter, Bernd Krock,  
Uwe John, Allan Cembella

Der Ursprung des Nervengiftes Azaspiracid, das nach Anreicherung in Muscheln zu schweren Vergiftungen beim Menschen führen kann, ist gefunden. Eine winzig kleine Planktonart, der bisher unbekannt und nun neu beschriebene Dinoflagellat *Azadinium spinosum*, wurde aus dem Meer isoliert, im Labor vermehrt und als Produzent der Giftstoffe identifiziert.

Muscheln sind für viele eine Delikatesse, die allerdings nicht immer ganz ungefährlich ist. Seit langem ist bekannt, dass ihr Verzehr zu ernstesten Vergiftungen mit Durchfall, Übelkeit, Erbrechen und Lähmungsercheinungen führen kann. Die Ursache sind zumeist Nervengifte, die von bestimmten Arten planktischer Einzeller, den „toxischen Algen“ im Meer, produziert werden. Muscheln filtern im Laufe der Zeit riesige Mengen Planktonorganismen aus dem Wasser. Dabei können sie auch Toxine aufnehmen und anreichern. Die neuste als giftig identifizierte Gruppe von Algengiftstoffen sind sogenannte Azaspiracide. Vergiftungen mit Azaspiraciden traten erstmalig 1995 in den Niederlanden nach dem Verzehr von irischen Muscheln auf. Zwei Jahre später war die Substanz, ein Nervengift komplizierter Struktur, aus Muschelfleisch isoliert und identifiziert. Seit mehreren Jahren arbeiten nun Forscher mit Hochdruck daran, die Nachweismethoden zu verfeinern. Um Vergiftungsfolgen für den Menschen zu vermeiden oder wirkungsvolle Grenz-

## Cause of Shellfish Poisoning Identified

Urban Tillmann, Malte Elbrächter, Bernd Krock,  
Uwe John, Allan Cembella

*The origin of the neurotoxin azaspiracid, which can lead to serious poisoning in humans after consumption of shellfish that have accumulated this toxin, has been found. A tiny type of plankton, formerly unknown and now newly described as the dinoflagellate *Azadinium spinosum*, was isolated from the sea, cultured in the laboratory and identified as the toxin producer.*

*Shellfish are considered by many to be a delicacy, but they are not always without risk. For a long time it has been known that consumption of toxic shellfish can cause symptoms including diarrhea, nausea, vomiting and paralysis. The cause is most often neurotoxins that can be produced by certain types of single-celled plankton, known as "toxic algae", in the sea.*

*Over time, shellfish filter a large quantity of planktonic organisms from the water. In this way they can also take up and accumulate the toxins contained therein. The most recent group of newly identified algal toxins are the so-called azaspiracids. Poisoning by azaspiracids occurred for the first time in 1995 in the Netherlands after consumption of blue mussels from Ireland. Two years later a neurotoxin with a complicated structure was isolated and identified from mussel tissues. For several years researchers have worked intensively to improve the detection methods. In order to prevent further incidents of*

werte für Muscheln festlegen zu können, müssen sie die Giftigkeit und die Wirkmechanismen dieses Nervengiftes entschlüsseln.

Während so die Kenntnisse über das Toxin selbst ständig erweitert wurden, lag die Frage nach der biologischen Quelle trotz intensiver Forschungen weitgehend im Dunkeln. Seit 2003 galt nach Untersuchungen irischer Wissenschaftler die bis dato als völlig harmlos geltende Planktonalge *Proto-peridinium crassipes* als ultimative Quelle des Toxins. Durch den Einsatz eines hochsensiblen Massenspektrometers an Bord des Forschungsschiffes Poseidon konnten wir nun jedoch zeigen, dass andere gefährliche Einzeller wie *Proto-peridinium* nur Vektor, nicht aber Produzent der Giftstoffe ist. Uns ist es gelungen, eine kleine als *Azadinium spinosum* neu beschriebene Algenart aus der Nordsee zu isolieren und deren Toxinproduktion im Labor zu messen. Mit Kulturen der Art ist es nun unter anderem erstmals möglich, mit Hilfe molekularbiologischer Techniken Gensonden herzustellen, die einen zweifelsfreien Nachweis des Giftproduzenten in Meerwasserproben ermöglichen und so ein effektives Frühwarnsystem für Küstenregionen in Aussicht stellt. Neben solchen angewandten Aspekten liegt unser Forschungsschwerpunkt bei grundlegenden Fragen, insbesondere, warum die Algenart Azaspiracide produziert, also die Frage nach der ökologischen Funktion der Toxine. Menschen nach dem Verzehr von Muscheln außer Gefecht zu setzen, kann dabei nicht der evolutionär treibende Vorteil für die Mikroalge sein.

*human poisoning and to establish meaningful regulatory limits for toxins in shellfish, the toxicity and mode of action of the neurotoxins must be resolved.*

*Although knowledge of the toxins involved has been continually increasing, the answer to the question of the biological source remained elusive, in spite of intensive research efforts. Since 2003, according to studies by Irish scientists, the planktonic alga *Proto-peridinium crassipes*, heretofore believed to be completely harmless, was considered as the ultimate source of the toxins. By installation of a highly sensitive mass spectrometer on board the research ship Poseidon we were now able to demonstrate that single-cell grazers such as *Proto-peridinium* were only vectors but not producers of the poison. We were able to isolate a small algal species from the North Sea, newly described as *Azadinium spinosum*, and to measure its toxin production in the laboratory. With cultures, among other aspects, it is now possible to achieve unequivocal detection of the toxicogenic alga in seawater samples with gene probe techniques from molecular biology, and thus an effective early warning system for coastal regions is foreseeable. Besides such applied aspects, our research focus is underscored by fundamental questions, in particular, why the algal species produces azaspiracids, as well as the question of the ecological function of the toxin. Incapacitating humans after consumption of shellfish cannot be an evolutionary driving force or advantage for the microalga.*



Abb. 21: Das Massenspektrometer an Bord zum direkten Aufspüren auch kleinster Toxinmengen

*Fig. 21: The mass spectrometer on board for the direct search for tiny amounts of toxin  
(Photo: B. Krock)*

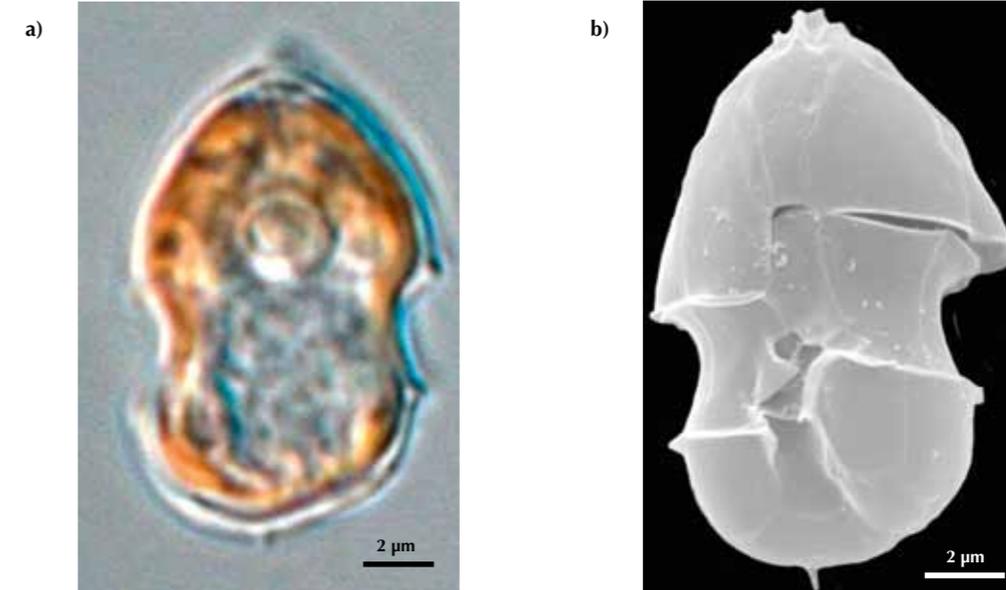


Abb. 22: : Lichtmikroskopische (a) und raster-elektronenmikroskopische (b) Aufnahme von *Azadinium spinosum*, dem neu entdeckten Produzenten von Azaspiraciden

*Fig. 22: Light microscopy (a) und scanning electron microscopy (b) images of *Azadinium spinosum*, the newly confirmed producer of azaspiracids  
(Photos: U. Tillmann)*

## Mikrobielle Stoffumsätze im Klimawandel

Anja Engel, Judith Piontek, Mascha Wurst,  
Nicole Händel, Mirko Lunau, Corinna Borchard

Der Anstieg der CO<sub>2</sub>-Konzentrationen in der Atmosphäre durch anthropogene Emissionen führt zu nachweislichen Veränderungen im Ozean: Die mittlere Temperatur der oberen Wasserschichten steigt, die Ausdehnung des Meereises in den Polarregionen geht zurück und mit der höheren CO<sub>2</sub>-Aufnahme sinkt der pH-Wert des Meerwassers: Der Ozean versauert. Mit dem Klimawandel ändern sich auch die Lebensbedingungen planktonischer Mikroorganismen. Sie leisten den Großteil der Stoffumsätze im Ozean und bilden die Basis des marinen Nahrungsnetzes. Mehr als 40 Gigatonnen Kohlenstoff werden jährlich in Prozessen wie Photosynthese, Wachstum und Zellatmung gebunden, umgesetzt und recycelt. Das Verhältnis zwischen autotrophen - CO<sub>2</sub>-bindenden -, und heterotrophen - CO<sub>2</sub>-freisetzenden - Prozessen entscheidet dabei, ob der mikrobielle Stoffumsatz im Meer das CO<sub>2</sub> in der Atmosphäre vermindert oder mehrt.

Steigt die CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Atmosphäre entsprechend der Projektionen des Intergovernmental Panel for Climate Change, IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), für 2100 (540 – 790 ppm), so sinkt der Meerwasser-pH um 0.1 bis 0.3 Einheiten. Mit dem Anstieg der freien Protonen im Meerwasser ändert sich die Geschwindigkeit chemischer Reaktionen.

In unseren experimentellen Simulationen zukünftiger Umweltbedingungen stieg die Rate der hydrolytischen Spaltung von Polysacchariden bis um das 14-fache an, während der Abbau von Proteinen verlangsamt wurde (Abb. 23). Die Spaltung der Biomo-

## Climate change and the microbial cycling of organic matter

Anja Engel, Judith Piontek, Mascha Wurst,  
Nicole Händel, Mirko Lunau, Corinna Borchard

*The increase in atmospheric carbon dioxide, CO<sub>2</sub> concentration due to anthropogenic emissions has led to measurable changes in the ocean: the average temperature of the surface ocean has increased, the coverage of sea-ice in polar regions has declined, and the enhanced uptake of CO<sub>2</sub> in surface water has led to a decline in seawater pH (referred to as ocean acidification). As climate changes, the living conditions of planktonic microorganisms also change. In the ocean, planktonic microorganisms are responsible for most of the turn-over of organic matter and provide the basis of the marine food web. Every year, more than 40 gigatons of carbon are incorporated into organic matter, and converted into other compounds or recycled to CO<sub>2</sub> by processes such as photosynthesis, growth, and respiration. The ratio between autotrophic, CO<sub>2</sub>-fixing, and heterotrophic, CO<sub>2</sub>-producing processes determines whether microbial cycling of organic matter is a source or sink for atmospheric CO<sub>2</sub>.*

*If the atmospheric CO<sub>2</sub> concentration increases as much as predicted by the IPCC for 2100 (540-790 ppm), the seawater pH will decrease by 0.1 to 0.3 units. With a concurrent increase of free protons in seawater, the rate of chemical reactions will change.*

*During our experimental simulations of future environmental conditions, the hydrolysis rate of polysaccharides increased by a factor of 14. In contrast the protein hydrolysis decreased slightly (Fig. 23). The cleavage of biomolecules is catalysed by*

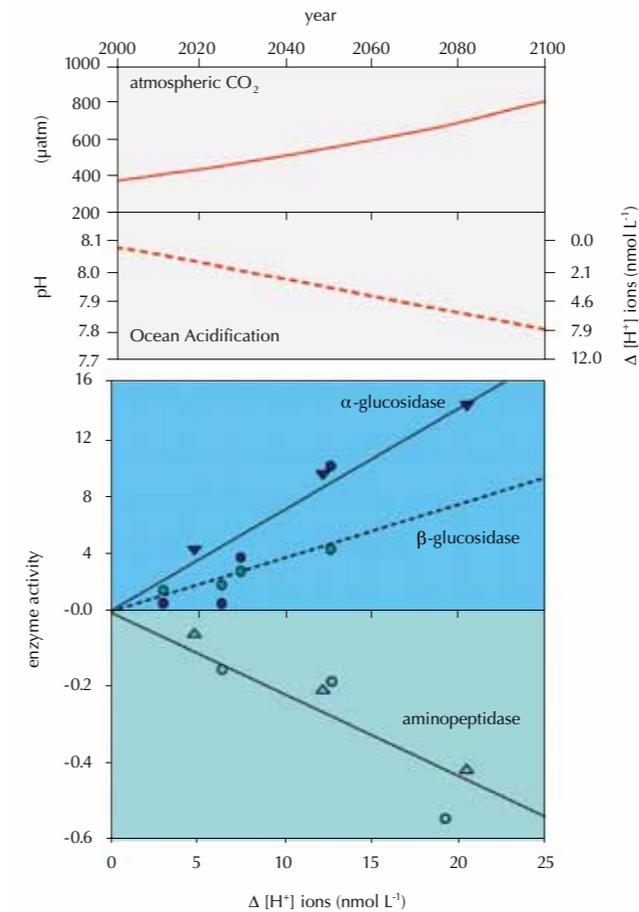


Abb. 23: Effekte der Ozeanversauerung auf den bakteriellen Abbau von organischem Material.

**Oben:** Basierend auf dem Emissions-Szenario IS92a des IPCC wird ein Anstieg der atmosphärischen CO<sub>2</sub>-Konzentration von derzeit ca. 380 µatm auf 750 µatm bis zum Jahr 2100 prognostiziert. Durch diesen CO<sub>2</sub>-Anstieg in der Atmosphäre könnte der pH-Wert im Oberflächenozean von derzeit 8.1 auf 7.8 sinken, was einer Zunahme an Protonen (H<sup>+</sup>) um 7.9 nmol L<sup>-1</sup> entspricht und als Ozeanversauerung bezeichnet wird.

**Unten:** In der experimentellen Simulation zeigte sich der Einfluss der Ozean-Versauerung auf den bakteriellen Stoffumsatz. Eine Zunahme der [H<sup>+</sup>]-Konzentration führte zu einem beschleunigten enzymatischen Abbau von Polysacchariden durch Glucosidasen. Im Gegensatz dazu verlangsamte sich die Spaltung der Proteine durch Aminopeptidasen.

Fig. 23: Effects of ocean acidification on the bacterial degradation of organic matter.

**Upper panel:** Based on the emission scenario IS92a of the IPCC the atmospheric CO<sub>2</sub> concentration is predicted to increase from the present 380 µatm to 700 µatm by the year 2100.

Due to this rise in atmospheric CO<sub>2</sub>, the pH of the surface ocean could decrease from the present 8.1 to a future 7.8, equivalent to an increase in proton (H<sup>+</sup>) concentration of 7.9 nmol L<sup>-1</sup>.

**Lower panel:** During experimental simulations the influence of ocean acidification on the bacterial turnover of organic matter was observed

An increase in [H<sup>+</sup>] concentration increased the enzymatic decomposition of polysaccharides by glucosidases. In contrast, the enzymatic cleavage of proteins by aminopeptidases decreased.

leküle wird durch extrazelluläre Enzyme katalysiert. Diese werden im Wesentlichen von heterotrophen Bakterien, den Konsumenten der niedermolekularen Spaltprodukte, produziert. Die Versauerung der Ozeane könnte so den heterotrophen Stoffumsatz erhöhen und damit die natürliche Freisetzung von  $\text{CO}_2$  verstärken.

Im Fokus unserer Feldforschung liegt die Arktis - eine der am stärksten vom Klimawandel betroffenen Regionen weltweit. Erkenntnis leitend sind folgende Fragen: Inwieweit decken pH-bedingt höhere Abbauraten organischer Materie den Energiebedarf von Bakterien, der durch die Erwärmung steigt? Kann die photosynthetische Fixierung von  $\text{CO}_2$  die erhöhte Freisetzung kompensieren? Welche Konsequenzen ergeben sich für den Kreislauf organischer Verbindungen auf lange Sicht?

Um zukünftige Veränderungen im Kohlenstoffkreislauf der Arktis verstehen und quantitativ abschätzen zu können (Abb. 24), haben wir eine Reihe von Simulationsexperimenten im Labor und während einer Polarstern Expedition im Hausgarten (ARK XXIV) des Alfred-Wegener-Instituts, der Langzeit-Forschungsstation vor Spitzbergen, durchgeführt. Erste Ergebnisse zeigen einen deutlichen Einfluss von Temperatur- und pH-Wert auf die Aktivität mariner Mikroorganismen und einen Anstieg der Umsatzraten gelöster organischer Verbindungen und der Produktion von Gelpartikeln, im Besonderen von Transparenten Exopolymeren Partikeln (TEP).

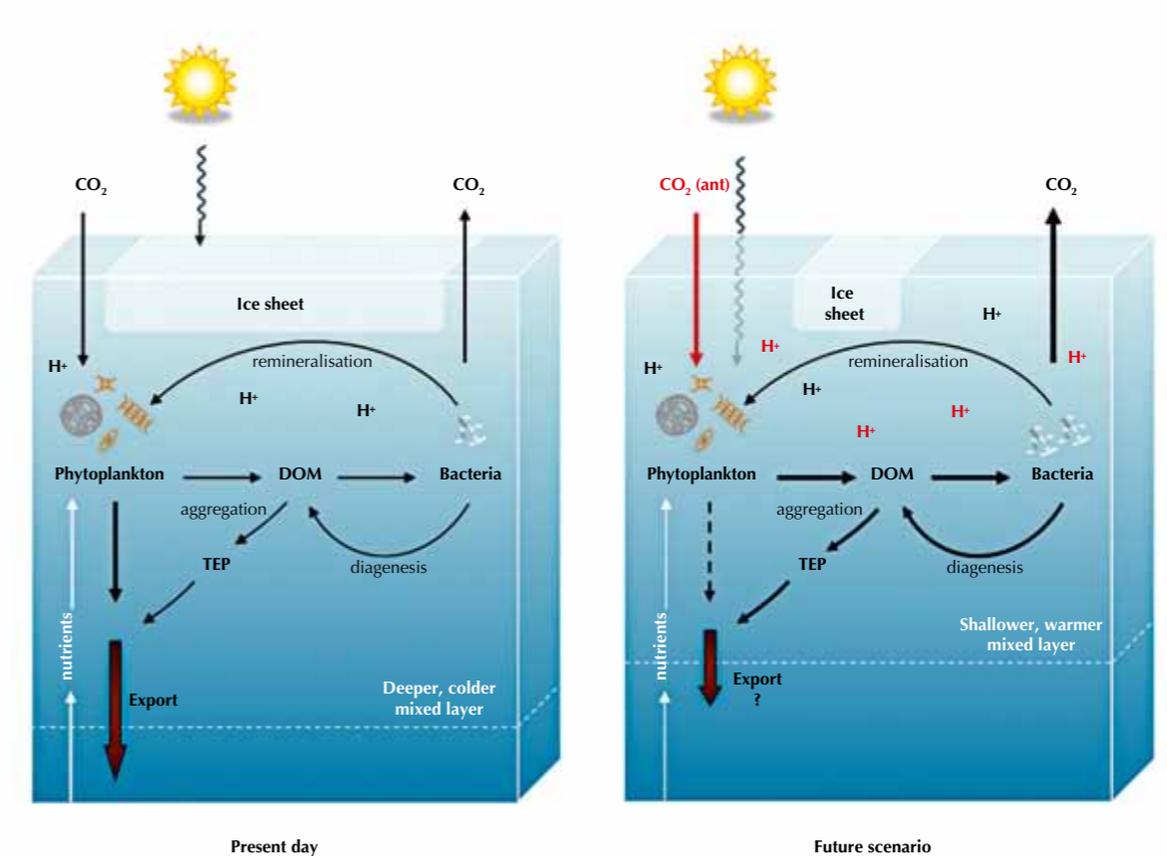
*extracellular enzymes. These enzymes are produced mainly by heterotrophic bacteria, which consume the low-molecular weight hydrolysis products. In this respect, ocean acidification could accelerate heterotrophic metabolism, particularly of carbohydrates, and thus enhance the production of  $\text{CO}_2$ .*

*Our field research focuses on the Arctic Ocean, one of the areas that is most affected by climate change. Our research addresses the issues of:*

*To what extent will faster decomposition rates of organic matter, which are induced by decreasing ocean pH, counterbalance bacterial energy requirements that may increase due to warming? Can the photosynthetic fixation of  $\text{CO}_2$  compensate its enhanced release? What are the long-term effects of climate change on the cycling of organic compounds?*

*To gain an in-depth-understanding and in order to quantify future changes in arctic carbon cycling (Fig. 24), we conducted a series of simulation experiments, both in the lab and during the Polarstern (ARK XXIV) expedition to the Hausgarten, the time-series station of the Alfred Wegener Institute near Svalbard.*

*Initial results indicate that temperature and pH have a clear impact on the activities of marine microorganisms and increase the turnover of dissolved organic matter as well as the production of gel particles, such as Transparent Exopolymer Particles (TEP).*



**Abb. 24:** Potentielle Änderungen im mikrobiellen Stoffumsatz in arktischen, pelagischen Ökosystemen als Folge des Klimawandels

*Fig. 24: Potential changes in the microbial cycling of organic matter in the arctic, pelagic ecosystems due to climate change*



3. Forschung | *Research*



# P A C E S

Polar Regions and Coasts in a Changing Earth System

Aus MARCOPOLI wird PACES | MARCOPOLI changes to PACES

Die erste Periode der programmorientierten Förderung ging 2008 zu Ende. Für die zweite Förderperiode wurde deshalb aufbauend auf den Ergebnissen der Zwischenevaluierung und den wissenschaftlichen Ergebnissen, die in MARCOPOLI erzielt wurden, ein neues Programm unter dem Titel „Polar Regions and Coasts in the Changing Earth System (PACES)“ formuliert. Es ist die logische Fortentwicklung von MARCOPOLI und berücksichtigt in seinen Zielen insbesondere die Tatsache, dass die in den vergangenen Jahren beobachteten starken Veränderungen im arktischen Raum einer besonderen Aufmerksamkeit bedürfen. Zum einen ist es Ziel, die wirksamen Prozesse und Wechselwirkungen zu erkennen und zum anderen darauf aufbauend die Prognosefähigkeit für die Fernwirkungen im Klimasystem zu verbessern. Deshalb wird in PACES ein neuer Schwerpunkt in der Modellierung gesetzt mit dem Ziel, aus der Beobachtung und Modellierung polarer Prozesse einen gewichtigen Beitrag zur Verbesserung eines globalen Erdsystemmodells zu leisten. Nach wie vor ist auch in PACES die Bereitstellung und der Betrieb großer Infrastruktur für die Polar- und Meeresforschung ein besonderes Anliegen.

*The first period of programme oriented funding came to an end in 2008. A new programme called “Polar Regions and Coasts in the Changing Earth System (PACES)” was initiated, based on an interim evaluation of MARCOPOLI as well as scientific results achieved during this period. It is the logical continuation of MARCOPOLI and in its objectives focuses on the observed recent major changes in the Arctic, which require special attention. A major aim is to identify effective processes and interactions, and based on these, to improve the predictability of remote and long term effects in the climate system. Therefore, a new focus in PACES, is in modelling, with the intention to study polar processes using observational as well as modelling methods in order to make important contributions to the improvement of a global Earth system model. As in the past, the provision and operation of a large infrastructure for Polar and Marine Research is still of special importance within PACES.*

### 3.1 TOPIC 1:

Die Klimaänderungen der vergangenen Dekaden verlaufen in den beiden Polarmeeren sehr unterschiedlich. Der deutliche Meereisrückgang in der gesamten Arktis steht beispielsweise im Gegensatz zu den regional variierenden Trends in der Antarktis. Die Veränderungen in Meereis, Atmosphäre, Ozean und Ökosystemen werden erfasst, um in Kombination mit Modellierung die zugrunde liegenden Mechanismen und die Auswirkungen zu verstehen.

#### WP 1.1 Die Rolle von Eisschilden im Erdsystem

Der Beitrag der polaren Eismassen zum globalen Meeresspiegelanstieg wird durch das interdisziplinäre Projekt „ice2sea“ bearbeitet, das im europäischen Rahmenprogramm FP7 gefördert wird. In dieser hochaktuellen Fragestellung, deren Ergebnisse auch bei der Erarbeitung des 5. Sachstandsberichts (AR) des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen (IPCC) einfließen werden, kooperieren wir sehr eng mit führenden europäischen Instituten. Der zurzeit umfangreichste Datensatz bezüglich Bodentopographie, Schelfeisdicke und Aussatzlinie für die antarktischen Küstengewässer wurde in Zusammenarbeit mit der University of Bristol erstellt. In Grönland wird, neben der Kartierung des Schneezutrag, eine Heißwasserbohrung zur Untersuchung des subglazialen hydraulischen Drucks auf das Fließen von westgrönländischen Auslassgletschern durchgeführt. Dabei sollen auch neue sterile subglaziale Beprobungsmethoden getestet werden, sodass sich unmittelbar eine Synergie mit den im

### 3.1 TOPIC 1: The changing Arctic and Antarctic

*Climate change has had a remarkably different impact on both Polar regions in the last decades. Sea-ice reduction in the Arctic contrasts regional variability of sea-ice dynamics in the Antarctic. We are observing and modeling changes in sea-ice extent and thickness together with changes in the polar atmospheres, oceans and ecosystems, to analyse, quantify and understand the principle mechanisms and consequences of such changes.*

#### WP 1.1 Role of Ice Sheets in the Earth System

*The contribution of polar ice masses to global sea level rise is addressed within the multi-disciplinary European Union (Framework Programme) FP7-funded project “ice2sea”. To provide the latest results for the 5th assessment report (AR) of the Intergovernmental Panel of Climate Change (IPCC), we are cooperating closely with other leading European institutes. Together with the University of Bristol we are compiling the currently most comprehensive data set of sea-bed topography, ice shelf thickness and grounding line position for Antarctic coastal areas. In Western Greenland we are undertaking hot water drilling to investigate the influence of sub-glacial hydraulic pressure on the flow of outlet glaciers. By using the opportunity to test sterile sub-glacial sampling techniques, we are achieving synergies with planned work related to the biology in ice sheets; micro-organisms in ice cores are also being studied as part of a German Science Foundation (DFG) funded project.*

Arbeitspaket geplanten Untersuchungen zur Biologie in Eisschilden ergibt; im Rahmen eines bereits durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) geförderten Vorhabens werden Mikroorganismen in Eiskernen studiert. Die Wechselwirkung der Atmosphäre mit dem Eisschild in der Umgebung der Dronning Maud Land Tiefbohrung wird anhand von Isotopenzeitreihen im Rahmen eines vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) zusätzlich geförderten Projekts betrachtet. Außerdem eruieren wir, wie die neueste Generation Hohlraum-Abkling-Spektrometer auf dem Forschungsflugzeug ‚Polar 5‘ integriert werden kann, um direkt die isotopische Fraktionierung im Wasserdampf der Luft zu messen. Neben der Vermessung der Eisdicke und der Aufklärung der internen Struktur des innerantarktischen Eisschilds ist dies ein weiterer Beitrag, den ‚Polar 5‘ zur Identifizierung eines geeigneten Bohrpunkts für die älteste Eiskernzeitreihe leistet. Durch einen Schnitt quer durch die gesamte Ostantarktis werden alle dortigen Gipfel und Tiefbohrpunkte miteinander verbunden.

#### WP 1.2 Aerosole, Wasserdampf und Ozon: Rückkopplungen im Klimasystem der Arktis

Der Aerosolgehalt der arktischen Troposphäre beeinflusst maßgeblich den Strahlungshaushalt und die Eigenschaften der arktischen Wolken. Umfassende Messungen werden durchgeführt, um diese Effekte in Klimamodellen richtig wiederzugeben. Bei der Flug-Messkampagne PAM-ARCMIP gemeinsam mit „Environment Canada“ und NOAA (Boulder, Co.) wurde die arktische Aerosolverteilung in Vertikal- und Horizontalprofilen vermessen. Das Frühjahrsmaximum der aerosoloptischen Dicke deutet wieder auf das anthropogene Phänomen „Arctic Haze“ hin. Meteorologische Sondierungen in der Zentralarktis mittels Dropsonden zeigte fast ständig eine flache Grenz-

*In Antarctica, the German Research Ministry (BMBF) is funding a project focused on the interaction between atmosphere and ice-sheet in the vicinity of the Dronning Maud Land deep drilling location using stable isotope time series. Beyond that, we are considering the integration of the latest Cavity Ring Down spectrometer into the polar research aircraft ‘Polar 5’, to measure isotope fractionation directly in air moisture. Besides measuring the ice thickness and reconstructing the internal structure of ice sheets, with this additional mapping, ‘Polar 5’ is contributing to the localisation of a deep drilling location for the Oldest Ice Core Project. A radar section across East Antarctica links all the major domes and deep drilling locations.*

#### WP 1.2 Aerosols, water vapour, and ozone: feedback in the Arctic climate system

*Aerosol in the Arctic troposphere impairs the radiation budget and the properties of Arctic clouds. Comprehensive measurements are conducted in order to include these effects properly in climate models. The aircraft campaign PAM-ARCMIP was conducted together with “Environment Canada” and NOAA (Boulder, Co.) and determined vertical and horizontal profiles of aerosol distribution. The spring maximum of the aerosol optical density indicated the anthropogenic “Arctic Haze” phenomenon. Meteorological soundings with drop probes revealed*

schicht mit einer ausgeprägten Temperaturinversion und Windjets in den untersten 300 m.

Stratosphärisches Ozon über der Arktis wurde durch Ozonsonden-Matchkampagnen analysiert. Die Stärke des Ozonabbaus lag im Mittelfeld der Statistik der letzten zwei Jahrzehnte und folgt der klimatischen Entwicklung der Stratosphäre.

Im gekoppelten Atmosphäre-Ozean-Meereis-Modell HIRHAM-NAOSIM wurde gezeigt, dass die Kombination von verbesserten Parametrisierungen des Eiswachstums, der Eis- und Schneeralbedo und der Schneebedeckung zu einer realistischeren Simulation der arktischen Meereisausdehnung beiträgt.

#### WP 1.3: Wechselwirkungen zwischen Meereis, Atmosphäre, Ozean und Ökosystemen – eine bipolare Perspektive

In der zentralen Arktis gibt es nur wenige meteorologische Beobachtungsdaten und so basiert unser Wissen über Klimaänderungen stark auf u.a. vom ECMWF erstellten Re-Analysen. Der Vergleich von Re-Analyse-Temperaturen mit Daten von „Polarstern“-Radio-sonden zeigte, dass zumindest im Sommer die Re-Analysen im Bereich hoher Eisbedeckung um bis zu 2 Grad zu hohe Monatsmitteltemperaturen liefern.

Die regionale Verteilung und damit die arktisweite Bilanzierung von Süßwasser und ozeanischer Wärme waren bislang nur durch Modelle abschätzbar. Der Einsatz von autonomen eisgetragenen Profilern im internationalen Kontext erlaubte im IPY 2007/08 zum ersten Mal eine gleichzeitige Aufnahme der Meerwassereigenschaften in der gesamten Arktis. Eine Zunahme des Süßwassers um 10 % in der letzten Dekade scheint somit wahrscheinlich. Das Messsystem HAFOS (Hybrid (Ant)Arctic Float Observing System) wird in Zukunft die Messung von solchen Veränderungen in beiden Polarmeeren erlauben.

*a mostly shallow boundary layer with a distinct temperature inversion and wind jets in the lowest 300 m.*

*Stratospheric ozone in the Arctic was analysed with methods matching the ozone probes. Observed ozone loss was in the mid range of the statistics of the last two decades and follows the climate development of the stratosphere.*

*A combination of improved parameterisation of sea ice growth, ice and snow albedo, and snow cover improved a realistic simulation of the Arctic sea ice extent in the coupled atmosphere - ocean - sea ice model HIRHAM-NAOSIM.*

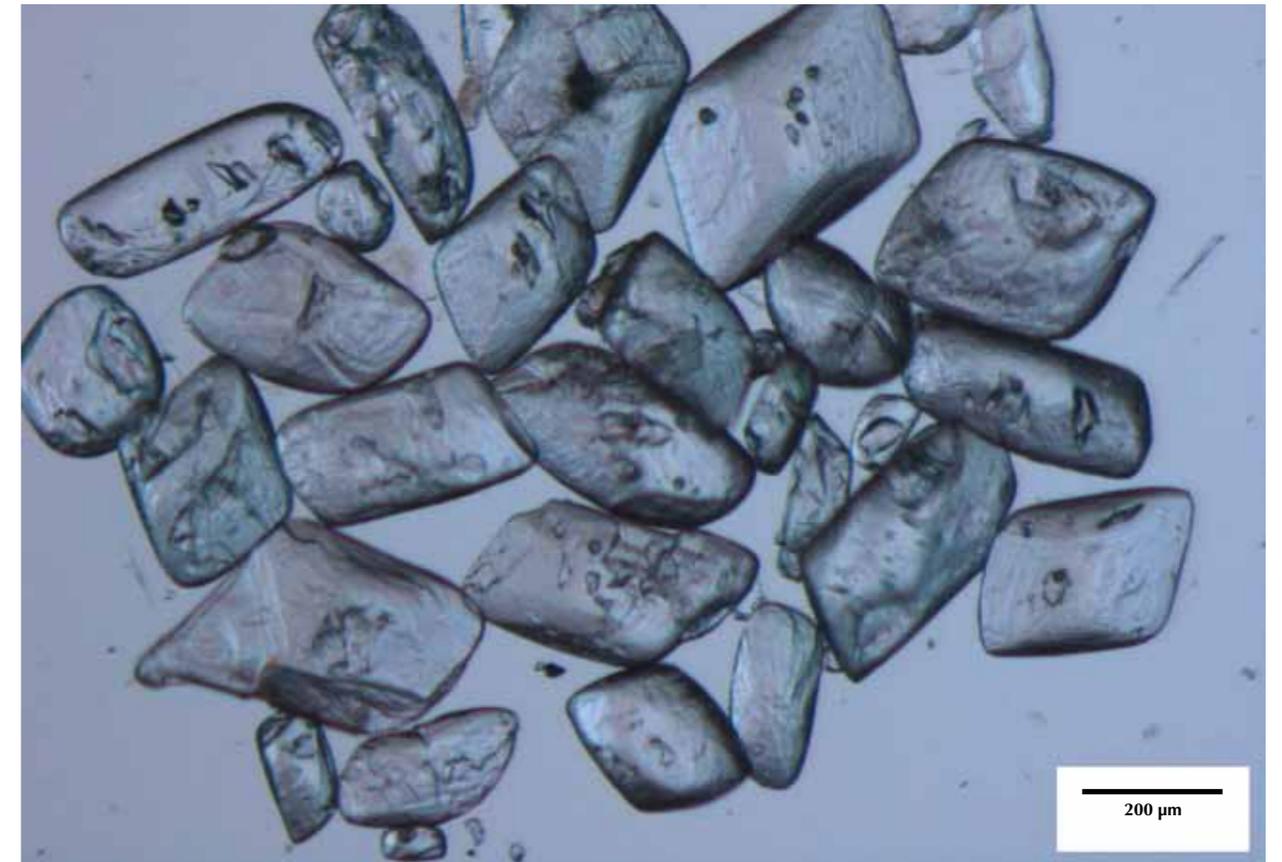
#### WP 1.3 Sea ice-atmosphere-ocean-ecosystem interactions in a bi-polar perspective

*Our knowledge about Arctic climate change relies mostly on re-analyses, e.g. by the ECWMF, whereas only few direct meteorological observations from the central Arctic are available. A comparison of re-analysis data with routine 'Polarstern' rawinsonde soundings shows that at least during summer in areas with high sea ice concentration re-analysis temperatures are too high by 2 °C.*

*Changes in the budgets and regional distribution of Arctic Ocean fresh water and heat have only been derived from models so far. During IPY, the internationally co-ordinated deployment of a large number of autonomous ice-tethered profilers provided a synoptic survey of ocean properties of the entire Arctic for the first time. The data suggest a fresh water increase by 10% during the last decade. Establishing the observation system HAFOS ((Hybrid (Ant)Arctic Float Observing System) will contribute to tracing future changes in both polar oceans.*

Im Meereis beider Polarregionen wurden Ikaite-Kristalle (Abb. 1) entdeckt ( $\text{CaCO}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ). Bei ihrer Fällung wird  $\text{CO}_2$  an die Atmosphäre und in den Ozean abgegeben. Ikaite sind eine zusätzliche, noch weitgehend unbekannte Komponente im Karbonathaushalt der Polarmeere.

*Ikaite crystals ( $\text{CaCO}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) have been discovered in polar sea ice (Fig. 1). During their precipitation,  $\text{CO}_2$  is released into the atmosphere and ocean. Hence, Ikaites are components of the carbonate system of the polar oceans that need to be quantified.*



**Abb. 1:** Im Meereis wurden Ikaite-Kristalle gefunden. Ikaite ist ein Kalziumkarbonat, bei dessen Fällung  $\text{CO}_2$  freigesetzt wird. Die Umstände seiner Bildung sind noch unbekannt.

**Fig. 1:** Ikaite crystals have been discovered in sea ice. Ikaite is a calcium carbonate that releases  $\text{CO}_2$  at precipitation. Its formation is unknown to date. (Photo: C. Uhlig)

AWI-Wissenschaftler haben herausgefunden, dass Kieselalgen in Meer und Meereis in der Evolution aus Verschmelzung zweier photosynthetischer Zellen hervorgegangen sind. Erstmals wurden die molekulare Biodiversität und die funktionelle Aktivität von Meereisgemeinschaften insgesamt bestimmt und ihre genomische Komplexität ermittelt.

Eine neue Gruppe, PEBCAO (Plankton Ecology and Biogeochemistry in a Changing Arctic Ocean), befasst sich zusammen mit drei Helmholtz-Nachwuchsgruppen (GloCar, PHYTOOPTICS & PLANKTOSENS) mit der Reaktion der arktischen Phytoplanktonökologie auf den Klimawandel. Zur Untersuchung werden u.a. phytooptische und molekularbiologische Methoden eingesetzt.

Die Bedingungen für aerobe Methanbildung in der zentralen Arktis ist anhand von Methanisotopenmessungen, Mikrokosmosexperimenten und thermodynamischer Bilanzierung nachgewiesen worden. Bei Nitratarmut können Bakterien Phosphat für ihren Stoffwechsel nutzen, wenn DMSP bzw. dessen Abbauprodukte als Kohlenstoffquelle zur Verfügung stehen. Das Methan wird dabei nicht durch Archaeen, sondern durch diverse Alpha-Proteobakterien gebildet.

#### WP 1.4 Klima- und Ökosystem im Antarktischen Zirkumpolarstrom

Ozeanographen, Meeres-Chemiker und -Biologen untersuchen mittels Messungen, Experimenten und Modellen Prozesse, die das Klima- und Ökosystem im Südozean koppeln und die Konzentration von Kohlendioxid in der Atmosphäre beeinflussen.

Über zwei Jahrzehnte fortgeführte Zeitreihen von verankerten Messgeräten, wiederholten Stationsmessungen und treibenden Sensorträgern offen-

*The evolution of diatoms in the ocean and sea ice has been deciphered: they developed from of two photo-synthetic cells. For the first time the molecular biodiversity and functional activity of sea ice communities have been determined and their genomic complexity has been quantified.*

*A new research group, PEBCAO (Plankton Ecology and Biogeochemistry in a Changing Arctic Ocean), together with the HGF young researchers groups GloCar, PHYTOOPTICS, PLANKTOSENS, has been established to investigate the reaction of the Arctic phytoplankton ecology to climate change. Among others, phyto-optical and molecular-biological methods will be applied.*

*With a combination of methane isotope measurements, microcosm experiments and thermodynamic models, the formation of methane under aerobic conditions in the central Arctic could be verified. A low N:P ratio enhances the ability of various alpha-proteobacteria to compete with phytoplankton for phosphate while DMSP is utilised as a C source.*

#### WP 1.4 Antarctic Circumpolar Climate and Ecosystem Study

*With measurements, experiments and models, oceanographers, marine chemists and biologists are investigating processes that couple the Southern Ocean climate and ecosystem and that influence the concentration of carbon dioxide in the atmosphere.*

*Time series continued for more than two decades, composed of moored instruments, repeated surveys and freely floating devices, reveal a long-term warming on average of the inner Weddell Gyre. Temporal changes in individual water masses are dominated by inter-annual and decadal variability, with*

baren eine langfristige Erwärmung gemittelt über den Weddell-Wirbel. Die zeitlichen Entwicklungen in den unterschiedlichen Wassermassen sind dominiert durch zwischenjährliche und dekadische Variabilität mit teilweise gegenläufigen Temperatur- und Salzgehalt-Trends.

Verankerte Doppler-Strömungsprofiler haben erstmalig für den Südozean saisonale Zeitreihen der Zooplankton-Verteilung geliefert, die tägliche Vertikalwanderungen und die sie steuernden Umweltfaktoren (Abb. 2) aufschlüsseln. In einer Modellstudie wurden Einwanderungsmechanismen von Zooplankton in Phytoplankton-Blüten getestet und damit Verteilungsmuster erklärt, die mittels Multifrequenz-Echolot gemessen wurden. Schlüsselarten im Nahrungsnetz wurden hinsichtlich ihrer Biologie vertieft untersucht.

Die Eisendüngungsexperimente EIFEX und LOHAFEX haben gezeigt, wie variabel Reaktionen des marinen Ökosystems auf Eisenzugaben sind. Beide Experimente wurden zur gleichen Jahreszeit in mesoskali- gen Wirbeln des Antarktischen Zirkumpolarstromes durchgeführt. Während aber bei EIFEX ein starker Export biogen gebundenen Kohlenstoffs in die Tiefe folgte, wurde bei LOHAFEX kein erhöhter Export festgestellt (siehe besondere Forschungsthemen).

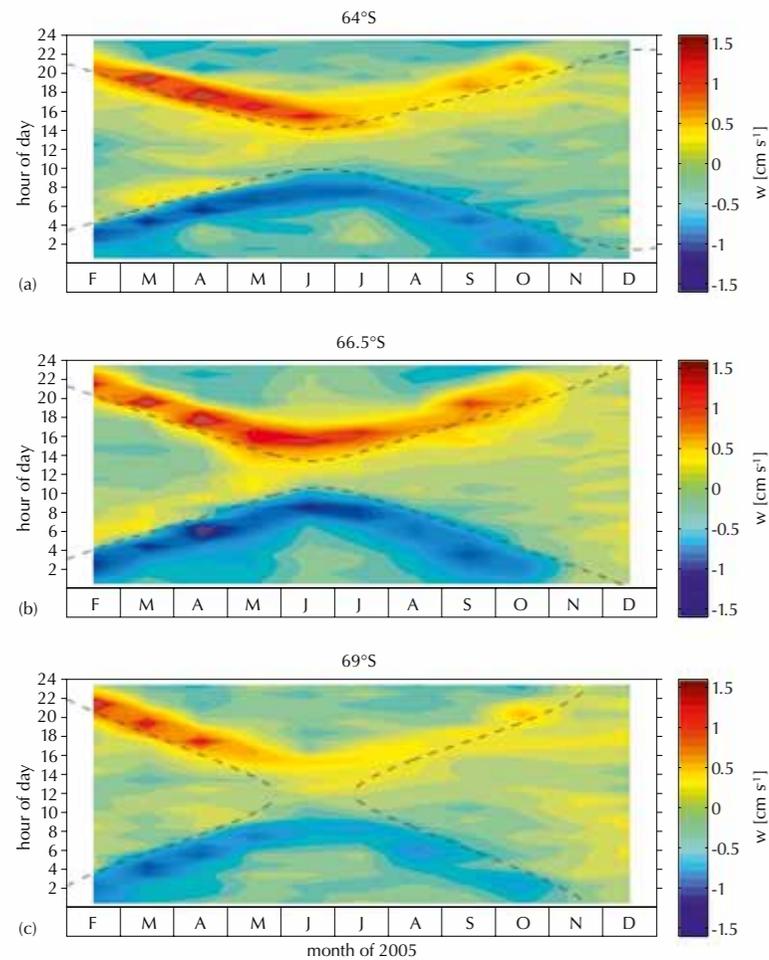
Die Versauerung des Ozeanwassers durch anthropogenes Kohlendioxid aus der Atmosphäre beeinflusst kalkbildende Organismen negativ. Dagegen profitieren in Laborexperimenten einige antarktische Diatomeen von erhöhten CO<sub>2</sub>-Konzentrationen. Solche artspezifischen Unterschiede können zu Veränderungen im marinen Nahrungsnetz und damit bei der biologischen Kohlenstoffpumpe führen.

*partly opposing temperature and salinity trends in inflow and outflow regimes.*

*Moored acoustic Doppler current profilers (ADCPs) have recorded – for the first time in the Southern Ocean – time series of zooplankton abundance, which allow conclusions on the seasonal modulation of the diurnal vertical migration and its environmental controlling factors (Fig. 2). In a model study, hypotheses about the mechanisms of zooplankton aggregation in phytoplankton blooms were tested to explain distribution patterns revealed by multi-frequency echo sounder measurements. Research of the biology of key zooplankton species focussed on Antarctic krill (*Euphausia superba*), tunicates (salps) and arrow worms (chaetognaths).*

*The iron fertilisation experiments EIFEX and LOHAFEX have shown unforeseeable reactions of marine ecosystems to iron addition. Both experiments were conducted in the same season within mesoscale eddies within the Antarctic Circumpolar Current. Whereas a substantial export of biogenic carbon followed EIFEX, no enhancement of export was observed during LOHAFEX (see Selected Research Topics).*

*Acidification of the ocean through anthropogenic carbon dioxide from the atmosphere negatively affects organisms forming carbonate mineral. However, laboratory experiments suggest that some Antarctic diatom species profit from increased CO<sub>2</sub> concentrations. Such species-specific differences in the mechanisms of carbon uptake can lead to changes within the marine food web with consequences for the biological carbon pump.*



**Abb. 2:** Jahresgang der täglichen Vertikalwanderung von Zooplankton an drei Verankerungspositionen auf dem Greenwich Meridian. Die Vertikalgeschwindigkeiten wurden akustisch über den Doppler-Effekt gemessen und zwischen 100 und 200 m Tiefe gemittelt; negative Geschwindigkeit bedeutet abwärtsgerichtete Bewegung, positive aufwärts. Gestrichelte Linien markieren die täglichen Sonnenauf- und -untergänge.

**Fig. 2:** Seasonal changes of the diurnal vertical migration of zoo plankton at three mooring positions on the Greenwich Meridian. Vertical velocities were measured acoustically by the Doppler effect and averaged between 100 and 200 m depth; negative velocities indicate downward motion, positive upward. Dashed lines mark the times of sunrise and sunset (Cisewski et al., 2010, *Deep-Sea Res. I*).

### WP 1.5 Permafrostverlust und Kohlenstoffumsätze in Küsten-, Schelf- und Tiefseesystemen

Das gemeinsame Ziel der deutsch-russischen Expedition ins Lena-Delta und weiterer Expeditionen nach Alaska, Spitzbergen und in die kanadische Hocharktis war, die Bedeutung des Permafrostes im System Atmosphäre-Land-Küste-Meer zu verstehen, z.B. die Küstenerosion in einem Delta-Flusssystem. So wurden – bedingt durch hohe Küstenerosionsraten der Permafrostküste, sowie Flusserosion im Lena-Delta-System – hohe bis sehr hohe Konzentrationen an gelöster Organik im Lena Abfluss und in den sommerlichen Küstenschmelzwässern der Eiskomplekküste gemessen. Methankonzentrationen betragen bis zu 400 nmol/L in Oberflächenwässern des Lena-Deltas und der Lena und fielen auf 20 nmol/L im Küstengewässerbereich.

Folgende methodische Schwerpunkte wurden an den Permafroststandorten verfolgt: landbasierte Messungen von Energie-, Wasser-, Kohlenstoff- und Stickstoffflüssen (Mikrometeorologie & Punkt-Haubenmessungen); boden- und vegetationskundliche sowie geomorphologische Kartierung zur Nutzung von aufskalierenden Methoden durch Fernerkundungsdaten; Probenahme (Flüsse, Meer, Seen, Sediment, Eis, Boden) zur Quantifizierung von Quellen, Umsatzraten und Flüssen des gelösten und partikulären organischen Kohlenstoffs und Stickstoffs; Bestimmung der chemischen Zusammensetzung des gelösten und partikulären organischen Materials mit chromatographischen Methoden und ultrahochoflösender Massenspektrometrie; Bestimmung der Veränderungen des gelösten organischen Materials durch photochemische und mikrobielle Prozesse.

### WP 1.5 The role of degrading permafrost and carbon turnover in the coastal, shelf and deep-sea environment

The overall goal of this work package is to gain a better understanding of the role of permafrost in the coupled system between the atmosphere, land, coast and the Arctic Ocean, for example its importance for coastal erosion in a river delta. Within this framework, international expeditions took place to the Lena-Delta, Siberia, Alaska, Spitzbergen and the Canadian High Arctic. First results from the summer 2009 Lena Delta expedition show that erosion of the permafrost coast, as well as river erosion within the delta system, produced high concentrations of dissolved organics in melt-water draining the ice complex and the Lena river. Furthermore, methane concentrations of surface waters within the delta increased up to 400 nmol/L, but decreased to 20 nmol/L in coastal areas.

The permafrost study areas were investigated using the following methodology: land-based measurements of fluxes of energy, water, carbon and nitrogen (micro-meteorology and localised measurements using closed chambers); mapping soil, vegetation and geomorphology as ground-truthing and upscaling for remote sensing; sampling lake, river, and marine sediments, soils, suspended material and ice to study and quantify sources, cycling and fluxes of dissolved and particulate organic matter; determination of the chemical composition of dissolved and particulate organic matter using chromatography and ultra-high resolution mass spectrometry; incubations for photochemical and microbial degradation of dissolved organic matter.

An diesem Forschungsthema sind insgesamt drei Helmholtz-Gruppen beteiligt: die Russisch-Deutsche Joint Research Gruppe „Assessing the Sensitivity of Arctic Coastal Dynamics to Change“ und zwei Helmholtz-Hochschul-Nachwuchsgruppen „Sensitivity of the permafrost system’s water and energy balance under changing climate“ und „Applications of compound-specific radiocarbon analysis for the study of sedimentation processes and carbon cycling in marine sediments“.

#### WP 1.6: Effekte von Ozeanerwärmung und -versauerung auf marine Ökosysteme

Wir erforschen polare Organismen und Ökosysteme und ihre Veränderungen unter anthropogenem Einfluss. Untersuchungen im Drescher-Inlet (Riser-Larsen Schelfeis) gewährten neue Einblicke in den vom Festeis bedeckten küstennahen Lebensraum der Weddellrobbe. Die Tiere wurden mit 3D-Fahrtenschreibern und digitalen Fotokameras ausgerüstet, deren Auswertung zur Entdeckung einer bisher unbekanntenen „kryo-benthischen“ Lebensgemeinschaft wirbelloser Meerestiere führte, die kopfüber an der Unterseite des aufschwimmenden Schelfeises in etwa 150 m Tiefe siedeln. Diese „hängenden Gärten“ dürften für die Robben einen attraktiven Nahrungshori-

*Three Helmholtz groups are participating in this research theme: the Russian-German Joint Research Group “Assessing the Sensitivity of Arctic Coastal Dynamics to Change” and the Helmholtz Young Investigators Groups “SPARC - Sensitivity of the permafrost system’s water and energy balance under changing climate” and “Applications of compound-specific radiocarbon analysis for the study of sedimentation processes and carbon cycling in marine sediments”.*

#### WP 1.6: Effects of ocean warming and acidification on marine ecosystems

*We are investigating polar organisms and ecosystems and their response to anthropogenic impact. Studies at the Drescher Inlet (Riser-Larsen Ice Shelf) revealed novel insights into the fast ice covering coastal habitats of the Weddell seal. The animals were equipped with 3D trip recorders and digital cameras. The resulting data led to the discovery of a hitherto unknown “kryo-benthic” community of invertebrates, attached head-down to the underside of the floating ice shelf at about 150m water depth. These “hanging gardens” may provide an attractive nutrition perspective for seals, owing to the presence*

zont darstellen, bedingt durch die Verfügbarkeit von Fisch und anderen Beutetieren. In Kooperation mit dem National Institute of Polar Research, Tokyo, und dem Mammal Research Institute der Universität von Pretoria wurden die Robbenuntersuchungen in der Atka-Bucht am Ekström-Schelfeis fortgesetzt. Ausgehend von der Neumayer-Station wurden Weddellrobben mit Beschleunigungs- und Tauchtiefensensoren, Digitalkameras und ARGOS CTD-Satellitentransmittern ausgestattet. Die gewonnenen Logger-Daten in Kombination mit der Satellitenfernerkundung gestatteten die Rekonstruktion der kleinräumigen Tauchgänge und der Nahrungsaufnahme sowie die Erkennung kleinster Bewegungsmuster des Kopfes bei Lautäußerungen unter Wasser und während der Atmung an der Oberfläche. Viele der vermutlich kleineren Beuteobjekte wurden im Pelagial zwischen 60 und 80 m Wassertiefe aufgenommen. Eine Reihe von Tauchgängen erfolgte nahe der Schelfeiskante und entlang der abfallenden Wände eines in der Bucht gestrandeten Eisbergs; vermutlich auf der Suche nach mit dem Schelfeis assoziierter Nahrung.

*of fish and other prey. In cooperation with the National Institute of Polar Research, Tokyo, and the Mammal Research Institute of the University of Pretoria we continued our research in the Atka Bay (Ekström Ice Shelf) near the ‘Neumayer Station’. Weddell seals were equipped with mandible accelerometers and pressure transducers, digital still picture loggers and CTD-combined ARGOS satellite transmitters. Data retrieved from the archival tags in combination with satellite remote sensing allowed reconstruction of the seals’ small-scale dive excursions and food intake as well as identification of fine-scaled patterns of head movements during underwater vocalisation and breathing activity on the sea surface. Much of the presumably smaller prey were taken in pelagic water depths between 60m and 80m. A number of dives were carried out close to the shelf ice edge and near the steep walls of a stranded ice berg, most likely in search of shelf ice associated prey.*

## 3.2 Topic 2

Küsten Ökosysteme mit ihrer hohen Artenvielfalt und ihren komplexen Stoffflüssen stehen zunehmend unter Druck. Sie haben hohe Bevölkerungsdichten, sie dienen der Fischerei, sind Transportwege und dienen häufig als Deponien für Schadstoffe. Diese sensiblen Systeme werden zunehmend den Folgen von Klimaveränderungen ausgesetzt. Am AWI widmen wir unsere Forschung schwerpunktmäßig im PACES Programm dieser Thematik.

In vier Forschungsnetzwerken (Workpackages WP) konnten wir zusammen mit der GKSS 1. die Nahrungsnetze von Küstenmeeren detailliert untersuchen, 2. die Evolution von Organismen erforschen, 3. regionale Systembetrachtungen entwickeln und 4. Küstenbeobachtungssysteme etablieren.

Diese Untersuchungen werden geographisch international im hohen Norden, der Arktis, in der Antarktis, aber auch mit Schwerpunkten in der Nordsee und im Lena-Delta (Russ) durchgeführt.

### WP 2.1

Der Einfluss der Erderwärmung und andere von Menschen verursachte Änderungen auf küstennahe Nahrungsnetze werden oft nur durch Verschiebungen in der Identität der Spieler beschrieben. In diesem Workpackage untersuchen wir zusammen mit den Kollegen der GKSS, die die Modellierung durchführen, die Prozesse und Mechanismen, die diesen Verschiebungen zu

## 3.2 Topic 2: Coastal change

*Coastal ecosystems are sensitive systems characterised by a high biodiversity and complex elemental cycles. They are subjected to increasing pressure due to growing human population, their role as transport routes, in fisheries and as a deposit for pollutants. Additionally, climate change is superimposed upon these pressures. At the AWI, we are currently concentrating on the effects of these changing pressures on the coastal zone.*

*Together with our colleagues in the GKSS, we identified four major themes, each dealt with in a separate work package. We were able to 1. investigate the food webs of coastal seas, 2. examine the evolutionary processes connected to change, 3. observe and monitor regional change, and 4, establish coastal observation systems.*

### WP 2.1 Food webs and diversity under global and regional change

*The influence of global warming and other anthropogenic induced change on coastal food webs is often limited to the description of shifts in the player identities. In this work package we are investigating the processes and mechanisms behind player shifts both using laboratory experiments as well as models (GKSS). These include investigations into the effects of changing habitats, physiological constraints and changed interactions between, for example, predators and their prey. We have found that biological interactions are important drivers of ecosystem func-*

Gründe liegen. Dazu gehören zum Beispiel Änderungen in der Habitatstruktur, physiologische Beschränkungen und sich ändernde Interaktionen zwischen Räuber und Beute. Es stellt sich mehr und mehr heraus, dass die biologischen Interaktionen die Struktur und die Funktion eines Nahrungsnetzes sehr stark steuern. Kleine Verschiebungen in z. B. der Phänologie einer Art können dazu führen, dass die Beute nicht da ist, wenn der Räuber sie braucht, und damit das ganze Gefüge durcheinander bringen.

### WP 2.2

„Evolutionary Ecology“ untersucht Anpassungen von Algen und Meerestieren an sich ändernde Umweltbedingungen in der Nordsee und den Polargebieten. Risikosignale können die morphologischen, chemischen und physiologischen Eigenschaften von Arten und damit deren Überlebenschancen verändern. So beeinträchtigt zum Beispiel die bloße Gegenwart räuberischer Krebse Nahrungsaufnahme und Reproduktionserfolg von Strandschnecken in der Nordsee. In der Antarktis zeigen Untersuchungen an Krebsen, wie sich Arten, die unter der Abkühlung während der Entstehung des Südpolarmeeres zunächst empfindlich litten, in kurzer Zeit genetisch anpassen konnten. Durch den Einsatz genetischer Marker und von Genexpressionsanalysen hat sich gezeigt, dass die Biodiversität in der Antarktis wesentlich höher ist, als zunächst gedacht.

*tion. Small changes in phenology, for example, can result in the mismatch of the occurrence of predators and their prey and change the complete flow of energy and matter through the ecosystem.*

### WP 2.2 Integrating evolutionary ecology into coastal and shelf processes

*This work package is investigating the adaptations of algae and marine fauna to altering environmental conditions in the North Sea and in Polar regions. Chemical communication signals between different players in the ecosystem can alter the morphological, chemical and physiological characteristics of these species and, as a result, their survival probability. For example, the mere presence of predatory crabs affects the food uptake and reproductive success of periwinkles in the North Sea. Furthermore, genetic adaptation processes as a result of the cooling of the Southern Ocean that occurred during its formation have allowed many organisms to adapt to these harsh conditions, and recent studies have shown a much higher biodiversity in Antarctic waters than previously expected.*

### WP 2.3

In diesem Workpackage wurden die Langzeitänderungen in der Deutschen Bucht und im angrenzenden Wattenmeer und die dafür verantwortlichen treibenden Kräfte untersucht. Ein Vergleich des jetzigen Wattenmeers bei Sylt (Königshafen) mit historischen Daten aus den 1930-er Jahren deutet auf Eutrophierung und Meeresspiegelanstieg als wichtige Treiber des Küstenwandels hin. Rezentere Daten belegen einen Rückgang der Nährstoffeinträge durch Flüsse und eine Abnahme des Phytoplanktons im gesamten Wattenmeer. Gemeinsam mit der GKSS haben wir gezeigt, dass das Wattenmeer um Sylt im Vergleich zur restlichen kontinentalen Nordseeküste deutlich nährstofflimitiert ist – eine Situation, die sich während der letzten Jahre verschärft hat. Neue Beobachtungen deuten auf die herausragende Bedeutung steigender Temperaturen auf die Ausbreitung von eingeschleppten Tierarten im Wattenmeer.

### WP 2.4

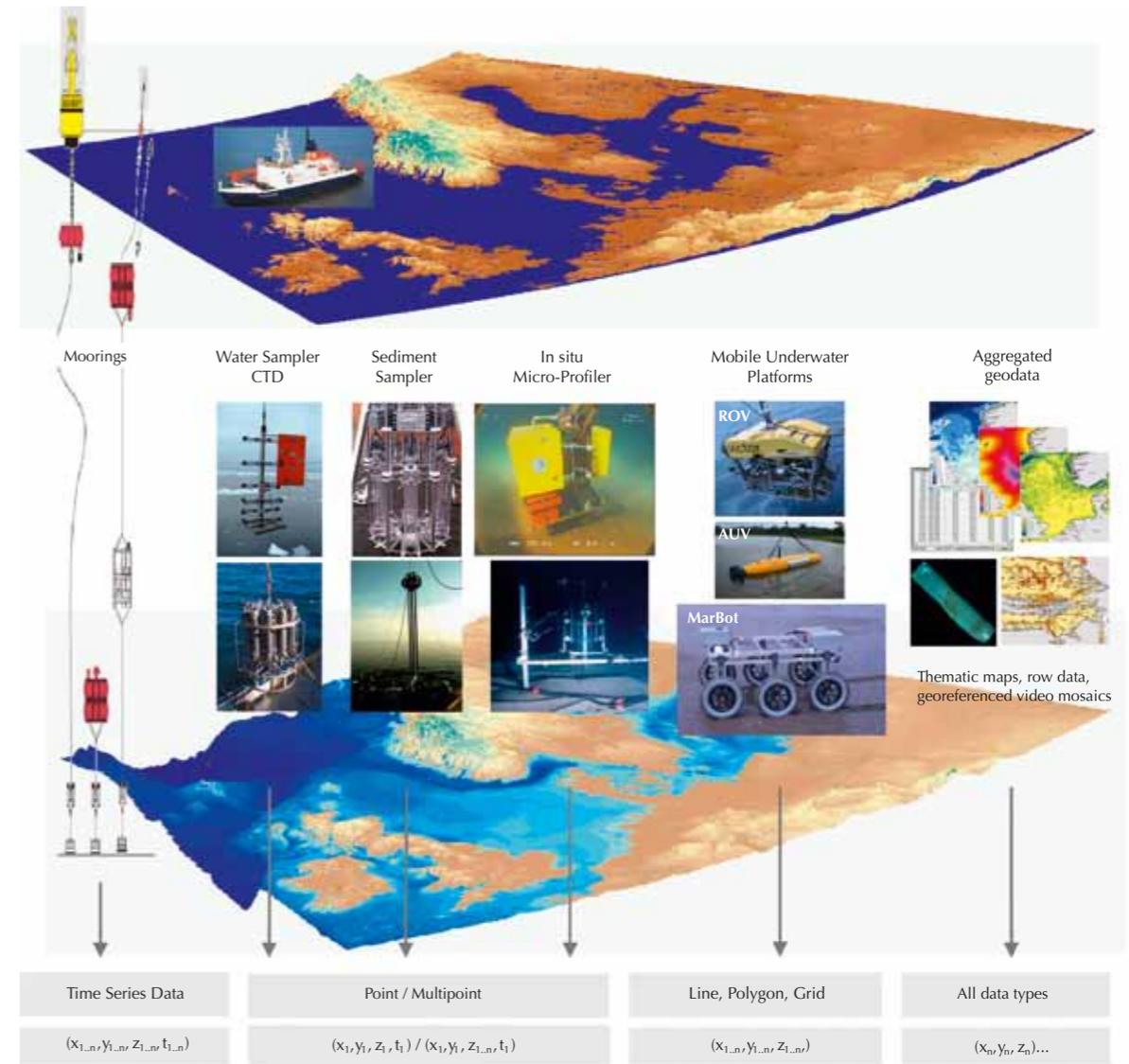
Zu den Zielsetzungen unserer Arbeiten zählen die Sensorentwicklung und der Beitrag zum Aufbau eines Beobachtungs- und Informationssystems zur Untersuchung der Meeresumwelt der Nordsee (COSYNA). Bisherige Arbeiten umfassten die Weiterentwicklung von Sensorsystemen, wie z. B. zur simultanen Messung von Methan, CO<sub>2</sub> und weiteren Gasen in der Wassersäule mittels eines Unterwasser-Massenspektrometers. Für die Einbindung komplexer Sensorsysteme in mobile oder stationäre Messplattformen wurde Software zur Datenerfassung und Integration in Informationssysteme erstellt. Diese Sensorsysteme und Software-Konzepte sollen zu dem federführend von der GKSS konzipierten COSYNA Beobachtungssystem beitragen.

### WP 2.3 Coastal Systems under Global and Regional Pressures

*This work package is dealing with long-term change in the ecosystems of the German Bight and the Wadden Sea and the driving factors behind this change. The comparison of historical data (from the 1930s) from the Wadden Sea around Sylt with the contemporary situation allowed the identification of eutrophication and sea level rise as the main drivers behind the changes in the ecosystem structure of this area. Despite this effect of eutrophication, we observed that the Wadden Sea is much more nutrient-limited than the rest of the continental North Sea. As nutrient inputs into the Wadden Sea continue to decline we expect that this situation will intensify, and phytoplankton densities will continue to decline. Increased temperature seem to be the main driver behind the success of many introduced species into the Wadden Sea.*

### WP 2.4 Integrating observations for coastal management

*In this work package we are aiming to contribute to the development and implementation of a system for the continuous observation and surveillance of the North Sea environment (COSYNA). For example, we are developing sensory tools to simultaneously measure methane, carbon dioxide and other gases in the water column using underwater mass spectrometry. Specialised software to measure, integrate and deposit large volumes of data needs to be developed to successfully employ complex sensory systems in mobile or stationary platforms. These new sensors, together with the developed software, will be integrated into the COSYNA system.*



**Abb. 3:** Die Kombination neuartiger Sensor- und Beobachtungssysteme mit Daten, die während Schiffsexpeditionen erhoben werden, ermöglichen eine deutlich verbesserte Bewertung und Prognose von Veränderungen der Meeresumwelt in Küstengewässern.

**Fig. 3:** The combination of advanced sensor and surveillance systems and data are collected during ship expeditions, to enable significantly improved assessment and prediction of changes in the marine environment in coastal waters.

### 3.3 Topic 3: Lehrstunden aus der Erdgeschichte

In diesem Teil des AWI-Forschungsprogramms werden die Rahmenbedingungen, die Ursachen und Auswirkungen der natürlichen Klimavariabilität auf Zeitskalen von Jahren bis Jahrmillionen interdisziplinär untersucht. Dies beinhaltet Rekonstruktionen zur geodynamischen Entwicklungsgeschichte der Polarregionen, die Dokumentation der vergangenen Klimaentwicklung aus Sedimentkern- und Eiskern-Klimaarchiven sowie die modellgestützte Interpretation von Prozessen und Mechanismen, welche die Klimaentwicklung der Erde steuern und verstärken. Die wissenschaftliche Ausrichtung und Zielsetzung ist in drei Schwerpunkte unterteilt.

#### WP 3.1 Polare Klimavariabilität und interhemisphärische Wechselwirkungen während der jüngsten Erdgeschichte

Land- und seegestützte Expeditionen erbrachten neue Sedimentkerne aus Ostsibirien (Lake El' Gygytgyn), dem arktischen Ozean, dem subpolaren N-Pazifik, der Beringsee und dem Rossmeer. Das vom AWI mitgetragene antarktische Eiskern-Bohrprojekt EPICA wurde 2008 für seine herausragenden Ergebnisse mit dem Descartes-Preis der Europäischen Union ausgezeichnet. Mit diesem

### 3.3 Topic 3: Lessons from the past

*This part of the AWI research programme examines the boundary conditions, causes and impacts of natural climate variability on different timescales, ranging from years to millions of years. This includes the geodynamical reconstruction of the polar regions, the reconstruction of past climate variability by establishing climate records from continental ice, permafrost, lake and marine sediments, as well as model-based interpretations to decipher the processes and mechanisms driving and amplifying Earth's climate variability. The scientific focus is subdivided into three themes.*

#### WP 3.1 Past polar climate and inter-hemispheric coupling

*Land- and sea-based expeditions provided new sediment records from East Siberia (Lake El Gygytgyn), the Arctic Ocean, the subpolar N-Pacific, the Bering Sea and the Ross Sea. The Antarctic ice core project EPICA (supported and partly coordinated by the AWI) received the Descartes Prize in 2008 for its outstanding results. The EPICA ice cores enabled measuring the temperatures and greenhouse gas*

Projekt gelang es erstmals, Temperaturen und Treibhausgaskonzentrationen der letzten 800.000 Jahre zu rekonstruieren sowie die postulierte Klimawippe zwischen Nord- und Südhemisphäre nachzuweisen. In 2009 wurde unter AWI-Beteiligung mit dem internationalen Eiskern-Bohrprojekt NEEM auf Grönland begonnen. Ziel ist es, die polaren Klimabedingungen für das letzte warmzeitliche Maximum, 126.000 – 115.000 Jahre vor heute, zeitlich hoch auflösend zu rekonstruieren. Erste Ergebnisse aus Sedimentbohrkernen, die im Rahmen des internationalen Bohrprojektes ANDRILL vom Ross-Schelfeis aus durchgeführt wurden, erbrachten überraschende Ergebnisse zur Stabilität des westantarktischen Eisschildes. Danach war der westantarktische Eisschild in dem Zeitraum 3 – 5 Millionen Jahre vor heute, als es global ca. 3 °C wärmer war als heute, mehrfach abgeschmolzen.

*concentrations of the past 800,000 years, as well as verifying the postulated bipolar seesaw-mechanism of climate variability. The international ice core project NEEM was started in 2009 with AWI participation. The project aimed at reconstructing polar climate conditions for the last interglacial maximum from 126,000 – 115,000 years ago with high time resolution. First results from sediment records drilled at a site on the Ross Ice Shelf within the scope of the international drilling project ANDRILL provided stunning results about the stability of the West Antarctic Ice Sheet. The data indicate repeated melting of the entire West Antarctic Ice Sheet between 3 and 5 million years ago, during a time interval when it was globally approx. 3 °C warmer than today.*

### WP 3.2 Von der Treibhauswelt in die Eishauswelt – tektonische Änderungen und Entwicklung von Klima und Biosphäre

Ein wichtiger Meilenstein war die Durchführung von seismisch-geologischen Expeditionen in den ostsibirischen Sektor des arktischen Ozeans, die südliche Baffin-Bucht, die Davisstraße und die Framstraße. Mit den erhobenen Daten soll die geodynamische Entwicklung des arktischen Ozeans und die daran gekoppelte Öffnungsgeschichte der atlantisch-arktischen Passagen mit ihren Auswirkungen auf die thermohaline atlantische Zirkulation und das globale Klima genauer rekonstruiert werden. Dabei wurden über 4.000 km seismische Daten aus Regionen gewonnen, deren Untergrundstruktur bisher völlig unbekannt war. Erste Ergebnisse zeigen, dass der Mendeleew Rücken deutlich jünger ist als der Lomonosow Rücken. Vor der Südspitze Grönlands wurde die Eirik-Sedimentdrift, eine mehrere 100 km lange, rückenartige Struktur, seismisch vermessen. Sie ist ein Archiv für die Aktivität des westlichen Randstroms Grönlands und die Dynamik der grönländischen Eisbedeckung. Erste Ergebnisse weisen auf eine NW-Verlagerung der Drift vor ca. 5,6 Millionen Jahren hin und damit auf eine signifikante Änderung im Strömungsgeschehen.

### WP 3.2 Tectonic, climate and biosphere development from greenhouse to icehouse

*An important milestone was the accomplishment of seismic-geological expeditions to the East Siberian sector of the Arctic Ocean, southern Baffin Bay, the Davis Strait and the Fram Strait. The collected data are essential for reconstructing the geodynamical evolution of the Arctic Ocean as well as the opening history of the Atlantic-Arctic passages with their impacts on Atlantic thermohaline circulation and global climate. More than 4000 km of seismic data were collected, partly from areas with fully unknown bedrock structures. First results suggest a much younger age for the Mendeleev Ridge than for the Lomonosov Ridge. Another milestone was reached by successfully mapping the seismic structures of the Eirik sediment drift off the southern tip of Greenland. The sediment drift is a more than 200 km elongated ridge-like sediment structure that provides an archive about changes in the activity of the western boundary current and the dynamic of ice cover on Greenland. Preliminary results suggest a northwest displacement of the drift about 5.6 million years ago, indicating a significant change in deep water flows.*

### WP 3.3 Proxy-Entwicklung und Innovation – die Basis für den Fortschritt in der Paläo-Klimaforschung

Im Rahmen dieses Forschungsschwerpunktes wurde erstmals das seltene Mineral Ikaite im antarktischen Meereis nachgewiesen. Es ist eine besondere Form von Kalziumkarbonat, nach dem Forscher in polaren Gewässern seit Jahrzehnten gesucht haben. Die Bildung von Ikaite birgt Informationen über Änderungen im Meereis-getriebenen CO<sub>2</sub>-Austausch zwischen Ozean und Atmosphäre in eisbedeckten Meeresregionen. Das Vorkommen von Ikaite in Eiskernen soll nun geprüft werden. Andere Untersuchungen fokussierten auf die Bildung biogener Proxies. Anhand von experimentellen biogeologischen Studien konnte der Einfluß der Salinität und der Karbonatchemie des Meeres auf die Mg/Ca Signalbildung in planktischen und benthischen Foraminiferen weiter eingrenzt werden. Die Mg/Ca-Werte fossiler Foraminiferenschalen sind als Proxy für die quantitative Rekonstruktion von Wassertemperaturen von zentraler Bedeutung für die Paläozeanographie. Zudem wurde untersucht, inwieweit Proxies für Sedimenttransport-Prozesse, die auf Messungen von Radionukliden beruhen, durch hydrodynamische Sortierung beeinflusst werden.

### WP 3.3 Proxy development and innovation: the baseline for progress in paleoclimate research

*Scientists had been searching for ikaite, a rare mineral in the Antarctic sea ice, for decades and within the scope of this work package it was possible to identify it for the first time. Ikaite is a special form of calcium carbonate and its formation provides information about the sea ice driven Southern Ocean carbon pump in ice-covered regions of the ocean. The occurrence of ikaite will now be analysed in ice cores. Other investigations focused on the formation of biogenic proxies. Experimental biogeological studies improved our knowledge about the influence of changes in salinity and marine carbonate chemistry on Mg/Ca concentrations in planktonic and benthic foraminiferal shells. The Mg/Ca signal in foraminiferal shells is used for the quantitative reconstruction of paleo-water temperatures and thus plays a major role in paleoceanography. Another topic concentrated on proxies, which are indicative of changes in marine sediment transport, and examined whether such proxies, e.g. radionuclides, are influenced by hydrodynamic sorting processes.*

### 3.4 Topic 4: Das Erdsystem aus polarer Perspektive

Die Polargebiete reagieren hochsensibel auf den Klimawandel. Der beobachtete Temperaturanstieg ist in der Arktis größer als das globale Mittel und der Abbau des arktischen Meereises ist im Sommer stärker als in den Modellen, die für den letzten IPCC-Bericht benutzt wurden. Die Vorhersage von zukünftigen und das Verständnis von vergangenen Veränderungen von regionalen bis zu globalen Ausmaßen erfordern eine ganzheitliche Analyse des Systems Erde. Erdsystemmodelle (ESM) umfassen Module für Atmosphäre, Ozean, Meer- und Packeis, Bodenbeschaffenheit und marine und terrestrische Biosphären und liefern eine umfassende, wenn auch vereinfachte Darstellung der realen Welt.

### 3.4 TOPIC 4: The Earth System from a Polar Perspective

*Polar regions are highly sensitive to global change. The observed increase in Arctic temperature, for example, is larger than the global mean and the decrease of Arctic summer sea ice is larger than predicted by models reviewed for the last IPCC report. The prediction of future and understanding past changes from regional to global scales calls for an integrated earth system analysis. Earth System Models (ESM) including modules for the atmosphere, ocean, sea and land ice, soil properties, marine and land biosphere, provide a comprehensive, although simplified representation of the real world. The aims of Topic 4 are to improve ESMs, especially with respect to polar processes, and to use ESMs to analyse the impact of climate variability and climate change on polar regions and to study feedback between polar processes and the earth system.*

#### WP 4.1 Gegenwärtige und zukünftige Änderungen des Erdsystems

Das erste Arbeitspaket von Topic 4 beschäftigt sich mit den gegenwärtigen und zukünftigen Änderungen des Erdsystems. Der Schwerpunkt der wissenschaftlichen Arbeiten mit dem globalen gekoppelten Atmosphäre-Ozean-Meereis-Modell ECHO-GiSP lag auf der Untersuchung des Einflusses der Zwei-Wege-Rückkopplung zwischen der stratosphärischen Chemie und der atmosphärischen Dynamik. Diese Rückkopplung wird über Strahlungsprozesse vermittelt und resultiert in einer Abschwächung des Arktischen stratosphärischen Polarwirbels im nordhemisphärischen Winter. Der troposphärische Zirkulationszustand verschiebt sich hin zur negativen Phase der Arktischen Oszillation (AO).

Die Finite-Elemente Ozeankomponente FEOM ist zu einem allgemeinen Zirkulationsmodell entwickelt worden. Die Kopplung eines Meereismodells mit FEOM firmiert unter dem Namen FESOM. Eine globale Anwendung mit einem rotierten Pol ist dazu benutzt worden, Veränderungen in Wassermassen und Zirkulation auf Zeitskalen bis zu einigen hundert Jahren zu studieren. Die Variabilität des Meeresspiegels und der Massenverteilung wurden untersucht und mit entsprechenden Abschätzungen aus satellitengestützter Fernerkundung verglichen.

#### WP 4.1 Current and Future Changes of the Earth System

*The first work package of Topic 4 focuses on current and future changes to the earth system. The emphasis of the scientific work with the global coupled atmosphere-ocean-sea-ice-model ECHO-GiSP was on the study of the influence of the two-way feedback between stratospheric chemistry and atmospheric dynamics. The feedback loop is communicated via atmospheric radiation processes and results in a weakening of the Arctic stratospheric polar vortex during the northern hemispheric winter. The state of the tropospheric circulation is shifted towards the negative phase of the Arctic Oscillation (AO).*

*The finite element oceanic component FEOM has been developed into a general ocean circulation model. A global application with a rotated pole has been employed to study water mass and circulation changes on time scales of up to several hundred years. The variability of the sea level and mass distribution have been studied and compared with estimates derived by satellite remote sensing.*

#### WP 4.2 Das Erdsystem auf langen Zeitskalen

Im zweiten Workpackage werden Veränderungen des Erdsystems über Zeitskalen von Dekaden bis mehreren tausend Jahren untersucht. Neben der Anwendung komplexer numerischer Modelle stellt die kritische Analyse und Interpretation von Paläoproxies (in enger Zusammenarbeit mit Topic 3) einen Schwerpunkt der Arbeiten dar.

Wichtige Modellierungsarbeiten stellen den Einfluss des orbitalen Antriebs auf das Klimasystem dar, welches sich in Temperaturtrends, im Wasserkreislauf und den stabilen Sauerstoffisotopen abbildet. Die simulierten Temperaturen und Sauerstoffisotopen sind konsistent mit marinen und terrestrischen Proxydaten. Wir verwenden eine Kombination aus Datenanalysen, Modellsimulationen und theoretischen Ansätzen, um die Dynamik auf langen Zeitskalen zu verstehen.

Der Vergleich zwischen Klimamodellsimulationen und auf Proxy-Daten basierenden Klimarekonstruktionen des letzten Millenniums ermöglicht die Analyse von für die natürliche Klimavariabilität verantwortlichen Mechanismen. Zudem kann ein derartiger Vergleich Aufschluss über die Güte der Klimamodellsimulationen liefern. Im besonderen Fokus sollen hierbei die in der Vergangenheit aufgetretenen Perioden mit durchschnittlich niedrigeren Temperaturen im Vergleich zu heute stehen.

#### WP 4.2 The Earth System on Long Time Scales

*In the second work package, changes of the earth system on time scales from decades to several thousand years are being examined. The focus is not only on the use of complex numerical models but also on critical analysis and interpretation of paleo proxies (in close cooperation with Topic 3).*

*Important modelling operations display the impact of orbital forcing on the climate system, shown in temperature trends, in the water cycle and in stable oxygen isotopes. The simulated temperatures and oxygen isotopes are consistent with marine and terrestrial proxy data. We use a combination of data analysis, model simulations and theoretical approaches to understand the dynamics in long time scales.*

*The comparison between climate simulations and proxy-based reconstructions in the past millennium helps to analyse the mechanisms responsible for natural climate variability and to evaluate the value of climate models, in particular in periods with temperatures colder than today.*

#### Kopplung von Modellen mit unstrukturierten Gittern

Die Kopplung von Modellkomponenten mit unstrukturierten Gittern ist für WP 4.1 und WP 4.2 von Interesse. Das am AWI entwickelte Finite Elemente Ozeanmodell FEOM ist um ein Meereismodell erweitert worden und steht nun unter dem Namen FESOM für polare Fragestellungen zur Verfügung. Mittelfristig soll FESOM in die COSMOS Modell Suite des DKRZ integriert werden.

Hierfür war als Vorarbeit die Interpolation der Daten des Ozeanmodells auf ein strukturiertes Austauschgitter mittlerer Auflösung notwendig. Um in Zukunft die Stärken von modernen Computerarchitekturen effizienter ausnutzen zu können, war der Austausch des seriellen Kopplers OASIS3 durch den vollständig parallelen Koppler OASIS4 dringend erforderlich. Diese Aufgaben konnten abgeschlossen werden.

#### The coupling of model components with unstructured grids

*In work package 4.1 and 4.2 the coupling of model components with unstructured grids is of high importance. The Finite Elements Ocean Model FEOM developed at the AWI has been expanded by a sea ice model and is called FESOM. It is ready for applications. In the medium term FESOM will be integrated into the COSMOS model suite of the DKRZ.*

*As a first step for the coupling of FESOM the data of the unstructured ocean grid have to be interpolated to a structured exchange grid of medium resolution. In order to use the strength of modern super-computer architectures more efficiently, the replacement of the serial coupler OASIS3 with the fully parallel coupler OASIS4 has become a necessity. These tasks have already been accomplished.*



4. Helmholtz-Nachwuchsgruppen  
*Helmholtz Young Investigator Groups*

5. Entwicklungen in den Fachbereichen  
*Progresses in the scientific divisions*



## 4. Nachwuchsgruppen

Die Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses spielt eine wichtige Rolle im Wettbewerb um die besten Forscherinnen und Forscher. Am AWI sind Nachwuchsgruppen aus den Förderprogrammen der Helmholtz-Gemeinschaft, der Deutschen Forschungsgemeinschaft und des European Research Council etabliert.

Die Helmholtz-Gemeinschaft hat die individuelle Förderung junger, talentierter Forscherinnen und Forscher als wichtiges Ziel in ihrer Mission verankert. Sie bietet wie die anderen Fördereinrichtungen mit ihren Programmen den besten Nachwuchswissenschaftlerinnen und Nachwuchswissenschaftlern aus dem In- und Ausland mit Einrichtung und Leitung eigener Arbeitsgruppen sehr gute Arbeitsbedingungen in einem forschungsintensiven Umfeld, frühe wissenschaftliche Selbständigkeit sowie die Option auf eine unbefristete Beschäftigung, den so genannten „Tenure-Track“. Die Tenure-Track-Option ist an eine positive Begutachtung durch unabhängige Experten nach drei- bis vierjähriger Tätigkeit gebunden. Besonderer Wert wird auf eine enge Kooperation mit den Hochschulen gelegt: Die jungen Leiterinnen und Leiter arbeiten eng mit universitären Partnern zusammen und erhalten so die Möglichkeit, Lehrerfahrungen zu sammeln und sich für eine Universitätskarriere zu qualifizieren.

Am AWI sind derzeit sechs Helmholtz-Nachwuchsgruppen eingerichtet, zwei Emmy-Noether-Nachwuchsgruppen und eine ERC-Gruppe, die gemeinsam mit den Universitäten Bremen und Heidelberg sowie der Jacobs-Universität Bremen arbeiten.

## 4. Young Investigator Groups

*Young Investigator Groups are an important modern instrument to promote talented scientific staff. Groups from the promotional programmes of the Helmholtz Association, the German Research Foundation (DFG) and the European Research Council (ERC) have been established at the AWI.*

*The Helmholtz Association has incorporated the individual advancement of young, talented scientists as a priority objective of its mission. The Young Investigator Groups of Helmholtz as well as DFG and ERC offer very good working conditions in a research-intensive environment to the best domestic and foreign young scientists, early scientific independence and the option of permanent employment, the so-called “tenure track”. Tenure track depends on a positive evaluation by independent experts after three or four years. Special importance is attached to close collaboration with university partners, enabling the heads of the groups to gather experience in teaching and to qualify for a university career.*

*Six Helmholtz Young Investigator Groups, as well as two Emmy Noether and one ERC group, have already been established at the AWI in cooperation with the universities of Bremen and Heidelberg and the Jacobs University Bremen.*

### Helmholtz-Nachwuchsgruppen *Helmholtz Young Investigators Groups*

<b>Nachwuchsgruppe</b> <i>Young Investigator Groups</i>	<b>Nachwuchsgruppenleiter/-in</b> <i>Young Investigator group leader</i>	<b>Partneruniversität</b> <i>Cooperating University</i>
Sensitivity of the permafrost system's water and energy balance under changing climate: A multiscale perspective	Dr. Julia Boike	Universität Heidelberg
PHYTOOPTICS - Marine Phytoplankton studied by global biooptical methods	Dr. Astrid Bracher	Universität Bremen
Global Change and the future Marine Carbon Cycle	Dr. Anja Engel	Universität Bremen
PLANKTOSENS - Assessing Climate Related Variability and Change at the Base of Planktonic Food Webs in Polar Regions and the North Sea	Dr. Katja Metfies	Jacobs-Universität Bremen
Applications of molecular <sup>14</sup> C analysis for the study of sedimentation processes and carbon cycling in marine sediments	Dr. Gesine Mollenhauer	Universität Bremen
Trophic interactions in pelagic ecosystems - role of zooplankton	Dr. Barbara Niehoff	Universität Bremen
<b>Emmy-Noether-Nachwuchsgruppen</b> <i>Emmy Noether Young Investigator Groups</i>		
LIMPICS – towards synthetic ice cores linking micro-physical properties to macro features in ice sheets with geophysical techniques	Dr. Olaf Eisen	Universität Heidelberg
MOVE - Mid-Ocean Volcanoes and Earthquakes	Dr. Vera Schlindwein	Universität Bremen
<b>ERC-Nachwuchsgruppe</b> <i>European Research Council Young Investigator Groups</i>		
PHYTOCHANGE - New approaches to assess the responses of phytoplankton to Global Change	Dr. Björn Rost	Prüfungsberechtigung für Universität Bremen

## 5. Geowissenschaften

Der Fachbereich Geowissenschaften erforscht die Wechselwirkungen zwischen dem Geoökosystem und dem Klimasystem. Dies beinhaltet die geologisch-tektonische Entwicklungsgeschichte der Polarregionen, die Rekonstruktion vergangener Klima- und Umweltzustände sowie die Erfassung der gegenwärtigen Reaktion des Erdsystems auf natürliche und menschlich bedingte Klimaänderungen. Der überwiegende Teil der im Fachbereich durchgeführten wissenschaftlichen Arbeiten ist in das AWI-Forschungsprogramm PACES eingebettet. Neben diesen Untersuchungen wurden noch folgende Themen bearbeitet.

### Seismizität im Golf von Cadiz und im Mittelmeerraum

In zwei europäischen Projekten wurden Langzeit-Seismizitätsuntersuchungen im Golf von Cadiz und im westlichen Mittelmeer durchgeführt um das Gefahrenpotential von möglichen Seebeben abzuschätzen. Die Datenanalyse soll zeigen, welche submarinen Störungssysteme heute tektonisch aktiv sind und einen Beitrag zum generellen tektonischen Verständnis der Region liefern. Ein weiteres Breitband-Ozeanbodenseismometer wurde im Ligurischen Meer vor der französischen Küste für insgesamt drei Jahre installiert mit dem Ziel, das seismologische Modell für die Region zwischen Nordafrika und Europa zu verbessern.

## 5. Geosciences

*The Geosciences research division investigates the interaction between geo-ecosystems and the climate system. This includes the geologic-tectonic evolution of the polar regions, the reconstruction of past climate and environmental states as well as the recent response of Earth systems to natural and anthropogenic-forced climate changes. The major part of the scientific research is embedded in the AWI-research program PACES. This research has been complemented by the following research themes.*

### *Seismicity in the Gulf of Cadiz and in the Mediterranean area*

*Long-term seismological monitoring in the Gulf of Cadiz and in the Western Mediterranean area was conducted to assess the potential risk of possible submarine earthquakes. The analysis of the collected data is expected to indicate tectonically active faults, thus improving our understanding about the general tectonic composition of this region. Another broadband ocean bottom seismometer has been installed for a measuring period of 3 years in the Ligurian Sea off France to improve the existing seismic model for the region between North Africa and Europe.*

### Toleranzgrenzen von methanogenen Archaeen im terrestrischen Permafrost

In diesem von der Helmholtz-Gemeinschaft geförderten Allianzprojekt (Planetary Evolution and Life) wird in einem internationalen, interdisziplinären Team u.a. die Bedeutung von Grenzflächenwasser für biologische Prozesse und damit die Möglichkeiten von Leben auf dem heutigen Mars untersucht. Anhand vergleichender morphometrischer Analysen von Satellitenaufnahmen periglazialer Oberflächenstrukturen auf dem Mars und analoger Formen auf der Erde wurden permafrostbezogene (periglaziale) Umweltbedingungen und ihre Veränderungen auf dem Mars rekonstruiert. Als mögliche Habitate auf dem Mars werden vor allem die polaren Permafrostregionen angesehen. Methanbildende Mikroorganismen, die aus sibirischen Permafrostböden isoliert wurden, haben gezeigt, dass sie über eine außerordentliche Resistenz gegenüber extremen Umweltbedingungen, wie sehr niedrige Temperaturen, hohe Salzgehalte und intensive Strahlung, verfügen.

### Vergleich von periglazialen Oberflächenstrukturen zwischen Mars und Erde

Auch dieses Thema ist eingebunden in die HGF-Allianz „Planetary Evolution and Life“. Ergänzend wurden an terrestrischen periglazialen Indikatorstrukturen wie Frostmusterböden (Polygonböden), Thermo-karststrukturen, Pingos und Blockgletschern Geländeuntersuchungen durchgeführt, um mögliche Mars-Analoga besser charakterisieren zu können.

### *Tolerance Limits of methanogenic archaea in terrestrial permafrost*

*This project, which is embedded in the HGF alliance “Planetary Evolution and Life“, examines the importance of interglacial water for biological processes and thus the possibility of modern life on Mars. Periglacial environmental conditions and their changes on Mars have been reconstructed by comparing morphometric analyses of satellite images displaying periglacial surface structures on Mars with analogous configurations on Earth. Possible habitats on Mars are considered to exhibit strong similarities with conditions in our permafrost regions. Methanogenic archaea, which have been isolated from permafrost soils, are well adapted to extreme environmental conditions, and even survived experiments with very low temperatures, high salinities and intensive radiation.*

### *Comparison of periglacial surface structures between Mars and the Earth*

*This issue has also been included in the HGF alliance “Planetary Evolution and Life“. In addition, field studies have also been carried out on terrestrial periglacial indicator structures, such as frost pattern polygon soils, thermokarst structures, pingos and rock glaciers, in order to be able to characterise possible Mars analogues better.*

### 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 Untersuchungen konzentrierten sich auf die quantitative Rekonstruktion der spätglazialen Klimaschwankungen auf dem Tibetplateau. Dazu wurde eine Pollen-Klima-Transferfunktion erarbeitet, die Rückschlüsse auf quantitative Entwicklung der Julitemperaturen und Jahresniederschläge gestatten soll.

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

Die Technik des „Orbital Tunings“ ist zur Zeit die beste Methode zur absoluten Altersdatierung von Sedimentprofilen, insbesondere für den Zeitraum der letzten 35 Ma, für den die Astronomen verlässliche und genaue Alter über Schwankungen in den Erdbahnparametern errechnen. Die Alter der astronomisch geeichten, geologischen Zeitskala bilden bereits die Standard-Chronologie für die letzten 5,3 Ma. Unser Ziel ist es, die Magneto- und Biostratigraphie für das Miozän von 5-12 Ma in die astronomische Zeitskala „einzuhängen“ und darüber hinaus eine Isotopenstratigraphie für dieses Intervall zu entwickeln. Die Sedimente der Bohrung 1237 erfüllen nahezu alle Kriterien für ein solches Referenzprofil.

### Paleoclimate research on the Tibetan Plateau

*The Tibetan Plateau is considered the “third pole” and is one of the major driving factors of global circulation systems. Therefore, past, present and future climate and environmental changes on the Tibetan Plateau are of general interest within the global warming debate. The investigations were focused 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 temperatures and annual precipitation has been established.*

### 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. The orbitally tuned geological time scale has already become the standard chronology for the last 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 for a sediment record from South Pacific Site 1237.*

## Biowissenschaften

Der Fachbereich Biowissenschaften konzentriert sich auf die Bestimmung, Quantifizierung und Modellierung von Wechselbeziehungen zwischen Biologie, Ökologie, genetischer Diversität von Indikatorarten in marinen Ökosystemen und in marinen Stoffkreisläufen. Wir arbeiten in Polarregionen sowie in der Nordsee. Die zentralen Themen umfassen die Reaktionen von Zellen, Organismen, Populationen und Gemeinschaften auf externe Einflüsse und die Organisation und Dynamik von Populationen, Gemeinschaften und Ökosystemen. Unsere Forschungsvorhaben sind überwiegend in das interdisziplinär aufgestellte Forschungsprogramm PACES (siehe Kapitel 3) eingebettet.

In den Jahren 2008 und 2009 hat sich der Fachbereich Biowissenschaften personell und organisatorisch umstrukturiert (siehe Diagramm Seite 09). Neben den Sektionen Polare Biologische Ozeanographie, Marine Biogeologie, Funktionelle Ökologie, Benthopelagische Prozesse, Integrative Ökophysiologie, Ökologische Chemie, Ökologie von Schelfmeersystemen und Ökologie der Küsten werden Nachwuchsgruppen gefördert. Die Helmholtz-Hochschul-Nachwuchsgruppen GLOCAR und Trophic Interactions of Zooplankton in Pelagic Ecosystems wurden positiv begutachtet und ins AWI eingegliedert. Eine neue HGF-Gruppe (PLANKTOSENS) hat 2009 ihre Arbeit aufgenommen. Zusätzlich fördert der Europäische Forschungsrat die Nachwuchsgruppe Phytochange. Darüber hinaus gewinnt der Fachbereich umfangreich Drittmittel für die Forschung. Einige Themen, die neben der Programmforschung bearbeitet werden, sind im Folgenden exemplarisch dargestellt.

## Biosciences

*The Biosciences division concentrates on ecological, physiological and biogeochemical topics. The polar oceans and coastal waters of the North Sea are the areas of major interest. Central themes are (i) the reactions of cells, individuals, populations and communities towards external influences, and (ii) organisation and dynamics of populations, communities and ecosystems. Our research is centred within the research programme PACES (see chapter 3).*

*In 2008 and 2009 the Biosciences division reorganised itself (see diagram page 09). The new structure has 8 sections: Polar Biological Oceanography, Marine Biogeosciences, Functional Ecology, Benthopelagic Processes, Integrative Ecophysiology, Ecological Chemistry, Shelf Seas System Ecology and Coastal Ecology. Also in 2009, the successful Helmholtz-University Groups GLOCAR and Trophic Interactions of Zooplankton in Pelagic Ecosystems were integrated into AWI science. In addition, the new HGF-Group (PLANKTOSENS) started its work and the European Research Council (ERC) supports the junior research group PhytoChange. Scientists from Biosciences also acquire substantial third party funds for additional research projects. We will present some of the research projects that Biosciences operates in addition to the main research program PACES below.*

### Plankton Biomechanik

In der Polaren Biologischen Ozeanographie werden Planktonschalen hinsichtlich ihrer biomechanischen Eigenschaften untersucht. Diese Arbeiten sind für die Grundlagenforschung als auch für Anwendungen (innovativer Leichtbau) interessant (Abb. 1).

Das 2008 gegründete internationale „Helmholtz Virtual Institute“ PlanktonTech untersucht die Mechanismen, die zur Evolution und mechanischen Optimierung der Leichtbauschaalen von Planktonorganismen führen. Die Ergebnisse werden u.a. in der 2008 gegründeten IMARE GmbH eingesetzt. Darüber hinaus werden im BMBF-Projekt OFE leichtere Gründungsstrukturen für 5-8 MW-Windkraftanlagen im Offshore-Bereich entwickelt. 2008 wurde das Verfahren ELiSE (Evolutionary Light Structure Engineering) mit einem Innovationspreis des Wirtschaftsministers ausgezeichnet. Die Arbeiten der AG wurden auf Messen und in Ausstellungen präsentiert, u.a. im Max-Liebermann-Haus in Berlin, auf der Hannover Messe 2008, im Phyletischen Museum (Jena), dem Haus der Wissenschaft in Bremen, in einer TV-Sendung (mit R. Yogeshwar, ARD) und im Zoologischen Institut der Universität Hamburg.

### Ozeanveränderungen und Meeresorganismen

Die Verbreitungsgrenzen mariner Tier- und Pflanzenarten werden stark von der Wassertemperatur beeinflusst. Jede Art kann nur innerhalb eines bestimmten „Temperaturfensters“ existieren. Steigende Ozeantemperaturen werden zu Verschiebungen in der geographischen Verbreitung mariner Organismen führen.

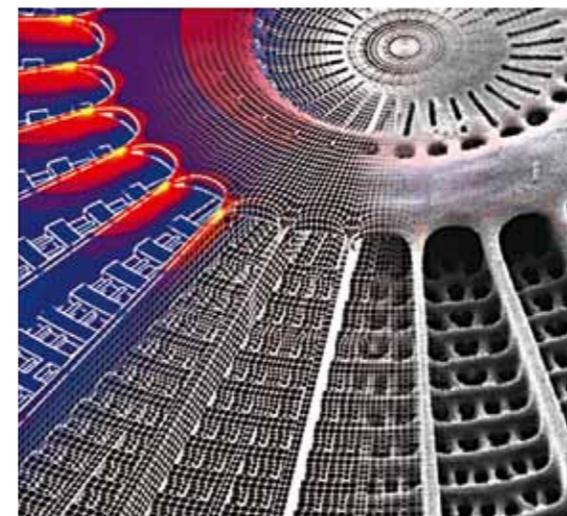
### Plankton Biomechanics

*Biomechanical properties of plankton shells are investigated within Polar Biological Oceanography. These studies are of interest for basic science (evolution, food webs) as well as applied science (innovative lightweight constructions) (Fig. 1).*

*The “Helmholtz Virtual Institute“ PlanktonTech (founded in 2008) investigates the mechanisms that led to the evolution and mechanical optimisation of planktonic lightweight shells. IMARE GmbH uses the applied aspects of the results. In addition, lightweight foundation structures are developed within the BMBF-Project OFE for environmentally friendly, cost efficient offshore 5-8 MW wind energy plants. In 2008, the method ELiSE (Evolutionary Light Structure Engineering) was granted an award for innovation by the Ministry of Economics. Results of the research team have been presented at trade fairs and exhibitions, e.g. at the Max-Liebermann-Haus in Berlin, the Hannover Fair, the Phyletic Museum (Jena), the Haus der Wissenschaft in Bremen, a TV-broadcast (with R. Yogeshwar, ARD), and the Institute of Zoology at the University of Hamburg.*

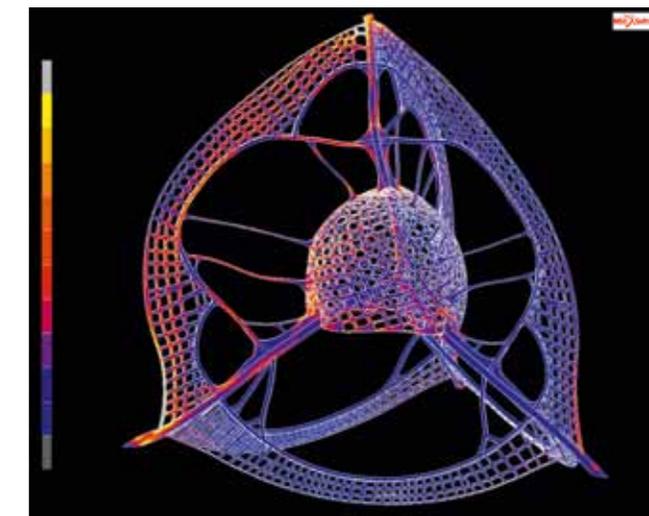
### Ocean changes and marine organisms

*Water temperature limits the distribution of marine plants and only animals to a large extent, i.e. most organisms can exist within a defined temperature “window“. Hence, increasing ocean temperatures will change the geographical distribution of marine organisms. The Functional Ecology section develo-*



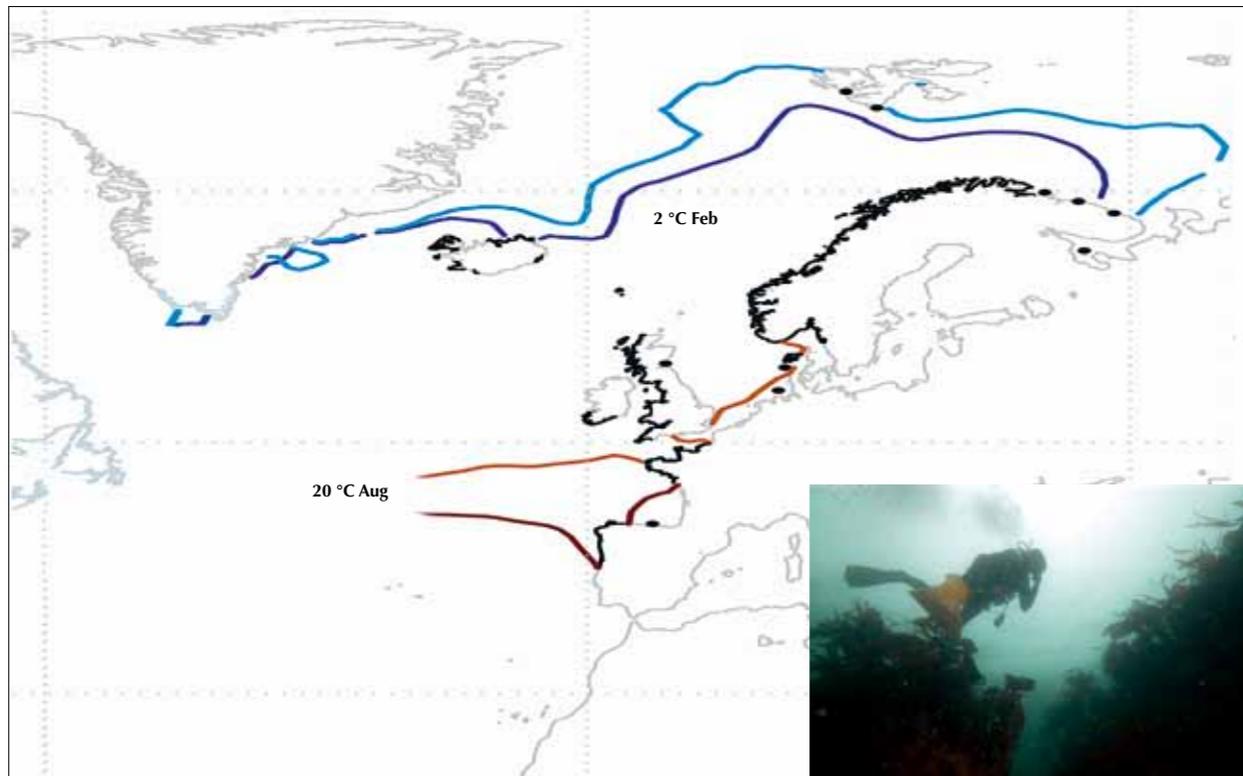
**Abb. 1:** Links: Schematisierter Prozess von der Mikroskopischen Strukturanalyse bis zur Berechnung von Spannungsverläufen (FE-Analysen) innerhalb einer Diatomeenstruktur (Arachnoidiscus) Quelle: PlanktonTech  
Rechts: Analyse Der Spannungsverläufe der Radiolarie Clathrocorys, Kooperation zwischen den Projekten PlanktonTech und OFE

Temperaturgekoppelte Verbreitungsszenarien von Großalgen aus der Sektion Funktionelle Ökologie zeigen, dass sich innerhalb der nächsten 100 Jahre arktisch-kaltgemäßigte Arten aus dem Nordostatlantik zurückziehen und sich weit in den Norden ausbreiten werden (Abb. 2).



**Fig. 1:** left: Schematic process from microscopic analysis to calculated stress distribution (FE-analyses) within a diatom (Arachnoidiscus) From: PlanktonTech  
right: Analysis of stress distribution of the radiolaria Clathrocorys, cooperation between the projects PlanktonTech and OFE

*ped temperature driven scenarios of geographical distribution for macroalgae. These models indicate that within the next 100 years Arctic-temperate macroalgae will retreat from the NE Atlantic and expand further to the north (Fig. 2).*



**Abb. 2:** Derzeitige geographische Verbreitung des Palmentangs *Laminaria hyperborea* (fett dargestellte Küstenlinien), und die verbreitungsbestimmenden Ozean-Isothermen, die 20 °C-August-Isotherme (dunkelrot) und die 2 °C Februar-Isotherme (dunkelblau). 2080-2099 werden diese Isothermen nach Norden verschoben sein (orange und hellblaue Linie). *L. hyperborea* wird an den mitteleuropäischen Küsten verschwinden, aber die Küsten Grönlands und Spitzbergens besiedeln.

Source: *Botanica Marina*. Volume 52, Issue 6, Pages 617-638, ISSN (Online) 1437-4323, ISSN (Print) 0006-8055, DOI: 10.1515/BOT.2009.080, December 2009 De Gruyter Berlin / New York. (Photo: C. Wanke)

**Fig. 2:** Present geographic distribution of the kelp *Laminaria hyperborea* (bold coast lines) and the corresponding isotherms (20 °C-August, dark red; and 2 °C February, dark blue). In 2080-2099 these isotherms will be shifted to the north (orange and light blue lines). *L. hyperborea* (Photo: C. Wanke) will vanish from the central European coastline, but will colonise the coasts of Greenland and Svalbard.

Die Integrative Ökophysiologie bearbeitet das Zusammenwirken von Ozeanversauerung und Erwärmung auf Meerestiere und Ökosysteme. Beispielhaft wurden bei der Seespinne *Hyas araneus* (Abb. 3) von Helgoland CO<sub>2</sub>-Wirkungen auf die Temperaturtoleranz untersucht, konkret die Veränderungen der Herzrate und des Sauerstoffpartialdrucks der Körperflüssigkeit (Hämolymphe) (Abb. 4). Die Wirkung des CO<sub>2</sub> wird bei einer Erwärmung von 10 auf 25 °C sichtbar, wohingegen bei einer Abkühlung von 10 auf 0 °C unter allen CO<sub>2</sub>-Bedingungen (heute 380 ppm, ca. 710 ppm im Jahre 2100, extreme 3000 ppm CO<sub>2</sub>-Konzentrationen) eine Erhöhung des Sauerstoffgehalts in der Hämolymphe auftritt. Bei Erwärmung steigt die Herzrate bis zur kritischen Temperatur (T<sub>c</sub>). Nachfolgend sinkt sie infolge Sauerstoffmangel, der letztendlich zum Wärmetod führt. Der CO<sub>2</sub>-Anstieg bewirkt eine Verringerung der Wärmetoleranz. Eine Erwärmung der südlichen Nordsee wird *Hyas araneus* in kühlere nördlichere Regionen verdrängen. Dieser Prozess wird mit zunehmender Ozeanversauerung durch Verengung artspezifischer Temperaturfenster noch beschleunigt.

The Integrative Ecophysiology section works on the combined effects of ocean acidification and warming on marine animals and ecosystems. As an example, the effects of CO<sub>2</sub> on thermal tolerance have been investigated in the spider crab *Hyas araneus* (Fig. 3) from Heligoland. Among other parameters, changes in heart rate and oxygen partial pressure (PeO<sub>2</sub>) in body fluids (haemolymph) (Fig. 4) were investigated. The effect of CO<sub>2</sub> became evident during warming from 10 to 25 °C, whereas cooling from 10 to 0 °C caused a rise in haemolymph oxygenation under all CO<sub>2</sub> conditions (present day 380 ppm, about 710 ppm as expected in 2100, extreme CO<sub>2</sub> levels of 3000 ppm). During warming, the heart rate increased until the critical temperature (T<sub>c</sub>) was reached. Subsequently, it decreased due to the incipient oxygen deficit, which finally causes heat death. Enhanced CO<sub>2</sub> levels cause a decline of the upper thermal tolerance threshold, apparent in the downward shift of (T<sub>c</sub>) to cooler temperatures. The increasing temperature in the southern North Sea will lead to the northward displacement of *Hyas araneus* until it reaches cooler regions. Progressive ocean acidification will exacerbate this process by narrowing the species-specific temperature window. As a consequence, expected ocean acidification scenarios will cause a narrowing of temperature-dependent distribution ranges of sensitive species.

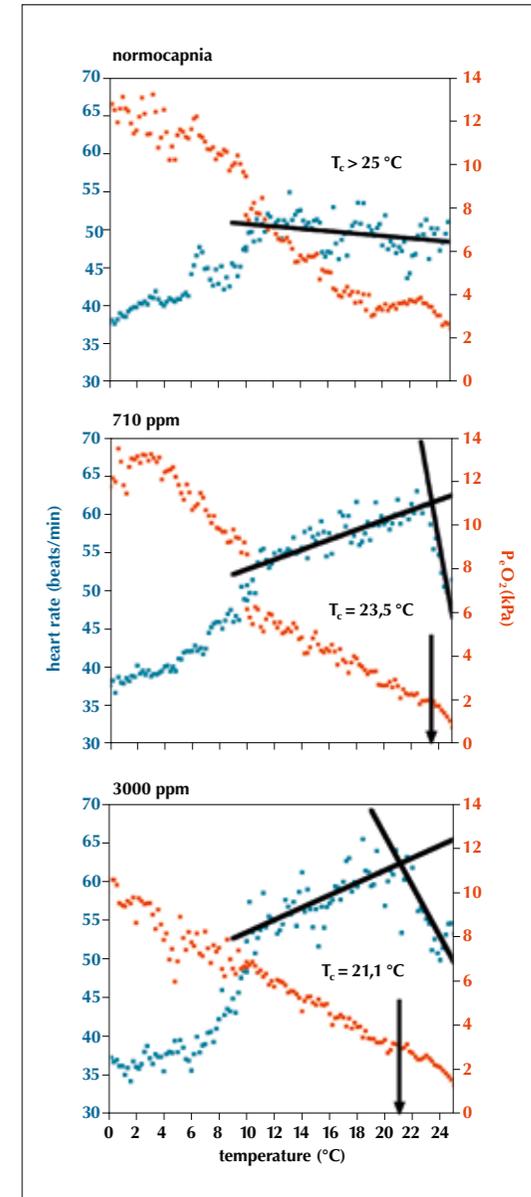


Abb. 3: Die Seespinne *Hyas araneus* in ihrem Lebensraum

Fig. 3: The spider crab *Hyas araneus* in its habitat (Photo: J. Knott)

Abb. 4: Die temperaturabhängigen Veränderungen von Herzrate und arteriellem Sauerstoffpartialdruck zeigen in der Absenkung der oberen kritischen Temperatur ( $T_c$ ) eine frühe Wirkung erhöhter  $CO_2$ -Partialdrücke im Meerwasser.

Fig. 4: Temperature-dependent changes in heart rate and arterial oxygen partial pressure illustrate early effects of enhanced  $CO_2$  levels as the downward shift of the upper critical temperature ( $T_c$ ). (Dissertation K. Walther).



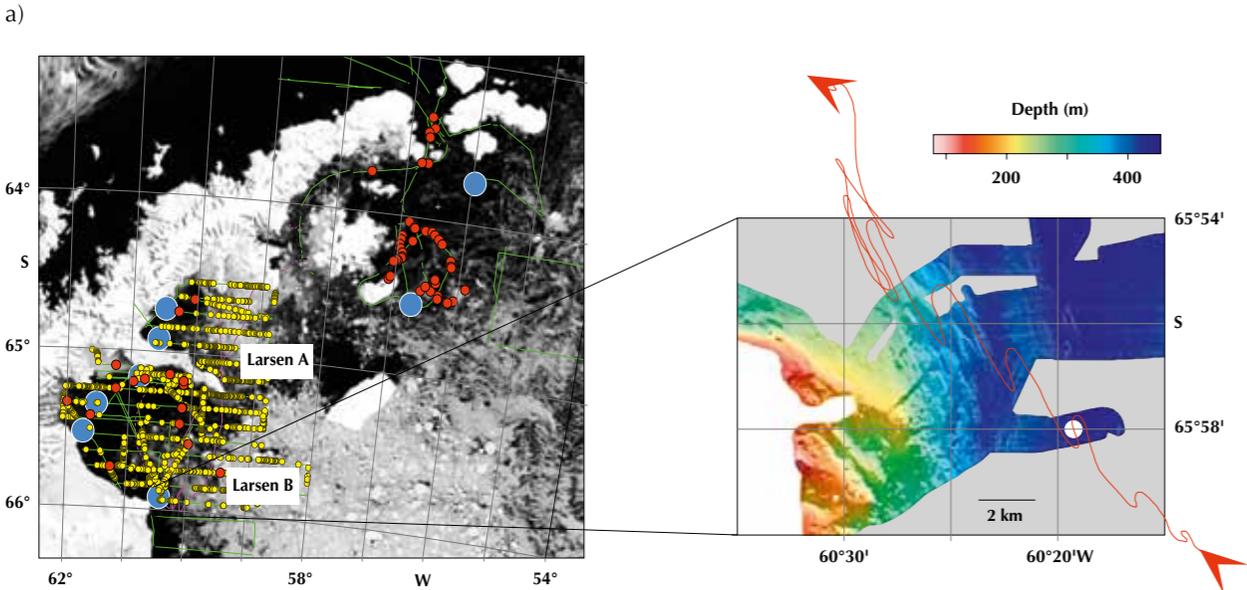
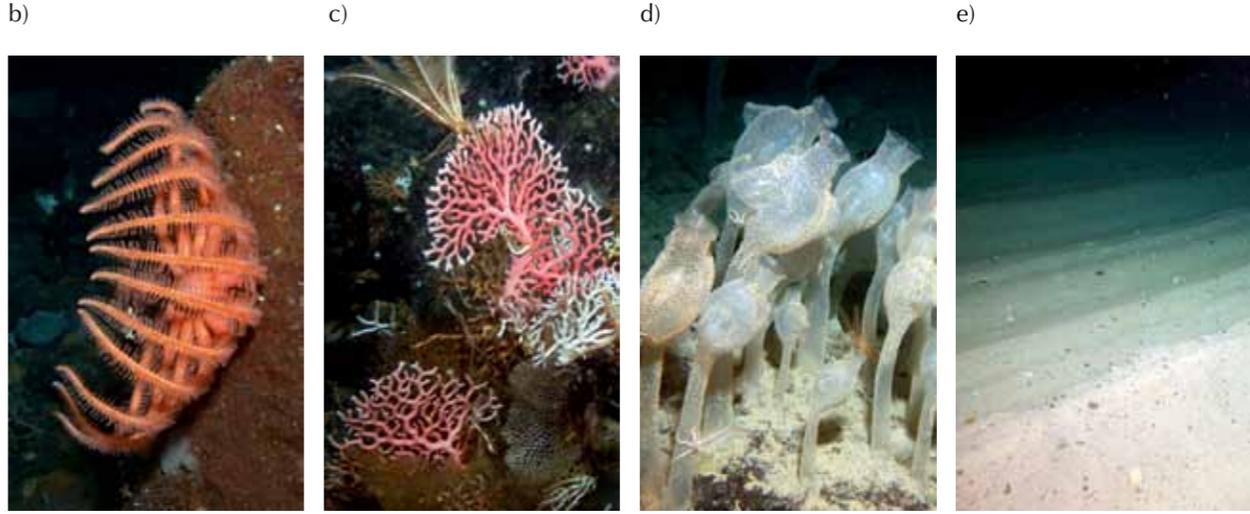


Abb. 5: (a) Das Larsen A/B Gebiet (links) mit Wal- und Robbensichtungen (rot & gelb) sowie benthischen Beprobungen (blau), in das neuerdings eine starke Strömung im Süden (rechts, rote Linie) Nahrung entlang eines steilen Hanges hineintransportiert. Auf Hartböden siedeln ein Tiefsee-Seestern (b) und eine Kaltwasserkoralle (c); Seescheiden (d) sind Pionierarten, die ehemalige Eisbergkratzer (e) schnell wiederbesiedeln.

Fig. 5: (a) The Larsen A/B area (left) with whale and seal sightings (red & yellow) as well as benthic sampling sites (blue). A recent intensive current along a steep slope in the South (right, red line) provides food for major components of the ecosystem. A deep-sea starfish (b) and a cold-water coral (c) live on hard substrata; sea squirts (d) are pioneer species, which colonise former ice-berg scours (e).  
 (Photos: J. Gutt, © AWI/MARUM, Universität Bremen; bathymetry: AWI bathymetric working group; biological and oceanographic results: Gutt et al. (in press).©AWI/MARUM, Universität Bremen; Bathymetrie: AWI bathymetric working group; biological and oceanographic results.)



Veränderte Nahrungsverfügbarkeit bedingt einen Biodiversitätswandel in der Antarktis

Das Antarktische Benthos wird in der Sektion Benthopelagische Prozesse untersucht. Veränderte Nahrungsverfügbarkeit kann offensichtlich einen deutlichen Biodiversitätswandel im Südlichen Ozean hervorrufen. Der Meeresboden unter den mächtigen Eisschelfen kann dabei als nahrungsarme ozeanische Wüste betrachtet werden. Der Zusammenbruch der Larsen A/B Eisschelfe an der Antarktischen Halbinsel hat diese Umweltverhältnisse signifikant verändert und erlaubt bislang einzigartige Einblicke in das Leben des vom Schelfeis „befreiten“ Ökosystems. Die Untersuchungen umfassten ein breites Artenspektrum – von winziger Meiofauna über das Makro- und Megabenthos (Abb. 5), Fische und Krill bis zu den Warmblütern.

Changing food supply will change biodiversity in Antarctica

The Antarctic benthos is one major objective of studies in the Benthopelagic Processes section. Changing food availability can induce an obvious biodiversity shift in the Southern Ocean. The sea bed under the massive ice shelves can be considered as oceanic deserts. The collapse of the Larsen A/B ice shelves at the Antarctic Peninsula has changed these environmental conditions significantly and allows so far unique insights into the life of an ecosystem “released” from the cover by ice-shelf. The survey comprised a broad spectrum of species, ranging from the tiny meiofauna and the larger macro and megabenthos (Fig. 5) to krill, fish, and warm-blooded animals.

### Gelöste organische Substanzen in unterschiedlichen Klimazonen

Die Menge des gelösten organischen Kohlenstoffs im Meer ist vergleichbar mit der des Kohlendioxids in der Atmosphäre. Um Aussagen über diesen großen Kohlenstoffpool machen zu können, z.B. über Einträge durch Flüsse oder Atmosphäre, wurden durch die Sektion Ökologische Chemie während der ‚Polarstern‘-Expedition ANT-XXV/1 Proben von den gemäßigten Breiten bis zu den Tropen genommen. Die detaillierten Untersuchungen mit der ultrahochauflösenden Massenspektrometrie, mit der Tausende von Einzelkomponenten mit unterschiedlicher Elementzusammensetzung identifiziert werden konnten, zeigen deutlich unterschiedliche Zusammensetzungen in den verschiedenen Meeresgebieten. Diese einmaligen Untersuchungen werden das Verständnis über diesen großen Kohlenstoffpool und dessen Bedeutung in der globalen Veränderung erheblich erweitern.

### Helgoland Reede: Ökologische Veränderungen der letzten 45 Jahre

Die Daten der Helgoland Reede von der Sektion Schelfmeerökologie sind einer der wertvollsten Meeres-Langzeitdatensätze weltweit. Die Daten umfassen tägliche Messungen in der Wassersäule zu Phytoplankton, Temperatur, Salzgehalt, Licht-Eindringtiefe (Secchi) und Nährstoffen. Zusätzlich werden Vorkommen von Zooplankton, Makroalgen, Makrozoobenthos und Bakterien registriert.

### *Dissolved organic substances in different climatic regimes*

*The amount of dissolved organic carbon (DOC) in the oceans is comparable with the amount of carbon in atmospheric carbon dioxide. To obtain information about this huge carbon pool, for example about the input of riverine or atmospheric-derived material, the Department of Ecological Chemistry took samples from temperate to tropical regions during the ‘Polarstern’ expedition ANT-XXV/1. By using ultra-high resolution mass spectrometry it was possible to identify thousands of compounds of different elemental composition. Clear differences in the molecular signature were found in the different climatic zones. This unique latitudinal study will considerably improve our knowledge about this huge organic carbon pool especially in view of the global changes.*

### *Heligoland Roads: ecological change during the last 45 years*

*The data collected by the Shelf Sea Systems Ecology Section at the Heligoland Roads sampling site comprise one of the most valuable resources for the study of long-term change in coastal ecosystems worldwide. Physical parameters such as temperature, salinity and light penetration depth, as well as nutrient concentrations and phytoplankton densities, have been measured on a daily basis for the last 45 years. Additional time-series were established for zooplankton, bacteria and benthic organisms.*

In den 1970igern haben sich die Wasserströmungen in die südwestliche Deutsche Bucht hinein erhöht, die Durchflussraten stiegen um 1/3 und blieben so die nächsten 15 Jahre. Der Salzgehalt hat von 1962 bis heute kontinuierlich zugenommen, die mittleren Jahrestemperaturen sind um 1,67 °C seit 1962 signifikant angestiegen wie auch die Anzahl der „Wachstumstage“ des Phytoplanktons. Die Kieselalgendichte und die Anzahl an großen Kieselalgen haben zugenommen, z.B. die der Mikrolagen *Guinardia delicatula* und *Coscinodiscus wailesii*, die als Futter für Copepoden schwer zugänglich sind. Die Zooplanktonzusammensetzung hat sich sichtbar verschoben, insbesondere durch das Auftreten der Rippenqualle (*Mnemiopsis leidyi*). Bei Helgoland vollzieht sich eine auch klimabedingte Verschiebung im Meeresökosystem auf viele der trophischen Ebenen.

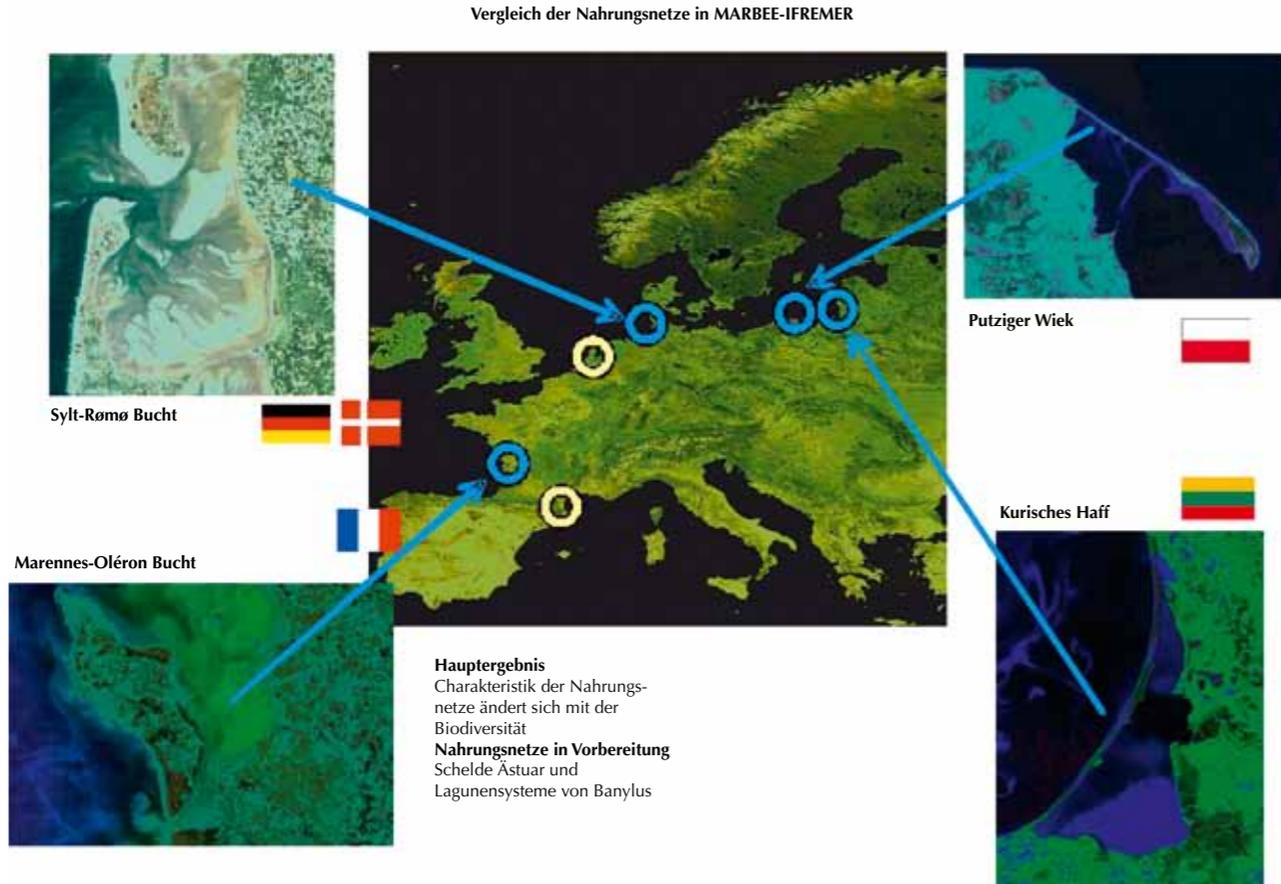
### Vergleiche von Küstenökosystemen in Europa

Vergleiche zwischen Küstensystemen haben zum Ziel allgemeine, ökologische Prinzipien zu erkennen und damit kleinskalige, experimentelle Befunde auf einer größeren Skala zu verifizieren. Wie sich die Artendiversität auf die Funktion von Nahrungsnetzen auswirkt, ist bisher ungenügend bekannt.

*Together with our colleagues at GKSS we have revealed changes in hydrography and community composition around Heligoland. In the late 1970s, water inflow from the south-west into the German Bight increased with a corresponding increase in flushing rates of this area. Salinity and annual mean temperature have shown a steady increase since 1962. Average annual temperature of the water is now 1.67 °C higher than in the early 1960s. This has influenced seasonal phytoplankton growth causing significant shifts in diatom densities and the numbers of large diatoms (e. g. *Guinardia delicatula* and *Coscinodiscus wailesii*). As these larger algae are not the optimum resource for most zooplankters, this, together with the arrival of the comb jelly *Mnemiopsis leidyi*, has caused shifts in the diversity of the zooplankton community. Thus, on many trophic levels there is considerable change taking place in the German Bight.*

### *Comparison of European coastal ecosystems*

*The main goal of a comparison analysis of coastal ecosystems lies in the identification of general ecological principles in order to verify experimental results and observations from a local to a larger scale. It is still largely unknown how biodiversity affects the functioning of food webs.*



Innerhalb des Europäischen Netzwerks MARBEF wurden Nahrungsnetze verschiedener europäischer Küstensysteme, vom Kurischen Haff (Lt), der Putziger Wiek (Pl) über die Sylt-Rømø Bucht (Dt/DK) bis zur Bucht von Marennes Oléron(F) verglichen. Entlang dieser europäischen Küsten korrelieren verschiedene funktionale Systemindizes mit der Biodiversität. Je höher die Biodiversität, desto länger werden die Nahrungsketten. Das Material, welches im System gehalten wird, steigt an und die trophischen Beziehungen werden enger. Je höher die Biodiversität eines Systems, desto effizienter ist die Nutzung der Ressourcen und umso wichtiger wird ihr Zurückhalten im Nahrungsnetz.

*Within of the European Network of Excellence MarBef, several coastal systems were compared with respect to their food web structure, from the Curonian Lagoon (Lt), the Puck Bay (Pl), the Sylt Rømø Bay (Dt/DK) and the Marennes-Oléron Bay (F). Specific indices of the functioning of these coastal systems show a relationship to biodiversity. The higher the biodiversity the longer the pathways in the food web (index of average path length). Simultaneous recycling of material characterised by the Finn cycling index increases and the trophic relationships are more closely connected. With increasing biodiversity the food resources are utilised more efficiently and internal recycling becomes more intense.*

**Fig. 6: Source:**  
 Europa: [www.stupidedia.org/stupi/Europa](http://www.stupidedia.org/stupi/Europa)  
 Marennes Oléron Bay : [commons.wikimedia.org](https://commons.wikimedia.org)  
[horizon-virtual.com](http://horizon-virtual.com)  
 Curonian lagoon: *landsat photo 2000*  
 Gdansk bay: [academic.empiria.edu/...landsat\\_proc.htm](http://academic.empiria.edu/...landsat_proc.htm)  
 Sylt- Rømø Bay: GKSS

## Klimawissenschaften

Seit Juli 2008 wird am AWI Bremerhaven das „World Radiation Monitoring Center“ (WRMC) betrieben. Das WRMC ist das zentrale Archiv des „Baseline Surface Radiation Networks“ (BSRN), ein Projekt des „Global Climate Observing Systems“ (GCOS) und des „Global Energy and Water Cycle Experiments“ (GEWEX). Das Zentrum hat die Aufgabe, genaue bodennahe Strahlungsmessungen für die Klimafor-schung bereitzustellen. Das Archiv basiert auf dem digitalen Bibliothekssystem PANGAEA und ist unter <http://www.bsrn.awi.de> zugänglich.

Arbeiten in der Arktis zeigten anhand von Daten aus einer auf dem mittleren Schelf der Lapteewsee ausgebrachten Verankerung, dass die – gegenüber dem langjährigen Mittel – im Sommer um bis zu 5 °C höhere Wassertemperatur der Deckschicht auch einen nachhaltigen Einfluss auf das Bodenwasser hatte. Die Bodenwassertemperaturen stiegen im September auf Werte über 0 °C und lagen bis zum Ende des Winters 0,5 °C über dem langjährigen Mittel. Dies widerlegt die bisherige Auffassung, dass die Stabilität des submarinen Permafrosts im Bereich des mittleren Schelfs (> 20 m Wassertiefe) der Lapteewsee nicht durch saisonale Temperaturschwankungen beeinflusst wird.

## Climate Sciences

*Since July 2008 the “World Radiation Monitoring Center“ (WRMC) has been operated at AWI Bremerhaven. The WRMC is the central archive of the “Baseline Surface Radiation Networks“ (BSRN), a project of the “Global Climate Observing System“ (GCOS) and the “Global Energy and Water Cycle Experiment“ (GEWEX). The mission of this centre is to provide highly accurate surface radiation fluxes for climate research. The archive is based on the digital publishing network PANGAEA and is accessible at <http://www.bsrn.awi.de>.*

*Research in the Arctic Ocean is focused on the Laptev Sea. Data from a mooring revealed unusually high near-surface water temperatures during summer 2007 that also affected the bottom water temperatures. The temperatures of the surface layer were up to 5 °C higher than the climatic mean for the central Laptev Sea. At the end of September the temperatures near the sea floor also increased to values above 0 °C, and stayed 0.5 °C above the long-term mean until the end of the winter. This observation disproves the previous hypothesis that the stability of the submarine permafrost below 20 m water depth is not affected by seasonal fluctuations of temperature.*

Im Bereich der Ozean-Akustik erfolgten Arbeiten, die sich sowohl auf die Nutzung als auch die Mitigation möglicher Auswirkungen von hydroakustischen Messmethoden bezogen. Im Krähenest von FS ‚Polarstern‘ wurde ein 360° scannender Infrarotsensor installiert, der einen thermographischen Videostream der Schiffs-umgebung erzeugt. Der weltweit erste Test dieses Systems auf See war sehr erfolgreich. Aufbauend auf den dabei gewonnenen Daten wird zur Zeit eine Software entwickelt, die blasende Wale automatisch detektiert und damit als Assistenzsystem für wissenschaftliche Walbeobachtungen sowie für Mitigationsmaßnahmen im Rahmen des Einsatzes von Airguns bei geophysikalischen Forschungsfahrten dienen kann.

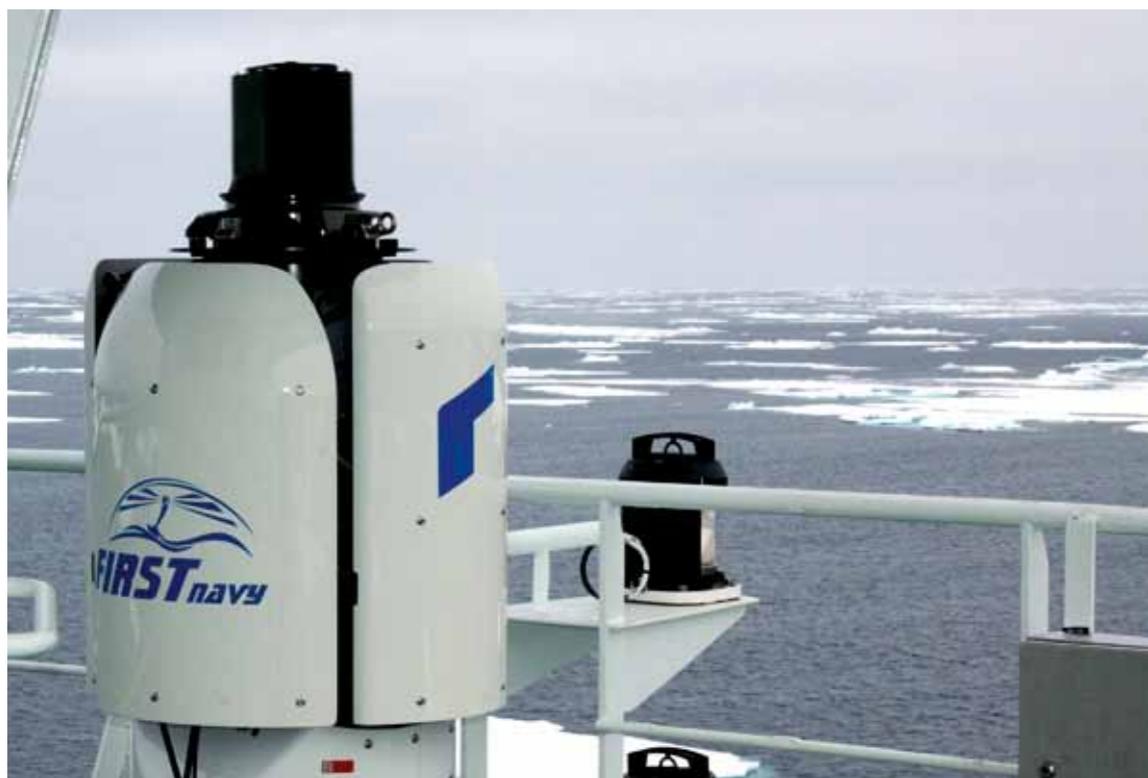
In Indonesien gelang die Integration der gemeinsam von AWI, Develogic, OPTIMARE und MARUM entwickelten PACT-Tsunami-Frühwarnsystem.

Durch beständige Wartung und Verbesserung der PALAOA Unterwasserhorchstation bei der ‚Neumayer-Station III‘ gelang es, den Datensatz auf nun vier quasi-kontinuierlich erhobene Jahre zu erweitern und eine Registrierzeit von 92 % für dieses Jahr zu erreichen. Die dabei gewonnenen international einmaligen Daten zum biotischen und abiotischen Schallaufkommen in der Antarktis sind Grundlage einer Doktorarbeit. Erst kürzlich nahm PALAOA die Kollision des im Küstenstrom mittreibenden Eisberges B15-K mit der Eiskante nahe PALAOA auf, wodurch bislang beispiellose Aufnahmen dieser extrem lauten, natürlichen Lärmquelle gelangen.

*In the field of ocean acoustics activities focused on both the use and the mitigation of possible impacts of hydro-acoustic observations. A thermal imaging, 360° scanning sensor was installed in the crow’s nest of the RV ‘Polarstern’ to obtain an infrared video stream of the ship’s surroundings. It proved highly successful during the first ever test at sea. Ongoing software developments now aim at automatically detecting the heat signature of a whale’s blow as a tool to assist marine mammal observations and to support mitigation efforts in the context of geophysical studies employing airguns.*

*First deployments of PACT tsunameters in Indonesia, jointly developed by the AWI, Develogic, OPTIMARE, and MARUM, provided the first successful in-situ tests of this device as part of the German-Indonesian Tsunami Early Warning System.*

*Continuous maintenance and improvement of the PALAOA underwater acoustic observatory facilitated an uptime of 92% and the acquisition of 4 years of the biotic and abiotic sound sources near ‘Neumayer Station III’, providing an unprecedented dataset which forms the basis for a PhD thesis. Most recently, PALAOA captured the collision of iceberg B-15K - drifting westwards with the coastal current - with the edge of the ice shelf near PALAOA, resulting in unprecedented recordings of sustained natural noise of the highest intensity.*



**Abb. 3:** Der FIRST Navy Wärmebildgeber ist im Krähenest in einer Höhe von ca. 28 Metern über dem Wasser auf einer hochstabilisierten Plattform (weiße Basis) installiert. Der Sensorkopf (grün) rotiert mit 5 Umdrehungen pro Sekunde. Durch die Aufbauten von ‚Polarstern‘ entstehen im Krähenest oft sturmähnliche Windbedingungen, während die Temperaturen auf bis zu minus 30 °C sinken können, was höchste Anforderung an das System bedeutet.

**Fig. 3:** *The FIRST Navy thermal imager is installed in the ‘Polarstern’s crow’s nest at a height of about 28 m above water on a highly stabilised platform (white basis). The sensor head (green) rotates at 5 revolutions per second. In the crow’s nest the wind often blows at gale force strength due to the ship’s superstructure while the temperature plummets to minus 30 °C, making the highest demands on the system. (Photo: L. Kindermann, AWI)*

Seit 1990 unterhält das AWI ein System von akustischen Eisdicken-Messgeräten (ULS) im Atlantischen Sektor des Südlichen Ozeans. Die Daten werden im Rahmen einer Promotionsarbeit genutzt, um mögliche Langzeittrends der Meereisdicke zu identifizieren, was auf Grund der überlagerten mehrjährigen Fluktuationen schwierig ist. Das Hauptziel ist, die Antriebsmechanismen für Veränderungen der Meereisdicke zu identifizieren.

Die Ozeanmodellierung auf unstrukturierten Gittern hat erhebliche Fortschritte zu verzeichnen. Eine globale Anwendung mit 1 Grad Auflösung und lokaler Verfeinerung, rotiertem Koordinatensystem und gekoppeltem Meereismodell kann stabil auf Perioden von einigen hundert Jahren integriert werden. Das Programm ist massiv parallel programmiert und steht der Öffentlichkeit per Internetzugriff zur Verfügung.

Im Bereich der Paläoklimamodellierung wurde ein allgemeines Rahmenwerk entwickelt, um Verzweigungen und Übergänge im Klimasystem zu untersuchen. Dieser Ansatz verbindet numerische und analytische Techniken deterministischer und stochastischer Analysen. Die angewandte Technik beinhaltet die Herleitung der Dynamik und des Potentials aus Zeitserien und die Untersuchung möglicher Verzweigungen des Potentials, die zu einer Bewertung von kippenden Elementen im Klimasystem führen. Die Methode wurde entwickelt und nun an künstlichen Daten mit simulierten Kräftespielen sowie an verfügbaren Paläoklimaserien aus Eiskernen getestet. Mit der Klimapotentialmethode lässt sich untersuchen, ob irgendwelche Bestandteile des Klimasystems unter

*Since 1990 the AWI has maintained an observation system of upward looking sonars to measure the sea ice thickness in the Atlantic sector of the Southern Ocean. The data are used in a PhD thesis to identify long-term trends which are hidden within multi-annual fluctuations and to understand their driving forces.*

*Ocean modelling on unstructured grids has achieved considerable progress. A global application with one-degree resolution and local refining, rotated coordinate system and coupled sea ice model can be stably integrated for periods of several hundred years. The programme is massively parallel and is available to the public via the internet.*

*In the field of paleoclimate modelling a general framework for studying bifurcations and transitions in the climate system has been developed. This approach couples numerical and analytical techniques of deterministic and stochastic analyses. The technique employed includes the derivation of the dynamics and the potential from time series and the study of possible bifurcations of the potential, leading to an assessment of tipping elements in the climate system. The method has now been developed and tested on artificial data with simulated dynamics, as well as on available paleoclimate series from ice cores. The climate potential method allows an examination of whether any component of the climate system has already passed a bifurcation point under external forces and an exploration of which components may pass a bifurcation point in the present century. That method, providing dynamical projections of the climate state, will be useful in*

äußerer Einwirkung bereits einen Verzweigungspunkt überschritten haben und welche Bestandteile in diesem Jahrhundert einen Verzweigungspunkt überschreiten können. Dynamische Berechnungen des Klimazustands vorausgesetzt, wird diese Methode in vielen Gebieten der Umweltwissenschaften nützlich sein, von kurzfristigen Vorhersagen bis zur Entwicklung nachhaltiger Strategien.

Die im Juli 2007 als Kooperation zwischen dem AWI Bremerhaven und der Universität Bremen (Institut für Umweltphysik) gestartete Nachwuchsgruppe PHYTOOPTICS ist mittlerweile auf neun Mitarbeiter angewachsen und die bearbeiteten Projekte werden von EU, DFG, HGF und WGL gefördert. Die Gruppe extrahiert globale biooptische Informationen aus spektral hochaufgelösten Daten mit interdisziplinären Methoden. Diese Informationen werden genutzt, um die Veränderung von Zusammensetzung, Wachstum und Produktivität des marinen Phytoplanktons auf globaler und langfristiger Skala (10 Jahre und mehr) und den Einfluss abiotischer und biotischer Faktoren auf das Phytoplankton und dessen Funktion im marinen Ökosystem und Kohlenstoffkreislauf zu untersuchen. Zur Validierung der Satellitendaten wurden in den letzten zwei Jahren fünf Forschungsexpeditionen in verschiedene Regionen des offenen Ozeans durchgeführt.

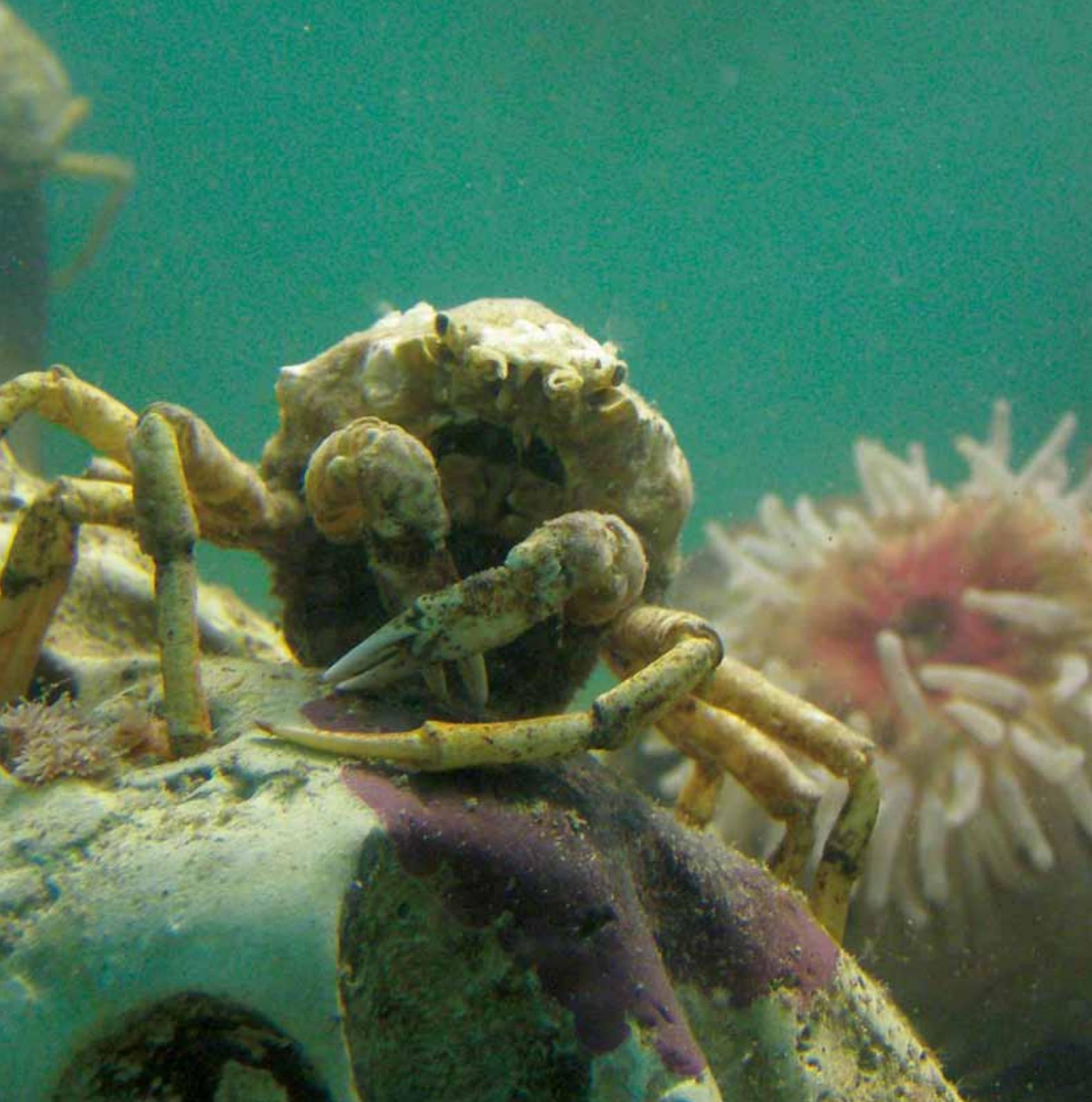
*many areas of environmental sciences, from short-term forecasts to developing sustainability policies.*

*The Young Scientist Group PHYTOOPTICS that started in July 2007 as a cooperation between AWI Bremerhaven and Bremen University (Institute of Environmental Physics) now includes 9 staff members, and their projects are funded by the EU, DFG, HGF and WGL. With interdisciplinary methods, the group extracts global biooptical information from data with high spectral resolution. This information is used to examine the change in composition, growth and productivity of marine phytoplankton on a global, long-time scale (10 years and more) and the influence of abiotic and biotic factors on phytoplankton and its function in the marine ecosystem and in the carbon cycle. To validate the satellite data, five research expeditions were carried out in different regions of the open ocean in the last two years.*



**Abb. 3:** Radiometer (RAMSES der Firma Trios) zur Messung des Unterwasserlichtfeldes wird von ‚Polarstern‘ aus zu Wasser gelassen. Die Messungen dienen dazu, Satellitenbilder zur Ozeanfarbe zu validieren und die Primärproduktion der Meeresalgen zu berechnen.

**Fig. 3:** Radiometer-Set (RAMSES of the company Trios) for underwater light measurements are lowered from the RV ‚Polarstern‘. The measurements are used to validate satellite images of ocean colour and to calculate the primary production of marine algae. (Photo: A. Theis, AWI)



6. Tiefseeökologie und -technologie (HGF-MPG)  
*Deep-sea ecology and technology (HGF-MPG)*



## 6. HGF-MPG Brückengruppe für Tiefseeökologie und -technologie

Die HGF-MPG Brückengruppe ist eine neue, unabhängige Forschungsgruppe des Alfred-Wegener-Institutes für Polar- und Meeresforschung in Bremerhaven sowie des Max-Planck-Institutes für Marine Mikrobiologie in Bremen und begann ihre Arbeit am 1.12.08. Sie beruht auf dem Zusammenschluss der „Tiefseeerguppe“ des AWI und der Arbeitsgruppe „Mikrobielle Habitats“ des MPI. Beide Gruppen kooperieren bereits seit längerem in der Tiefseeforschung, z.B. bei der Untersuchung biogeochemischer Prozesse am Håkon Mosby Schlammvulkan nordwestlich von Norwegen sowie der mikrobiellen Ökologie polarer Sedimente. Seit 2006 wird auch bei der Entwicklung von Instrumenten zur in situ Messung biogeochemischer Prozesse zusammengearbeitet. Im 6. und 7. Rahmenprogramm der EU wurden Projekte zur Tiefseeforschung und Technologieentwicklung gemeinsam beantragt (Ökosystemforschung: HERMES, HERMIONE; Langzeitobservatorien: ESONET, HYPOX). Diese Zusammenarbeit ist durch die Einrichtung der Brückengruppe nun vertieft worden, um so einen neuen gemeinsamen Schwerpunkt in der Erforschung des tiefen arktischen Ozeans zu setzen. Durch die HGF-MPG Brückengruppe soll die Expertise des MPI auf dem Gebiet der marinen Mikrobiologie, der molekularbiologischen Methodenentwicklung sowie der in situ Sensorik mit der Kapazität des AWI zur Erforschung polarer Lebensräume und Langzeitbeobachtung in der Tiefsee verbunden werden.

## 6. HGF-MPG Joint Research Group for Deep Sea Ecology and Technology

*The Helmholtz – Max Planck Joint Research Group is a new, independent research unit of the Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research in Bremerhaven, and of the Max Planck Institute for Marine Microbiology in Bremen. The group started in December 2008 and merges the former “Deep Sea Group” of the AWI and the “Microbial Habitat Group” of the MPI. Both groups have cooperated for many years in deep-sea research, for example by investigating biogeochemical processes at the Håkon Mosby mud volcano off Norway and in the microbial ecology of polar seafloor habitats. Since 2006 the group has jointly developed instruments for the in situ quantification of biogeochemical processes. Several joint deep-sea projects were funded by the EC’s 6th and 7th framework program, such as HERMES, HERMIONE (ecosystem research) and ESONET, HYPOX (long term observatory technology). The new HGF-MPG research group further intensifies this collaboration with a new focus on the study of the deep Arctic Ocean, joining the expertise of the MPI in marine microbiology, the development of molecular methods, and in situ sensors with the capacity of the AWI in the long-term observation of polar deep-sea ecosystems.*



**Abb. 1: Aufnahme eines benthischen Freifallgerätes mit einer Sedimentfalle zur Messung zeitlicher Variation im Sinkstoffeintrag in die Tiefsee**

*Fig. 1: Recovery of a benthic lander with a sediment trap showing temporal variation in particle flux to the deep sea (Photo: M. Klages)*

In 2009 wurde eine gemeinsame Expedition mit der ‚Polarstern‘ in die Framstraße und in die Barentssee durchgeführt. Am HAUSGARTEN wurden Untersuchungen zu klimagetriebenen Änderungen der pelagischen Produktion und Diversität, der biologischen Pumpe, des benthischen Umsatzes sowie der Zusammensetzung der benthischen Lebensgemeinschaften im Rahmen der Langzeitbeobachtung fortgesetzt. Eine erste Dissertation der Brückengruppe beschäftigt sich mit Veränderungen mikrobieller Gemeinschaften und ihrer funktionellen Gene am HAUSGARTEN auf Basis von Archivproben und neuen Materials. Zudem wurde ein Projekt mit der Universität Bielefeld zur automatisierten Bildanalyse von

*In 2009 the new group carried out a research expedition with the RV ‘Polarstern’ and the ROV Quest (MARUM) to the Fram Strait and Barents Sea. In HAUSGARTEN the long-term observation of climate-related changes to pelagic diversity and production, to benthic respiration as well as community structure was continued. Studies of the variation of microbial community structure and microbial functional genes in HAUSGARTEN, based on a sample archive covering the past 10 years, were carried out in the framework of a new PhD project. Another project was started with Bielefeld Univer-*

Megafauna-Transekten der HAUSGARTEN-Zeitreihe begonnen. Das AUV wurde erfolgreich mit einem neuen Wasserprobennehmer eingesetzt und wird nun für die ersten Untereistauchgänge vorbereitet. Am Håkon Mosby Schlammvulkan wurde im Rahmen der Expedition das erste Langzeitobservatorium errichtet zur Erforschung des Zusammenhangs zwischen Temperaturschwankungen, Stabilität der Gashydrate, der Aufstiegs geschwindigkeit der Geo fluide sowie den Änderungen in der Verteilung benthischer Lebensgemeinschaften. Zudem wurden in Zusammenarbeit mit anderen Arbeitsgruppen Archivproben vom Kontinentalrand der Laptevsee Analysen zur Diversität von Meio- und Makrofauna unterzogen. Bei der internationalen Zusammenarbeit haben wir uns vor allem an Netzwerken zur Verstärkung der Ozeanobservation polarer Lebensräume beteiligt sowie ein EU Projekt zur Erforschung der Auswirkungen von Sauerstoffmangel in aquatischen Lebensräumen begonnen.

*sity for the automated image analysis of video-transects of the HAUSGARTEN megafauna. The AUV was successfully deployed with a novel water sampler and will be further adapted to realise under-ice diving. At the Håkon Mosby mud volcano, the first long term observatory was installed for the study of relationships between temperature dynamics, gas hydrate stability, fluid flow velocity and the distribution and functioning of benthic communities. In cooperation with other research groups at the AWI and University Oldenburg, changes in the diversity of meio- and macrofauna from the Laptev Sea continental margin have been investigated, using a sample archive covering the past 20 years. For international collaboration we have contributed to several networks focusing on the development of ocean observation in polar systems, and we are coordinating a new EC project studying the effects of global change-related oxygen depletion in aquatic ecosystems.*



**Abb. 2: Temperaturmessung an Gashydrat-Hügeln in der Nähe des LOOME-Schlammvulkanobservatoriums**

*Fig. 2: Temperature measurement in hydrate mounds at the LOOME mud volcano observatory (PS24-2, Source: MARUM, Universität Bremen)*



7. Logistik und Forschungsplattformen  
*Logistics and research platforms*





(Photo: realnature.tv, AWI)

## 7. Logistik und Forschungsplattformen

Die Polarlogistik ist ein Alleinstellungsmerkmal des AWI. Erfahrene Wissenschaftler, Ingenieure und Techniker sorgen für die Betriebsbereitschaft der polaren Infrastruktur und koordinieren international die in jedem Jahr stattfindenden Expeditionen mit Flugzeugen und Schiffen in die Arktis und Antarktis. In der AWI-Logistik werden die wissenschaftlich-technischen Konzeptionen zur Erneuerung der bestehenden oder zum Bau moderner Forschungseinrichtungen entwickelt und große innovative Bauvorhaben realisiert. Damit werden nachhaltig die logistischen und wissenschaftlichen Voraussetzungen für eine moderne Polarforschung erhalten.

## 7. Logistics and research platforms

*Polar logistics is a particular feature of competence at the AWI. Every year experienced scientists, engineers and technicians keep the polar research infrastructure in top condition and coordinate expeditions of aircraft and ships into the Arctic and Antarctica on an international level. AWI-logistics develops engineering designs for replacing of existing or constructing innovative research facilities, in order to safeguard the logistic and scientific prerequisites for state-of-the-art polar research in the long-term.*

### Innovative Plattformen für die Polar- und Meeresforschung

Der Bau der ‚Neumayer-Station III‘ (70° 41‘ S; 08° 16‘ W; Februar 2009) war technisch und logistisch die größte Herausforderung für das AWI, eine neue moderne Forschungsstation in der Antarktis während des Internationalen Polarjahres (IPY) zu errichten. Dieses anspruchsvolle Projekt war nicht nur national eine Herausforderung, sondern gleichzeitig ein herausragendes Beispiel internationaler Zusammenarbeit im Bereich der Logistik. Etwa 4.000 t Baumaterial und Ausrüstungen wurden hauptsächlich mit Schiffen, aber teilweise auch mit Flugzeugen in die Antarktis gebracht. Das AWI-Personal und die Baumannschaften wurden ausschließlich im Rahmen der Dronning Maul Land Air Network (DROMLAN) in die Antarktis geflogen. Die Bauarbeiten dauerten sieben Monate – insgesamt 5.694 Manntage – verteilt auf zwei antarktische Sommer. Während der Spitzenzeiten im Januar und Februar 2009 arbeiteten bis zu 98 Wissenschaftler, Ingenieure und Techniker an der Baustelle.

### *Innovative platforms for polar and marine research*

*The engineering of the ‚Neumayer Station III‘ (70°41‘S; 08°16‘W, February 2009) was a great challenge for the AWI (technically and logistically) during the International Polar Year (IPY). This ambitious project was not only a national effort but also an excellent example of international cooperation and assistance in logistic operations. Approximately 4,000 tonnes of material and equipment were transported into Antarctica - mainly by ship but also partially by aircraft. All members of the AWI and of the construction companies were exclusively brought to Antarctica by aircraft within the frame of the Dronning Maud Land Air Network (DROMLAN). Construction works were completed within 7 months – altogether 5,694 man-days– within two Antarctic summer seasons. During peak times in January and February 2009, up to 98 scientists, engineers and technicians were working on the site.*

Abb. 1: Baufortschritt in der Saison 2007/2008

**Fig. 1: Construction progress in season 2007/2008 (Photos: realnature.tv, AWI)**





Abb. 2: Baufortschritt in der Saison 2008/2009

Fig. 2: Construction progress in season 2008/2009 (Photo1+2: realnature.tv, AWI Photo3: D. Behrendts J.H.K.)

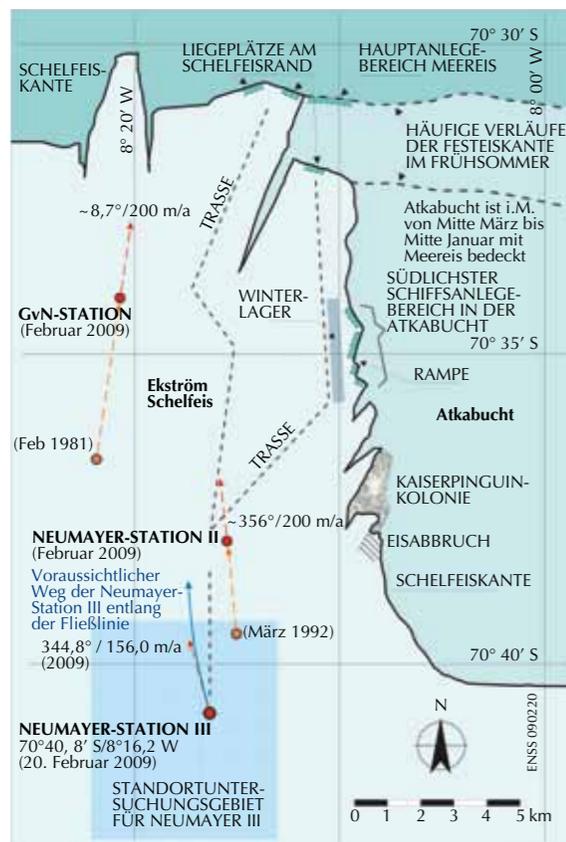


Abb. 3: Ekström-Schelfeis, Nordost-Ausschnitt mit Positionen der ehemaligen ‚Neumayer-Station‘ und der jetzigen ‚Neumayer-Station III‘ (70° 41' S; 08° 16' W (2009)); das etwa 240 m mächtige Schelfeis driftet mit etwa 157 m/Jahr nordwärts.

Fig. 3: Ekström ice shelf, northeast sector with positions of the former ‚Neumayer Station‘ and the present ‚Neumayer Station III‘ (70°41'S; 08°16'W (2009)); the ice shelf is approx. 240 m thick and moves at a rate of about 170 m/a towards north (Graphic: D. Enß)

Am 20. Februar 2009 wurde die ‚Neumayer-Station III‘ durch die Bundesforschungsministerin Dr. Annette Schavan eröffnet. Die Eröffnungszeremonie fand unter großer Beteiligung der Öffentlichkeit und der Medien in Berlin statt. Am selben Tag wurde an der Station der Schlüssel der AWI-Direktorin, Prof. Dr. Karin Lochte, überreicht. Dies geschah unter Teilnahme internationaler Kooperationspartner, Vertreter deutscher Forschungseinrichtungen und des Bauteams sowie des wissenschaftlichen und logistischen Personals des AWI und des ersten Überwinterungsteams an der neuen Station.

Im November 2009, nach dem ersten erfolgreichen Winter im Pilotbetrieb, wurde das 2.600 t schwere Stationsgebäude erstmalig erhöht, um es an das gewachsene Niveau der Schneeoberfläche anzugleichen. Die erfolgreiche Erhöhung mit Hilfe der 32 hydraulischen Bipoden-Zylinder, auf denen die Stahlkonstruktion steht, bestätigte die technische Funktionstüchtigkeit eines grundlegenden Elements des innovativen Stationsdesigns.

Das Bauwerk besteht aus der 76 x 26 m großen Stahlkonstruktion, die in einem Schneegraben gebaut ist, und aus der 68 x 24 m großen Plattform in 6 m Höhe, auf der die Module in zwei Etagen montiert sind. Eine isolierende Außenhülle umgibt die Plattform. Der umbaute Raum der Station hat eine Fläche von 4.900 m<sup>2</sup>, davon sind 2.100 m<sup>2</sup> klimatisiert. Die Zufahrt in die 8.2 m tiefe Garage führt über eine 26 m lange Rampe, die bei Schneedrift mit einem hydraulisch gesteuerten Deckel geschlossen werden kann.

The ‚Neumayer Station III‘ was opened by the German Minister of Education and Research, Dr Annette Schavan, on 20 February 2009. The inauguration ceremony took place in Berlin with significant media and public participation. At the station the key was handed to the Director of the AWI, Prof Dr Karin Lochte, on the same day, whereas international partners, representatives of German research associations, international partner organisations and construction companies participated together with senior scientists and logistic personnel of the AWI and the first wintering team.

In November 2009, after the first winter of successful pilot operation, the 2,600 tonnes station building was first raised to bring it back level with the surrounding snow surface. The operation was successfully accomplished by means of the 32 bipod hydraulic cylinders bearing the building. This measure finally confirmed the technical functionality of a basic element of the innovative station design.

The building comprises an underground section placed in a 76 m long and 26 m wide trench in the snow, and a platform elevated by 6 m, which is surrounded by an insulated hull 68 m long and 24 m wide containing the two-storey assembly of modules. Altogether there are 4,900 sqm of protected space, of which 2,100 sqm are heated. The access to the 8.2 m deep garage is along the 26 m long ramp, which can be closed by a hydraulically operated lid during snow drift.



**Abb. 4: Einweihung der ‚Neumayer-Station III‘**

*Fig. 4: Inauguration of the ‚Neumayer Station III‘*

Die ‚Neumayer-Station III‘ bietet weit bessere Arbeitsbedingungen und verfügt über moderne technische Einrichtungen für Forschung und Logistik. Sie bietet mehr Laborkapazität, einschl. Mehrzweck- und Naslabor. Während der Sommerzeit können bis zu 40 Personen untergebracht werden. Neben den gemütlichen Sozialräumen beherbergt die Station ein modern ausgestattetes Hospital mit telemedizinischer Betreuung.

*The ‚Neumayer Station III‘ provides much better working conditions and advanced technical facilities for research and logistics. More laboratory capacity is available, including a multipurpose and a wet laboratory. During the summer season up to 40 people can be accommodated, including several guest scientists. Beside comfortable social facilities a new telemedicine device completes the modern equipment of the hospital.*



**Abb. 5: Die ‚Neumayer-Station III‘ ist das wissenschaftliche und logistische Zentrum für das AWI in der Antarktis.**

*Fig. 5: The ‚Neumayer Station III‘ is the scientific and logistic centre of the AWI in Antarctica (Photo: realnature.tv, AWI)*

*The station serves as the technical and logistic base for scientific field and aircraft missions and provides the flight weather forecast service for all DROMLAN air operations. During the summer season a snow runway is operational for small ski-equipped aircraft. A fleet of tracked vehicles, transport sledges and tank containers is on hand for deep field traverses, transportation to the summer only Kohnen Station on the inland ice plateau and any other kind of transportation.*

*Local networks, data processing systems and communication facilities including a permanent satellite link, have been newly installed to ensure comprehensive data processing and file transfer for scientific, technical, and logistic purposes, as well as for the remote control of hydraulic and building service management systems.*

Die Station ist die technische und logistische Basis für wissenschaftliche Feld- und Flugzeugkampagnen. Dazu gehört auch der Flugwetterdienst für alle DROMLAN-Flugmissionen. Eine Schneepiste für kleine Flugzeuge mit Skifahrwerk wird während der Sommermonate vorgehalten. Kettenfahrzeugen, Transportschlitten und Tankcontainern stehen für Traversen, die Versorgung der Kohnen-Sommerstation auf dem Inlandeis und weitere Transportaufgaben zur Verfügung.

Lokale Netzwerke, Datenverarbeitungssysteme, Kommunikationseinrichtungen, einschl. einer permanenten Satellitenverbindung, sind neu installiert worden, um den umfangreichen Datenaustausch für technische, wissenschaftliche und logistische Zwecke sicherzustellen. Dazu gehört auch die Datenaufbereitung für die Hydrauliksteuerung und die Gebäudeleittechnik.



**Abb. 6:** ‚Neumayer-Station III‘ – Galerie, Messe, Labor auf der Plattform

*Fig. 6:* ‚Neumayer Station III‘ – gallery, mess, laboratory on the Platform (Photos: realnature.tv, AWI)

Die wissenschaftlichen Observatorien für Meteorologie, Luftchemie und Geophysik setzen ihre Messungen mit den neuen Instrumenten fort. Die erhobenen Daten werden regelmäßig in globale Netzwerke eingespeist. Ebenso wird der kontinuierliche Betrieb des Infrasond-Array I27DE als Teil des internationalen Netzwerks zur Einhaltung des Atomwaffensperrvertrages fortgesetzt.

Die ‚Neumayer-Station III‘ ist nun die zentrale deutsche Forschungseinrichtung in der Antarktis und gehört dort zu den modernsten Forschungsstationen. Sie ist in die internationale wissenschaftliche und logistische Kooperation hochrangig integriert und wird die wissenschaftlichen, politischen und logistischen Verpflichtungen der Bundesrepublik Deutschland im antarktischen Vertragssystem langfristig und angemessen erfüllen.

*The scientific observatories for meteorology, air chemistry and geophysics continue measurements with new equipment and installations. Recorded data are regularly fed to global networks. Likewise the newly established Infrasond Array I27DE continues regular operation as part of the International Monitoring System operated by the Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty Organisation.*

*The ‚Neumayer Station III‘ is now the central, permanently occupied German research facility and is one of the-state-of-the-art research stations in Antarctica. The station is highly recognised within the international polar science community and will suitably meet Germany’s scientific, political and logistic obligations within the Antarctic Treaty System in the long term.*



**Abb. 7:** ‚Neumayer-Station III‘ – untere Stahlkonstruktion und hydraulische Stützen in der Garage

*Fig. 7:* ‚Neumayer Station III‘ – lower construction and hydraulic legs in garage (Photo: T. Matz, AWI)

**Abb. 8:** Anheben des Stationsgebäudes mit der Hydraulikanlage – Unterfüttern der Fundamente mit Schnee

*Fig. 8:* Raising the building – snow backfilling under the foundations pads (Photo: D. Enß)





**Abb. 9: Von FS ‚Polarstern‘ zu FS ‚Polarstern‘ II; erste Arbeitsetappe – Spezifizierung der wissenschaftlichen und schiffstechnischen Anforderungen**

*Fig. 9: From the RV ‚Polarstern‘ to the RV ‚Polarstern‘ II; Phase 1 – specification of scientific and ship technology requirements*

Seit 1981 ist der Forschungs- und Versorgungseisbrecher FS ‚Polarstern‘ die wichtigste Forschungsplattform des AWI für die polare Meeresforschung. Inzwischen gehört das Schiff zu den hoch geschätzten, wissenschaftlich erfolgreichen Senioren weltweit. In 2009 begannen am AWI die konzeptionellen Arbeiten für das Nachfolgeschiff – FS ‚Polarstern‘ II. Das AWI arbeitet gemeinsam mit staatlichen Einrichtungen und Experten der deutschen Meeresforschung an der Spezifizierung der wissenschaftlichen Anforderungen und den Ausschreibungsunterlagen für die Entwurfstudien zur Ausführung des Neubaus. Der Bau des Forschungs- und Versorgungseisbrechers FS ‚Polarstern‘ II wird eine der größten Anstrengungen des AWI in den kommenden Jahren sein. Das ehrgeizige Ziel besteht darin, die modernste wissenschaftliche und schiffstechnische Ausstattung für die Expeditionen in die Polarmeere zu implementieren. Damit werden die Voraussetzungen geschaffen, um auch zukünftig neue wissenschaftliche Zielsetzungen in der polaren Meeresforschung in Angriff nehmen zu können.

Für den europäischen Forschungseisbrecher ‚Aurora Borealis‘ wurden die Arbeiten zur technischen Entwurfsplanung sowie die Spezifikationen für die Ausschreibungsunterlagen, koordiniert vom AWI, erfolgreich abgeschlossen. Das neuartige Konzept für einen Eisbrecher der neuen Generation hat in einer Vielzahl von Eistanktests bewiesen, dass das Schiff dynamisch in einer geschlossenen Eisdicke von mehr als zwei Metern positionieren kann und über bislang weltweit einzigartige Eisbrechleistungen verfügt bei gleichzeitig hervorragendem Seegangverhalten im

*Since 1981 the research and supply icebreaker RV ‚Polarstern‘ has been the major research tool of the AWI for polar marine research. In the meantime the ship has become one of the most highly recognised senior vessels world-wide. In 2009 the AWI established the framework structure to develop the concept for its successor – the RV ‚Polarstern‘ II. The AWI started the principal design process in cooperation with governmental bodies and experts from German marine research institutions to identify the scientific requirements and to generate the tendering documents for design studies on scientific performance and ship technology. The construction of the new research and supply icebreaker RV ‚Polarstern‘ II will be one of the greatest tasks for the AWI in the coming years. The ambitious aim is the implementation of state-of-the-art scientific facilities and ship technology as a prerequisite to tackle new and challenging targets of future marine research in the Arctic and Antarctic.*

*The technical design, including the draft of tendering specification documents for the European Research Icebreaker ‚Aurora Borealis‘, was successfully finalised under the coordination of the AWI by 2009. In numerous ice tank tests the innovative concept for a new generation icebreaker has proven its ability to dynamically position itself with high accuracy in closed sea ice cover of more than 2 m thickness. In addition, it features globally unmatched icebreaking performance while maintaining very stable open water performance, even in rough seas. The newly established European Research Icebreaker*

offenen Wasser. Das Europäische Forschungseisbrecher-Konsortium (ERICON) erarbeitet bis zum Jahr 2012 die Rahmendokumente für die wissenschaftliche, finanzielle, politische und rechtliche Implementierung. Dem Konsortium gehören das AWI und weitere 16 Institutionen in 11 Ländern an.

Die Generalreparatur des FS ‚Heincke‘ hatte zum Ziel, eine moderne wissenschaftliche Ausstattung an Bord zur Verfügung zu stellen und Erneuerungen im nautischen und schiffstechnischen Bereich sowie bei den Kommunikationseinrichtungen vorzunehmen. Im Verlaufe von zwei Wertzeiten in den Jahren 2008 und 2009 konnten sämtliche Rekonstruktions- und Installationsarbeiten wie geplant ausgeführt werden. Im Ergebnis der Generalreparatur konnte die Nutzungszeit des Schiffes verlängert werden. Die Verbesserungen und Erneuerungen erfüllen die wissenschaftlichen Anforderungen für die multidisziplinäre Forschung in einem weiten Bereich biologischer, hydrographischer und geophysikalischer Expeditionen in der Nordsee.

**Abb. 10:** Generalreparatur FS ‚Heincke‘ auf der Rickmers-Lloyd-Werft in Bremerhaven

*Fig. 10: Mid-life conversion RV ‚Heincke‘ at Rickmers-Lloyd shipyard in Bremerhaven (Photo: P. Gerchow, AWI)*



*Consortium (ERICON) will generate the framework documents for the scientific, financial, political and legal implementation by 2012. ERICON consists of 17 partners, including the AWI, in 11 countries.*

*The midlife conversion of the RV ‚Heincke‘ was focussed on state-of-the-art replacements of scientific facilities as well as installing new nautical equipment, communication facilities and to replace components in ship technology. During two shipyard stays in 2008 and 2009 all reconstruction and installation work has been carried out as scheduled. As a result the useful lifetime of the vessel has been extended. The improvements and replacements meet present scientific requirements for multipurpose research in a broad range of biological, hydrographic and geo-scientific expeditions in the North Sea.*

#### Forschungsschiffe, Flugzeuge und Polarstationen in 2008 und 2009

Die Expeditionen des FS ‚Polarstern‘ trugen in vielfacher Weise zu den Forschungsprojekten im Rahmen des Internationalen Polarjahres (IPY) bei. Ein Höhepunkt war die zirkumpolare Fahrt durch den Arktischen Ozean im Rahmen der 23. Arktisexpedition (ARK XXIII/3). Besondere logistische und diplomatische Vorbereitungen erforderte das deutsch-indische Projekt LOHAFEX, welches im Rahmen der 25. Antarktisexpedition (ANT XXV/3) im Südatlantik durchgeführt wurde. Jedes Jahr wurden zwei Werftfliegezeiten in Bremerhaven für die Wartungsarbeiten organisiert. Das Schiff war 330 Tage in 2008 und 317 Tage in 2009 auf See.

Das mittelgroße Forschungsschiff FS ‚Heincke‘ führte im gleichen Zeitraum 29 Forschungsfahrten mit biologischen, hydrographischen und geophysikalischen Programmen in der Nordsee durch. Eine Expedition führte bis Spitzbergen und eine weitere in den Nordatlantik. Insgesamt lag das Schiff fast sechs Monate im Rahmen der Generalreparatur in einer Werft in Bremerhaven.

#### Research ships, aircraft and polar stations in 2008 and 2009

*The expeditions of the RV ‚Polarstern‘ contributed to various research projects in the framework of the International Polar Year (IPY). A highlight was the circumpolar voyage in the Arctic Ocean on her 23rd Arctic expedition (ARK XXIII/3). Special logistic and diplomatic efforts were necessary to support the German-Indian project LOHAFEX carried out in the southern Atlantic Ocean during the 25th Antarctic expedition (ANT XXV/3). Every year the vessel berthed twice for maintenance work at the shipyard in Bremerhaven. In 2008 the ship was at sea for 330 days and for 317 days in 2009.*

*During the same period of time the medium sized multipurpose research vessel the RV ‚Heincke‘ successfully performed 29 expeditions with biological, hydrographic, and geo-scientific research programmes in the North Sea. Two voyages proceeded to Svalbard and the northern Atlantic Ocean. Altogether the vessel stayed at a shipyard in Bremerhaven for a midlife conversion for almost 6 months.*

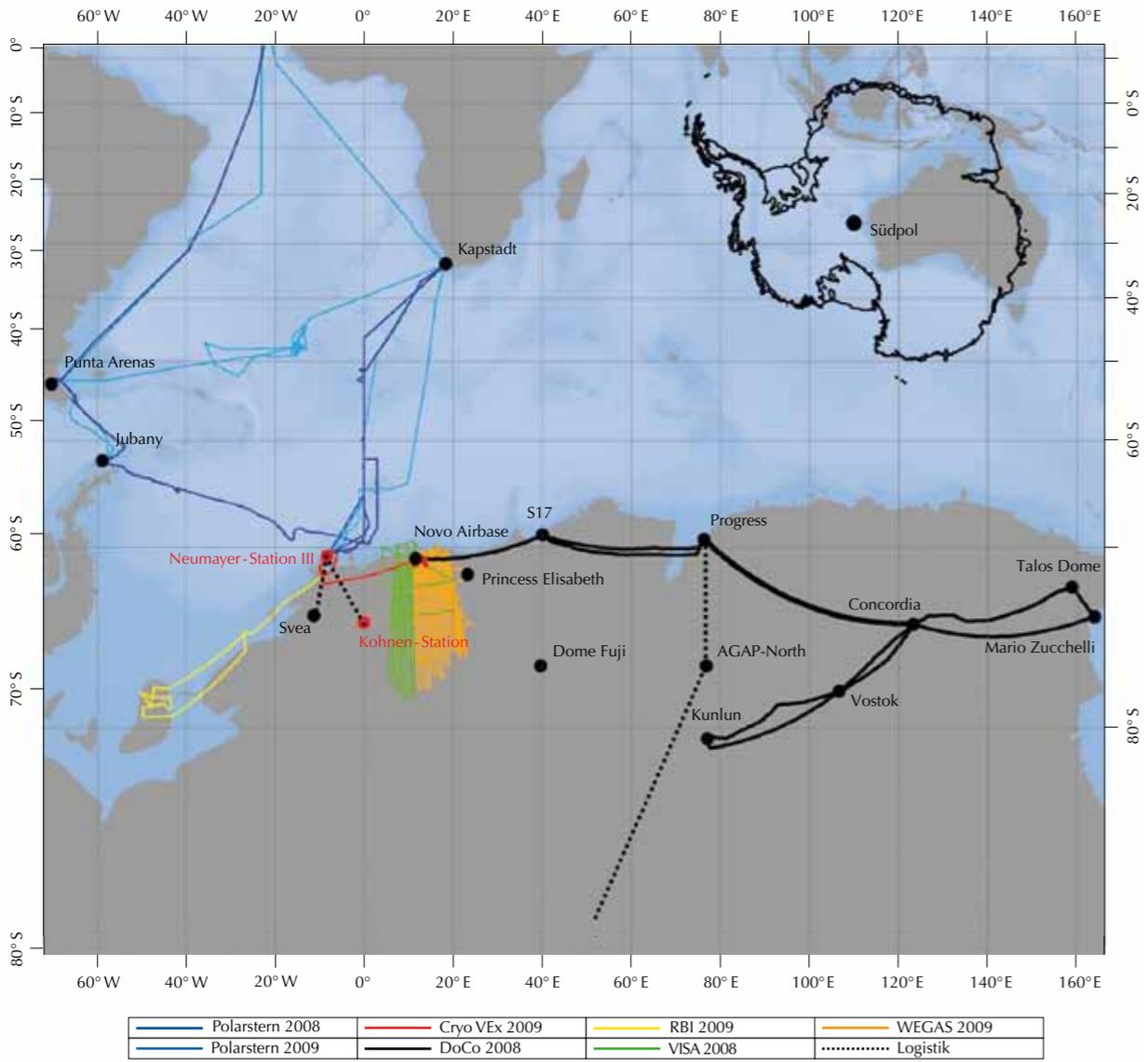


Abb. 11: Die Fahrtrouten der ‚Polarstern‘ sowie die wissenschaftlichen und logistischen Flugmissionen des Polarflugzeugs ‚Polar 5‘ in der Antarktis in den Jahren 2008 und 2009

Fig. 11: The routes of the ‚Polarstern‘ and the scientific flight missions of the polar aircraft ‚Polar 5‘ in the Antarctica in 2008 and 2009 (Graphic: C. Wesche)

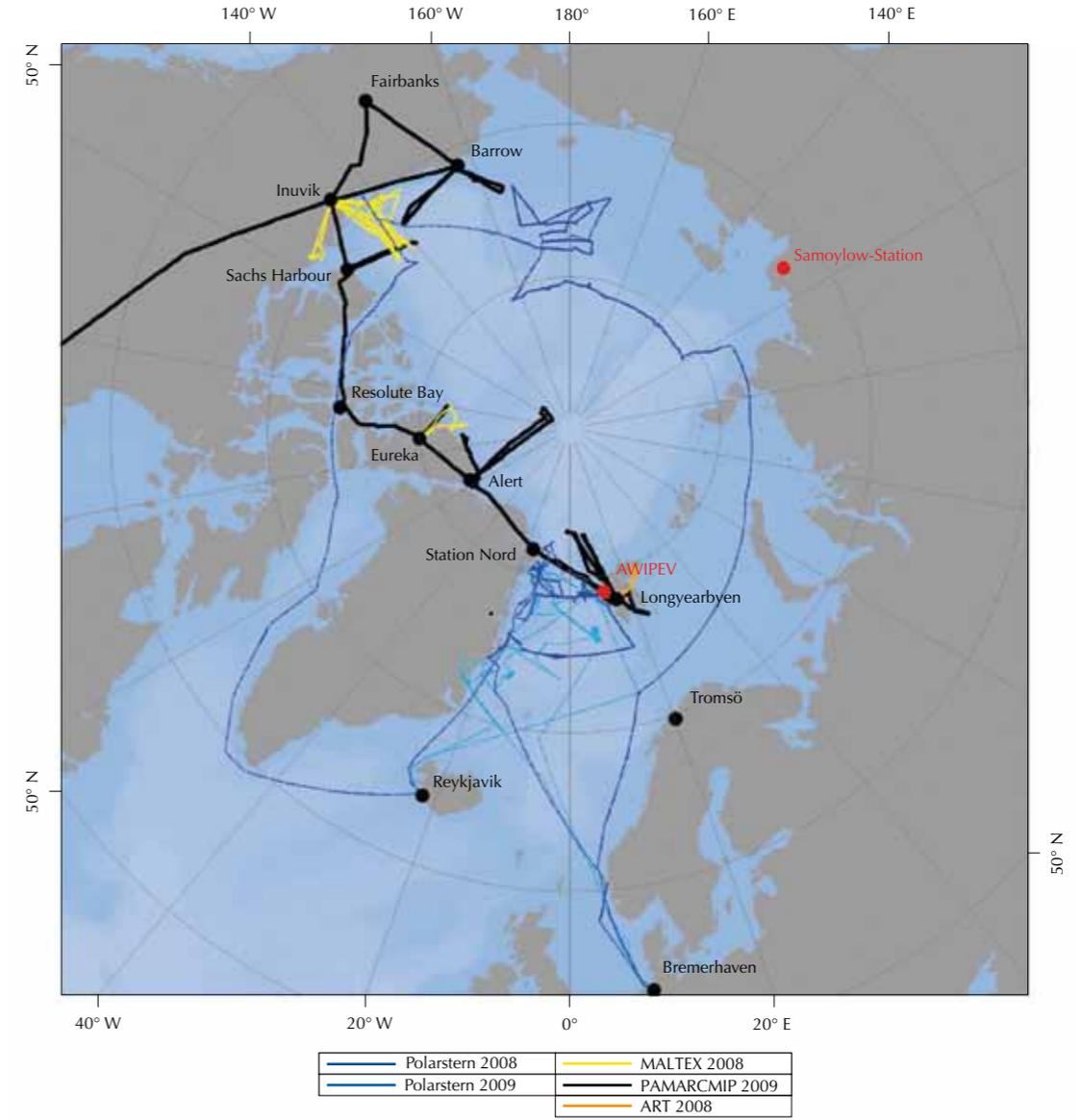


Abb. 12: Die Fahrtrouten der ‚Polarstern‘ sowie die wissenschaftlichen Flugmissionen des Polarflugzeugs ‚Polar 5‘ in der Arktis in den Jahren 2008 und 2009

Fig. 12: The routes of the ‚Polarstern‘ and the scientific flight missions of the polar aircraft ‚Polar 5‘ in the Arctic in 2008 and 2009 (Graphic: C. Wesche)



**Abb. 13:** Forschungsflugzeug ‚Polar 5‘ auf der Mission DoCo 2008/09 an der französisch-italienischen Station Concordia in der Ostantarktis

**Fig. 13:** Research aircraft ‚Polar 5‘ on mission DoCo 2008/09 in front of the French-Italian station Concordia, East Antarctica  
(Photo: D. Steinhage, AWI)

Nach der Indienststellung im November 2007 stellte das neue Forschungsflugzeug ‚Polar 5‘ mit großem Erfolg seine wissenschaftliche und logistische Leistungsfähigkeit unter Beweis. Insgesamt wurden 10 multidisziplinäre Projekte in beiden Polarregionen durchgeführt. Ein Höhepunkt war die Mission DoCo 2008/09, bei der zum ersten Mal die wichtigen Eiskernbohrungen Talas Dome, Dome C, Vostok und Dome A mit hochauflösenden Radarprofilen aneinander angeschlossen werden konnten. PAMARCMIP 2009 war die erste Arktismission mit hoher internationaler Beteiligung. Die große Reichweite des Flugzeuges ermöglichte dabei Messungen atmosphärischer Parameter und der Eisdicke von Svalbard bis nach Inuvik, Alaska. Logistische Aufgaben erfüllte die ‚Polar 5‘ im Rahmen von DROMLAN und unterstützte darüber hinaus das internationale Projekt AGAP in der Ostantarktis sowie die russische Driftstation NP35 in der Arktis.

Die Strategie des AWI, kleinere Polarstationen oder Labors im Rahmen internationaler Partnerschaften zu betreiben, hat sich sehr bewährt. Zahlreiche Forschungsprogramme konnten an diesen Plattformen realisiert werden, wozu auch Beiträge zu den internationalen IPY-Projekten gehörten. Ebenso wurden technische Verbesserungen und Bauarbeiten gemeinsam geplant, deren Realisierung in Angriff genommen wurde.

*After commissioning in November 2007 the new research aircraft ‚Polar 5‘ demonstrated its scientific and logistic abilities with great success. Altogether 10 multidisciplinary projects were carried out in both Polar Regions. A scientific highlight was the mission DoCo 2008/09 connecting the major deep ice core drill sites Talos Dome, Dome C, Vostok, and Dome A in East Antarctica with a high resolution radar profile for the first time. PAMARCMIP 2009 was the first Arctic mission with numerous international participants. The long range of the aircraft made possible measurements of sea ice thickness and atmospheric parameters all the way between Svalbard and Inuvik, Alaska. Logistic flights were performed in the frame of DROMLAN and support was provided to the international project AGAP in East Antarctica, as well as to the Russian drifting station NP35 in the Arctic.*

*The AWI successfully continued the strategy of operating smaller polar research stations or laboratories in the framework of international partnerships. Numerous research programs were performed at these platforms, among them contributions to international IPY projects. Likewise technical improvements and construction work has been jointly planned and will be completed in near future.*

Die permanent besetzte deutsch-französische ‚AWIPEV‘-Forschungsbasis in Ny-Ålesund setzte den Betrieb der Observatorien fort und beherbergte zahlreiche Projektgruppen. AWIPEV sieht sich einer wachsenden Zahl von Projektanträgen gegenüber, die in 2009 zum ersten Mal die Kapazität der Station überstiegen.

An der deutsch-russischen ‚Samoylow-Station‘ im Lena-Delta führten die AWI-Gruppen Feldarbeiten im Rahmen der Permafrost-Forschung durch. Derzeit ist ein neues Stationsgebäude im Bau, welches bessere Lebens- und Arbeitsbedingungen bieten wird. Zukünftig sollen dort auch AWI-GKSS-Projekte im Rahmen der arktischen Küstenforschung durchgeführt werden.

Das deutsch-argentinische ‚Dallmann-Labor‘ an der argentinischen Station Jubany auf King George Island, Antarktis war während der beiden Sommerperioden mit vornehmlich meeresbiologischen Projekten sehr gut ausgelastet. Derzeit wird an der Station Jubany ein neues Gebäude gebaut, in dem alle Wissenschaftler und das technische Personal gemeinsam untergebracht werden können.

*The permanently occupied German-French ‚AWIPEV‘ Arctic Research Base in Ny-Ålesund continued long-term observatory programs and accommodated numerous research groups. AWIPEV faces growing project applications, which were higher than the available capacity for the first time in 2009.*

*At the German-Russian ‚Samoylov Station‘ in the Lena River Delta, AWI project groups mainly carried out field studies in the field of the permafrost research. A new building is under construction to improve accommodation and working conditions. Additionally AWI-GKSS projects on Arctic coastal research are to be accommodated in the near future.*

*The German-Argentinian ‚Dallmann Laboratory‘ at the Argentinian station Jubany on King Georges Island, Antarctica, was well utilised in both summer campaigns, predominantly for marine biology projects. At the Jubany Station a new main building is under construction, in which all scientists and staff will be accommodated.*



*(Photo: U. Maennl, AWI)*

Tabelle 1: FS ‚Polarstern‘-Expeditionen 2008/2009  
 RV ‚Polarstern‘ expeditions in 2008/2009

2008:  
 Seetage: 325, Hafen-/Werfttage:40,  
 Fahrabschnitte: 8

2009:  
 Seetage: 312, Hafen-/Werfttage: 53,  
 Fahrabschnitte: 8

Expedition	Zeitraum	Hafen (ab – an)	Region	Fahrtleitung	Kapitän	Teilnehmer AWI/Andere	Inhaltliche Schwerpunkte
ANT XXIV/2	28.11.07 – 04.02.08	Kapstadt – Neumayer – Kapstadt	Weddellsee	Bathmann	Pahl	9/44	Biologie, ANDEEP-SYSTCO, SCACE, Vers. NM/Kohnen/EPICA
ANT XXIV/3	06.02.08 – 16.04.08	Kapstadt – Neumayer – Punta Arenas	Weddellsee, Drakepassage	Fahrbach	Schwarze	14/48	Geowiss., phys. Ozeanographie; CASO, Geotraces, Versorgung NM und Jubany
ANT XXIV/4	18.04.08 – 20.05.08	Punta Arenas – Bremerhaven	Transfer	Macke	Schwarze	8/20	Meteorologie
–	22.05.08 – 12.06.08	Bremerhaven	Werft	–	Schwarze/Pahl	–	–
ARK XXIII/1	12.06.08 – 02.07.08	Bremerhaven – Longyearbyen	Grönlandsee	Budéus	Pahl	7/21	phys. Ozeanographie, Biologie, planetare Geodäsie
ARK XXIII/2	04.07.08 – 10.08.08	Longyearbyen – Reykjavik	Framstraße	Kattner	Pahl	21/22	phys. Ozeanographie, Biologie, planetare Geodäsie, DAMOCLES
ARK XXIII/3	12.08.08 – 17.10.08	Reykjavik – Bremerhaven	Arktischer Ozean	Jokat	Schwarze	–	Geologie, Geophysik, phys. Ozeanographie, Biologie, AMEX-2008, DAMOCLES
–	17.10.08 – 31.10.08	Bremerhaven	Werft	–	Schwarze/Pahl	–	–
ANT XXV/1	31.10.08 – 03.12.08	Bremerhaven – Kapstadt	Transfer	Kattner	Pahl	9/28	DOM, Biooptik, OCEANET
ANT XXV/2	05.12.08 – 05.01.09	Kapstadt – Kapstadt	Lazarevsee	Boebel	Schwarze	16/36	ozeanogr. Akustik, MABEL, Vers. NM
ANT XXV/3	07.01.09 – 17.03.09	Kapstadt – Punta Arenas	Südatlantik	Smetacek	Schwarze	8/45	LOHAFEX
ANT XXV/4	21.03.09 – 09.04.09	Punta Arenas – Punta Arenas	Drakepassage	Provost	Pahl	6/44	CASO - DRAKE
ANT XXV/5	11.04.09 – 24.05.09	Punta Arenas – Bremerhaven	Transfer	Zenk/El Naggar	Pahl	14/17	OCEANET
–	24.05.09 – 20.06.09	Bremerhaven	Werft	–	Pahl	–	–
ARK XXIV/1	20.06.09 – 10.07.09	Bremerhaven – Longyearbyen	Grönlandsee	Budéus	Pahl	16/20	DAMOCLES, ACOBAR
ARK XXIV/2	10.07.09 – 03.08.09	Longyearbyen – Reykjavik	Framstraße	Klages	Schwarze	18/32	HAUSGARTEN, LOOME
ARK XXIV/3	05.08.09 – 25.09.09	Reykjavik – Bremerhaven	Nord-Grönlandsee	Jokat	Schwarze	17/29	Geophysik, planetare Geodäsie, Landoperationen
–	25.09.09 – 16.10.09	Bremerhaven	Werft	–	Schwarze/Pahl	–	–
ANT XXVI/1	16.10.09 – 25.11.09	Bremerhaven – Punta Arenas	Transfer	Macke	Pahl	–	OCEANET
ANT XXIV/2	27.11.09 – 26.01.10	Punta Arenas – Wellington	Südpazifik	Gersonde	Pahl	22/21	BIPOMAC

Tabelle 2: FS ‚Heincke‘-Expeditionen 2008/2009  
RV ‚Heincke‘ expeditions in 2008/2009

2008:  
Seetage: 192, Hafen-/Werfttage: 173, 15 Fahrten

2009:  
Seetage: 206, Hafen-/Werfttage: 159, 20 Fahrten

Expedition	Zeitraum	Region	Fahrtleitung	Kapitän	Teilnehmer AWI/Andere	Inhaltliche Schwerpunkte
HE283	25.03.08 – 29.03.08	Deutsche Bucht	Grossart, Uni Oldenburg	Voss	0 / 11	Planktodynamik Deutsche Bucht
HE284	01.04.08 – 02.04.08	Deutsche Bucht	Bijma, AWI	Voss	7 / 12	Studentenpraktikum Jacobs-Uni, Bremen
HE285	03.04.08 – 18.04.08	Deutsche Bucht	Joschko/Schröder, AWI	Voss	24 / 0	BeoFINO II, Offshore-Testfeld „Alpha ventus“
HE286	–	–	–	–	–	–
HE287	28.04.08 – 07.05.08	Nordsee	Röttgers, GKSS	Voss	0 / 9	Untersuchung bio-optischer und planktonphysiologischer Parameter
HE283-1	12.05.08 – 14.05.08	Deutsche Bucht	Simon, Uni OL	Voss	0 / 12	Planktodynamik Deutsche Bucht. Fortsetzung von 283
HE288	17.05.08 – 06.06.08	Spitzbergen	Schlüter, AWI	Voss	6 / 5	geochemische Untersuchungen Wassersäule und Sedimente
HE289	10.06.08 – 03.07.08	Nordatlantik, Orkneys	Schütt, AWI	Voss	5 / 7	Meeresbiologische Probennahme (Quallen, Seeanemonen)
HE290	06.07.08 – 28.07.08	Ostsee	Voß, IOW Warnemünde	Ricke	2 / 10	Ozeanversauerung in Mesokosmen/SOPRAN
HE291	01.08.08 – 19.08.08	Deutsche Bucht	Schröder/Gutow, AWI	Voss	18 / 0	BeoFINO II, Offshore-Testfeld „Alpha ventus“
HE292	21.08.08 – 05.09.08	Ärmelkanal, Atlantik	Knust, AWI	Voss	3 / 18	Universitäre Ausbildung Uni Bremen
HE293	08.09.08 – 13.09.08	Nordsee	Buschbaum, AWI	Voss	6 / 3	Langzeitforschung Benthos und Sedimente in der Nordsee
HE294	12.09.08 – 23.09.08	Nordsee	Hass, AWI	Voss	5 / 3	Geologisch-sedimentologisch 3 Untersuchungen zur Sedimentdynamik
HE295	26.09.08 – 10.10.08	Deutsche Bucht	Thorwart/Rabbel, Uni Kiel	Voss	0 / 12	seism. Untersuchungen FNO 3, seeseismisches Praktikum Uni Kiel
HE296	12.10.08 – 24.10.08	Nordsee	Schröder, AWI	Voss	12 / 0	Langzeitforschung Benthos und Sedimente in der Nordsee
HE297	27.10.08 – 04.11.08	Nordsee	Zielinski, Hochschule Bremerhaven	Voss	0 / 11	Praktikum/Ausbildung Hochschule Bremerhaven
HE298	09.03.09 – 17.03.09	Deutsche Bucht	Schönfeld, GKSS	Voss	0 / 11	Untersuchung bio-optischer und planktonphysiologischer Parameter
HE299	23.03.09 – 27.03.09	Deutsche Bucht	Grossart, Uni Oldenburg	Voss	0 / 33	Planktodynamik Deutsche Bucht
HE300	29.03.09 – 09.04.09	Deutsche Bucht	Schröder, AWI	Voss	12 / 1	Langzeitreihen Benthos und Fisch
HE301	13.04.09 – 17.04.09	Deutsche Bucht	Bijma, AWI	Voss	25 / 0	Praktikumsfahrt
HE302	21.04.09 – 14.05.09	Nordsee/Irische See	Krock, AWI	Voss	6 / 16	NORCOHAB I, Untersuchung toxischen Phytoplanktons
HE303	15.05.09 – 25.05.09	Deutsche Bucht	Röttgers, GKSS	Voss	0 / 12	Untersuchung bio-optischer und planktonphysiologischer Parameter
HE304	27.05.09 – 02.06.09	Deutsche Bucht	Emeis, Uni Hamburg	Voss	0 / 12	Denitrifizierungsraten Nordsee/DENISE

Tabelle 2 (Forts.): FS ‚Heincke‘-Expeditionen 2008/2009  
*RV ‚Heincke‘ expeditions in 2008/2009*

Expedition	Zeitraum	Region	Fahrtleitung	Kapitän	Teilnehmer AWI/Andere	Inhaltliche Schwerpunkte
HE305	05.06.09 – 15.06.09	Deutsche Bucht	Flöter, Uni Hamburg	Voss	0 / 18	NORteach
HE306	19.06.09 – 29.06.09	Deutsche Bucht	Berndt/Thorwart, Uni Kiel	Voss	0 / 21	Seeseismisches Praktikum Uni Kiel
HE307	02.07.09 – 24.07.09	Nordsee	Schütt, AWI	Ricke	3 / 8	Meeresbiologische Probennahme (Quallen, Seeanemonen)
HE308	28.07.09 – 05.08.09	Deutsche Bucht	Petersen, GKSS	Voss	0 / 11	Unters. bio-optischer und planktonphys. Parameter, Habitat von Seevögeln
HE309	08.08.09 – 21.08.09	Deutsche Bucht	Krägefsky, AWI	Voss	11 / 1	Langzeitforschung Fisch und Benthos
HE310	26.08.09 – 05.09.09	Deutsche Bucht	Hass, AWI	Voss	6 / 0	Geologisch-sedimentologisch 3 Untersuchungen zur Sedimentdynamik
HE311	06.09.09 – 10.09.09	Deutsche Bucht	Buschbaum, AWI	Voss	6 / 1	Langzeitforschung Benthos und Sedimente in der Nordsee
HE312	14.09.09 – 26.09.09	Deutsche Bucht	Ziemer, GKSS	Voss	0 / 16	COSYNA Strömung
HE313	29.09.09 – 11.10.09	Deutsche Bucht	Schröder/Gutow, AWI	Zobel Günter Hechler	11 / 0	Benthos-Fischereidauerstationen
HE314	17.10.09 – 25.10.09	Deutsche Bucht	Krastel/Thorwart, Uni Kiel	Hechler	0 / 22	seism. Untersuchungen FINO 1/3, Praktikum Uni Kiel
HE315	29.10.09 – 04.11.09	Ostsee	Schmidt, IOW Warnemünde	Hechler	0 / 9	BMP Monitoring
–	08.12.09 – 12.12.09	Nordsee	–	Voss	–	1. Probefahrt Norwegen
–	14.12.09 – 15.12.09	Deutsche Bucht	–	Voss	–	2. Probefahrt Helgoländer Bucht

Tabelle 3: Flugzeugeinsätze mit ‚Polar 5‘ 2008/2009  
*Aircraft missions in 2008/2009*

Projekt	Zeitraum/Flugzeuge	Region/Operationsbasis	Flugstunden	Anzahl Messflüge	Leitung	Teilnehmer AWI/Andere	Inhaltliche Schwerpunkte
VISA	07.01.08 – 06.02.08	Novo Runway	59	21 / 8	Steinhage	2 / 6	Aeromagnetik, Aerogravmetrie, Eisdicken, Logistik (DROMLAN)
DoCo	15.01.08 – 23.01.08	Ostantarktis	50	10 / 9	Steinhage	1/5	Eisdicken und Eisschildstruktur
MELTEX	11.05.08 – 07.06.08	Innuvik, Eureka (Kanada)	103 / 27	24 / 18	Birnbaum	2 / 10	Grenzschichtmeteorologie
FMCW-Test	04-07.08 – 12.07.08	Longyearbyen (Svlbard)	32	14 / 2	Steinhage	2 / 6	Systemtest (Eisschildstruktur), Logistik
MaMap	06.11.08 – 13.11.08	Amerika	33	11 / 11	Tretner	1 / 6	Methanemissionen (Messkampagne wurde während des Transits in die Antarktis durchgeführt)
CryoVEx ANT	21.11.08 – 31.12.08	Novo Runway, Neumayer (Antarktis)	89	32 / 4	Helm	3 / 7	Eisschildrelief, Logistik (AGAP-N,DROMLAN)
CryoVEx ANT	01.01.09 – 04.01.09	Novo Runway, Neumayer (Antarktis)	4	1 / 1	Helm	2 / 6	Eisschildrelief
Reconnaissance Berkner Island	05.01.09 - 08.01.09	Neumayer, Halley (Antarktis)	15	3 / 3	Steinhage	2 / 6	Eismächtigkeit und Eisschildstruktur
WEGAS	09.01.09 – 23.02.09	Novo Runway, Neumayer	150	53 / 22	Steinhage	2 / 6	Aerogravmetrie, Eisdicken, Logistik (DROMLAN)
PAM-ARCMIP	30.03.09 – 28.04.09	Westliche Arktis	106 / 24	28 / 28	Herber	4 / 11	Atmosphären Physik (Aerosole, Spurengase,...), Meereisdicken
WEGAS offshore	03.12.09 – 31.12.09	Novo Runway, Neumayer	11	64 / 64	Steinhage	3 / 7	Aerogravmetrie, Eisdicken, Logistik (DROMLAN)

Tabelle 4: Arktische und Antarktische Landexpeditionen 2008/2009  
*Arctic and Antarctic land expeditions in 2008/2009*

Expedition	Zeitraum	Region/ Mittlere Koordinaten	Leitung Teilnehmende Institutionen	Teilnehmer AWI/Andere	Inhaltliche Schwerpunkte
API 2008 (Antarctic Peninsula 2008)	14.01.08 – 14.02.08	Basis Bernardo O'Higgins, Antarktische Halbinsel (63° 19' S, 57° 54' W)	Hanno Meyer, AWI Universidad de Concepcion (UDEC, Chile) Chilenische Armee (DAE)	2 / 3	Glaziologische, geophysikalische und mikrobiologische Feldarbeiten
API 2009 (Antarctic Peninsula 2009)	05.01.09 – 18.02.09	Basis Bernardo O'Higgins, Antarktische Halbinsel (63° 19' S, 57° 54' W) King George Island (62° 11' S, 58° 54' W)	Hanno Meyer, AWI Universidad de Magallanes (UMAG, Chile) Chilenische Armee (DAE)	2 / 3	Glaziologische, geophysikalische Feldarbeiten
China 2008 - Frühjahrskampagne	02.03.08 – 18.03.08	NE' Tibetplateau, Donggi-Cona-See, 35° 15' N, 98° 30' E	Bernhard Diekmann, AWI FU Berlin, RWTH Aachen, Nanjing Institute of Geography & Limnology (NIGLAS)	2 / 6	Paläolimnologie und Rekonstruktion der klimagekoppelten Landschaftsgenese der letzten 20.000 Jahre
China 2009 - Sommerkampagne	20.08.09 – 29.09.09	NE' Tibetplateau, Donggi-Cona-See, 35° 15' N, 98° 30' E	Bernhard Diekmann, AWI, Bernd Wünnemann, FU Berlin RWTH Aachen, Nanjing Institute of Geography & Limnology (NIGLAS)	2 / 18	Paläolimnologie und Rekonstruktion der klimagekoppelten Landschaftsgenese der letzten 20.000 Jahre
Barrow Alaska 2008	02.07.08 – 14.07.08	Barrow, Alaska, USA 71° 20' N, 156° 30' W	Paul Overduin, AWI	1 / 2	submariner Permafrost, Küstenerosion, Permafrostbohrung
Barrow Alaska 2009	04.04.09 – 17.04.09	Barrow, Alaska, USA 71° 20' N, 156° 30' W	Paul Overduin, AWI	1 / 2	submariner Permafrost, Küstenerosion, Permafrostbohrung
East Beringia 2008	26.06.08 – 18.07.08	Seward Halbinsel, Alaska	Dr. Guido Grosse (UAF) University of Fairbanks, AWI, FI Senckenberg	4 / 2	Periglaziallandschaften und quartäre Umweltgeschichte
Polar Bear Pass 2008	26.07.08 – 04.08.08	Bathurst Island, Kanada 75° 43' N, 98° 25' W	Kathy Young, York University, AWI	2 / 3	Energie- und Wasserhaushalt, Fernerkundung
Polar Bear Pass 2009	10.07.09 – 31.07.09	Bathurst Island, Kanada 75° 43' N, 98° 25' W	Kathy Young, York University, AWI	3 / 6	Energie- und Wasserhaushalt, Fernerkundung, Methan- und CO <sub>2</sub> -Flüsse
Yukon Coast 2008	20.07.08 – 18.08.08	Yukon Küste und Herschel Island	Hugues Lantuit, AWI McGill University	2 / 6	Paläoklima, Vegetation, Permafrost, Küstenerosion
Yukon Lakes 2009	12.04.09 – 10.05.09	Yukon Küste und Herschel Island	Hugues Lantuit, AWI McGill University	3 / 3	Paläoklima, Seesedimente, Permafrost

Tabelle 4 (Forts.): Arktische und Antarktische Landexpeditionen 2008/2009  
*Arctic and Antarctic land expeditions in 2008/2009*

<b>Expedition</b>	<b>Zeitraum</b>	<b>Region/ Mittlere Koordinaten</b>	<b>Leitung Teilnehmende Institutionen</b>	<b>Teilnehmer AWI/Andere</b>	<b>Inhaltliche Schwerpunkte</b>
Yukon Coast 2009	21.07.09 – 19.08.09	Yukon Küste und Herschel Island	Hugues Lantuit, AWI McGill University	4 / 4	Paläoklima, Permafrost, Küstenerosion
Lena Delta-Laptev Sea Coastal Group 2008	06.08.08 – 22.08.08	Lena Delta, Buor Khaya Bay, Sibirien 72° N 126° E - 71° 40' N 129° E	Paul Overduin, AWI	7 / 1	Küstendynamik, Permafrost, Kohlenstoffzyklus, Biologie des Deltas
Lena Delta 2008	01.07.08 – 03.09.08	Lena-Delta, Sibirien, 72.2° N/126.3° E	Hans-Wolfgang Hubberten, AWI, D.Yu. Bolshiyarov, AARI, M.N. Grigoriev, PIY, Yakutsk	10 / 19	Langzeituntersuchungen von Permafrost/Periglaziallandschaften
Lena Delta 2009	24.06.09 – 28.08.09	Lena-Delta, Sibirien, 72.2° N/126.3° E	Hans-Wolfgang Hubberten, AWI, D.Yu. Bolshiyarov, AARI, M.N. Grigoriev, PIY, Yakutsk	14 / 21	Langzeituntersuchungen von Permafrost/Periglaziallandschaften
Elgygytgyn 2008	26.10.08 – 12.12.08	Tschukotka, NO Russland	Georg Schwamborn, AWI Fedorov, AARI	3 / 4	Quartäre Periglazialdynamik im Elgygytgyn-Impaktkrater
Kolyma 2008	28.07.08 – 05.09.08	Untere Kolyma, Duvanny Yar, Nordost-Sibirien	Dimitrii Davidov-Fjodorov, Institut für Probleme der Bodenkunde der Russischen Akademie der Wissenschaften Pushchino, University of Fairbanks, AWI	2 / 6	Einfluss von Klimaschwankungen auf periglaziale Kleingewässer und Bodenbedingungen in sibirischen Permafrostgebieten



8. Nationale und internationale Zusammenarbeit  
*National and international cooperation*

9. Wissenschaftliches Rechenzentrum  
*Scientific data processing centre*

10. Bibliothek | *Library*



Zusammenkommen ist ein Beginn, zusammenbleiben ist ein Fortschritt, zusammenarbeiten ist ein Erfolg. (Henry Ford, aus dem Englischen übersetzt)

## 8. Nationale und internationale Zusammenarbeit

Der Beginn der Polar- und Meeresforschung am Anfang des 19. Jahrhunderts war von individuellen Wissenschaftlern und Entdeckern geprägt, die bekannte nationale Helden und oftmals Rivalen um den Triumph waren. Die Zeiten der Konkurrenz und der Rennen zu den Polen sind jedoch lange vorbei. Moderne Polar- und Meeresforschung wäre ohne gute nationale und internationale Zusammenarbeit undenkbar. Das Alfred-Wegener-Institut (AWI) wurde 1980 gegründet als das Koordinationszentrum der Deutschen Polarforschung mit dem Zweck u.a. wichtige Infrastruktur der nationalen und internationalen Wissenschaft zur Verfügung zu stellen. Kollaboration ist jedoch nicht auf gemeinsame Benutzung von Großgeräten wie Forschungsschiffen, Flugzeugen oder Stationen beschränkt. Fortschritt in wissenschaftlicher Forschung wäre heutzutage ohne Zusammenarbeit von Instituten und Wissenschaftlern unmöglich. Das AWI ist ein weltweit anerkanntes Exzellenzzentrum für Polar- und Meeresforschung, und die meisten Arbeiten und Publikationen werden in Zusammenarbeit mit Partnern von anderen natio-

*Coming together is a beginning; keeping together is progress; working together is success. (Henry Ford)*

## 8. National and international cooperation

*The early days of polar and marine research in the 19th century were characterised by individual scientists and explorers, who became well known national heroes and often rivals for glory. The days of competition and races to the poles are long gone, and modern polar and marine research would be unthinkable without good national and international collaboration. The Alfred Wegener Institute (AWI) was founded in 1980 as the coordinating centre for German polar research and to make important infrastructure available to national and international science. Collaboration, however, is not limited to the shared use of large equipment such as research vessels, planes and stations. Progress in scientific research itself is nowadays impossible without cooperation between institutes and scientists. The AWI is a world-wide recognised Centre of Excellence for polar and marine research, and most of the work and publications are done in close collaboration with partners from other national and international*

nen Organisationen und Instituten ausgeführt. Dies ist unumgänglich: Die natürlichen Systeme und Prozesse in den Polarregionen und in der Marinen Umwelt sind sehr komplex. Vor ein bis zwei Jahrhunderten war es einem einzelnen Wissenschaftler noch möglich, ein natürliches Phänomen ‚zu entdecken‘ - aber das Verständnis der komplexen Hintergrundfaktoren, und wie diese miteinander reagieren und sich beeinflussen, geht in den meisten Fällen über die Kapazität selbst des besten Forschers hinaus. Moderne Technologie offenbart ständig neue Beziehungen und Rückkopplungen zwischen den chemisch/physikalischen Eigenschaften der Meere und Atmosphäre mit den Ökosystemen und Organismen (einschließlich des Menschen), die die Polarregionen und Meere bewohnen oder von ihnen abhängig sind. Die Dynamik und Komplexität der natürlichen Umwelt bleibt eine Herausforderung, speziell jetzt, da menschliche Aktivitäten anfangen, die natürlichen Prozesse zu beeinflussen und zu ändern. Eine Herausforderung, die nur in einer disziplin- und grenzenübergreifenden Zusammenarbeit von Menschen und Institutionen angegangen werden kann.

*organisations and institutes. This is inevitable: the natural systems and processes in the polar and marine environment are very complex. One or two centuries ago, an individual scientist might have been able to ‘discover’ a certain natural phenomenon - but understanding the complex underlying factors, how they interact and influence each other, is in most cases beyond the capacity of even the brightest expert. Modern technology is constantly revealing new linkages and feedbacks between the physical/chemical properties of our seas and atmosphere with the ecosystems and organisms (including human beings), which live in, or depend on, the polar and marine realms. The dynamic and complexity of the natural world remains a challenge, especially now that human activity is starting to interfere with and change natural processes: a challenge, which can only be addressed by collaboration between people and institutions, across disciplines and borders.*

Entsprechend den ursprünglichen Absichten hat das AWI ein starkes Netzwerk von lokalen, nationalen und internationalen Partnern aufgebaut. Auf der lokalen Ebene hat das AWI enge Verbindungen mit der Universität und klein-/mittelständischen Unternehmen in Bremerhaven, speziell auf dem Gebiet der Entwicklung Mariner Technologien, z.B. im Zusammenhang mit dem Institut für Marine Ressourcen (IMARE). Das AWI ist ein Partner in dem Klimahaus® Bremerhaven 8° Ost, das am 25. Juni 2009 eröffnet wurde. Das AWI ist ebenfalls ein Mitglied in dem Verein "Nordwest-Verbund Meeresforschung" (NWVM), der u.a. die Universitäten Oldenburg und Bremen beinhaltet.

Alle Professoren am AWI sind über gemeinsame Berufungen mit den Universitäten Bremen, Potsdam, Oldenburg, Hamburg, Kiel und Göttingen und der Jacobs Universität Bremen benannt worden, wo auch die meisten AWI Doktoranden eingeschrieben sind. Sie alle sind eingebunden und Partner in verschiedenen, gemeinsamen Unternehmungen, von speziellen Zentren (z.B. dem Zentrum für Marine Umweltwissenschaften, (MARUM), an der Universität Bremen), Graduierten Schulen (z.B. GLOMAR, POLMAR), virtuellen Instituten (z.B. MARTECH, WDC-MARE) und großen, inter-/transdisziplinären Wissenschaftsclustern, z.B. dem Potsdamer Forschungs- und Technologieverbund zu Naturgefahren, Klimawandel und Nachhaltigkeit. Ein neuer Weg in der Zusammenarbeit wurde mit dem Max-Planck-Institut für Marine Mikrobiologie in Bremen beschritten durch die Bildung einer gemeinsamen HGF/MPG Gruppe für Tiefsee-Ökologie und -Technologie in 2009.

*True to the original intentions, the AWI has built a strong network of local, national and international partners. At the local level, the AWI has close ties to the University and small companies in Bremerhaven, especially as regards marine technology development, for example in the context of the Institute of Marine Resources (IMARE). The AWI is a partner in the "Klimahaus® Bremerhaven 8° Ost", which opened on 25 June 2009. The AWI is also a strong member of the 'North-Western Marine Research Association' (NWVM), which includes, among others, the Universities of Oldenburg and Bremen.*

*All Professors at the AWI were jointly appointed by the universities of Bremen, Potsdam, Oldenburg, Hamburg, Kiel and Göttingen, where most of the PhD students are also accredited. They are engaged by and partners in various joint endeavours, ranging from dedicated centres (e.g. the MARUM Research Centre for Marine Environmental Sciences at the university in Bremen), graduate schools (e.g. GLOMAR, POLMAR), virtual institutes (e.g. MARTECH, WDC-MARE) to large, inter- and transdisciplinary research clusters, e.g. the Potsdam Research Cluster for Georisk Analysis, Environmental Change and Sustainability. A new way of collaboration was established in 2009 with the Max Planck Institute for Marine Microbiology in Bremen by forming a joint HGF-MPG Group for Deep Sea Ecology and Technology.*

Auf der nationalen Ebene hat das AWI, innerhalb der Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren und als Mitglied des HGF Forschungsbereichs „Erde und Umwelt“, sehr enge Beziehungen zu dem Forschungszentrum Jülich, dem Karlsruher Institut für Technologie, dem Deutschen GeoForschungszentrum GFZ, dem Deutschen Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt, dem Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung - UFZ und dem GKSS-Forschungszentrum Geesthacht. Die GKSS ist ebenfalls ein Partner des AWI in dem PACES (Polar Regions and Coasts in a Changing Earth System) Programm, das in 2009 startete und darauf abzielt, die Rolle der Prozesse in den Hohen Breiten auf den vergangenen, derzeitigen und zukünftigen Wandel in dem System Erde zu identifizieren. Um diese anspruchsvollen Ziele zu erreichen sind Kollaborationsvereinbarungen zur Zusammenarbeit, zum Austausch von Daten und Informationen und zu der gemeinsamen Benutzung von moderner und hochentwickelter Infrastruktur für Küsten-, Meeres- und Polarforschung, notwendig. Ähnliche Zusammenarbeit verfolgt das AWI auch unter dem HGF Großprojekt „Coastal Observation System for Northern and Arctic Seas“ (COSYNA), das in enger Beziehung zu dem Konsortium Deutsche Meeresforschung (KDM) durchgeführt wird, und in dem Bereich Klimawandel, z.B. im Zusammenhang mit dem neuen Helmholtz-Verbund Regionale Klimaänderungen (REKLIM), dem Deutschen Klima-Konsortium (DKK) und dem Klimabüro für Polargebiete und Meeresspiegelanstieg, das im Oktober 2008 am AWI gegründet wurde.

*At the national level, the AWI, within the Helmholtz Association of German Research Centres and as a member of the HGF Forschungsbereich "Erde und Umwelt", collaborates closely with the Forschungszentrum Jülich, the Karlsruhe Institute of Technology, the GFZ German Research Centre for Geosciences, the German Research Centre for Environmental Health, the Helmholtz Centre for Environmental Research - UFZ and the GKSS Research Centre in Geesthacht. The latter is also a partner of the AWI in the PACES (Polar Regions and Coasts in a Changing Earth System) programme, which started in 2009 and aims at identifying the role of processes at high latitudes on past, current and future changes of the Earth system. Achieving these ambitious aims relies on collaborative agreements to work together, exchange data / information and share sophisticated, modern infrastructure for coastal, ocean and polar research. Similar collaboration is pursued by the AWI under the HGF project Coastal Observation System for Northern and Arctic Seas (COSYNA), which is carried out in close association with the German Marine Research Consortium (KDM), and as regards climate change, e.g. in the context of the new HGF Regional Climate Change Initiative (REKLIM), the German Climate Consortium (DKK), and the Climate Service Centre for polar regions and sea level rise, established in October 2008 at the AWI.*

**Abb. 1: Internationale Zusammenarbeit: Kooperationsvereinbarungen des Alfred-Wegener-Instituts mit Partnern in europäischen Ländern**

**Fig. 1: International cooperation: agreements between the AWI and European partners**



**Abb. 2: Internationale Zusammenarbeit: Kooperationsvereinbarungen des Alfred-Wegener-Instituts mit Partnern in außereuropäischen Ländern**

**Fig. 2: International cooperation: agreements between the AWI and non-European partners**

Auf der internationalen Ebene führt das AWI auch weiterhin starke und erfolgreiche Partnerschaften fort mit vielen anderen, großen Instituten der Marine- und Polarforschung in Europa (s. Abb. 1), einschließlich des British Antarctic Survey (BAS), der Sir Alister Hardy Foundation for Ocean Science und des National Oceanographic Centre Southampton in Großbritannien, des Französischen Research Institute for Exploitation of the Sea (IFREMER) und des Französischen Polar Institute Paul Emile Victor (IPEV), mit dem das AWI die Forschungsstation AWIPEV gemeinsam auf Spitzbergen (Norwegen) betreibt. Zusätzlich kollaboriert das AWI mit dem Norwegischen Polar Institut und dem Norwegischen Meteorological Institute in Oslo und den Universitäten in Bergen und Tromsø, Norwegen.

Gemeinsame Aktivitäten und Zusammenarbeit erfolgen ebenfalls unter großen, inter- und multidisziplinären EG-Forschungsverbundvorhaben sowie anderen EU Gremien, wie z.B. der European Science Foundation (ESF), dem European Polar Board und dem European Marine Board. Das AWI nimmt ebenfalls teil, führt, oder ist ein wichtiger Partner in ungefähr 140 europäischen Projekten, einschließlich EPICA (European Project for Ice Coring in Antarctica), das in 2008 die renommierte Descartes Auszeichnung erhielt, und Initiativen unter Leitung des European Strategy Forum on Research Infrastructures (ESFRI).

Vor allem die Forschungen und Expeditionen des AWI in den Polargebieten machen eine starke Zusammenarbeit mit Partnern von außereuropäischen Ländern unabdingbar (siehe Abb. 2). Das

At the international level, the AWI continues the strong and successful partnership with many other large marine and polar research institutes across Europe (see Fig. 1), including the British Antarctic Survey (BAS), the Sir Alister Hardy Foundation for Ocean Science and the National Oceanographic Centre Southampton in the UK, the French Research Institute for Exploitation of the Sea (IFREMER) and the French Polar Institute Paul Emile Victor (IPEV), with whom the AWI jointly operates the research station AWIPEV at Svalbard, Norway. In addition, the AWI collaborates with the Norsk Polar Institut and the Norwegian Meteorological Institute in Oslo and the universities in Bergen and Tromsø, Norway. Joint activities and collaboration also takes place within large, inter- and multidisciplinary EU-funded research projects and EU forums, such as the European Science Foundation (ESF), the European Polar Board and the European Marine Board. The AWI is engaged in, leads, or is a major partner, in around 140 of such European projects, including EPICA (European Project for Ice Coring in Antarctica), which received the prestigious Descartes Award in 2008, and several initiatives under the European Strategy Forum on Research Infrastructures (ESFRI).

Especially the polar research and the expeditions of the AWI necessitate strong collaboration with partners from many countries around the world (see Fig. 2). The AWI is an active member of the Scientific

AWI ist ein aktives Mitglied in dem Scientific Committee on Antarctic Research (SCAR) und dem Internationalen Arctic Science Committee (IASC), für das es seit 1. Januar 2009 das Sekretariat beherbergt. Das Internationale Polarjahr 2007/8 (das zwei vollständige Jahreszyklen abdeckte und sich von März 2007 bis März 2009 erstreckte), sah einen noch nie dagewesenen Umfang internationaler Zusammenarbeit in über 200 Projekten mit tausenden von Wissenschaftlern aus über 60 Nationen, die ein weites Spektrum von physikalischen, biologischen und sozialen Untersuchungen durchführten.

In der 2008-9 Berichtsperiode stieg die Anzahl der Übereinkommen und Absichtserklärungen zur Kollaboration des AWI mit außereuropäischen Organisationen auf über 40.

In der Arktis sind die größten Kooperationspartner russische Forschungsinstitute und Agenturen, mit denen gemeinsame Expeditionen und Forschungsprojekte sowohl an Land als auch zu See in der russischen Arktis durchgeführt werden. In den letzten zwei Jahren erhöhte sich die Zahl der russischen Partner auf über 15, einschließlich bundesstaatlicher Institutionen und Agenturen, Instituten der Russischen Akademie der Wissenschaften und Universitäten. Mit der Verwaltung des Lena-Deltas wurde ein Vertrag zum Erhalt, Ausbau und der gemeinsamen

*Committee on Antarctic Research (SCAR) and the International Arctic Science Committee (IASC), for which it has hosted the Secretariat since 1 January 2009. The International Polar Year 2007/8 (which covered two full annual cycles from March 2007 to March 2009) saw an unprecedented amount of international collaboration in over 200 projects, with thousands of scientists from over 60 nations examining a wide range of physical, biological and social research topics.*

*In the 2008-9 period, the number of AWI collaboration agreements and Memoranda of Understanding (MoU) with organisations from non-EU countries increased to over 40.*

*In the Arctic, major AWI partners are Russian research institutes and agencies, with whom joint expeditions and research projects (both on land and at sea) in the Russian Arctic are being carried out. In the last 2 years, the number of Russian partners increased to over 15, including federal institutes/agencies, institutes of the Russian Academy of Sciences and universities. With the Lena Delta Reserva-*

Nutzung der Forschungsstation „Samoylow“ im Dezember 2009 unterzeichnet. Eine weitere, sehr spezielle Deutsch-Russische Zusammenarbeit, die vom AWI (und anderen) unterstützt wird, ist das an dem AARI in St. Petersburg angesiedelte Otto-Schmidt-Labor (OSL), welches vor kurzem das 10-jährige Bestehen feierte. Das OSL ist eine Basis für die Koordination und Entwicklung von gemeinsamen deutsch/russischen Forschungsprojekten, mit dem Hauptziel junge Wissenschaftler durch das OSL Stipendiumsprogramm „Changing Environments“, zu fördern.

In der Antarktis erzielte die Deutsch/Indische LOHAFEX Expedition, die gemeinsam von Wissenschaftlern des AWI und des National Institute of Oceanography, CSIR, Indien, geplant und im Januar 2008 durchgeführt wurde, sehr notwendige wissenschaftliche Daten und Empfehlungen für die Politik über die Rolle der Ozeane im Kampf gegen die steigenden CO<sub>2</sub> Konzentrationen in der Atmosphäre. Sogar in den Tropen treibt die AWI Zusammenarbeit mit anderen Staaten Wissenschaft und Technologie voran, welche hilft, Leben zu retten, wie z.B. im Zusammenhang mit der Entwicklung und dem Einsatz des deutsch/indonesischen Tsunami Frühwarnsystems (GITEWS).

*tion, a MoU for the preservation, extension and joint use of the field research station "Samoylov" was signed in December 2009 to provide the basis for the continuation of the joint permafrost and eco/geosystem research in the Lena Delta. Another, very special German-Russian collaboration supported by the AWI (and others) is the Otto Schmidt Laboratory (OSL) at the AARI in St. Petersburg, which recently celebrated its 10th anniversary. The OSL provides a basis for coordination and development of joint German / Russian research projects, with the main objective to support young scientists through the OSL Fellowship Program "Changing Environments".*

*In the Antarctic, the German / Indian LOHAFEX expedition in January 2008 (jointly planned and executed by scientists from the AWI and National Institute of Oceanography, CSIR, India) provided much needed scientific data and policy advice on the role of the oceans in combating rising atmospheric CO<sub>2</sub> concentrations. Even in the tropics, AWI collaboration advances science and technology, and helps to save lives, e.g. in the context of developing and implementing the German / Indonesian Tsunami Early Warning System (GITEWS).*

Die Stärkung und Umsetzung dieser Vereinbarungen zur Zusammenarbeit ist ein großer Beitrag zu dem wissenschaftlichen Fortschritt und der Exzellenz, die das AWI erreicht hat. Hier nur zwei Beispiele aus den Hunderten von Projekten, die am AWI in Zusammenarbeit mit nationalen und internationalen Partnern durchgeführt werden:

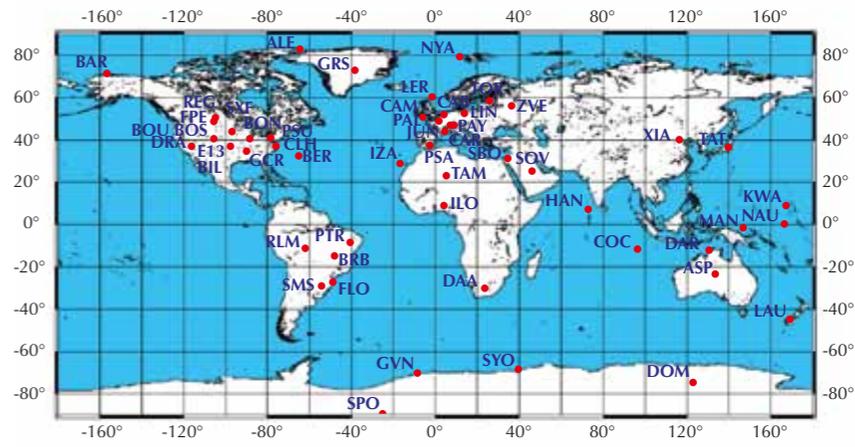
1. Die erste Phase des Helmholtz Earth Observing System (EOS) wurde im Herbst 2008 erfolgreich abgeschlossen. In der zweiten Phase von 2009-2011 wird ein „Netzwerk EOS“ etabliert, welches im Rahmen eines Doktorandenprogrammes die Kompetenzen und Expertise im Bereich Geowissenschaften und Erdbeobachtung von sechs HGF Zentren vernetzt und nützt. Das AWI führt den Bereich „Klima- bedingte Änderungen in den Polargebieten“ und hat am Institut drei EOS-Doktorandenstellen eingerichtet. Weitere Informationen zu dem EOS Programm sind unter [http://helmholtz-eos.dlr.de/start\\_ge.htm](http://helmholtz-eos.dlr.de/start_ge.htm) zugänglich.

*Strengthening an implementing these agreements is a major contribution to the scientific progress and excellence achieved at the AWI. Here are only two examples from the hundreds of projects carried out at the AWI in cooperation with national and international partners:*

*1. In autumn 2008, the first phase of the Helmholtz Earth Observing System (EOS) was successfully completed. The second phase from 2009-2011 is creating a “Network EOS” via the establishment of a PhD programme, which utilises and interlinks the geosciences capacities and earth observation expertise of six HGF Centres. As a partner in this joint project, the AWI leads the section ‘Climate change in the polar regions’ and has established three EOS PhD positions. Further information about the EOS Programme is available at [http://helmholtz-eos.dlr.de/start\\_ge.htm](http://helmholtz-eos.dlr.de/start_ge.htm).*

2. Seit Juli 2008 betreibt das AWI das „World Radiation Monitoring Center“ (WRMC). Die Aufgabe dieses Zentrums ist es, hoch genaue, bodennahe Strahlungsmessungen für die Klimaforschung bereitzustellen. Das WRMC ist das zentrale Archiv des „Baseline Surface Radiation Networks“ (BSRN), ein Projekt des „Global Climate Observing Systems“ (GCOS) und des „Global Energy and Water Experiments“ (GEWEX), mit über die Erde verteilten Messstationen. Das Archiv basiert auf der AWI/MARUM Datenbank und dem digitalen Bibliothekssystem PANGAEA und ist unter <http://www.bsrn.awi.de> zugänglich.

*2. Since July 2008, the AWI has operated the “World Radiation Monitoring Centre“ (WRMC). The mission of this centre is to provide highly accurate surface radiation fluxes for climate research. The WRMC is the central archive of the “Baseline Surface Radiation Networks“ (BSRN), a project of the “Global Climate Observing System“ (GCOS) and the “Global Energy and Water Experiment“ (GEWEX), with monitoring stations across the world. The archive is based on the AWI / MARUM database and digital publishing network PANGAEA, and is accessible at <http://www.bsrn.awi.de>.*



**Abb. 2:** Bestehende und geplante BSRN-Stationen, Januar 2010

**Fig. 2:** Existing and planned BSRN stations, January 2010

## 9. Wissenschaftliches Rechenzentrum und Datenbanken

### Wissenschaftliches Rechnen

Numerische Verfahren spielen in der Wissenschaft eine wichtige Rolle, wenn es darum geht, z.B. die Auswirkungen von Klimaveränderungen auf das Erdsystem mit Computer-Modellen zu bestimmen. Die Arbeitsgruppe „Wissenschaftliches Rechnen“ unterstützt Anwender und Entwickler von Computer-Modellen in der Umsetzung ihrer Projekte auf aktuelle Höchstleistungsrechner, wie sie am AWI und in den angeschlossenen Verbänden wie dem Höchstleistungsrechner Nord (HLRN) und dem Deutschen Klimarechenzentrum (DKRZ) nutzbar sind. Die wichtigsten Forschungs- und Entwicklungsprojekte des „Wissenschaftlichen Rechnens“ werden im Folgenden dargestellt.

### Tsunamimodellierung am AWI

Durch eines der größten je gemessenen Seebeben am 26. Dezember 2004 vor der Küste Sumatras wurde ein Tsunami ausgelöst, dem mehr als 200.000 Menschen zum Opfer fielen. Die hohe Zahl von Opfern ist unter anderem darauf zurückzuführen, dass zu diesem Zeitpunkt kein Tsunami Frühwarnsystem im indischen Ozean existierte. Nach diesem Ereignis wurde von der Bundesregierung eine Finanzierung für die Entwicklung eines Tsunami Frühwarnsystems unter Beteiligung mehrerer Institute bereitgestellt. Ein Beitrag des AWI ist ein numerisches Tsunami-Modell, mit dessen Hilfe anhand von Erdbebenparametern Simulationen des dadurch ausgelösten Tsunamis berechnet werden.

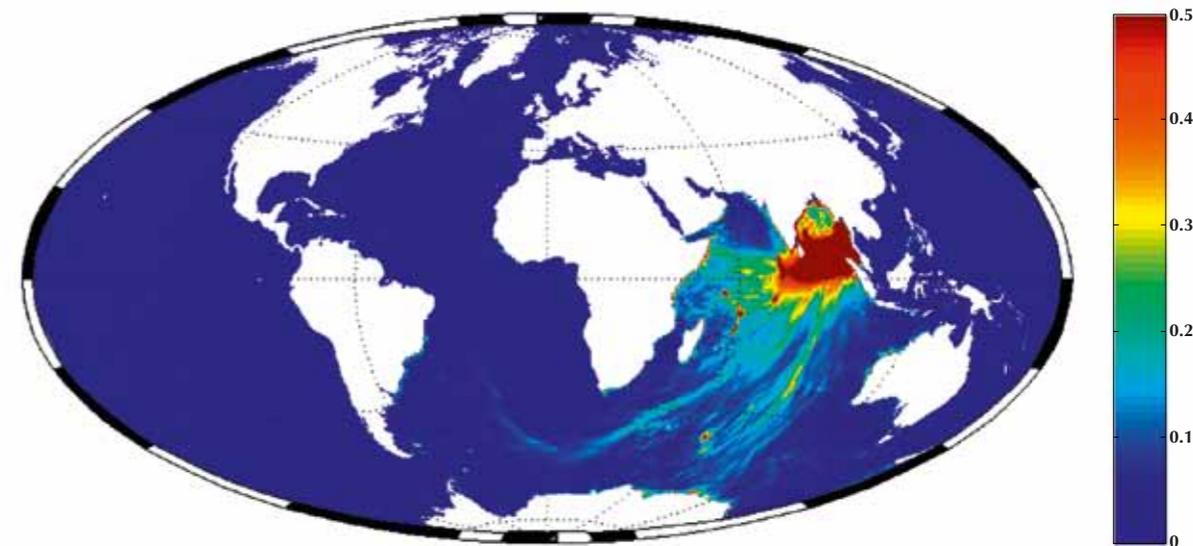
## 9. Scientific data processing centre and databases

### Scientific computing

*Scientific computing with numerical methods plays an important role in science, when for example, it comes to model the effects of climate change on the Earth system. The working group “Scientific Computing” assists users and developers of computer models in the implementation of their projects on current supercomputers, available at the AWI and on connected networks such as the supercomputers “Nord” and German Climate Computing Centre (HLRN, DKRZ). The main research and development projects of the “scientific computing” group are presented below.*

### Tsunami modelling at the AWI

*The tsunami on 26 December 2004 generated by one of the largest ever earthquakes near the coast of Sumatra caused more than 200,000 casualties. The large number of victims is partly due to the fact that there was no tsunami early warning system (TEWS) operative in the Indian Ocean at that time. After this incident the German government provided funding for the development of a TEWS with the participation of several institutions. Part of the AWI contribution is the development of a numerical wave propagation model (TsunAWI). It is used for tsunami simulations in the Indian Ocean based on prescribed earthquake parameters.*



**Abb. 1: Maximale Wellenhöhe (in [m]) in jedem Gitterpunkt nach 48 Stunden Wellenausbreitung in einem globalen, unstrukturierten Gitter**

**Fig. 1: Maximum wave height (in [m]) in each computational node after 48 hours of wave propagation in a global, unstructured mesh**

Dieses Modell (TsunAWI) wird seit 2005 entwickelt und arbeitet mit unstrukturierten Gittern, um die unregelmäßige Struktur der Küstenlinie und Bathymetrie möglichst realistisch darstellen zu können. Mit diesem Modell wurden mittlerweile etwa 2.000 Szenarien möglicher Tsunamis im indischen Ozean berechnet. Nach einem Erdbeben im Bereich des Sundagrabens vor der indonesischen Küste wird im Rahmen des Frühwarnsystems aus dieser Datenbank das nächstliegende Szenario ausgewählt, um anhand

*TsunAWI has been developed since 2005. It is based on finite elements and unstructured grids. This technology allows for a realistic representation of coast lines and bathymetry. About 2000 scenarios of possible future tsunamis in the Indian Ocean have been generated with TsunAWI so far. In case of an actual earthquake along the Sunda trench this database would be used to choose a scenario which represents the situation most adequately. The corresponding model results in quantities such as arrival*

der Modellergebnisse Ankunftszeiten und erwartete Wellenhöhen an der Küste zu bestimmen. Weiterhin wurde das Modellgebiet sukzessive erweitert, so dass inzwischen auch globale Tsunamisimulationen durchgeführt werden können. Auch wurde der Einfluss der Gezeiten untersucht, und es wurden zahlreiche Vergleiche mit Messdaten zur Modellverifikation durchgeführt.

#### Modelle und Kopplung

Am AWI wurde das finite Elemente Ozeanmodell FEOM entwickelt, um hiermit polare Fragestellungen zu bearbeiten. Dazu war die Erweiterung des Modells um ein Meereismodell nötig. Für die vergangene Berichtsperiode bestand ein Schwerpunkt der Arbeit nun in der Integration des finiten Elemente Ozeanmodells mit Meereis (FESOM) in die COSMOS Modell Suite des DKRZ. Hierfür war die Interpolation der Daten auf ein strukturiertes Gitter mittlerer Auflösung notwendig, das wiederum eine Ausgabe der berechneten Modellergebnisse mit einer Standard Metadatennotation erlaubt.

Um in Zukunft die Stärken von modernen Computerarchitekturen wie der IBM Blizzard am DKRZ mit 8.000 Prozessorkernen effizienter ausnutzen zu können, ist die Integration des voll-parallelen Kopplers OASIS4 notwendig. Die dazu benötigten Schnittstellen der Modelle FESOM und des Atmosphärenmodells eECHAM5.4 konnten in der letzten Berichtsperiode in Zusammenarbeit mit dem CERFACS in Frankreich und dem Max-Planck-Institut in Hamburg entwickelt werden und stehen nun der Community zur Verfügung. Im abgelaufenen Berichtszeitraum konnte auch eine erste Kopplung der drei Modellkomponenten realisiert werden.

*time and what the estimated wave height along the coast would be, used in the early warning process. Additionally, the model domain was enlarged up to the global scale and global tsunami simulations have been computed. Tidal effects have been implemented and comparisons to measurements have been investigated.*

#### Models and Coupling

*In recent years, at the AWI the finite element ocean model FEOM has been developed and adapted for polar problems. Therefore the consideration of sea ice became essential. A working focus of the last reporting period was to integrate the finite element ocean model with sea ice, FESOM, into the COSMOS model suite of DKRZ (Hamburg). One requirement was the interpolation of model data to a structured grid of intermediate resolution, which enables the output of the model results with standard metadata notation.*

*To benefit from the advantages of modern computer architecture - such as that provided by IBM Blizzard at DKRZ with 8000 CPUs - and use them more efficiently, the integration of a fully-parallel coupler OASIS4 became essential. The interfaces needed to couple FESOM and the atmosphere model ECHAM5.4 to OASIS4 were developed in collaboration with CERFACS (France) and the Max-Planck-Institute (Hamburg) and are now available to the scientific community. In a last step, the coupling of the three model components was prototypically implemented.*

Es ist ein Ziel des AWI, das FESOM über OASIS4 an das ECHAM5.4 gekoppelt zu einem leicht benutzbaren Werkzeug in der Erdsystemmodellierung zu machen. Eine Integration des FESOM in die COSMOS Modellsuite ist hierbei ein wichtiger Schritt, die Verbreitung des Modells und seine Akzeptanz in der Community zu fördern.

#### Einsatz von Grid-Technologie in der Klimaforschung am AWI

Das vom BMBF im Rahmen der deutschen D-Grid Initiative geförderte Projekt „Collaborative Climate Community Data and Processing Grid – C3-Grid“ (Förderungszeitraum: September 2005–Februar 2009) wurde erfolgreich abgeschlossen. Die dort entwickelte Grid-Infrastruktur erlaubt, in den verteilten Klima-Datenarchiven nach bestimmten Daten in einer einheitlichen und für den Nutzer transparenten und komfortablen Weise zu suchen. Das AWI tritt im C3-Grid neben seiner Funktion als Projektkoordinator und Datenanbieter hauptsächlich als Entwickler und Anbieter der Benutzeroberfläche („C3-Portal“, s. Abb. 2) auf. Im Portal kann der Wissenschaftler nach Daten suchen, sie herunterladen sowie einige prototypische diagnostische Workflows (Stormtracks, Feuchteflüsse, etc.) starten.

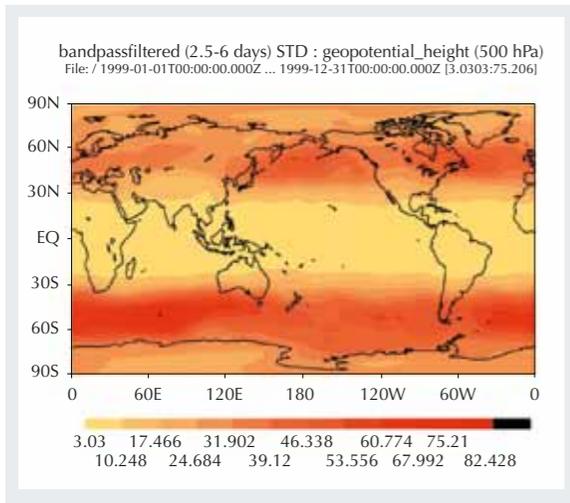
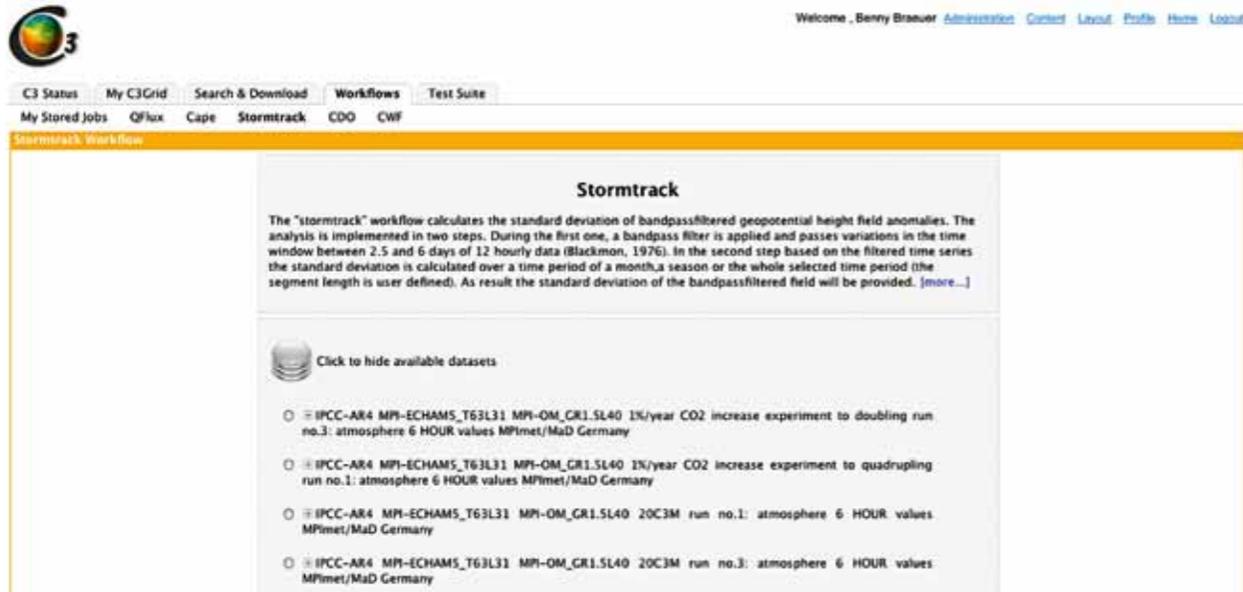
Ein weiteres Projekt ist das „Grid für die Wissenschaft – WissGrid“, ein interdisziplinäres BMBF-Projekt, in dem Wissenschaftler aus Klimaforschung, Astronomie, Hochenergiephysik, Medizin und den Geisteswissenschaften zusammenarbeiten, um für neue akademische Communities eine Grid-Infrastruktur als Plattform für institutsübergreifende Forschung bereitzustellen. Ein Schwerpunkt der Arbeiten liegt dabei im Bereich der Langzeitarchivierung.

*The AWI's overall aim was to make first steps to a coupled system of FESOM, OASIS4 and ECHAM5.4 to provide an easy to use tool for earth system research. The integration of FESOM into the COSMOS model suite was identified as an important next step to spread the model and support the acceptance of the community.*

#### Grid technology in climate research at the AWI

*The project "Collaborative Climate Community Data and Processing Grid – C3Grid" funded by the Federal Ministry of Education and Research BMBF was successfully finished in the reporting period. Within the project a grid based infrastructure was developed and implemented for uniform data browsing and access in distributed climate data archives. In the broad consortium of several climate research institutions, the AWI acted as leader, data provider, and portal developer. The user interface allows searches for data, to download them and to initiate some prototypic workflows (e.g. diagnosis of stormtracks and humidity fluxes).*

*A further BMBF funded project in the German D-Grid Initiative is "Grid for Sciences – WissGrid", a cooperation of scientists from heterogeneous disciplines. The objective is to strengthen inter-institute collaboration of scientists in the grid. One key task is long-term preservation of research data.*



**Abb. 2: C3-Grid-Portal mit gridbasierter Analyse vieler Modelldaten zur Zugbahn von Tiefdruckgebieten**  
**Fig. 2: C3Grid Portal with grid based analysis of numerous model data: user interface for starting the workflow (lower figure) and resulting picture with cyclone tracks (upper figure)**

Das AWI erarbeitete hierbei gemeinsam mit den Partnern ein generisches Konzept. Um die auch für die Sicherung der guten wissenschaftlichen Praxis notwendige Beschreibung der Daten durch Metadaten zu unterstützen, wurde für das in der Klimaforschung weit verbreitete Datenformat NetCDF ein Werkzeug entwickelt, mit dem die Metadaten aus dem Fileheader extrahiert und validiert werden. Die Arbeiten sind international auf breites Interesse gestoßen; das entwickelte Modul soll in kommende Releases des JHOVE2-Frameworks für die Unterstützung von Nutzern der internationalen Earth-Science Community integriert werden. Im Projekt „Nutzung von kurzlebigen Zertifikaten in portal-basierten Grids“ (GapSLC) geht es darum, Nutzern den Zugang zum Grid wesentlich zu vereinfachen, indem vorhandene Konzepte und Technologien zur Authentifizierung und Autorisierung, wie beispielsweise kurzlebige Zertifikate, Shibboleth, SAML Assertions etc. genutzt werden. Für den Bezug von kurzlebigen Zertifikaten wurde ein „PortalDelegation“ Szenario implementiert, das sowohl in der Klimaforschung als auch bei AeroGrid eingesetzt werden soll.

Together with partners the AWI developed a generic concept. A prerequisite of reusability of data is their description with metadata, which is also needed for safeguarding good scientific practice. To support the scientist in the process of creating descriptive metadata the AWI developed and implemented a new tool for extraction and validation of header information in netCDF files, which is a very common data format in climate research. It will be integrated into the international jHOVE2 framework and can be used by the Earth Science community. The AWI coordinates a third grid project named “Exploitation of short lived credentials in portal based grids – GapSLC”. It aims to ease the entry level for users into the grid. Based on preliminary works, new concepts and technologies for authentication and authorisation, such as short lived credentials, Shibboleth, SAML assertions etc, are utilised. The Portal-Delegation scenario has already been implemented to obtain short lived credentials from a central SLC service and will be used in C3Grid and AeroGrid, a project in aerospace research.

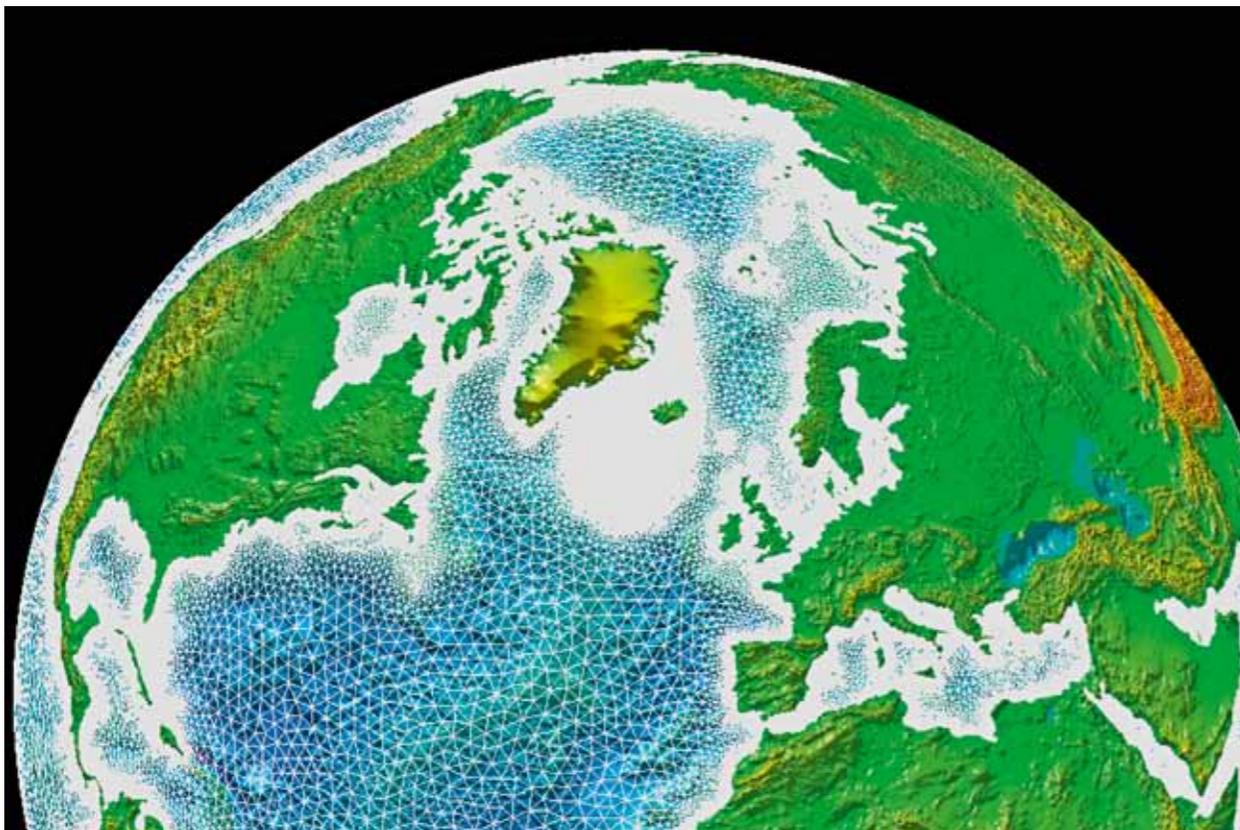


Abb. 3: Auf finiten Elementen beruhendes  
Ozeanmodell FEOM

*Fig. 3: The finite element ocean model FEOM*

#### Das finite Elemente Ozeanmodell (FEOM)

In Zusammenarbeit mit Mitarbeitern des Fachbereiches Klimasystem wurde das auf finiten Elementen beruhendes Ozeanmodell FEOM weiterentwickelt (s. Abb. 3).

Insbesondere im numerisch aufwendigen Löser-  
teil des Modells, in dem große Gleichungssysteme  
gelöst werden, konnte durch Optimierung der ver-  
wendeten Löserbibliotheken Rechenzeit eingespart  
werden. Zum Vergleich verschiedener Löserkonfi-  
gurationen kam dabei das im „Wissenschaftlichen  
Rechnen“ am AWI entwickelte Paket FoSSI (Family  
of Simplified Solver Interfaces) zur Anwendung. Zur  
Durchführung globaler Simulationen wurden Ober-  
flächengitter in verschiedenen Auflösungen erzeugt  
und zur Verfügung gestellt. Zur Erzeugung und Glät-  
tung von globalen und regionalen Dreiecksgittern  
wurden Werkzeuge entwickelt, die auf frei verfü-  
gbarer Software (TRIANGLE) und verschiedenen Glät-  
tungsalgorithmen beruhen. Damit können Gitter  
erzeugt werden, deren Auflösung der vorgegebenen  
Bathymetrie/Topographie folgen sowie nutzerdefi-  
nierte Vorgaben erfüllen. Weiter wurde FEOM durch  
ein Software-Release veröffentlicht. Hierzu wurden  
unterschiedliche Entwicklungsstränge des Modellie-  
rungsprogramms zusammengetragen und eine ver-  
einheitlichte Programmversion und entsprechende  
Dokumentationen erstellt. Der Quellcode von COM  
sowie die Dokumentation wird unter <http://aforge.awi.de>  
für die Community bereitgestellt.

#### *The finite element ocean model (FEOM)*

*In collaboration with the ocean dynamics depart-  
ment at the AWI, the finite element ocean model  
(FEOM) has been further developed (see fig. 3).*

*Especially the computing time of the numerically  
demanding solver part, dealing with the inversion  
of large linear systems of equations, has been redu-  
ced by optimising the employed numerical libra-  
ries. Comparisons of different libraries have been  
facilitated by the Family of Simplified Solver Inter-  
faces (FoSSI), developed at the scientific computing  
division of the AWI computing centre. For global  
simulations, meshes at various resolutions have  
been provided. Furthermore, tools based on the  
freely available mesh generator TRIANGLE have  
been developed for the generation and smoothing  
of global and regional meshes. These tools facilitate  
the generation of meshes with user defined local  
resolution based on given bathymetry/topography  
data. Additionally, FEOM is now accessible as a  
software release. To this end various development  
branches were merged and unified code as well as  
documentation were created. The source code and  
documentation are available at <http://aforge.awi.de>.*

### Bioinformatik am AWI-Rechenzentrum

Die am AWI entwickelten Software-Werkzeuge zur Analyse u.a. der evolutionären Ursprünge der Gene von Diatomeen aus Rot- und Grünalgen und der Proteinsequenzen von Eis-Bakterien (*Glaciecola*) standen im Vordergrund der Entwicklung einer Datenbank-Anbindung (PhyloGena 2). Als neues Thema wurde die evolutionäre Kälteanpassung von Enzymen aufgegriffen, um die Anpassungsfähigkeit von Organismen (Ectotherme) bioinformatisch/biophysikalisch zu erfassen. Dabei spielen Ansätze zur Klassifizierung mittels Linearer Diskriminanz eine wichtige Rolle, um verschiedene metrische Größen aus biophysikalischen Aminosäure-Parametern zur Unterscheidung von Sequenzen psychrophilen und mesophilen Ursprungs zu nutzen. Seit 2008 werden regelmäßig Schulungen in der praktischen Bioinformatik, der Biostatistik sowie der molekularen Phylogenie für AWI-Mitarbeiter und in den Graduiertenschulen ESSRES und POLMAR angeboten. Die zunehmenden Anfragen nach Bioinformatikunterstützung in Genomprojekten führte in 2009 zur Gründung der Projektgruppe Marine und Polare Genomik gemeinsam mit dem Fachbereich Biowissenschaften, mit der Zielsetzung, genomische Methoden, also solche, die mehrere Tausend Gen-Informationen gleichzeitig nutzen, in AWI-Forschungsprojekten verfügbar zu machen und neue Forschungsansätze zu ermöglichen.

### Bioinformatics at the AWI computing center

*Software tools developed at the AWI to analyse the evolutionary origin of diatom genes from red and green algae, and for the analysis of protein sequences, were the focus of a database coupling of the PhyloGena2 system. As a new topic, evolutionary cold adaptation on the enzyme sequence level of ectotherms was picked to highlight the potential of thermal adaptation of organisms by bioinformatics/biophysical measures. Different biophysical parameters of amino-acids serve in linear discriminant analysis to distinguish between sequences from cold-adapted (psychrophilic) and non-adapted (mesophilic) origin. Since 2008, regular courses in practical bioinformatics, biostatistics and molecular phylogeny have been provided for AWI researchers as well as in the graduate schools ESSRES and POLMAR. The growing demand for bioinformatics support from genome sequencing projects led to the foundation of the project group "Polar and marine genomics" in 2009, which targets making genomic methods available to open up new research perspectives, i.e. using methods dealing with several thousand genes at the same time.*

### Wissenschaftliche Informationssysteme und PANGAEA

Das im Bericht 2006/07 vorgestellte Langfrist-Datenhaltungskonzept für persönliche und Projektdaten wurde um eine Komponente für den semi-automatischen Datenfluss von den Datenerfassungs-Systemen der Forschungsplattformen in das Archiv des AWI erweitert. Dabei spielt die weitgehend automatisierte Erstellung von Metadaten und die systematische Dokumentation, u.a. in Form von online-Handbüchern und laufenden „Geräteakten“ zu Instrumenten und Sensoren, eine zentrale Rolle. Diese ermöglichen die qualitativ hochwertige Migration der Daten von Logging-Systemen, wie D-Ship, zum Archiv in PANGAEA.

Mittels des gemeinsam von AWI und MARUM betriebenen Informationssystems PANGAEA wurden der wissenschaftlichen Gemeinschaft weitere Datensätze zur Verfügung gestellt. Hervorzuheben sind alle bisher produzierten Datensätze des Baseline Surface Radiation Network (BSRN). Die historischen wie auch täglich neu hinzukommende werden in das von BSRN und PANGAEA gemeinsam organisierte World Radiation Monitoring Center (WRMC) aufgenommen. PANGAEA enthielt im Dezember 2009 mehr als 580.000 Datensätze.

Ebenfalls in Kooperation von MARUM und AWI wird der Scientific Earth Drilling Information Service (SEDIS) für das Integrated Ocean Drilling Project (IODP) bereitgestellt, welcher auf der Technik von PANGAEA und der geplanten Fedora-Core-basierten Version des AWI-Repository ePIC beruht. Es können Datensätze aus dem aktuellen IODP und den vorhergehenden Projekten DSDP und ODP über SEDIS und PANGAEA abgerufen werden. Daneben werden

### Scientific Information Systems and PANGAEA

*The long-term data management concept for personal and project data, introduced in the 2006/7 report, has been expanded to include a component for semi-automated data flow from the data acquisition systems of research platforms to the AWI archives. In this case, the almost entirely automated production of metadata and systematic documentation in the form of online manuals and continuous "Device Files" for instruments and sensors, is of central importance. These enable the migration of high-quality data from logging systems, such as D-Ship, to the archives in PANGAEA.*

*Additional data records were made available to the scientific community by the jointly operated information system of the AWI and MARUM. Particularly noteworthy are all the records of the Baseline Surface Radiation Network (BSRN), which have been produced up to now. The historical data, as well as those now produced daily, are recorded by the World Radiation Monitoring Center (WRMC), which is run jointly by the BSRN and PANGAEA. By December 2009 PANGAEA had accumulated more than 580,000 data records.*

*Another project between the AWI and MARUM is the Scientific Earth Drilling Information Service (SEDIS) for the Integrated Ocean Drilling Program (IODP), which is based on the PANGAEA technique and the planned Fedora Core-based version of the AWI ePIC repository. Data records can be accessed from the current IODP as well as previous DSDP and ODP projects, via SEDIS and PANGAEA. In addition, all related full text scientific articles are*

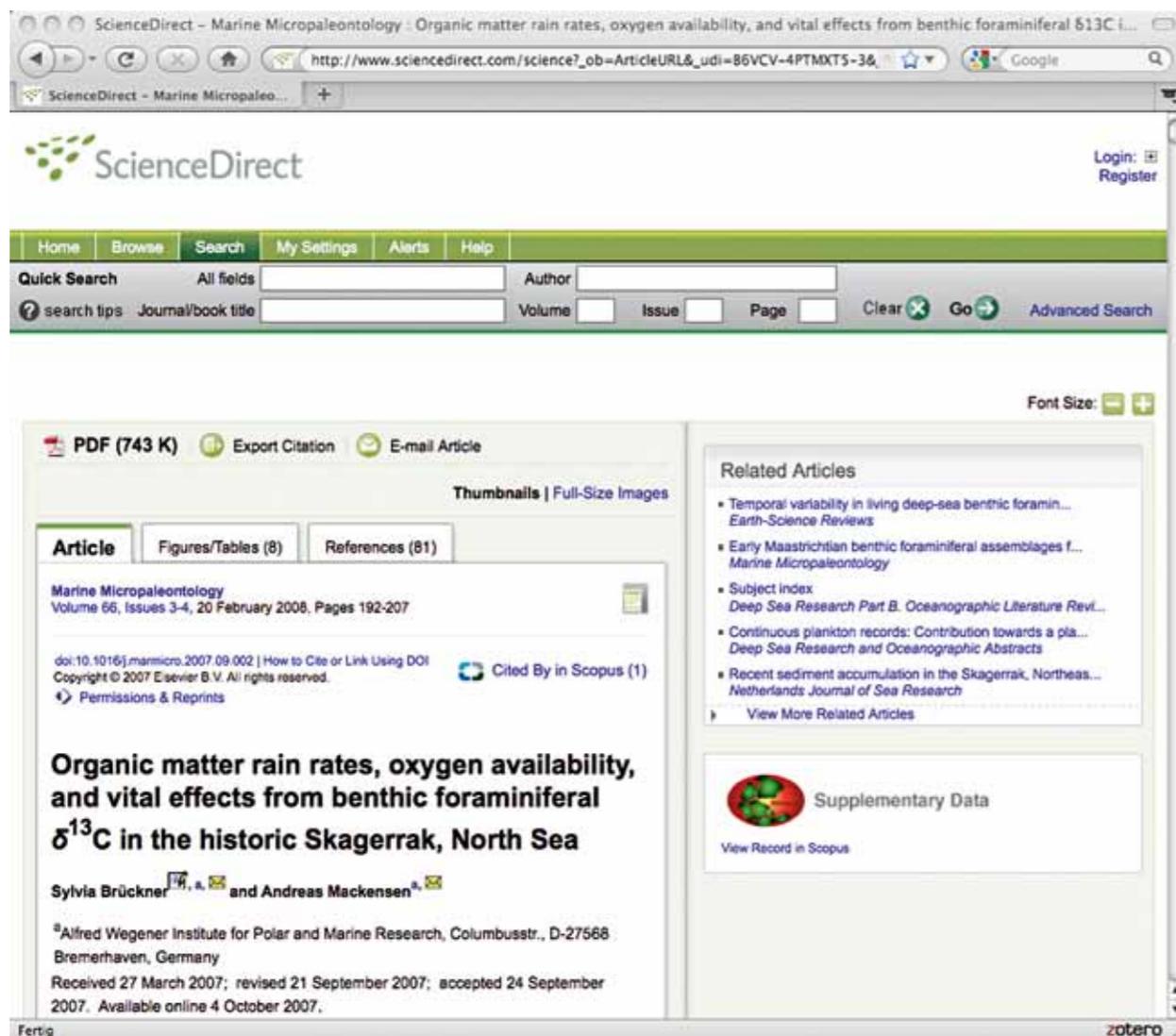


Abb. 4: Der Verlag Elsevier verlinkt Artikel in vielen seiner Journale direkt zu PANGAEA (rechts unten im Bild), wenn dort Daten zum Artikel vorliegen.

Fig. 4: The publisher Elsevier links its papers directly to PANGAEA in many of its journals whenever there are data related to the article (bottom right in picture).

im Fedora-Core-Repository auch alle zugehörigen wissenschaftlichen Artikel volltextbasiert durchsuchbar gehalten und können mit den Datensätzen live verknüpft werden.

Die Verknüpfung von wissenschaftlichen Artikeln und Datensätzen wurde auch durch eine Kooperation zwischen Elsevier („ScienceDirect“) und PANGAEA verbessert. Elsevier zeigt auf den Artikelseiten seiner Journale einen Banner, sofern zu dem angezeigten Artikel „supplementary data“ in PANGAEA zur Verfügung stehen (s. Abb.4).

Die Metadatensuche in PANGAEA, dem SEDIS-Portal und weiteren Datenportalen für diverse EU-Projekte (EUR-OCEANS, CARBOOCEAN, SPICOSA, HYPOX,...) ist jetzt vollständig durch die Bibliothek Apache Lucene Java ([lucene.apache.org/java](http://lucene.apache.org/java)) implementiert. Diese ermöglicht auch bei der großen Anzahl Datensätze Volltextsuche im Millisekundenbereich. Für geografische und zeitliche Abfragen wurde Apache Lucene Java von einem der PANGAEA Entwickler um eine numerische Suche erweitert. Dieser unterstützt auch als Core-Committer aktiv das Open Source Projekt Lucene in der Apache Software Foundation.

PANGAEA stellt seine Metadaten für andere Portale gemäß dem internationalen Standard OAI-PMH bereit. Um auch entsprechende Metadaten anderer Datenprovider in die eigenen Portale „harvesten“ zu können, wurde ein eigenes Open-Source-Projekt gegründet (panFMP – PANGAEA Framework for Metadata Portals, [www.panfmp.org](http://www.panfmp.org)).

searchable in the Fedora Core repository and can be linked to the records live.

The linkage of scientific articles and data sets has been improved by the collaboration between Elsevier (Science Direct) and PANGAEA. Elsevier displays a banner on the article pages of its journals, whenever “supplementary data“ are linked to PANGAEA (see Figure 4).

The metadata search in PANGAEA, the SEDIS portal and data portals of several EU projects (EUR-OCEANS, CARBOOCEAN, SPICOSA, HYPOX, ...) is now fully implemented by the library Apache Lucene Java ([lucene.apache.org/java](http://lucene.apache.org/java)). This also facilitates full text search of a large number of records within milliseconds. The Apache Lucene Java was expanded by one of the developers of PANGAEA to encompass a numerical search. This also actively supports, as core committer, the Open Source project Lucene in the Apache Software Foundation.

PANGAEA provides its metadata to other portals in accordance with the international standard OAI-PMH. A separate open-source based project (panFMP - PANGAEA Framework for Metadata Portals, [www.panfmp.org](http://www.panfmp.org)) was established in order to appropriately “harvest“ metadata from other data providers into its own portals.

## 10. Library

### 10. Bibliothek

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 Deutsch-Französischen Forschungsbasis AWIPEV, auf der ‚Polarstern‘ und in den AWI-Sektionen in Bremerhaven betreut. Die AWI-Bibliothek hat Ende 2009 ca. 45.100 Bücher. Die Zahl der gekauften Zeitschriften beträgt 212, 60 % davon in rein elektronischer Form (e-only). Über 400 gedruckte Zeitschriften erhält die Bibliothek kostenneutral, hauptsächlich von Partnerinstitutionen. Darin aufgegangen sind auch Zeitschriften, die noch bis 2007 gegen die gedruckten Ausgaben der ‚Berichte zur Polar- und Meeresforschung‘ (BzPM) getauscht wurden. Mit dem Jahr 2008 werden die BzPM in gedruckter Form eingestellt. Nach Digitalisierung der zurückliegenden Druckausgaben sind sie nun vollständig als Open-Access-Serie frei im Internet über die ePIC-Publikationsdatenbank des AWI zugänglich.

*The Library of the Alfred-Wegener-Institute Foundation provides the employees and guests of the institute with literature and information in electronic and printed format. The main library is located in Bremerhaven. There are also branch libraries at the research stations on Helgoland and List. Small library collections serviced by the Library are maintained at the research stations Neumayer, Koldevey, on the research vessel 'Polarstern' and in the research sections throughout the institute in Bremerhaven. At the end of 2009 the AWI Library collection had approximately 45,100 monographs. There are 212 periodical subscriptions of which 60% are in digital format (e-only). In addition, the Library receives over 400 printed periodicals as gifts, largely from partner institutions. Many of these periodicals are still received as part of the past exchange agreement, which ended in 2008, for the printed Berichte zur Polar- und Meeresforschung = Reports on polar and marine research (BzPM). Beginning in 2008, the BzPM no longer appears as a printed publication but rather is available as an open access periodical, freely available on the Internet through the AWI ePIC*



Photo: M. Brannemann

Mit dem Jahr 2008 werden Kaufzeitschriften ausschließlich e-only erworben, sofern ein Verlag dies anbietet. Durch Konsortialverträge und Nationallizenzen haben AWI-Mitarbeiter und Gäste über die von der Bibliothek abonnierten Zeitschriften hinaus Online-Zugang zu vielen weiteren Periodika. Die Bibliothek organisiert und verwaltet so den Zugang zu mehr als 1.000 elektronischen Zeitschriften und 17 lizenzpflichtigen Datenbanken. Zeitschriftenartikel oder Bücher können AWI-Mitarbeiter/-innen bereits seit 2006 direkt von ihrem Arbeitsplatz aus online in der Bibliothek bestellen, unabhängig davon, ob das Bestellte in der Bibliothek vorhanden ist. In der Bibliothek vorhandene Artikel werden hier eingescannt und per E-Mail direkt an den Besteller geliefert. Nicht Vorhandenes wird per Fernleihe besorgt. Der Dokumentenlieferdienst steht auch Partnerbibliotheken im In- und Ausland zur Verfügung. Als Partner des Gemeinsamen Bibliotheksverbands (GBV) nutzt die Bibliothek dessen Katalogisierungsdaten und Fernleihfunktionen. Die Bibliothek bildet für den Lehrberuf ,Fachangestellte(r) für Medien und

*Publication Database The back issues of the BzPM were also retroactively digitalised as pdf files and can be accessed freely as with the recent issues. Beginning in 2008, periodical subscriptions were made e-only, at least when the publisher offered this choice. In addition to Library periodical subscription, there are consortial agreements and national licenses for numerous other journal titles and back files of older issues which AWI employees and guests may freely access. During this reporting period, the library organised and managed more than 1,000 electronic periodicals and 17 licensed bibliographic databases. Journal articles or books may be ordered from the Library using a single electronic form which AWI employees can access on the Intranet from any computer workstation, regardless of whether the requested item is available in the Library. Articles found in the Library are scanned in one step and emailed directly to the requesting library patron. Titles not found in the Library collection are requested from interlibrary loan services. The document*

Informationsdienste (FaMI) - Fachrichtung Bibliothek' aus. Nach Um-/Neubau der Wattenmeerstation List (Sylt) bezieht die dortige Standortbibliothek nach umfangreicher Bestandsbereinigung mit neuem Bibliotheksmobiliar ihre lichtdurchfluteten Räumlichkeiten, 2009 beginnen die Vorbereitungen für die 23. Polar Libraries Colloquy (PLC) Konferenz, die vom 13. – 18. Juni 2010 in Bremerhaven stattfindet. Für die Organisation dieser internationalen Konferenz ist der Leiter der Bibliothek, Marcel Brannemann, verantwortlich. Die Bibliothek ist Mitglied in internationalen und nationalen Organisationen, u.a. Polar Libraries Colloquy (PLC) und International Association of Aquatic and Marine Science Libraries and Information Centers (IAMSLIC) sowie der Deutsche Bibliotheksverband (DBV).

*delivery service is also available to co-operating libraries here and abroad. 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 interlibrary loan. The Library trains apprentices for the profession of Media and Information Services (FAMI). After completion and renovation of buildings at the Waddenzee Station at List on Sylt, the station library could move into its bright, new rooms with new furnishings. The collection there was also given a clear out and revised. Preparation was made in 2009 for the 23rd Polar Libraries Colloquy (PLC) Conference which will take place from 13 – 18 June 2010 in Bremerhaven. The Head of the Library, Marcel Brannemann, is responsible for the organisation of this international conference. The Library is member of international and national organisations, including the Polar Libraries Colloquy (PLC), the International Association of Aquatic and Marine Science Libraries and Information Centers (IAMSLIC), and the Deutsche Bibliotheksverband (DBV).*



11. Technologietransfer | *Technology transfer*

12. Kommunikation und Medien  
Communications and Media

13. Schulprojekt | *School project*



## 11. Technologietransfer in aktiven Netzwerken

Technologietransfer wird am Alfred-Wegener-Institut als Querschnittsfunktion begriffen, denn Innovationen treten in allen Bereichen auf. Um seiner Bedeutung auch an dieser primär grundlagenorientierten Forschungseinrichtung gerecht zu werden, wurde das Transferbüro im Jahr 2008 personell aufgewertet und in eine Stabsstelle des Direktoriums umgewandelt. Die Stabsstelle Technologietransfer motiviert und unterstützt Erfinder bei Entwicklung und Schutz ihrer Erfindungen und organisiert die Verwertung durch Auslizenzierung, Firmenkooperationen und Unternehmensgründung.

Entsprechend seiner wissenschaftlichen Bereiche Geo-, Klima- und Biowissenschaften sowie der HGF-MPI-Brückengruppe Tiefseeökologie und -technologie (s.a. Organigramm S. 9) ist das AWI aktiv auf den F&E-Feldern:

- Meeres- und Polartechnologien
- Wissenschaftliche Instrumentierung
- Marine Biotechnologien
- Marine Leichtbaustrukturen
- Offshore-Aquakultur und Kreislaufanlagen zur Algen-, Muschel- und Fischzucht
- Ökologische Begleitforschung
- Rechnergestützte Expeditions-, Gefahrstoff- und Gebäude-Managementsysteme

Da dieser Bericht nicht alle Transfer-Aktivitäten wiederzugeben vermag, sei hier neben der Aquakultur die Schnittstellenarbeit in Transfernetzwerken beleuchtet.

## 11. Technology Transfer within active Networks

*Technology transfer has an overarching function at the Alfred Wegener Institute, since innovations occur in all disciplines of the institute. According to its growing importance, even at this institution dedicated primarily to basic research, the transfer office became a staff unit of the directorate and was strengthened in 2008. The office motivates inventors and supports them in protecting their intellectual property rights. Subsequently, it organises the utilisation by licensing, industry co-operations and spin-offs.*

*According to its scientific domains Geo, Climate and Bio Sciences, as well as the HGF-MPI Joint Research Group Deep-Sea Ecology and Technologies (s. Organisation Chart p. 9), the Alfred Wegener Institute conducts R&D in the fields of*

- *Marine and polar technology*
- *Scientific instrumentation*
- *Marine light-weight construction*
- *Offshore aquaculture and closed circulation systems for sustainable cultivation of algae, mussels and fish*
- *Accompanying ecological research*
- *IT-based management systems for expedition planning, handling dangerous goods in combination with laboratory safety administration*

*As this report is unable to cover all transfer activities of the last two years, the innovation field aquaculture and the transfer-relevant work at interfaces and within networks is highlighted.*

### Marine Aquakultur und innovative Kreislaufanlagen

Angesichts schrumpfender natürlicher Fischbestände gewinnt die Fischproduktion aus Aquakultur gegenüber den Fischereierträgen unaufhaltsam an Bedeutung. Auch die Zucht von Muscheln und Krebstieren sowie Algen birgt enormes Wachstumspotential. Eine der Herausforderungen in diesem Kontext ist jedoch die Vermeidung von Umweltbelastungen und negativen Einflüssen auf Küstenökosysteme, wie sie durch unvollständige Verwertung von Futtermitteln und Freisetzung von Exkrementen der Zuchttiere bei konventionellen, offenen Kulturanlagen verursacht werden können. Die Abwehr von Tierkrankheiten bei minimalem Einsatz von Pharmaka stellt eine weitere Herausforderung dar.

In Bremen und Bremerhaven wurde diese Entwicklung erkannt. In einer gemeinsamen Anstrengung von AWI, Hochschule und Bremer Senat wurden positive Randbedingungen geschaffen, um dieses Wachstumfeld an der Wesermündung weiter auszubauen: In der von der geschwundenen Fischereiwirtschaft hinterlassenen Lücke, gleichzeitig jedoch in einem gewachsenen Umfeld der marinen Nahrungsmittelindustrie, einer Hochschule mit Ausbildungsschwerpunkten im Bereich Lebensmitteltechnologie wurde eine Kooperationsprofessur für angewandte Meeresbiologie zwischen AWI und der Hochschule Bremerhaven eingerichtet. Der Studiengang Maritime Technologien wurde mit einer Schwerpunktoption Marine Biotechnologie versehen, die den Studierenden die unterschiedlichen Bereiche der Aquakultur näherbringt.

### Marine aquaculture and innovative closed circulation systems

*In view of shrinking natural fish stocks, fish production from aquaculture is continuously gaining importance against fishery. Furthermore, the cultivation of other marine organisms, such as mussels, crustaceans and of algae, offers enormous growth potential. One of the challenges in this context is, however, the avoidance of pollution and negative impacts on coastal environments as often caused by the incomplete usage of feedstuff and the release of the animals' excreta with conventional open aquaculture plants. Preventing animal diseases in combination with using minimal amounts of pharmaceuticals is an additional challenge.*

*This development has been recognised in Bremen and Bremerhaven. In a joint effort, AWI, the University of Applied Sciences and the Senate of Bremen set positive framework conditions in order to further develop this field at this maritime location: a new co-operation professorship for Applied Marine Biology was established by the AWI and the University of Applied Sciences Bremerhaven. It perfectly fits into both the gap left behind by the declined fishing industry and the well developed environment of the marine food industry, as well as the food technology expertise of the University of Applied Sciences. The Marine Technologies course with a focus on Marine Biotechnology offers students the chance to get familiar with all kinds of aquaculture systems.*



**Abb. 1:** Mögliche multifunktionale Nutzung von Gründungsstrukturen der Offshore-Windenergieanlagen mit Aquakulturkonstruktionen. Alternative Mehrfachanschlussmöglichkeiten könnten Muschelkollektoren an Langleinensystemen im Zentrum des Parks oder schwimmenden Ringsysteme für Algenzucht sein. Die Ringe könnten beim Bau oder bei der Wartung der Turbinen untergetaucht werden.

**Fig. 1:** Potential multifunctional use of underwater foundation structures of offshore wind turbines for connection with aquaculture facilities. Alternative solutions include mussel collectors attached to longlines in the inner section of the wind farm or floating rings for seaweed cultivation. The latter system can be submersed in case of wind turbine set-up and maintenance. (B. Buck, AWI)

Die kommerzielle Aquakulturforschung wird im IMARE, dem von AWI, Hochschule und Senat gegründeten Institut für Marine Ressourcen, betrieben. Das nach einer Vorbereitungsphase seit Januar 2009 als gemeinnützige GmbH agierende Institut wird zudem Betreiber des auf dem ehemaligen BremenPorts-Gelände in Bremerhaven angesiedelten Zentrums für Aquakulturforschung. Forschungs- und Entwicklungsthemen, die AWI und IMARE in enger Kooperation bearbeiten, sind beispielsweise:

- Entwicklung von nachhaltigen Offshore-Aquakulturanlagen, teils integriert als Sekundärnutzung von Offshore-Windparks
- Landbasierte Kreislaufanlagen mit hohem Zirkulationsgrad von Wasser und Nährstoffen, z.B. durch die kombinierte Züchtung von Meerestieren und Algen
- Entwicklung neuartiger, robuster Unterwasserstrukturen zur Zucht von Makroalgen und Muscheln
- Auswahl neuer robuster Kandidaten (Fischarten) für die Aquakultur

Eine völlig neue Forschungsrichtung mit dem Schwerpunkt Biomedizin, Biodiagnostik und Biotechnologie bringt eine entscheidende Wende für die künftige Aquakultur durch die Nutzung der AWI-Expertise in den Bereichen Molekular- und Zellbiologie, Genomik und Pathologie:

- Anfälligkeit, Ausbreitung und Beherrschung von Fischkrankheiten
- Ernährungsphysiologie und Frühe Geschlechtsbestimmung von Aquakulturfischen
- Biotechnologische Verfahren in der Erzeugung von Fischprodukten (z.B. Kaviar)

IMARE, the Institute for Marine Resources founded by the AWI, University of Applied Sciences and the Senate of Bremen, performs aquaculture research in a commercial manner. The institute, converted into a non-profit GmbH after a preparatory phase at the beginning of 2009, will also operate the new Cent for Aquaculture Research to be built on the former BremenPorts area in Bremerhaven. Research and development objectives worked on by the AWI and IMARE in close co-operation are for example:

- Developing sustainable offshore aquaculture plants, partly integrated with secondary use as offshore wind parks
- Land based circulation systems with a high degree of water and nutrient recycling, e.g. by combined cultivation of animals and algae
- Developing innovative robust underwater structures for the growth of macro algae and mussels.
- Selecting of new robust candidate species for aquaculture

New research directions with focuses on biomedicine, biodiagnostics and biotechnology mean a breakthrough for aquaculture by using the AWI know-how in molecular and cell biology, genomics and pathology:

- Sensitivity, dissemination and control of fish diseases
- Feeding physiology and early sex determination of aquaculture fish
- Biotechnical process for the production of sea food (e.g. caviar)

Derzeit laufen intensive Aktivitäten, ein neues am AWI entwickeltes zellbiologisches Verfahren zur nachhaltigen Produktion von Kaviar (ohne das bisher notwendige Schlachten des Störs) im Markt zu etablieren. Eine AWI-Ausgründung soll das durch das AWI patentierte Verfahren an Zuchtanlagen lizenzieren sowie eine eigene Störzuchtanlage zur Verfahrensdemonstration und für die eigene Kaviarproduktion betreiben. Die Aktivitäten werden von der öffentlichen Hand wie auch der Wirtschaft mit großem Interesse begleitet bzw. unterstützt.

*Beyond this research, there are intensive activities to establish a new method for the sustainable production of caviar (without the necessity to slaughter the sturgeon) in the market. An AWI spin-off will license the technology patented by the AWI to fish farms and will build a sturgeon culture plant for demonstration purposes and its own caviar production. These activities are accompanied with great interest and are supported, respectively, by public authorities and private enterprises.*



**Abb. 2: a) Gemeinschaftsmessestand von MARUM, AWI, MPI und Hochschule Bremerhaven auf der OCEANS'09 IEEE Bremen im Mai 2009**

**b) Hannover Messe 2008: Beispiele für bionische Leichtbaustrukturen, am AWI entwickelt aus Vorbildern des Marinen Lebensraumes**



**Fig. 2: a) Joint exhibition stand of MARUM, the AWI, MPI and University of Applied Sciences Bremerhaven at the OCEANS'09 IEEE Bremen. (Photo: E. Sauter)**

**b) Hannover Messe 2008: Examples of bionic light weight structures derived at the AWI from marine organisms. (Photos: C. Hamm)**

#### Kräfte bündeln und Wahrnehmung stärken

Innovationen aus der Wissenschaft sind nur in die wirtschaftliche Anwendung zu überführen, wenn die Grenze zwischen diesen Sektoren durch Kommunikation überbrückt wird. Das gegenseitige Wissen um das Know-how, die Innovation bzw. den Bedarf des anderen ist Grundvoraussetzung für erfolgreichen Innovationstransfer. Daher kommt den Schnittstellen zwischen Forschung und Anwendern große Bedeutung zu. Die Erfahrung zeigt, dass thematisch gebündelte Informationen ihren Adressaten besser finden. Somit verstärken Netzwerke die externe Wahrnehmung. Gleichzeitig können Ressourcen gebündelt werden. In den letzten zwei Jahren engagierte sich das AWI daher verstärkt in strategischen Netzwerken in Bereichen wie Maritime Wirtschaft und Meerestechnik (Gesellschaft für Maritime Technik; Nordwestverbund Meeresforschung; Metropolregion Bremen-Oldenburg) und Offshore-Windenergie (Windenergieagentur Bremerhaven/Bremen), aber auch als „exotischer“ Preisträger im „Network of Automotive Excellence“ auf dem Automobilgipfel in Würzburg.

Einen besonderen Meilenstein in der Kooperation mit dem Bremer Zentrum für Marine Umweltwissenschaften MARUM, dem Max-Planck-Institut für Marine Mikrobiologie und der Hochschule Bremerhaven stellte die Ausrichtung der OCEANS'09 IEEE Bremen dar, einem vom weltweit größten Ingenieursverband IEEE getragenen Konferenz- und Messeevent der Meerestechnik. Darüber hinaus wurde am AWI anlässlich seiner Auszeichnung zum Ort im Land der Ideen (Innovationen und Meer, 9. Juni 2009) ein Industrieabend in Kooperation des Innovationsnetzwerkes idea|2|business veranstaltet, der mit 280 Gästen sehr gut besucht wurde.

#### Concentrating forces and increasing awareness

*Innovations can only be transferred into commercial applications if the gap between the different sectors is bridged. The mutual awareness of the knowledge, innovation and needs of the other side is a prerequisite for successful innovation transfer. Adequate interfaces between research and users are of great importance. Experience shows that concentrated information finds its way better to the addressee and networks amplify external awareness. Thus, the AWI increased its networking in fields such as maritime industries and marine technologies (German Association for Marine Technologies; Northwest Marine Research Association; Metropolitan Area Bremen-Oldenburg), offshore wind energy (Wind Energy Agency Bremerhaven/Bremen) and, as an exotic awardee of the "Network of Automotive Excellence" at the Automotive Summit in Würzburg.*

*A particular milestone in the co-operation with the Center for Marine Environmental Sciences, MARUM, the Max Planck Institute for Marine Mikrobiologie and the University of Applied Sciences Bremerhaven was the organisation of the OCEANS'09 IEEE Bremen, a marine technology event organised by the world's largest engineer association, IEEE. Furthermore, the AWI was awarded a location in the Land of Ideas (Innovationen und Meer, 9 June 2009) and used this opportunity to organise a business evening in close co-operation with the innovation network idea|2|business. With 280 guests and many new contacts, the event was very successful.*

## 12. Kommunikation und Medien

Die ‚Neumayer-Station III‘ war 2008/09 der Schwerpunkt in der Abteilung Kommunikation und Medien. Pressemitteilungen, Blogs, Fotos, Interviews, Filme, Druckschriften, Veranstaltungen, die Eröffnung, Fernsehsendungen – der Stationsneubau in der Antarktis bescherte dem Alfred-Wegener-Institut eine Präsenz in der deutschen Öffentlichkeit wie nie zuvor.

Die Debatte um die ‚Polarstern‘-Expedition mit dem Eisendüngungs-Experiment Anfang des Jahres 2009 hat ebenfalls ein großes Echo gefunden. Fundierte und offene Informationspolitik sowie gute Kontakte zu den Medien bewirkten trotz der anfänglich sehr kritischen Stimmen im Endeffekt eine positive Berichterstattung.

### Medienarbeit

Der Schwerpunkt der Abteilung Kommunikation und Medien lag 2008/09 in der Medienarbeit. Das Alfred-Wegener-Institut hat in den beiden Jahren 101 Mitteilungen an die Medien herausgegeben.

Die Auswertung des Medienechos wurde umgestellt und ermöglicht eine quantitative Auswertung der vom Alfred-Wegener-Institut erzielten Reichweiten in deutschen Print-, Hörfunk- und TV-Medien. Die erfassten Daten drücken aus, wie oft das Institut mit Berichten über seine Arbeit mit Lesern, Hörern oder Zuschauern in Kontakt kam, und sind eine übliche Größe für eine vergleichende Bewertung von Medienresonanzen. Das Alfred-Wegener-Institut erreichte im Berichtszeitraum mehr als 2.000 Mio. Medienkontakte.

## 12. Communications and media

*During 2008/09 the Department of Communication and Media focussed its work on the ‘Neumayer station III’ construction. Press releases on the new station in Antarctica as well as blogs, photographs, interviews, films, publications, events, the inauguration and TV shows - earned the Alfred Wegener Institute a media presence in Germany never experienced before.*

*The debate on the ‘Polarstern’ expedition involving the iron fertilisation experiment in early 2009 also found a huge audience. A sound and objective information policy, as well as reliable contacts with the media, resulted in positive coverage in the end in spite of the initially very critical press coverage.*

### Media work

*In 2008/09, the focus of the Department of Communications and Media was on media work. During this period the Institute published 101 press releases.*

*The evaluation process of the media response was changed in order to enable a quantitative evaluation of the coverage which the Alfred Wegener Institute had in German print, radio and TV media. The data collected express the frequency with which the institute’s reports came into contact with readers, listeners and viewers, a common measure for the comparative assessment of media coverage. During this reporting period the Alfred Wegener Institute had more than 2,000 million media contacts.*



Das enorme Medieninteresse an der Polar-, Meeres- und Klimaforschung des Instituts zeigt sich auch an den häufigen und regelmäßigen Anfragen von Journalisten, die während ihrer Themenrecherchen aktiv an das AWI herantreten, um Know-how, Forschungsergebnisse oder Stellungnahmen in ihre Berichterstattung einzubeziehen. Deshalb ist ein großer Teil der Medienreichweite unabhängig von institutseigenen Pressemitteilungen erzielt worden. Dieses Ergebnis ist ein deutlicher Hinweis darauf, dass das Institut durch die langjährige Konstanz und Professionalität in der Medienarbeit großes Vertrauen unter Journalisten genießt, wenn diese verlässliche wissenschaftliche Informationen suchen.

*The tremendous media interest in the institute’s Arctic as well as marine and climate research is also reflected in frequent and regular requests from journalists. These actively approach the AWI to include know-how, scientific results and opinions in their reporting. A large proportion of the media coverage was thus obtained independently from the institute’s own press releases. The results are a clear indication that the Institute, due to its long term consistency, reliability and professionalism in its media work, enjoys great confidence among journalists in their quest for reliable scientific information.*

Einige Höhepunkte der Medienarbeit aus den Jahren 2008 und 2009 seien beispielhaft genannt: Bei dem Besuch von Ministerin Dr. Annette Schavan in Südafrika mit einem Empfang und einer Pressekonferenz auf ‚Polarstern‘ im Februar 2008 in Kapstadt wurden die Biologie und Ozeanographie im Südlichen Ozean als Themen der entsprechenden Fahrtabschnitte der 24. Antarktis-Expedition von ‚Polarstern‘ vorgestellt.

Zum Nordpol auf einer Eisscholle – dieses Thema hat die Medien ebenfalls angesprochen. Die Teilnahme von Jürgen Graeser aus der Sektion „Atmosphärische Zirkulationen“ an der russischen Expedition Nordpol-Driftstation NP-35 fand ein breites überregionales Medienecho. Schwerpunkte waren gute Kooperationen mit ZEIT.de, dem WDR Hörfunk und dem Fernsehen und Hörfunk von rbb. Den Abschluss bildete die Pressekonferenz im April 2008 in Potsdam zur Rückkehr von Jürgen Graeser.

Am 22. Januar 2009 organisierte das AWI eine Pressekonferenz und Informationsveranstaltung zu dem Eisendüngungsexperiment LOHAFEX auf ‚Polarstern‘, über das durch internationale Proteste auch in Deutschland eine Kontroverse entstanden war. Das AWI setzte auf fundierte, offene Informationspolitik sowie seine guten Kontakte zu den Medien. Politik, Umweltverbände und Medien wurden informiert. Am 23. März 2009 folgte die Vorstellung erster Ergebnisse des Eisendüngungsexperiments für Forschungs- und Unterausschuss des Bundestages, anschließend für Umweltverbände und Presse.

Intensive Medienarbeit begleitete den Neubau von Neumayer III über die erste und die zweite Bauphase. Diverse Pressemitteilungen berichteten über den Fortgang des Baus. Informationen für die Medien und das Internet stießen auf großes Interesse. Wichtige Grundlage für den Medienerfolg zum Neubau der

*Some examples of highlights in the media work during 2008 and 2009, are: a reception and press conference on the RV ‘Polarstern’ in Cape Town with the Minister of Education and Research, Dr. Annette Schavan during her visit to South Africa in February 2008. The theme was the presentation of the biological and oceanographic investigations of the Southern Ocean that were to be carried out on the relevant cruise legs of the 24th Antarctic expedition of the ‘Polarstern’.*

*“To the North Pole on an ice floe” - Jürgen Graeser from the Atmospheric Circulations section participated in the Russian expedition “North Pole drifting station NP-35”. This enterprise also received strong media attention and had broad pan-regional coverage, which is attributed to the outstanding cooperation with ZEIT.de, WDR radio as well as the RBB television and radio service. A final press conference was organised in Potsdam in April 2008, on the return of Jürgen Graeser.*

*On 22 January 2009, the Alfred Wegener Institute organised a press briefing on the iron fertilisation experiment Lohafex carried out on the ‘Polarstern’, which had caused international protests and controversy, including in Germany. From the beginning, the AWI relied on solid, well-founded information, and on its good contacts with the media. Politicians, environmental organisations as well as the media were informed. The preliminary results of the iron fertilisation experiment were presented to the Research and Environmental Committee of the “Bundestag”, the German Federal Government as well as environmental groups and the press, on 23 March 2009.*

*Intensive media work accompanied the construction of the ‘Neumayer Station III’ during the first and*



‚Neumayer-Station III‘ waren u.a. die Zusammenarbeit mit Phoenix (drei Monate regelmäßige Sendung „Eiszeit“) und die Berichte des dpa-Journalisten, der drei Wochen an der ‚Neumayer-Station‘ war.

Die Eröffnung der ‚Neumayer-Station III‘ fand am 20. Februar 2009 in der Hauptstadtrepräsentanz der Deutschen Telekom in Berlin und zeitgleich an der Station in der Antarktis statt. An der Pressekonferenz zur Eröffnung der ‚Neumayer-Station III‘ nahmen die Bundesministerin für Bildung und Forschung, Dr. Annette Schavan, und der Präsident der Helmholtz-Gemeinschaft, Prof. Dr. Jürgen Mlynek, teil. Die feierliche Stationseröffnung durch Ministerin Dr. Annette Schavan mit Festveranstaltung, Videokonferenzschaltung in die Antarktis und Live-Fernsehübertragung von Phoenix war der krönende Abschluss des Stationsneubaus.

*the second construction phase. Various press releases reported on the progress of construction. Information for the media and the Internet was received with great interest. Fundamental to the successful reporting on the reconstruction of the ‘Neumayer Station III’, were among others, the cooperation with Phoenix television, who featured a regular program “Eiszeit” (Ice Age) for three months, as well as the reports by a dpa-journalist, who spent three weeks at the ‘Neumayer Station’.*

*The inauguration of the ‘Neumayer Station III’ took place simultaneously in the Telekom Centre in Berlin and at the ‘Neumayer Station’ in Antarctica on 20 February 2009. The Federal Minister for Education and Research, Dr. Annette Schavan, as well as the President of the Helmholtz Association, Prof. Dr. Jürgen Mlynek, were present at the press conference in Berlin. The formal inauguration ceremony by Minister Dr. Annette Schavan, with a videoconference to Antarctica and live television coverage by Phoenix, was the final concluding highlight in the construction of the new station.*



### Veranstaltungen

Ein Tag der offenen Tür anlässlich 25 Jahre ‚Polarstern‘ fand im Mai 2008 in Bremerhaven mit ca. 5.500 Besuchern statt. Das AWI beteiligte sich mit ‚Polar 5‘ am Flughafenfest im Juni 2008 beim Regionalflughafen Bremerhaven und an Open Ship auf Maria S. Merian im Juli 2008 in Bremen.

Im März 2009 fand das Festkolloquium „Meeresforschung im Wandel“ zum 80. Geburtstag von Prof. Hempel statt. Am Wissenschaftsforum des deutsch-französischen Jugendwerks zum Internationalen Polarjahr im März 2009 in Paris war das AWI mit Referenten und einer Videokonferenz beteiligt. Am 20. Juni 2009 wurde auf Helgoland das Jubiläum „50 Jahre Biologische Anstalt Helgoland zurück auf der Insel“ mit einer Festveranstaltung und einem Tag der offenen Tür gewürdigt.

Das Institut machte im Ferienpass des Bremerhavener Amtes für Jugend und Familie wieder Angebote für Schulkinder. Bei der Langen Nacht der Wissenschaften in Berlin/Potsdam war die Forschungsstelle Potsdam vertreten. 2009 beteiligte sich das AWI mit Führungen für Kinder und Schüler/-innen ab 12 im Rahmen der Pier der Wissenschaft an der Forschungs-Expedition Deutschland des Wissenschaftsjahres.

### Ausstellungen

Ein AWI-Beitrag als Teil der Dauerausstellung wurde 2008 für das Internationale Maritime Museum Hamburg fertig gestellt. Ein weiterer AWI-Beitrag wurde 2008/09 in der Sonderausstellung zur Klimaforschung „2° Das Wetter, der Mensch und sein Klima“ im Deutschen Hygiene-Museum Dresden gezeigt. Außerdem beteiligte sich das AWI an Ausstellungen im Haus der Wissenschaft, Bremen. Eine eigene Ausstellung über die Arktisforschung – „Expedition:Arktis“

### Events

*In May 2008, the AWI celebrated 25 years of the ‘Polarstern’ with an open day in Bremerhaven, which was visited by about 5500 people. The Institute also displayed its Polar 5 aircraft at an air show at the regional airport of Bremerhaven in June 2008 and participated in the open ship on the Maria S. Merian in July 2008 in Bremen.*

*A colloquium on the topic “Marine Research in Transition,” was held in celebration of Prof. Hempel’s 80th Birthday in March 2009. Also in March 2009, AWI speakers participated in a video conference organised by the Science Forum of the German-French Youth Office in Paris to celebrate the International Polar Year. The anniversary; “50 years Biologische Anstalt Helgoland - back on the island” was celebrated with an open day on Heligoland on the 20 June 2009.*

*The Institute provided facilities for schoolchildren as part of the “Ferienpass” (holiday pass) organised by Bremerhaven’s Office for Youth and Family. The Potsdam Research Unit participated in the “Langen Nacht der Wissenschaften” (Long Night of the Sciences) in Berlin/Potsdam. In 2009, the AWI provided guided tours for children and students aged 12 or older in the “Pier der Wissenschaft” (Pier of Science) under the auspices of the research expedition Germany in the Year of Science.*

### Exhibitions

*The AWI contributed to a permanent exhibition for the International Maritime Museum Hamburg, which was completed in 2008. Another AWI 2008/09 contribution was displayed at the special exhibition on climate research, “2° Das Wetter, der Mensch und sein Klima” (2°, The weather, man and his environment) at the German Hygiene Museum in Dresden. Furthermore, the AWI participated in exhibitions at the Haus der Wissenschaft, Bremen. An exhibit on*

– erstellte das Institut 2009 gemeinsam mit der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe und dem Auswärtigen Amt.

*Arctic Research - “Expedition:Arctic” – was prepared jointly with the Federal Institute for Geosciences and Natural Resources and the German Foreign Office.*



### Besichtigungen, Vorträge und Druckschriften

An allen deutschen AWI-Standorten und auch an der AWIPEV-Forschungsbasis in Spitzbergen sind Führungen ein wichtiger Bestandteil der Öffentlichkeitsarbeit. Seit 2008 erhebt das AWI in Bremerhaven von Besuchern Gebühren, außer von Schul- und Universitätsgruppen. 2008 und 2009 nahmen in Bremerhaven mehr als 7.550 Personen an einer Institutsbesichtigung teil. Auf Helgoland arbeitet die Biologische Anstalt Helgoland seit 2008 mit dem Tourismusbüro der Gemeinde zusammen. Ab 2009 bietet das AWI seine Vorträge in Kooperationen im Haus der Wissenschaft Bremen mit „Wissen um 11“ und der Wittheit zu Bremen an und in Bremerhaven mit „Wissen am Vormittag“ der Pier der Wissenschaft. Die Abteilung Kommunikation und Medien hat 2008/09 wie üblich eine Reihe Druckschriften herausgegeben.

### Tours, lectures and pamphlets

*Guided tours are an important part of AWI public relations. They are provided at all German AWI locations and also at the AWIPEV research base on Svalbard. Since 2008, the institute in Bremerhaven has charged visitors’ fees, except for school and university groups. More than 7550 people visited the Institute in 2008 and 2009. The Helgoland Biological Institute has been working with the tourist office of the local municipality since 2008. The AWI has organised lectures in cooperation with the “Wittheit zu Bremen” and the “Bremer Haus der Wissenschaft”, - “Science at eleven o’clock” (Wissen um 11), since 2009. In Bremerhaven, morning science talks “Wissen am Vormittag” are organised with the “Pier der Wissenschaft” (Science pier). As in the past, the department of Communications and Media issued several pamphlets during 2008/09.*



## 13. Schulprojekt

### SEA – Science & Education @ the AWI - „Frühe Nachwuchsförderung“

SEA besteht aus zwei großen Teilbereichen, dem Kooperationsprojekt HIGHSEA (für die Oberstufe, dreijähriges Angebot mit zwei Besuchen wöchentlich) und dem Schülerlabor SEASIDE (Kindergarten bis Erwachsenenbildung, Serien mit 6 - 14 Besuchen).

Fünf Jahrgänge des Kooperationsprojektes HIGHSEA haben das AWI nach erfolgreichen Abiturprüfungen verlassen, die Jahrgänge sechs, sieben und acht arbeiten zurzeit im AWI. Aus den Jahrgängen eins und zwei gibt es mehrere Ehemalige, die vom Studium ans AWI zurückkehren, um Diplom-, Bachelor- oder Masterarbeiten durchzuführen.

Die beiden letzten Forschungsfahrten führten die Schüler/-innen in die Arktis (Okt. 2008) und nach Island (Aug. 2009). In den Gewässern um Spitzbergen haben wir zusammen mit Dr. Gerhard Dieckmann nach Ikait-Kristallen in neu gebildetem Meereis gesucht. Auf Island sind wir der Frage nachgegangen, welche Auswirkungen Klimawandel und ein möglicher EU-Beitritt Islands auf die dortige Fischerei haben.

## 13. School project

### SEA – Science & Education @ the AWI - Outreach projects

*Outreach activities at the AWI are subdivided into two projects, HIGHSEA and SEASIDE. With the cooperation project HIGHSEA (for high school students during their last 3 years of school) and the school lab SEASIDE (for all age groups: adult education) we are offering pre-career support for interested members of the public. Both are ongoing projects without a fixed closing date.*

*In summer 2009 the fifth year-group of HIGHSEA students left the AWI after very successful final exams (Abitur). The sixth, seventh and eighth year groups are presently working at the institute. Several alumnae have returned from their respective universities to complete their education with Diploma, Bachelor, or Master theses at the AWI.*

*During our two most recent student expeditions we worked in the Arctic (Oct. 2008) and in Iceland (Aug. 2009). Together with Dr. Gerhard Dieckmann we have been searching for ikait-crystals in newly formed sea-ice in the waters around Svalbard. In Iceland we tried to find out how far fisheries will offer chances for Icelandic people in the light of climate change or in case of Iceland joining the EU.*



**Abb. 2: HIGHSEA VI im August 2009 auf Island. In Thingvellir, auf der Plattengrenze zwischen der amerikanischen und der europäischen Platte, war die Begeisterung der Schülerinnen und Schüler für diese Besonderheit Islands sehr groß.**

**Fig. 1: HIGHSEA VI in Iceland (August 2009). During their visit to In Thingvellir where the American and European tectonic plates lie next to each other. The enthusiasm of the students about this special feature of Iceland was huge. (Photo: P. Weinhold)**

Schulorganisatorisch befindet HIGHSEA sich in einer schwierigen Umbauphase. Die Auswirkungen der Schulzeitverkürzung auf 12 Jahre und die Einschränkungen, die sich aus Verträgen zwischen Bremen und Niedersachsen ergeben haben, haben wir weitgehend gemeistert. Allerdings stehen für den kommenden Jahrgang – HIGHSEA IX – neue bedeutende Einschränkungen hinsichtlich der Wählbarkeit von Fächern bevor, die den Fortbestand des Projekts trotz seiner großen Erfolge erneut ungewiss erscheinen lassen.

Dadurch, dass für HIGHSEA umfangreiche Anpassungen an die neuen Vorgaben nötig waren, konnten wir SEASIDE nicht mehr im gewohnten Umfang weiterführen. Der Betrieb des Schülerlabors SEASIDE gelingt nur durch die engagierte Unterstützung von Winfried Hebold-Heitz. Nach wie vor wollen weit mehr Klassen mit uns zusammen arbeiten, als wir annehmen können. Wir haben daher ein „Bewerbungsverfahren“ für die besuchenden Lehrkräfte entwickelt, das die zahlreichen Anfragen für uns vergleichbar macht.

*With regard to school administration, HIGHSEA is currently undergoing a rather difficult process of remodelling. Currently the number of years students have to go to school is being reduced from 13 to 12 years. Furthermore, we are working under a new agreement between the states of Lower Saxony and Bremen regarding school admission rules. Both problems we could largely deal with. However, for the coming year group – HIGHSEA IX – we are looking at further constraints limiting the number of subjects HIGHSEA students can choose from. Even though HIGHSEA has been a very successful cooperation again, the continuity of the project cannot be guaranteed.*

*Because all remodelling processes for HIGHSEA were very time-consuming, we were unable to continue the work in our school lab SEASIDE to the usual extent. Overall the operation of our school lab is possible only because of the committed support by Winfried Hebold-Heitz. A large number of groups – far beyond our capacities – wants to visit our school lab. We devised an application procedure to make requests to visit our lab more comparable.*

Neben den häufig genutzten Experimenten zum Thema „Schwimmen & Sinken“ entwickeln wir zusammen mit Herrn Hebold-Heitz fortlaufend neue Experimente für neue Besuchsserien. Dabei werden die Themenbereiche „Klimawandel“ und „Polarregionen“ auch von Grundschulen vermehrt nachgefragt. Im Verlauf der letzten beiden Jahre haben wir eine dauerhafte Kooperation mit der Paula-Modersohn-Schule (Gesamtschule) etabliert. Jeweils ein halbes Jahr lang kommen Schüler/-innen der 7. Klassen zum Lernen und Experimentieren ins AWI. Die Besuchsserie endet jeweils mit einem „Wissenschaftstag“ in der Schule, in dessen Verlauf alle Ergebnisse interessierten Eltern und Mitschüler/-innen vorgestellt werden.

Gerade während dieser längerfristigen Besuchsserien erleben wir immer wieder eindrucksvoll, wie sich das Arbeitsverhalten und die Fragehaltung mancher Schüler/-innen ändert, wenn sie das Umfeld der Schule verlassen und unter ganz anderen, für sie neuen, Bedingungen lernen und experimentieren dürfen.

*Apart from regular experiments we conduct around the subject of “Swimming & sinking”, we continuously develop new experiments together with Winfried Hebold-Heitz. We have noticed a stronger demand for subjects like “Climate change”, “Polar regions” and from primary schools, too.*

*During the last two years we were able to establish a strong permanent cooperation with the Paula-Modersohn-Schule (Wulsdorf). Grade 7 students visit our school lab for six months (once a week) to perform experiments and learn at the AWI. The final highlight of each set of visits is a “Science Day” at school. Interested parents and fellow students are invited to learn all about the experiments and experiences of the past six months.*

*Especially during these longer sets of visits we can observe impressive changes in some students. Leaving their regular school and working under new conditions in new surroundings helps the students to develop a new working attitude and an inquiry based approach to problems.*



14. Personeller Aufbau und Haushaltsentwicklung  
*Personnel structure and budget trends*



## 15.1 Personalplan 2008/2009

### Staff plan 2008/2009

Die personelle Entwicklung im Berichtszeitraum ist in den nachstehenden Übersichten dargestellt.

#### Bremerhaven

	am 31.12.2008	am 31.12.2009
unbefristetes Personal	288	304
befristetes Personal	301,5	364,5
<b>Summe</b>	<b>589,5</b>	<b>668,5</b>
davon drittmittelfinanziert	174	242

#### Potsdam

	am 31.12.2008	am 31.12.2009
unbefristetes Personal	38	37
befristetes Personal	54,5	57
<b>Summe</b>	<b>92,5</b>	<b>94</b>
davon drittmittelfinanziert	22	23

#### Helgoland

	am 31.12.2008	am 31.12.2009
unbefristetes Personal	45,5	39,5
befristetes Personal	24	42
<b>Summe</b>	<b>69,5</b>	<b>81,5</b>
davon drittmittelfinanziert	5	7

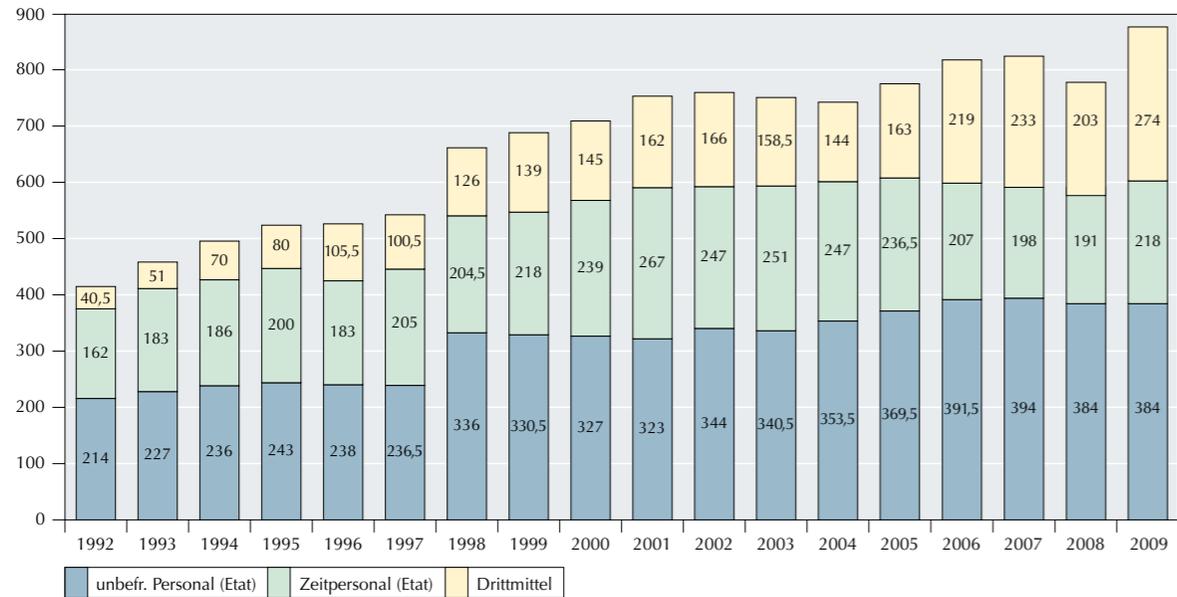
#### Sylt

	am 31.12.2008	am 31.12.2009
unbefristetes Personal	18	16,5
befristetes Personal	8,5	15,5
<b>Summe</b>	<b>26,5</b>	<b>32</b>
davon drittmittelfinanziert	2	2

#### Stiftung AWI gesamt

	am 31.12.2008	am 31.12.2009
unbefristetes Personal	396	396
befristetes Personal	382	480
<b>Summe</b>	<b>778</b>	<b>876</b>
davon drittmittelfinanziert	203	274

Personalentwicklung im AWI von 1992 bis 2009 (in Vollzeitäquivalenten)



Personalentwicklung im AWI von 1992 bis 2009 (in Personen)



### 15.2 Finanzplan 2008/2009 Financial plan 2008/2009

Stiftung AWI	Ist am 31.12.2008		Ist am 31.12.2009					
	Bremerhaven T€	Insel- stationen T€	Potsdam T€	gesamt T€	Bremerhaven T€	Insel- stationen T€	Potsdam T€	gesamt T€
<b>Betrieb</b>								
Personal	23.009	4.232	2.467	29.708	24.755	4.231	2.533	31.519
Sachmittel	43.257	5.944	1.864	51.065	39.994	4.825	1.385	46.204
<b>Investitionen</b>								
Laufende Investitionen	3.423	422	336	4.181	10.987	690	706	12.383
Investitionen > 2,5 Mio €	9.839	5.646	0	15.485	6.306	3.058	0	9.364
<b>Einnahmen</b>								
Erlöse u. Erträge	-1.043	-519	-13	-1.575	-560	-307	0	-867
<b>Gesamt</b>	<b>78.485</b>	<b>15.725</b>	<b>4.654</b>	<b>98.864</b>	<b>81.482</b>	<b>12.497</b>	<b>4.624</b>	<b>98.603</b>
Drittmittel	19.003	315	798	20.116	19.303	706	1.515	21.524



15. Veröffentlichungen, Patente | Publications, *patents*



## 16. Veröffentlichungen *Publications*

Die Veröffentlichungen des Instituts und der Mitarbeiter können sie unter folgendem Link einsehen:

[http://www.awi.de/de/go/zweijahresbericht\\_20082009](http://www.awi.de/de/go/zweijahresbericht_20082009)

*The publications of the institute and its staff members can be accessed under the following link:*

[http://www.awi.de/en/go/report\\_20082009](http://www.awi.de/en/go/report_20082009)

## Schutzrechtsanmeldungen – Erweiterungen in 2008 und 2009 *Intellectual Property Rights filed in 2008 and 2009*

**Bickmeyer, U., Klings, K., Grube, A., Köck, M.** (2008)  
Optical measurement method for determining the pH of a medium using Ageladine A as a fluorescent pH indicator. Patents US 12/601,908, EP 08734458.6-1223, AU 2008 255 407.

**Bock, M., Dunker, E.** (2008)  
Hochtemperatur-Rohröfen für die Pyrolyse. Patent, DE 10 2008 007 354.

**Buck, B., Wunsch, M.** (2008)  
Inspection system for underwater structures and having a positioning device. Patent, CA 2605607.

**Fisch, R., Peehs, H., Buck, B.** (2008)  
In-Teich-Aquakulturanlage zur Kultur von Wasserorganismen. Patent, DE 102008056495.8-23.

**Hamm-Dubischar, C., Sauter, E.** (2008)  
Sicherheitslabel zur visuellen Kennzeichnung eines originalen Produkts. Utility Patent, DE 202007018563.4.

**Hamm-Dubischar, C., Zielinski, O.** (2008)  
Security System comprising an integrated micro-optical magnification system. Patent, WO WO2009/052811.

**Hamm-Dubischar, C.** (2008)  
Lightweight construction having a fractally structured supporting structure. Patents US (N/A), EP 2114755, JP 2009-548575.

**Helmke, E., Gerdes, B., Jürgens, J., Reuter, K.** (2008)  
Bioremediation method for accelerated biological decomposition of petroleum hydrocarbons in sea ice-covered Polar Regions, and bacteria and enzyme mixtures as agents for carrying out said method. Patents JP (N/A), US 12/523,818, EP 2111379, RU (N/A), CA (N/A).

**Köhler-Günther, A.** (2008)  
Method for preparing the ovulated eggs of aquatic animals for quality foodstuffs and ovulated eggs prepared using said method. Numerous national patents, including EU states.

**Sauter, E.** (2008)  
Heranos. Trade Mark, EP 007409733.

**Schulz, J.** (2008)  
Ring lamp for illuminating a restricted volume and the use thereof. Patents EP 1 938 087, US 2009/0016058 A1.

**Wiegemann, M., Dunker, E.** (2008)  
Kulturvorrichtung für aquatische Organismen. Utility Patent, DE DE 202006020530 U1.

**Zöllner, M.** (2008)  
Ozone sensor having a hydrothermal buffer. Patents CA 2 674 741, EP 2122338, US (N/A)

**Bock, M., Dunker, E.** (2009)  
Hochtemperatur-Rohröfen für die Pyrolyse. Patent, EP-DE 502009000001.4-08.

**Bock, M., Dunker, E.** (2009)  
High temperature tube furnace for pyrolysis. Patents EP 2 085 729, US-2009-0188906-A1, EP-GB (N/A), EP-FR (N/A).

**Eisen, O., Heilig, A.** (2009)  
Messverfahren zur zerstörungsfreien Analyse einer Schneesichtung und Messvorrichtung zur Durchführung des Messverfahrens. Patent, DE 102009039716.7.

**Köhler, A.** (2009)  
vivace. Trade Mark, EP 008574469.

**Köhler-Günther, A.** (2009)  
Method for preparing the ovulated eggs of aquatic animals for quality foodstuffs and ovulated eggs prepared using said method. Patent, HK 09101401.2.

**Krone, R., Krämer, P.** (2009)  
Vorrichtung zur Ansiedelung und Erntung von marinen Hartbodentieren. Patent, DE 10 2009 058 278.9.

**Krone, R., Paster, M.** (2009)  
Elektrochemisches Antifoulingssystem für seewasserbenetzte Bauwerke. Patent, DE 10 2009 051 768.5.

**Krone, R., Krämer, P.** (2009)  
Transportierbare Vorrichtung zur Ansiedlung und Erntung von wirbellosen Tieren und Anwendung davon. Patent, DE 10 2009 049 083.3.

**Krone, R., Krämer, P.** (2009)  
Vorrichtung zur Nutzung von technischen Geräten im Unterwasserbereich. Patent, DE 10 2009 058 277.0.

**Sauter, E.** (2009)  
HERANOS. Trade Mark, EP 008463151.

**Sauter, E.** (2009)  
Beleuchtungseinrichtung zur Innenbeleuchtung eines lichtdurchlässigen Behältnisses von außen. Patent, DE 102009025548.6-54.

**Schulz, J., Potthoff, M.** (2009)  
Reflector emitter. Patents, EP 07801332.3, US 12/440,765, JP 2009-527690.

**Wulff, T., Sauter, E.** (2009)  
Vorrichtung zur Wasserprobennahme. Patent, DE 10 2009 032 097.0-52.

**Zakhartsev, M., Bock, C.** (2009)  
Einrichtung zum Rühren von Fluiden mittels Gasblasen. Patent, DE 10 2009 013 930.3-23.

**Zöllner, M.** (2009)  
Ozone sensor having a hydrothermal buffer. Patent, AU 2008217338.



Anhang | Annex



## I. Personal | *Personnel*

Stand: 31. Dezember 2009

Anhang I/Annex I

<b>Direktorium</b>	<b>Wissenschaftlicher Bereich</b>			<b>Biowissenschaften</b>			
Lochte, Professor Dr. Karin	<b>Klimawissenschaften</b>	Gryanik, Dr. Vladimir	Macrander, Dr. Andreas	Abele, Dr. Doris	Ditzler, Sandra	Hoge, Ulrich	Liebert, Ursula
Wolke, Dr. Heike	Baranski, Stanislaw	Hartmann, Dr. Jörg	Monsees, Matthias	Agrawal, Shobhit	Drebing, Wolfgang	Holst, Katja	Lorenzen, Christiane
Audebert, Catherine	Bauerfeind, Dr. Eduard	Haid, Verena	Mudelsee, Dr. Manfred	Alheit, Ruth	Dubischar, Dr. Corinna	Holtz, Ulrike	Lucassen, Dr. Magnus
Biebow, Dr. Nicole	Behrendt, Axel	Hellmer, Dr. Hartmut	Opzeeland, Catharina van	Allhusen, Erika	Endres, Sonja	Hüning, Anne	Ludwichowski, Kai-Uwe
Bremer, Peter	Beszczyńska-Möller, Dr.	Hendricks, Dr. Stefan	Pfeiffer, Madlene	Alwie, Yasmine	Engel, Dr. Anja	Jacob, Dr. Ute	Mark, Dr. Felix
Cieluch, Dr. Ude	Agnieszka	Herber, Dr. Andreas	Plugge, Rainer	Bahns, Sieglinde	Eschbach, Andrea	Janssen, Dietrich	Marx, Ute
Dummermuth, Dr. Angelika	Birnbaum, Dr. Gerit	Hollands, Thomas	Richter, Falk	Bartsch, Dr. Inka	Flerus, Ruth	John, Dr. Uwe	Mehl, Helga
Friederich, Katharina	Bleyer, Andrea	Hoppema, Dr. Jan Marius	Rohardt, Gerd	Barz, Dr. Kristina	Freitag, Michael	Jürgens, Jutta	Messtorff, Philip
Gatti, Dr. Susanne	Bluszcz, Thaddäus	Ionita, Dr. Monica	Ropers, Malte	Bathmann, Professor Dr.	Friedrichs, Lars	Jurkojc, Piotr	Metfies, Dr. Katja
Hain, Dr. Stefan	Boebel, Dr. Olaf	Jacob, Marianne	Rozman, Polona	Ulrich	Funke, Tobias	Kaczmarek, Karina	Meyer, Dr. Bettina
Kottsieper, Anja	Bornemann, Dr. Horst	Janjic Pfander, Dr. Tijana	Schauher, Professor Dr. Ursula	Bayer, Maddalena	Gäbler-Schwarz, Dr. Steffi	Kattner, Professor Dr.	Meyer, Stefanie
Krell, Dr. Andreas	Bracher, Dr. Astrid	Kaffes, Athanasios	Schewe, Ingo	Benthien, Dr. Albert	Gerdes, Dr. Dieter	Gerhard	Mintenbeck, Dr. Katja
Lembke-Jene, Lester	Brunnabend, Sandra-Esther	Kalmbach, Dirk	Scholz, Patrick	Beyer, Kerstin	Ginzburg, Michael	Kegel, Jessica	Mordhorst, Dr. Thorsten
Löffler, Dr. Sonja-Bettina	Budéus, Dr. Gereon	Karcher, Dr. Michael	Schrems, Professor Dr. Otto	Bickmeyer, Dr. Ulf-Georg	Graeve, Dr. Martin	Keul, Nina	Müller, Annegret
Mahnkopf, Sigrid	Burkhardt, Elke	Kauker, Dr. Frank	Schröder, Dr. Michael	Bijma, Professor Dr. Jelle	Grünke, Stefanie	Klaas, Dr. Christine	Münd, Dennis
Rainey, Sabine	Chiaventone, Birgit	Kilias, Estelle	Schröter, Dr. Jens	Blume, Katharina	Guerra Danielsen, Stephanie	Klassen, Niko	Murawski, Sandra
Ruholl, Jan-Christoph	Chirila, Dragos	Kindermann, Dr. Lars	Sidorenko, Dr. Dmitry	Bock, Dr. Christian	Citlali	Klein, Boris	Nehrke, Dr. Gernot
Tschertkova-Paulenz, Elena	Cisewski, Dr. Boris	Klages, Dr. Michael	Steffens, Petra	Bögner, Desislava	Gusky, Manuela	Knüppel, Nadine	Niehoff, Dr. Barbara
Wagner, Christoph	Cohrs, Wolfgang	Klatt, Dr. Olaf	Strass, Dr. Volker	Boetius, Professor Dr. Antje	Gutow, Dr. Lars	Knust, Dr. Rainer	Nöthig, Dr. Eva-Maria
Wolff-Boenisch, Dr. Bonnie	Cristini, Luisa	Köberle, Cornelia	Strothmann, Olaf	Borchard, Corinna	Gutt, Dr. Julian	Köck, Dr. Matthias	Nooijer, Dr. Lennart Jan de
	Damm, Michael	König-Langlo, Dr. Gert	Taylor, Dr. Marc Hollis	Bornemann, Dr. Horst	Hamm-Dubischar, Dr.	Köhler-Günther, Professor Dr.	Oetjen, Kerstin
<b>Kommunikation &amp; Medien</b>	Danilov, Dr. Sergey	Kruppen, Thomas	Timmermann, Dr. Ralph	Brenneis, Tina	Christian	Angela	Olischläger, Mark
Grobe, Margret	Dierking, Dr. Wolfgang	Laepple, Thomas	Treffeisen, Dr. Renate	Brey, Professor Dr. Thomas	Händel, Nicole	Koschnick, Nils	Olthoff, Frauke
Martin, Jacqueline	Dinter, Tilman	Langebroek, Dr. Petra	Wacker, Dr. Ulrike	Broeg, Dr. Katja	Harms, Lars	Krägefsky, Sören	Pappert, Anja
Mehrtens, Folke	Egan-Krieger, Sascha von	Lehmenhecker, Sascha	Wätjen, Kai	Buchholz, Dr. Cornelia	Hasemann, Dr. Christiane	Kreibich, Tobias	Passow, Dr. Uta
Pauls, Margarete	Fahrbach, Dr. Eberhard	Leinweber, Volker	Wang, Qiang	Buchholz, Professor Dr.	Hauck, Judith	Krieten, Guido	Piontek, Judith
Pichler, Claudia	Fieg, Dr. Kerstin	Lemke, Professor Dr. Peter	Wei, Wei	Friedrich	Hegewald, Anne	Krock, Dr. Bernd	Plötz, Dr. Joachim
Prosy, Pamela Maria	Freiwald, Grit	Li, Xin	Weigelt-McGlone, Marietta	Burhop, Dörte	Heinrich, Sandra	Krone, Roland	Pöhlmann, Kevin
Röchert, Ralf	Fritzs, Dr. Bernadette	Linow, Stefanie	Wenzel, Dr. Manfred	Buschmann, Alexander	Held, Dr. Christoph	Kruse, Svenja	Pörtner, Professor Dr.
Thomsen, Maike	Gebler, Madlen	Lohmann, Professor Dr.	Werner, Dr. Martin	Cembella, Professor Dr. Allan	Helmke, Dr. Elisabeth	Kuchta, Renate	Hans-Otto
	Gerdes, Professor Dr. Rüdiger	Gerrit	Wisotzki, Andreas	Cychon, Christine	Hinz, Friedel	Lannig, Dr. Gisela	Pohl, Gabriele
	Gollnik, Tim	Loose, Bernd	Witte, Hannelore	Daniel, Claudia	Hirche, Dr. Hans-Jürgen	Laudien, Dr. Jürgen	Poigner, Harald
	Gröschke, André	Losch, Dr. Martin	Zhang, Jian	David, Gabriele	Hirse, Timo	Lechtenfeld, Oliver	Reents, Andrea
	Grosfeld, Dr. Klaus	Loza, Dr. Svetlana	Ziemer, Corinna	Dieckmann, Dr. Gerhard	Höher, Nicole	Ledrich, Annabel	Reuter, Kristine
		Lüpkes, Dr. Christof	Zweigle, Thomas		Hoffmann, Christel	Lichte, Ellen	Richter, Professor Dr. Claudio

Richter, Klaus-Uwe	Valentin, Dr. Klaus	Damm, Dr. Ellen	Klages, Claudia	Rabenstein, Dr. Lasse	Weikusat, Dr. Ilka	Janßen, Jürgen	<b>Technische Dienste</b>
Rost, Dr. Björn	Véliz Moraleda, Fredy	Drews, Reinhard	Knorr, Dr. Gregor	Röben, Heike	Wiebe, Susanne	Kalina, Marion	Bessel, Jörg
Sablotny, Burkhard	Cristián	Eckstaller, Dr. Alfons	Köhler, Dr. Peter	Roeske, Tobias	Wilhelms, Professor Dr. Frank	Kappmeier, Angela	Bütecke, Uwe
Saborowski, Dr. Reinhard	Völker, Dr. Christoph	Eisen, Dr. Olaf	Kretschmer, Sven	Rutgers van der Loeff, Dr.	Winterfeld, Maria	Karic-Fazlic, Vesna	Dunker, Erich
Sartoris, Dr. Franz Josef	Waal, Dedmer van de	Esper, Dr. Oliver	Kriews, Dr. Michael	Michiel	Wolff, Kathrin	Kohnke, Christina	Ferber, Thorsten
Schäfer, Sabine	Walther, Kathleen	Fahl, Dr. Kirsten	Kuhn, Dr. Gerhard	Richter, Ulrike	Wollenburg, Dr. Jutta	Krämer, Alexandra	Jürgens, Frank
Schalkhaußer, Burgel	Wiencke, Professor Dr.	Freitag, Dr. Johannes	Läderach, Christine	Sauter, Dr. Eberhard	<b>Otto-Schmidt-Labor</b>	Kropf, Florian	Klaschka, Florian
Schaum, Charlotte-Elisa	Christian	Frenzel, Andreas	Lamy, Dr. Frank	Schenke, Dr. Hans-Werner	Hölemann, Dr. Jens Alfons	Kück, Liane	Knoll, Ullrich
Schiffer, Melanie	Windisch, Heidrun	Friedrich, Dr. Jana	Langer, Janine	Schlindwein, Dr. Vera		Lange, Susanne	Kreie, Ritschy
Schiel, Professor Dr. Sigrid	Wischnowski, Laura	Fröhlking, Rita	Lensch, Norbert	Schlitzer, Professor Dr. Reiner	<b>Allgemeiner Bereich</b>	Lehn, Sylvia	Krüger, Maik
Schröder, Dr. Alexander	Wittig, Rolf-Marcus	Gebhardt, Dr. Catalina	Leonhardt, Martin	Schlomann, York	<b>Verwaltung</b>	Malitz, Gerhard	Littmann, Matthias
Schmidt, Gertraud	Wittmann, Astrid	Gehrmann, Martin	Lezius, Dr. Jeannette	Schlüter, Professor Dr.	Atens, Katrin von	Meinardus, Beate	Marold, Peter
Schmidt, Gesine	Wohlrab, Sylke	Geißler, Dr. Wolfram	Lindeque, Ansa	Michael	Azimi Montazer, Mariam	Müller, Heino	Müller, Ralf
Schröer, Annika	Wolf, Christian	Gentz, Torben	Luttmer, Walter	Schönborn, Lisa	Berger, Claudia	Müller, Renate	Neumann, Wolfgang
Schulz, Maximilian	Wolff, Martha Maria	Gersonde, Dr. Rainer	Mackensen, Professor Dr.	Schreck, Michael	Bohling, Michaela	Neumann, Klaus-Dieter	Petereit, Reinhold
Schumacher, Regine	Wolf-Gladrow, Professor Dr.	Glückselig, Birgit	Andreas	Schulze-Paul, Melanie von	Bong, Matthias	Niess, Barbara	Pollakowski, Florian
Schwanzitz, Max	Dieter	Gohl, Dr. Karsten	Magens, Diana	Seebeck, Michael	Breyer, Petra	Ottmers, Hans-Jörg	Pollnick, Lothar
Smetacek, Professor Dr.	Woudsma, Karin	Goßler, Dr. Jürgen	Martens, Hartmut	Sellmann, Manuel	Cordts, Yvonne	Paul, Sabine	Qualek, Sascha
Victor	Wulff, Thorben	Graffe, Dorothea	Matthießen, Dr. Jens	Sieger, Dr. Rainer	Davidis, Edith	Plenge, Helmut	Rastedt, Günter
Soltwedel, Dr. Thomas	Wurst, Mascha	Grobe, Dr. Hannes	Max, Lars	Sorensen, Aysel	Eilers, Jörg	Ritsch, Elke	Rehmcke, Steven
Sommer, Dr. Angela	Xiaoping, Yao	Groeneveld, Dr. Jeroen	Méheust, Marie	Stein, Professor Dr. Rüdiger	Ewen, Ralf	Schierwater, Andrea	Renke, Volker
Spahic, Susanne	Ye, Ying	Grützner, Dr. Jens	Menzel, Michael	Steinhage, Dr. Daniel	Feuster, Astrid	Schüler, Björn	Sibberns, Reinhard
Sprengel, Dr. Claudia	Zacher-Aued, Dr. Katharina	Gurvich, Dr. Evgeny	Meyer, Günter	Stimac, Ingrid	Fröhlich, Kirsten	Schwarz, Berit	Wethje, Dirk
Stark, Axinja	Zittier, Zora	Haid, Verena	Miller, Professor Dr. Heinrich	Stölting, Ilsetraut	Geiß, Annika	Siegmund, Ralf	
Steffens, Petra	<b>Geowissenschaften</b>	Hanfland, Dr. Claudia	Möller, Lars	Suckro, Sonja	Gerken, Birgit	Slembeck, Johanna	<b>Rechenzentrum und</b>
Steinmetz, Richard	Abelmann-Gersonde, Dr.	Heckendorff, Stephan	Mollenhauer, Professor Dr.	Tiedemann, Professor Dr. Ralf	Gruberbauer-Kaschek,	Soltwedel, Angela	<b>Datenbanken</b>
Stemmer, Kristina	Andrea	Helm, Dr. Veit	Gesine	Twarloh, Birthe	Monika	Stern, Martina	Adam, Daniel
Strieben, Sabine	Basse, Andreas	Henkel, Silke	Müller, Juliane	Uenzelmann-Neben, Dr.	Günther, Thorsten	Struschka, Birgit	Bräuer, Benny
Strobel, Anneli	Baummann, Ludmilla	Hörhold, Maria	Niederjasper, Fred	Gabriele	Hebold-Heitz, Winfried	Sündermann, Marika	Dieck, Wolfgang
Sweet, Elisabeth	Behrens, Melanie	Hofstede, Dr. Coen	Niessen, Dr. Frank	Valero Delgado, Fernando	Hegemann, Wolfram	Tautorat, Gisela	Frickenhaus, Prof. Dr.
Thoms, Dr. Silke	Bock, Ute	Jokat, Dr. Wilfried	Nöthen, Dr. Kerstin	Venchiarutti, Dr. Célia	Hempel, Ilka	Wilhelm, Kristina	Stephan
Tillmann, Anette	Böttjer, Ulrike	Karakas, Dr. Gökyay	Oerter, Dr. Hans	Wanke, Renate	Herr, Nicole	Witt, Silke	Fritzsch, Dr. Bernadette
Tillmann, Dr. Urban	Caniupan, Magaly	Karandi, Robert	Ott, Dr. Norbert	Wegner, Dr. Anna	Hornke, Rudolf	Wittke, Erich	Fuchs, Annika
Töbe, Dr. Kerstin	Cordelair, Ruth	Kasten, Dr. Sabine	Penshorn, Dietmar	Weigelt, Dr. Estella	Janson, Marcus		Gerchow, Peter
Uhlig, Christiane		Kipfstuhl, Dr. Josef	Petersen, Christoph	Weller, Dr. Rolf			Haas, Dr. Antonie

Harig, Dr. Sven	Sassen, Ina	Düde, Dennis	Fischer, Michael	<b>Nachrichtlich:</b>	Ploug, Dr. Helle	Gericke, Heiko	Neuber, Dr. Roland
Hiller, Professor Dr. Wolfgang	Schröder, Horst	Folkens, Lasse	Giomi, Dr. Falco	<b>Überwinterer Reederei</b>	Rabe, Dr. Benjamin	Gerlach, Uwe	Ni, Dr. Jian
Hülz, Jan-Christoph	Soll, Stephani	Fromm, Christina	Gong, Xun	<b>Laeisz</b>	Rachold, Dr. Volker	Gräning, Sigrun	Opitz, Stephan
Kosinski, Jörg	<b>Logistik</b>	Geils, Judith	Hesse, Tilman	Böhler, René	Rauch, Brigitte	Graeser, Jürgen	Orgis, Thomas
Krause-Babst, Hans	Bochert, Sanne	Gerstung, Janine	Ho, Sze Ling	Brehme, Andreas	Reinke, Dr. Manfred	Grieff, Juliane	Overduin, Dr. Paul Pier
Liegmahl-Pieper, Dr. Herbert	Drücker, Cord	Groß, Jana	Kersten, Franziska	Denecke, Mirko	Reiter, Anne-Katrin	Handorf, Dr. Dörthe	Piel, Konstanze
Linnemann, Marvin	El Nagggar, Dr. Saad El Dine	Günther, Mirco	Krause-Nehring, Jacqueline	Fröhlich, Mike	Rokitta, Sebastian	Hebestadt, Ines	Pit, Mare
Macario, Dr. Ana	Fredersdorf, Jana	Hölscher, Jana	Schwegmann, Sandra	Hüttebräuker, Olaf	Schmekel, Yvonne	Heim, Dr. Beate	Rachold, Volker
Maike, Andreas	Gernandt, Dr. Hartwig	Höyns, Christin	Sevilgen, Duygu Sevgi	Kazanc, Tamer	Schmidt-Aursch, Dr. Mechita	Hermichen, Dr. Wolf-Dieter	Rex, Dr. Markus
Makedanz, Siegfried	Janneck, Jürgen	Kandora, Lukas	Sperling, Martin	Lenuck, Michael	Schmitt, Dr. Bettina	Herzschuh, Professor Dr.	Rinke, Dr. Annette
Matthes, Jörg	Kohlberg, Dr. Eberhard	Keden, Nis	Stepanek, Christian	Riess, Felix	Storch, Dr. Daniela	Ulrike	Ritter, Dr. Christoph
Mejía Villar, José Alberto	Kuhlmann-Treu, Beate	Klein, Thore	Wall, Marlene	<b>Arktisstation Spitzbergen</b>	Terbrüggen, Anja	Hoff, Ulrike	Sawallisch, Christin (Azubi)
Nerger, Dr. Lars	Lochthofen, Normen	Köhler, Christian	Wobbe, Florian	Kirk, Henning	Trimborn, Dr. Scarlett	Hoffmann, Anne	Schirrmeister, Dr. Lutz
Nixdorf, Heike	Loeppke, Petra	Machner, Nina	Xu, Xu	Schumacher, Dr. Marcus	Viehoff, Eva	Holm, Dirk	Schlafter, Gabriela
Pfeiffenberger, Dr. Hans	Matz, Thomas	Meine, Sarah	<b>Überwinterer</b>		Wand, Dr. Ulrich	Hubberten, Prof. Dr.	Schmidt, Tobias
Pinkernell, Stefan	Mengedoht, Dirk	Mohrmann, Carlina	<b>Antarktis-Station Neumayer</b>	<b>Beurlaubte</b>	<b>Standort Potsdam</b>	Hans-Wolfgang	Schneider, Waldemar
Rehder, Jörg	Nixdorf, Dr. Uwe	Nickel, Fabian	<b>2008 - 2010</b>	<b>Mitarbeiter/-innen</b>	Bajerski, Felizitas	Kiewitt, Doreen	Schönicke, Lutz
Schäfer-Neth, Dr. Christian	Nolting, Michael	Nieske, Patrick	Hellmschmidt, Jessica	Behrens, Dr. Jörn	Bastian, Ute	Klein, Katrin	Schofield, Dr. Robyn
Schlüter, Jens-Michael	Weynand, Markus	Peper, Jan-Hendrik	Männl, Ulrich	Bergmann, Dr. Melanie	Bleßmann, Daniela	Kopsch, Conrad	Schwamborn, Dr. Georg
Schreiber, Frauke	Witt, Ralf	Petrus, Hendrik	Turpeinen, Heidi	Beszteri, Dr. Bank	Boike, Dr. Julia	Läuter, Dr. Matthias	Sobiech, Jennifer
Sommerfeld, Jacqueline	Wohltmann, Holger	Pfeiffer, Katharina	Weigand, Dr. Gerhard	Boschert, Dr. Karin	Borchers, Andreas	Lampert, Astrid	Springer, Cindy
Steinhoff, Dennis	Woriescheck, Klaus	Sawallisch, Christin	Zöllner, Mathias	Cornils, Dr. Astrid	Brand, Dr. Sascha	Langer, Moritz	Stock, Maria
Steinmann, Sven	Ziffer, Albert	Schütt, Philipp	<b>Überwinterer</b>	Fuchs, Nicole Elisabeth	Brand, Dr. Sascha	Lantuit, Dr. Hugues	Stoof, Günter
Thiele-Wolff, Frauke	<b>Auszubildende</b>	Sdrenka, Jan	<b>Antarktis-Station Neumayer III</b>	Hermichen, Dr. Wolf-Dieter	Burckhardt, Oliver	Lehmann, Dr. Ralph	Ulrich, Mathias
Wekerle, Claudia	Ahrens, Daniel	Steinbach, Angelo	<b>2009 - 2011</b>	Huerta-Casas, Dr. Adriana	Chapligin, Bernhard	Leutert, Beate	Wagner, Dr. Dirk
Weidanz, Isabell	Azimi, Maximilian	Uhlmann, Pascal	Huber, Sarah	Jansen, Dr. Sandra	Debatin, Siegrid	Litz, Christine	Walther, Connie
Wübber, Dr. Chresten	Baßler, Stefanie	Völker, Charlyn	Fromm, Tanja	Jerosch, Dr. Kerstin	Deckelmann, Holger	Malaszkiwicz, Janosch	Westermann, Sebastian
<b>Bibliothek</b>	Bergmann, Waldemar	Völker, Kevin	Schmithüsen, Holger	Klinck, Holger	Dethloff, Professor Dr. Klaus	Matthes, Heidrun	Wetterich, Sebastian
Brannemann, Marcel	Bodewald, Hanke	Weidemann, Michelle	Tülp, Holger	Klinck, Karolin	Diekmann, Dr. Bernhard	Maturilli, Dr. Marion	Wohltmann, Dr. Ingo
Gomez, Michael John	Bublitz, Yvette	<b>Stipendiaten</b>	Wetegrove, Olaf	Krüner, Günter	Dorn, Dr. Wolfgang	Meyer, Dr. Hanno	
Krause, Dr. Reinhard	Bullwinkel, Marc	Bazhenova, Evgenia		Lampert, Astrid	Erleben, Sabine	Midleja, Heike	
Leiding, Karin	Burckhardt, Oliver	Biskaborn, Boris		Mühlstädt, Dorothee	Eulenburg, Antje	Mielke, Moritz	
Lüdke, Antje	Davidek, Tobias	Bora, Sagar		Müller, Beate	Fritzsche, Dr. Diedrich	Müller, Gerald	
		Borrione, Ines		Onken, Heike	Ganzert, Lars	Muster, Sina	
					Gathen, Dr. Peter von der	Nazarova, Dr. Larissa	

**Standort Helgoland**

Aberle-Malzahn, Dr. Nicole  
 Alexander, Ulrich  
 Alexander, Ute  
 Alfonsin Garcia, Carlos  
 Anger, Dr. Klaus  
 Beermann, Jan  
 Block, Helgo  
 Böhmer, Kathrin  
 Boersma, Professor Dr. Maarten  
 Boos, Dr. Karin  
 Brandt, Petra  
 Bührig, Christiane  
 Bussmann, Dr. Ingeborg  
 Carstens, Kristine  
 Denker, Helgo  
 Döpke, Hilke  
 Engel, Greta  
 Fischer, Dr. Philipp  
 Fölsner, Claudia  
 Franke, Professor Dr.  
 Heinz-Dieter  
 Frier, Detlef  
 Gerds, Dr. Gunnar  
 Grauel, Christine  
 Haafke, Julia  
 Hayen, Stephanie  
 Hielscher, Nicole  
 Janke, Michael  
 Juretschke, Gunda  
 Klawon, Antje  
 Klings, Dieter  
 Klings, Karl-Walter

**Standort Sylt**

Klockmann, Kathleen  
 Köllen, Melanie  
 Kraberg, Dr. Alexandra  
 Krause, Evamaria  
 Krüß, Margret  
 Kühn, Joachim  
 Löder, Dr. Martin  
 Lorenzen, Werner  
 Lührs, Hans-Carl  
 Malzahn, Dr. Arne  
 Meunier, Cedric  
 Molis, Dr. Markus  
 Moritz, Dirk  
 Müller, Petra  
 Nettelmann, Uwe  
 Oberbeckmann, Sonja  
 Oppermann, Bettina  
 Orban, Axel  
 Peters, Heino  
 Peters, Silvia  
 Piorek, Regina  
 Pyschny, Martina  
 Reichenberger, Kristina  
 Röw, Anja  
 Schnell, Stefanie  
 Schütt, Dr. Wolf-Christian  
 Sdrenka, Jan  
 Tönnies, Niels  
 Voss, Robert  
 Wagner, Andreas  
 Wehkamp, Matthias  
 Wichels, Dr. Antje  
 Wiltshire, Professor Dr. Karen  
 Helen

**Standort Sylt**

Armonies, Dr. Werner  
 Asmus, Dr. Harald  
 Asmus, Dr. Ragnhild  
 Bardt, Gerda  
 Beusekom, Dr. Justus van  
 Buschbaum, Dr. Christian  
 Dolch, Dr. Tobias  
 Eschweiler, Ninette  
 Halliger, Hannelore  
 Hass, Dr. Christian  
 Herre, Elisabeth  
 Hussel, Birgit  
 Kadel, Petra  
 Kellnreitner, Florian  
 Kessenich, Kristin  
 Klett, Michael  
 Kneer, Dominik  
 Kraack-Mumm, Petra  
 Ludwig-Schweikert, Margit  
 Magens, Reimer  
 Martens, Dr. Peter  
 Mumm, Cornelia  
 Reise, Professor Dr. Karsten  
 Romanova, Tatyana  
 Strasser, Dr. Matthias

**Geschäftsstelle des Wissenschaftlichen Beirats der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU)**

Haum, Rüdiger  
 Loose, Dr. Carsten  
 Paulini, Dr. Inge  
 Pilardeaux, Dr. Benno  
 Rinn, Mario  
 Schneider-Kremer, Martina  
 Schulz, Dr. Astrid  
 Soete, Dr. Birgit  
 Weiß, Margot

**Persönliche Assistenten der Beiratsmitglieder der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU)**

zurzeit keine

**II. Wissenschaftliche Veranstaltungen****Scientific events****Anhang II/Annex II**

13. – 18.04.2008	General Assembly of the European Geosciences Union, Wien, Organizer of the Programme Group Climate: Past, Present, Future (Prof. Dr. Gerrit Lohmann)	21.09.2009	“Understanding Cenozoic Climate Cooling“ - Annual Status Seminar Workshop (Prof. Dr. Gerrit Lohmann)
19.07.2008	Open Ship Day of the RV ‘Merian S. Merian’, Bremen, Europahafen, (Prof. Dr. Astrid Bracher)	05. – 07.10. 2009	Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft Stabile Isotope, Potsdam
01.10.2008	Eröffnungsveranstaltung „Earth System Science Research School“, AWI, Bremerhaven (Prof. Dr. Gerrit Lohmann, Dr. Klaus Grosfeld)	12. – 14.10 2009	“Biogeochemical fluxes and short-term molecular changes in the Atlantic Surface Ocean“ (The Expedition ANT-XXV/1 of the Research Vessel ‘Polarstern’ Bremerhaven - Cape Town in 11/2008) AWI, Bremerhaven.
02.10.2008	Eröffnungsveranstaltung „Klimabüro für Polargebiete und Meeresspiegelanstieg“, AWI, Bremerhaven (Prof. Dr. Peter Lemke, Dr. Renate Treffeisen)	19. – 20.10.2009	Eröffnungsveranstaltung „Helmholtz-Verbund Regionale Klimaänderungen (REKLIM)“, AWI, Bremerhaven (Prof. Dr. Peter Lemke)
25. – 28.02. 2009	AARI-AWI Workshop - Vorbereitung von Publikationen der wissenschaftlichen Ergebnisse der NP 35 und Diskussion über zukünftige Driftexperimente (Dethloff)	02. – 03.11. 2009	Konferenz „Klima im System Erde“ (Lochte, Rinke)
19. – 24.04.2009	General Assembly of the European Geosciences Union, Wien, Organizer of the Programme Group Climate: Past, Present, Future (Prof. Dr. Gerrit Lohmann)	23.11.2009	2nd Meeting Regional Climate Projections - User, Research Cluster “Climate Impact on Lower Saxony, Germany (KLIFF)“, Hamburg. Convener: M. Mudelsee (Prof. Dr. Gerrit Lohmann)
05.06.2009	1st Meeting Regional Climate Projections - User, Research Cluster “Climate Impact on Lower Saxony, Germany (KLIFF)“, Göttingen. Convener: M. Mudelsee (Prof. Dr. Gerrit Lohmann)		

### III. Abgeschlossene Examensarbeiten

#### Completed Theses and Dissertations

##### Anhang III/Annex III

##### Bachelorarbeiten des Fachbereichs Klimasystem

- [Gainusa-Bogdan, Alina](#)  
2008  
Climate sensitivity in response to extreme solar forcing conditions: A case study on polar amplification. Jacobs Universität Bremen
- [Krieger, Moritz](#)  
2008  
Climate signatures of grape harvest dates.
- [Blüthgen, Jonas](#)  
2009  
The Atmospheric Response to the Summer 2007 Arctic Sea Ice Extent Minimum – Simulations With the Atmospheric General Circulation Model ECHAM5
- [Oltmanns, Marilena](#)  
2009  
Arctic sea ice development in 2007 and 2008

##### Diplom- und Masterarbeiten des Fachbereichs Klimasystem

- [Gollnik, Tim](#)  
2008  
Parametrisierung turbulenter Fluesse ueber Eisrinnen in einem mikroskaligen Atmosphaerenmodell. Universität Bremen
- [Kaiser, Nils](#)  
2008  
Die Thermohaline Zirkulation - Stochastische Analyse eines dynamischen Systems. Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn und AWI
- [Guillotot, Isabelle](#)  
2008  
Centennial oscillations of the NADW transport during glacial times
- [Behrendt, Axel](#)  
2008  
Comparison of the Current Field in Fram Strait derived from ADCP Measurements and Mooring Data. Universität Bremen

- [Brüggemann, Nils](#)  
2009  
Ein Modell der zonal gemittelten Zirkulation für den Atlantik. Universität Bremen
- [Gong, Xun](#)  
2009  
Paleo Arctic Ocean Hydrograph and Circulation in Last Glacial Maximum as Obtained from NAOSIM Model.
- [Moritz, Stefan](#)  
2009  
Three-dimensional modelling of glacial ocean circulation and marine biogeochemistry. Universität Potsdam
- [Stepanek, Christian](#)  
2009  
Einfluss der Ozeanpassagen auf das Klima und die Auswirkung auf biogeochemische Kreisläufe: Anwendungen eines physikalischen Strömungs- und ozeanischen Biogeochemiemodells.
- [Theis, Anja](#)  
2009  
Validation of MERFIS, MODIS and SeaWiFS Level-2 products with ground-based in-situ measurements in Atlantic case 1 waters. Universität Bremen
- [Khoreva, Ekatarina](#)  
2009  
Modeling the summertime sea ice melt-water ponds
- [Rozman, Polona](#)  
2009  
The Role of the Laptev Sea Fast Ice in an Arctic Ocean - Sea Ice Coupled Model

##### Dissertationen des Fachbereichs Klimasystem

- [Gallucci, Fabienne](#)  
2008  
Small-scale patterns and processes in deep-sea nematodes: Implications of diversity

- [Glushak, Ksenya](#)  
2008  
Atmospheric circulation and the surface mass balance in a regional climate model of Antarctica. Universität Potsdam
- [Kanzog, Corinna](#)  
2008  
Response of deep-sea benthic microbial communities to particulate organic matter supply: In situ experiments in the Fram Strait (Arctic Ocean). Universität Bremen
- [Klinck, Holger](#)  
2008  
Automated passive acoustic detection, localization and identification of leopard seals: From hydro-acoustic technology to leopard seal ecology. Universität Bremen
- [Quéric, Nadia-Valérie](#)  
2008  
Bacterial community patterns along small and large-scale environmental gradients in Arctic deep-sea sediments. Universität Bremen
- [Rollenhagen, Katja](#)  
2008  
Data Assimilation in a Regional Finite Element Sea-Ice Model for the Arctic - Application of the Singular Evolutive Interpolated Kalman Filter. Universität Bremen
- [Böning, Carmen](#)  
2009  
Das Schwerefeld der Erde - Massenvariationen des Ozeans aus Satellitendaten, Modellergebnissen und in-situ Messungen. Universität Bremen
- [Jansen, Daniela](#)  
2009  
Calving and disintegration of gigantic Antarctic icebergs: a combined modelling / satellite remote sensing effort. Universität Bremen

- [Hendricks, Stefan](#)  
2009  
Validierung von altimetrischen Meereisdickenmessungen mit einem helikopter-basierten elektromagnetischen Induktionsverfahren. Universität Bremen
- [Ionita, Monica](#)  
2009  
Variability and potential predictability of Elbe river streamflow and their relationship to global teleconnection patterns. Universität Bremen
- [Laepple, Thomas](#)  
2009  
Climate variability from annual to multimillennial timescales: Insights from statistical and conceptual models. Universität Bremen
- [Maßmann, Silvia](#)  
2009  
Modelling of tidal dynamics on unstructured meshes.
- [Saynisch, Jan](#)  
2009  
Untersuchungen zum Einfluss des Ozeans auf die Rotation der Erde. Universität Bremen

Bachelorarbeiten des Fachbereichs  
Biowissenschaften/Sektion Polar  
Biologische Ozeanographie

- Hornbostel, Sven 2008 Effects of the use of wet or dry feed on shrimp cultivation, IFFT. Mönchengladbach
- Schmidt, Mareike 2008 Solid particle loads in sediment filters. Hochschule Bremerhaven
- Wagner, Tanja 2008 Effects of  $\beta$ -glucan on growth, mortality and fitness of European catfish (*Silurus glanis*). Hochschule Bremerhaven
- Schäfer, Merlin 2008 Strukturoptimierung einer Platte und ihr Vergleich mit Diatomeenstrukturen. Hochschule Bremen
- Koch, Kristina 2009 The impact of diet on enzymatic pattern in fecal pellets of dominant copepods of the North Sea. Universität Bremen
- Bendiks, Pauls 2009 Sedimentation of pteropods in the eastern Fram Strait (79° N, 4° E), 2005/2006 and 2006/2007. Universität Bremen
- Schmidt, Katrin 2009 Einfluss veränderter Kulturbedingungen auf das Wachstum und die Genexpression polarer Diatomeen. Universität Bremen

Masterarbeiten des Fachbereichs  
Biowissenschaften/Sektion Polar  
Biologische Ozeanographie

- Gruber, Heike 2009 Development of a vector construct for the transformation of the coccolithophore *Emiliana huxleyi*. Hochschule Bremerhaven

Diplomarbeiten des Fachbereichs  
Biowissenschaften/Sektion Polar  
Biologische Ozeanographie

- Werner, Thorsten 2008 Bestimmung verschiedener physiologischer Zustandsgrößen als Kon-ditionsindikatoren bei der Nord-seegarnele *Crangon crangon* (L.). Universität Bremen
- Erdogan, Adnan 2008 Comparative genomics in the polar diatom genus *Fragilariopsis*; Vergleichende Genomik bei Diatomeen der Gattung *Fragilariopsis*. Hochschule Bremen
- Wurst, Mascha 2008 The impact of ocean acidification on microbial dynamics and activities - a mesocosm study in the Baltic Sea. Universität Oldenburg
- Strauß, Jan 2008 Development of an expression vector construct for the marine microalga *Emiliana huxleyi*. Universität Rostock
- Herrmann, Sarah 2008 Das Mikrophytoplankton der Lazarewsee im antarktischen Winter – Verteilung, Abundanz und Artenzusammensetzung
- Weinert, Jan 2008 Genexpression bei *Emiliana huxleyi* (Haptophyta) unter Befall mit dem Virus EhV86. Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
- Voss, Barbara 2008 Developing a method to test the physiological response of marine bacteria to environmental changes. Universität Oldenburg
- Flemer, Burkhardt 2008 Erstellung einer Gendatenbank aus Meereisalgen. Techn. Fachhochschule Berlin

- Hager, Julia 2008 Winterliche Meereisgemeinschaft im nordwestlichen Weddellmeer. Universität Bremen
- Blank, Heidi 2009 Flexibility and limits of the metabolism of *Centropages typicus* (Crustacea, Copepoda). Universität Bremen
- Fuchs, Nicole Elisabeth 2009 Stöchiometrie von Si:C:N bei Antarktischen Diatomeen unter verschiedenen Bedingungen. Universität Bremen

Dissertationen des Fachbereichs  
Biowissenschaften/Sektion Polar  
Biologische Ozeanographie

- Sato, Shinya 2008 Phylogeny of araphid diatoms, inferred from morphological and Molecular data. Universität Bremen
- Krägefsky, Sören 2008 On the copepod response to iron-induced phytoplankton blooms In the Southern Ocean. Universität Bremen
- Kegel, Jessica 2009 Erforschung molekularer Grundlagen der Virusinfektion und Virusanfälligkeit an *Emiliana huxleyi* mit genomischen Ansätzen. Elucidation Genetic Variation and Mechanism of Virus Infection of *Emiliana huxleyi* via Genomic Approaches. Universität Bremen

- Flores, Hauke 2009 The role of sea ice for pelagic macrofauna and its predators: Implications for the Antarctic pack-ice food web. Universität Groningen (NL)
- Michler, Tanja 2009 Co-Managementprozesse im integrierten Küstenmanagement: Die Integration mariner Aquakultur in Offshore-Windparks. Universität Hamburg
- Gäbler-Schwarz, Steffi 2009 Estimation of genetic diversity in the colony forming polar prymnesiophyte species *Phaeocystis antarctica*. Universität Bremen
- Kruse, Svenja 2009 Biology of meso and bathypelagic chaetognaths in the Southern Ocean. Universität Bremen

Diplomarbeiten der Sektion  
Marine Biogeowissenschaften

- Rokitta, Sebastian 2008 Physiological and genomic characterization of the life-cycle stages of the marine coccolithophore *Emiliana huxleyi*. Universität Bremen
- Hauck, Judith 2008 Accumulation of anthropogenic carbon in the Weddell Sea and its effects on the marine carbonate system. Universität Oldenburg
- Ehrenberg, Nils 2008 Untersuchung der Inotopenzusammensetzung von Stickstoff im Ozean am Übergang vom Archai-kum zum Proterozoikum mit Hilfe eines mathematischen Modells. Universität Bremen

Dissertationen der Sektion Marine Biogeowissenschaften		Bachelorarbeiten der Sektion Funktionelle Ökologie		Masterarbeiten der Sektion Funktionelle Ökologie		Diplomarbeiten der Sektion Funktionelle Ökologie	
Trimborn, Scarlett 2008	Inorganic carbon acquisition of marine phytoplankton with emphasis on selected diatom species. Universität Bremen	Rohnstock, L. 2008	Effekte der Weidegängerdichte auf die Induktion einer Anti-Fraßverteidigung beim Blasentang <i>Fucus vesiculosus</i> . Universität Göttingen	Wosnitzer, Tania 2008	Suitability of bottom culture of the penshells <i>Atrina maura</i> and <i>Pinna rugosa</i> (family Pinnidae) in Bahia Magdalena, Baja California, Mexico. Universität Bremen	Grün, C. 2008	Die Veränderung der physiologischen Stresstoleranz der marinen Muschel <i>Arctica islandica</i> im Verlauf der Alterung. TU Darmstadt
Steigenberger, Sebastian 2008	The Effect of Acidic Polysaccharides on the Biogeochemistry of Iron in the Marine Environment. Universität Bremen	Beisiegel, Kolja 2009	Effekte nicht-tödlicher Strandkrabben ( <i>Carcinus maenas</i> ) auf das Paarungsverhalten der Gemeinen Strandschnecke <i>Littorina littorea</i> . Universität Bremen	Herzog, S. 2008	Tolerance of juvenile Pacific Oysters ( <i>Crassostrea gigas</i> ) exposed to severe hypoxia and hydrogen sulphide in Namibian waters. Universität Bremen	Hu, M. Y.-A. 2008	On the feeding physiology of the hydrothermal vent crab <i>Xenograpsus testudinatus</i> (Decapoda, Brachyura). Universität Bremen
Benner, Ina 2008	The utilization of organic nutrients in marine phytoplankton with emphasis on coccolithophores. Universität Bremen	Langwald, Nina 2009	Analysis of megafaunal composition and distribution from seafloor photographs of two sites west of Kongsfjorden (Svalbard). Universität Bremen	Garus-oas, Caroline 2009	Erstes Staatsexamen, Unterwasservideokartierung der Algenvegetation vor Helgoland. Hausarbeit. Universität Hamburg	Katanic, S. 2008	Messung der basalen Stoffwechselrate an <i>Arctica islandica</i> , Bivalvia, in Abhängigkeit von der Temperatur. Universität Hannover
Hohn, Sönke 2009	Coupling and decoupling of biogeochemical cycles in marine ecosystems. Universität Bremen	Schulze, Sabrina 2009	Koexistenz zweier eng verwandter Amphipoden-Arten ( <i>Jassa herdmani</i> und <i>J. marmorata</i> ) in der Gezeitenzone einer Offshore-Konstruktion. Universität Bremen	Honor's, Knox, Amanda 2009	Testing the Environmental-Stress-Hypothesis on the rocky intertidal shore of Helgoland. Universität Antigonish, Kanada	Krämer, P. 2008	Take it with a grain of sand. - Feeding of demersal fish in different soft-bottom habitats. Universität Oldenburg
Iversen, Morten Hvitfeld 2009	Carbon turnover in sinking particles in the marine environment, Fachbereich II, Biologie/Chemie. Universität Bremen	Schwieder, Hauke 2009	Comparison of the benthos community composition, regarding grain size and water content, in two areas of the Segara Anakan lagoon in south-central Java, Indonesia. Universität Bremen			Odefey, M. 2008	Verbreitung von ausgesuchten Bodenfischen ( <i>Pleuronectes platessa</i> (LINNAEUS, 1758), <i>Limanda limanda</i> (LINNAEUS, 1758), <i>Microstomus kitt</i> (WALBAUM, 1792), <i>Gadus morhua</i> (LINNAEUS, 1758)) der winterlichen Nordsee in Abhängigkeit von der Sedimentbeschaffenheit. Universität Hamburg
Dissard, Delphine 2009	Development of a mechanistic understanding of elements incorporation into biogenic calcite (foraminifera). Jacobs Universität Bremen	Stecher, Anique 2009	Effekte unterschiedlicher CO <sub>2</sub> -Konzentrationen und Temperaturen auf die Primärproduktion von Braunalgen der Nordsee. Universität Bremen	Doerr, B. 2008	The use of YES-Assay to monitor EDCs in mussels and marine fish. Universität Bremen	Oelgeklaus, D. 2008	Die Rolle des Hypoxie-induzierten Faktors 1α (HIF-1α) bei der Reaktion auf Sauerstoffmangel bei antarktischen Fischen. Universität Bremen
Sailley, Sévrine 2009	Parameterization of Microzooplankton Grazing and Growth: From data analysis to simulations in ecosystem model coupled to general circulation-biogeochemical model. Universität Bremen	Weßels, Wiebke 2009	Response of tissue of <i>Arctica islandica</i> (Mollusca, Bivalvia) to hypoxia. Universität Bremen	Domisch, S. 2008	Effekte des eingewanderten Japanischen Beerentangs <i>Sargassum muticum</i> auf die Diversität und Struktur makrobenthischer Gemeinschaften im Helgoländer Felswatt. Universität Oldenburg	Ringelhan, F. 2008	Flexibility in macroalgal responses to herbivory: the influence of grazing pressure and season on the induction of defences in seaweeds. Universität Bonn
				Fischer, N. 2008	PO <sub>2</sub> abhängige physiologische Untersuchungen an <i>Arctica islandica</i> . Universität Bremen		

- Sahlmann C.**  
2008  
Seasonal and regional aspects of the nutritional ecology and physiology of the brown shrimp, Crangon crangon (Decapoda: Caridea).  
Universität Bremen
- Schukat, A.**  
2008  
Ernährungsphysiologische Anpassungen zur Lipidbiochemie und Enzymaktivität der antarktischen Leuchtgarnelen *Euphausia superba* und *Thysanoessa macrura*.  
Universität Bremen
- Stumpp, M.**  
2008  
Comparative study on the carbohydrate digestion and lipid composition of marine and terrestrial decapod crustaceans (Brachyura).  
Universität Bremen
- Hahn, A.**  
2008  
Effekte einer invasiven Spezies und nativer Weidegänger auf die Besiedlung und das Überleben habitatbildender Makroalgen an der Helgoländer Küste.  
Universität Leipzig
- Ditzler, Sandra**  
2009  
Isolierung und Charakterisierung einer neuen extra-zellulären Phosphatase aus dem Verdauungstrakt des Europäischen Hummers (*Homarus gammarus*). FH Aachen
- Ewe, Daniela**  
2009  
The determination of UV-induced DNA lesions in the brown alga *Saccharina latissima*.  
Universität Bremen
- Kohlmeier, Dorothea**  
2009  
Physiologische Reaktionen von Unterwuchsalgen nach Entfernen der Deckalgen in der Helgoländer Gezeitenzone. Universität Bremen

- Olischläger, Mark**  
2009  
Jahreszeitliche Fertilität und UV-empfindlichkeit großer Braunalgen des Kongsfjordes auf Spitzbergen.  
Universität Bremen
- Preuss, Inken**  
2009  
The scent of death: do risk cues of green crabs (*Carcinus maenas*) change periwinkles' (*Littorina littorea*) behavioural traits and indirectly facilitate survival of brown algal (*Fucus serratus*) recruits? Universität Lüneburg

#### Dissertationen der Sektion Funktionelle Ökologie

- Leese, Florian**  
2008  
The recent evolutionary history of Antarctic and Subantarctic benthic isopods: development and analysis of fast evolving molecular markers.  
Universität Bochum
- Mehrtens, Folke**  
2008  
Untersuchungen zu den Entwicklungsbedingungen des europäischen Hummers *Homarus gammarus* bei Helgoland im Freiland und Labor. Universität Hamburg
- Müller, Ruth**  
2008  
Interactive effects of temperature and UV radiation on Arctic and temperate kelps (Laminariales, Phaeophyceae) - with emphasis on early life-history stages.  
Universität Bremen
- Rautenberger, Ralf**  
2008  
Physiological reactions of marine macrophytes along abiotic stress gradients. Universität Bremen

- Suck, Inken**  
2008  
Physiological reactions of marine macrophytes along abiotic stress gradients. Universität Bremen
- Begum, Salma**  
2009  
Environmental constraints on growth, age and lifetime metabolic budgets of the bivalve *Artica islandica*. Universität Bremen
- Brey, Lena**  
2009  
Acclimation of kelp photosynthesis to seasonal changes in the underwater radiation regime of an Arctic fjord system. Universität Bremen
- Fredersdorf, Jana**  
2009  
Interactive abiotic stress effects on Arctic marine macroalgae - Physiological responses of adult sporophytes. Universität Bremen
- Schmalenbach, Isabel**  
2009  
Field and Laboratory Studies on the Developmental Conditions of the European lobster (*Homarus gammarus* L.) at the rocky island of Helgoland (German Bight, North Sea). Universität Hamburg
- Valdivia, Nelson**  
2009  
Effects of biodiversity on ecosystem stability - Distinguishing between number and composition of species. Universität Bremen

#### Bachelorarbeiten der Sektion Bentho-Pelagische Prozesse

- Henrich, M.**  
2008  
„Technische Optimierung eines Systems zur automatisierten optischen Planktondetektion“.  
Hochschule Bremerhaven

#### Masterarbeiten der Sektion Bentho-Pelagische Prozesse

- Ortega Cisneros, K.**  
2009  
Are trophic structures and dynamics of sandy beach assemblages off Kwazulu-Natal, South Africa different in estuaries recently conjunct to the open sea in comparison to those of closed estuaries? Universität Bremen and University of Kwazulu-Natal (South Africa)

#### Diplomarbeiten der Sektion Bentho-Pelagische Prozesse

- Lohmann, M.**  
2009  
Environmental influences on the abundance and diversity of phytoplankton in the Spermonde Archipelago, Indonesia. Universität Kiel
- Islam, Z.**  
2009  
Baseline Study for the restoration of a formerly oligotrophic, presently eutrophicated lake in northern Germany. Universität Bremen

#### Dissertationen der Sektion Bentho-Pelagische Prozesse

- Michels, J.**  
2008  
The role of copepods in cryo-pelago-benthic coupling in the Weddell Sea, Antarctica.  
Universität Kiel

- Herrmann, M.** 2008 Population dynamics of the Argentinean surf clams *Donax hanleyanus* and *Mesodesma mactroides* from open-Atlantic beaches off Argentina. Universität Bremen
- Pacheco V., A. S.** 2009 Community succession and seasonal onset of colonization in sublittoral hard and soft bottoms off northern Chile. Universität Bremen
- Criales-Hernández, M. I.** 2009 Spatio-temporal variability of zooplankton community structure and trophic processes off central Peru. Universität Bremen
- Riascos, J.** 2009 In situ experiments to optimize recruitment of commercially important mollusk species in Northern Chile. Universität Bremen and University of Antofagasta
- Bachelorarbeiten der Sektion Integrative Ökophysiologie**
- Bennecke, S.** 2008 Das Sauerstoffbindungsverhalten des Hämocyanins von *Sepia officinalis* bei variierenden Umweltparametern. Universität Bremen
- Eilers, S.** 2009 Effects of temperature and hypercapnia on metabolism of *Crassostrea gigas* Thunberg 1793. Hochschule Bremen.
- Baum, Gunilla** 2009 Oxygen consumption rates of *Hyas araneus* at different temperatures and CO<sub>2</sub> concentrations. Universität Bremen.
- Sandersfeld, Tina** 2009 Measurement of Specific Dynamic Action (SDA) via oxygen consumption in *Zoarces viviparus*. Universität Bremen
- Masterarbeiten der Sektion Integrative Ökophysiologie**
- Michael, K.** 2009 "Differential gene expression and its functional implications in the gills of common eelpout (*Zoarces viviparus*) under environmental hypercapnia". Universität Bremen
- Diplomarbeiten der Sektion Integrative Ökophysiologie**
- Miest, J.** 2008 Vergleichende Untersuchungen zum temperaturabhängigen Sauerstoffverbrauch isolierter Leberzellen von Kabeljau (*Gadus morhua*) aus verschiedenen Populationen, AWI Bremerhaven. Albert-Ludwig-Universität Freiburg
- Seemann, F.** 2008 Nahrungsaufnahme und -umsatz der Aalmutter (*Zoarces viviparus*, L.) aus dem Wattenmeer. Universität Bremen
- Stark, A.** 2008 CO<sub>2</sub>-Effekte auf Metabolismus und Fitness von marinen Wirbellosen der Gezeitenzone - Studien am Spritzwurm *Sipunculus nudus*. Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
- Strobel, A.** 2008 Molekulare Analyse der Hämocyanin-Isoformen des gemeinen Tintenfisches *Sepia officinalis*. Universität Bremen
- Baumgartner, S.** 2008 CO<sub>2</sub>-Effekte auf die Temperaturtoleranz von *Cancer pagurus* (Linne, 1758) und *Carcinus menenas* (Linne, 1758) – Ein Vergleich. Diplomarbeit, 1-66. Universität Oldenburg
- Schnell, Stefanie** 2009 Ökophysiologie der Seespinne *Hyas araneus*. Einfluss von Temperatur und erhöhtem CO<sub>2</sub>-Partialdruck auf frühe Entwicklungsstadien. Universität Bremen
- Hildebrandt, N.** 2009 Wachstumsleistungen von Zoarciden in unterschiedlichen Klimaregionen. Universität Oldenburg
- Hanke, V.** 2009 Einfluss der Temperatur auf das zelluläre Energiebudget mariner Ektothermer. Universität Rostock
- Füßner, V.** 2009 Online Bestimmung der kritischen Temperatur beim Wattwurm *Arenicola marina* (L.). Universität Bremen
- Huckestein, M.** 2009 Entwicklung einer MR-Bildgebungsmethode zur Bestimmung der Gewebepfusion an Meerestieren, Studiengang Medizintechnik, Studienschwerpunkt Ingenieursmedizin. Hochschule Bremerhaven
- Müdeking, N.** 2009 Automatische Bewegungskorrektur und Positionierung von axial Schnitten in MRT Zeitreihen zur Blutflussbestimmung am Beispiel des Antarktischen Fisches *Pachycara brachycephalum*, Studiengang Medizintechnik, Schwerpunkt Medizininformatik. Hochschule Bremerhaven
- Tietjen, J.** 2009 In vivo 1H-NMR-Spektroskopie zur Bestimmung der Sauerstoffbindung von Myoglobin im Muskelgewebe des Wattwurms *Arenicola marina*, Studiengang Medizintechnik, Fachrichtung Ingenieursmedizin. Hochschule Bremerhaven
- Wermter, F.C.** 2009 Entwicklung einer kontrastmittelgestützten in vivo 31P-NMR Methode zur simultanen Quantifizierung von extra- und intrazellulären pH-Werten, Studiengang Medizintechnik, Fachrichtung Ingenieurmedizin. Hochschule Bremerhaven
- Wohkittel, F.** 2009 In vivo VIS- und NIR Spektroskopie zur Bestimmung der Sauerstoffsättigung von Hämoglobin, Studiengang Medizintechnik, Studienschwerpunkt Ingenieursmedizin. Hochschule Bremerhaven

### Dissertationen der Sektion Integrative Ökophysiologie

- Eckerle, L. G.** 2008 Signale und molekulare Mechanismen der Temperaturanpassung mitochondrialer Funktionen bei marinen Fischen/Signals and molecular mechanisms of temperature adaptation of mitochondrial functions in marine fish. Universität Bremen
- Mintenbeck, K.** 2008 Trophic interactions within high Antarctic shelf communities - Food web structure and the significance of fish. Universität Bremen
- Deigweiher, K.** 2009 "Impact of high CO<sub>2</sub> concentrations on marine life: molecular mechanisms and physiological adaptations of pH and ion regulation in marine fish". Universität Bremen
- Kiko, R.** 2009 "Ecophysiology of Antarctic sea-ice meiofauna". Christian-Albrechts-Universität Kiel
- Gutowska, M.** 2009 The influence of elevated seawater PCO<sub>2</sub> on growth, calcification and maintenance of acid-base equilibria in the cephalopod *Sepia officinalis*. Universität Bremen

### Bachelorarbeiten der Sektion Ökologische Chemie

- Lüders, Ann-Katrin** 2008 MRP, eine Transportfamilie des Multixenobiotik Resistenz (MXR) Mechanismus in Zellen verschiedener mariner Crustaceen und PC12-Zellen aus der Ratte. Universität Hamburg
- Steigüber, Claas** 2008 The potentially toxic bloom forming algae *Alexandrium Tamutum* from the North Sea. Universität Bremen
- Wienberg, Niklas** 2008 Konstruktion einer in-situ-Adsorbentkartusche zur Anreicherung von gelöstem organischen Kohlenstoff. Hochschule Bremerhaven
- Podbielski, I.** 2009 Anwendung des Alkaloids Ageladine A aus Schwämmen als Fluoreszenzfarbstoff in PC12 Zellen. Universität Hamburg

### Diplomarbeiten der Sektion Ökologische Chemie

- Schmitter, Katrin** 2008 Marine dissolved organic matter: influence of enrichment and fractionation on the composition of amino acids. Universität Bremen
- Münd, D.** 2009 Elektrophysiologische Untersuchung der Wirkung des marinen Sekundärmetaboliten Ageladine A auf Membraneigenschaften von PC12 Zellen. Universität Hamburg

### Dissertationen der Sektion Ökologische Chemie

- Alpermann, Tilman** 2009 Evolutionary ecology of *Alexandrium* (Dinophyceae) with special emphasis on genotypic and phenotypic variation in the toxigenic species *A. tamarense*. Universität Bremen
- Brenner, Matthias** 2009 Site selection criteria and technical requirements for the offshore cultivation of blue mussels (*Mytilus edulis*). Universität Bremen
- Schäfer, Sabine** 2009 Reproductive disorders in sea urchins (*Psammechinus miliaris*) caused by environmental pollutants. Jacobs Universität Bremen
- Ines Yang** 2009 Investigations into the transcriptome of the toxigenic marine dinoflagellate *Alexandrium minutum*. Universität Bremen

### Masterarbeiten der Sektion Ökologie von Schelfmeersystemen

- Honnens, Hilke** 2008 Lassen sich *Artemia* spp. bei der Ernährung von Crustaceenlarven durch bakteriophage Nematoden substituieren? Untersuchungen zur Fütterung von *Macrobrachium amazonicum* (Crustacea: Palaemonidae) mit panagrolaimiden Nematoden. Christian-Albrechts-Universität Kiel
- Grau, Cathrien** 2009 Untersuchungen von Vibrionen in Austern (Bachelor Thesis). Universität Duisburg-Essen

- Raffelberg, Sarah** 2009 Charakterisierung potentiell pathogener *Vibrio* sp. Populationen in Muschel und Planktonproben der Deutschen Bucht (Master Thesis). Universität Duisburg-Essen

### Diplomarbeiten der Sektion Ökologie von Schelfmeersystemen

- Benkwitz, Anja** 2008 Akkumulation und Metabolisierung der von *Alexandrium minutum* und *Alexandrium ostenfeldii* gebildeten PSP-Toxine durch die Miesmuschel *Mytilus edulis*. Universität Jena
- Fischer, Andrea** 2008 Wirkungen des Ballastwasser-Biozids Acrolein auf verschiedene pathogene Bakterienstämme in Meer-Brack- und Süßwasser. Universität Oldenburg
- Gülzow, Nils** 2008 Transfer of limitation signals from phytoplankton to zooplankton. Universität Kiel
- Gwosdz, Simone** 2008 Charakterisierung pathogener Bakterienpopulationen im Seewasseraquarium Helgoland. Universität Oldenburg
- Hamer, Henrike** 2008 On the feeding ecology of ctenophores in the German Bight. Universität Kiel
- Lux, Stefanie** 2008 *Alexandrium ostenfeldii* als Spiroliedproduzent im Hälterungsversuch mit *Mytilus edulis* und *Crassostrea gigas*. Universität Jena

Nägele, Verena 2008	Pro- und Eukaryontische Diversität im Nordatlantik: Ein Transekt vom Grönlandshelf zu den Azoren. TU Marburg	Fischer, Andrea 2009	Wirkungen des Ballastwasser-Biozids Acrolein auf verschiedene pathogene Bakterienstämme in Meer-Brack- und Süßwasser. Universität Oldenburg	Störmer, Rebecca 2009	Untersuchungen zur Sukzession der Bakteriengemeinschaft in der Deutschen Bucht mittels Automated Ribosomal Intergenic Spacer Analyses (ARISA): Diversität und Variabilität in unterschiedlichen Zeitskalen. Universität Düsseldorf	Magiera, Ute 2009	Die Besiedlung von Süßwasserlebensräumen durch <i>Palaemonetes argentinus</i> , Nobili 1901 (Decapoda: Caridea; Palaemonidae): Experimentelle und morphologische Untersuchungen zur Larvalentwicklung. Universität Bremen
Neumann, Andreas 2008	Feeding mechanism of the dinoflagellate <i>Peridiniella danica</i> . Universität Rostock	Gwosdz, Simone 2009	Charakterisierung pathogener Bakterienpopulationen im Seewasseraquarium. Universität Oldenburg	van den Berg, Dennis 2009	Wirkung von Acrolein auf die effektive Quantenausbeute des Photosystems II von Mikroalgen. Universität Lüneburg	Schmalenbach, Isabel 2009	Studies of the developmental conditions of the European lobster ( <i>Homarus gammarus</i> / Linnaeus, 1758) at the rocky island of Helgoland (German Bight, North Sea). Universität Hamburg
Plagge, Cornelia 2008	Die Ökologie der Schwimmkrabben des Taxons <i>Liocarcinus</i> bei Helgoland - Vergleichende Untersuchungen an <i>L. holsatus</i> (Fabricius, 1798) und <i>L. depurator</i> (L., 1758). Carl von Ossietzky Universität Oldenburg	Knott, Jan 2009	Intraspezifische Variabilität in der Larvalentwicklung der Garnele <i>Macrobrachium amazonicum</i> (Heller). Universität Oldenburg				Effects of water level fluctuations on the early life stages of fish on the littoral zone of lakes. Universität Konstanz
Remetin, M.A. 2008	Remetin, M.A. (2008). Salinitätstoleranz der Larven- und frühen Juvenilstadien der Garnelenart <i>Macrobrachium amazonicum</i> . Christian-Albrechts-Universität Kiel	Koster, M.C. 2009	Kombinierte Einflüsse der Faktoren Temperatur und Salinität auf Entwicklungs-, Überlebens- und Wachstumsraten der Larven dekapoder Crustaceen. Universität Rostock	<b>Dissertationen der Sektion Ökologie von Schelfmeersystemen</b>		Stoll, Stefan 2009	
Röder, Karin 2008	Zur Anreicherung und Metabolisierung von Yessotoxinen in <i>Crasostrea gigas</i> und <i>Mytilus edulis</i> . Universität Jena	Kreisel, Katja 2009	Bakteriengemeinschaften assoziiert mit marinen Copepoden: Klonierung und Sequenzierung der 16S rDNA und phylogenetische Analyse. Universität Greifswald	Gertler, Christoph 2008	Population dynamics of complex marine hydrocarbon degrading microorganisms. HZI, Universität Braunschweig		
Beermann, Jan 2009	Zur Biologie und Nischensegregation Helgoländer <i>Jassa</i> -Arten Leach (Crustacea, Amphipoda). Freie Universität Berlin	Kuropka, Jana 2009	Experimentelle Untersuchungen zur Respirationsrate von Dekapodenlarven. Universität Rostock	Mehrtens, Folke 2008	Untersuchungen zu den Entwicklungsbedingungen des europäischen Hummers <i>Homarus gammarus</i> bei Helgoland im Freiland und Labor. Universität Hamburg	<b>Bachelorarbeiten der Sektion Ökologie der Küsten</b>	
Ficker, Judith 2009	Untersuchungen zu Vorkommen und Identität von Vibrionen in marinen Muscheln der Deutschen Bucht mittels molekularbiologischer Analysen. Universität Rostock	Sardina, Markus 2009	Programmierung eines Bildanalyse-Systems für die automatische Analyse von Fluoreszenz in situ Hybridisierungen mit marinen Bakterien. Hochschule Bremerhaven	Boos, Karin 2009	Mechanisms of a successful immigration from north-east Asia: population dynamics, life history traits and interspecific interactions in the caprellid amphipod <i>Caprella mutica</i> Schurin, 1935 (Crustacea, Amphipoda) in European coastal waters. Freie Universität Berlin	Armbrecht, L. 2008	Spartina-invasion of a sandy shore: sediment accretion and differential effects on associated macrobenthos. Universität Osnabrück
						Bach Madsen, E. 2008	Aspekter af den Senkvartære geologiske udvikling offshore Sylt baseret på tolkning af digitale sparker data. Institut for Geografi og Geologi, Københavns Universitet, Denmark

## Masterarbeiten der Sektion

## Ökologie der Küsten

- Dorresteijn, I.** 2008  
The role of size in predator-bivalve interactions on two distant areas in the European Wadden Sea. Royal Dutch Institute for Sea Research (NIOZ)
- Averdung, M.** 2009  
Filtrationsraten der heimischen Miesmuschel *Mytilus edulis* und der eingewanderten *Auster Crassostrea gigas* bei winterlichen Temperaturen. Universität Hamburg
- Busch, F.** 2009  
Zeitliche Dynamik des DOC und dessen Beziehung zur Respiration in der Wassersäule. Fachhochschule Weihenstephan, Abteilung Triesdorf
- Fee, E.** 2009  
Does climate change increase the impact of the American razor clam (*Ensis americanus*) on the Wadden Sea? Fachhochschule Eberswalde

## Diplomarbeiten der Sektion

## Ökologie der Küsten

- Fischer, R.** 2008  
Populationsentwicklung der invasiven Ctenophorenart *Mnemiopsis leidyi* in der Sylt-Rømø Bucht. Freie Universität Berlin
- Kaiser, D.** 2008  
Grazing pressure of herbivorous fishes on epiphytes in tropical seagrass beds. Universität Bremen

- Lang, A.** 2008  
Effects of the introduced Japanese seaweed *Sargassum muticum* on benthic communities in the south-east North Sea. Universität Lüneburg
- Liu, H. T. H.** 2008  
Biodiversity of shrimp associated gobies (Teleostei: Gobiidae) in a seagrass bed at Barrang Lompo Island, Archipelago, Indonesia, with special remarks on *Austrolethops wardi*. Universität Wien
- Müller, L.-L.** 2008  
Nahrungsspektrum der invasiven Ctenophore *Mnemiopsis leidyi* in der Sylt-Rømø Bucht. Freie Universität Berlin
- Petz, K.** 2008  
Trophic interaction of phytoplankton, microzooplankton and copepods in the Northern Wadden Sea. Universität Lüneburg
- Schlüssel, A.** 2008  
Influence of hydrodynamics on biofilm communities. Universität Köln
- Witte, S.** 2008  
Invasion der Australasiatischen Seepocke *Elminius modestus* Darwin im Sylter Wattenmeer. Universität Leipzig
- Elsner, N.** 2009  
Eingeschleppte Copepoden der Gattung *Mytilicola* im Darm von Miesmuscheln und Austern im Seegebiet der Nordseeinsel Sylt. Philipps-Universität Marburg

- Heldermann, C.** 2009  
Hydroenergetische Stromgewinnung im Lister Tief nahe der Insel Sylt – Potenzial und Technik. Hochschule Ostwestfalen Lippe, Standort Höxter
- Mayr, T.** 2009  
Die invasive Rotalge *Gracilaria vermiculophylla* und die heimische Braunalge *Fucus vesiculosus* im Eulitoral des Sylter Wattenmeeres. Universität Oldenburg
- Möhler, J.** 2009  
Invasion Pazifischer Austern im Wattenmeer: Haplophyten verweisen auf unterschiedliche Herkunft und Barrieren der Durchmischung. Universität Leipzig
- Nawratil, M.** 2009  
Seasonal change of trophic guilds of the fish fauna of the Sylt Rømø Bight (Wadden Sea, Germany). Universität Wien
- Scheuer, K.** 2009  
Ausbreitung und Konsequenzen einer eingeschleppten Rotalge im Wattenmeer von Schleswig-Holstein. Universität Bremen
- Wiethüchter, A.** 2009  
Interactions between benthic fauna in an Indonesian seagrass bed with special focus on the ecology of Indo-Pacific Pinnidae (Bivalvia). Universität Kiel

## Dissertationen der Sektion

## Ökologie der Küsten

- Dolch, T.** 2008  
High-resolution spatial analysis of morphodynamics and habitat changes in the Wadden Sea (SE North Sea). Universität Kiel
- Kosche, K.** 2008  
The influence of current velocity, tidal height and the lugworm *Arenicola marina* on two species of seagrass, *Zostera marina* L. and *Z. noltii* Hornemann. Universität Bremen
- Krakau, M.** 2008  
Biogeographic patterns of the marine bivalve *Cerastoderma edule* along the European coasts. Universität Kiel
- Lindhorst, S.** 2008  
Stratigraphy and development of a Holocene barrier spit (Sylt, southern North Sea). Universität Hamburg

### Bachelorarbeiten des Fachbereichs Geowissenschaften

- Grotelüschen, Judith**, 2008  
Charakterisierung hemipelagischer Sedimente am Kontinentalhang vor Tansania während des Spätquartärs. Universität Bremen
- Lippstreu, Christian**, 2008  
Charakterisierung der terrigenen Sedimentanlieferung im Bereich der Pedro Bank (Karibik) während der letzten 250 ka. Universität Bremen
- Olchewski, Martin**, 2008  
Grain-size parameters of lacustrine sediments of Lake Donggi Cona to determine their sediments origin on northeastern Tibet Plateau. Universität Hannover
- Schulze, Ina**, 2008  
Vergleich zwischen der nasschemischen Aufbereitung für benthische Mg/Ca- und U/Ca-Messungen im Vergleich zu schon vorhandenen LA-ICP-MS Messungen an miozänen Sedimenten aus dem Südatlantik. Universität Bremen
- Allroggen, N.**, 2009  
Tremorsignale in den Daten der AGAVE Expedition 2007. Universität Bremen
- Graupner, Marion**, 2009  
Cold Seeps am Makran-Akkretionskomplex vor Pakistan: Beeinflusst die Sauerstoffminimumzone die authigene Mineralfällung? Universität Bremen

### Masterarbeiten des Fachbereichs Geowissenschaften

- Burnie, I.**, 2008  
Interpretation of seismic data from Ekströmisen, Antarctica. Universität Leeds

### Diplomarbeiten des Fachbereichs Geowissenschaften

- Bischoff, Juliane**, 2008  
Kultivierung und molekularökologische Charakterisierung methanotropher Anreicherungen aus sibirischen Permafrostböden des Lena-Deltas. Universität Potsdam
- Fischer, David**, 2008  
Geochemical characterization of a low-activity cold seep in the western Weddell Sea, Antarctic Peninsula in comparison to a high-activity cold seep on the northern Congo Fan, East Atlantic. Universität Bremen
- Fritz, Michael**, 2008  
Late Quaternary paleoenvironmental records from a glacially and permafrost affected island in the Canadian Arctic (Herschel Island, Yukon Coastal Plain). Universität Greifswald
- Fuchs, Margret**, 2008  
Optisch stimulierte Lumineszenzuntersuchungen an fluviatilen Sedimenten aus dem Lena-Delta (sibirische Arktis). Technische Universität Dresden

- Haarmann, Tim**, 2008  
Mineral authigenesis in and above methane-rich sediments of the Black Sea - A comparative study between a diffusively governed environment and a microbial mat. Universität Bremen
- Kausche, Moritz**, 2008  
Evaluation of palaeoenvironmental proxies: sedimentological, elemental and stable isotopic analysis of surface lake sediments from Yakutia. Humboldt-Universität zu Berlin
- Kloss, Anna Lucia**, 2008  
Water isotope geochemistry of recent precipitation in Central and North Siberia as a proxy for the local and regional climate system. Universität Hannover
- Bajerski, Felicitas**, 2009  
Isolierung und Charakterisierung von Mikroorganismen in Mineralböden Nordost-Grönlands und Livingston Island (Antarktis). Universität Potsdam
- Frentzel, Hendrik**, 2009  
Charakterisierung der aktiven methanogenen Lebensgemeinschaft in Permafrostböden des Lenadeltas mittels stabiler Isotopenmarkierung (SIP). Universität Potsdam
- Günther, Frank**, 2009  
Untersuchungen der Thermokarstentwicklung im südlichen Lena Delta anhand multitemporaler Fernerkundungs- und Felddaten. Technische Universität Dresden
- Kattenstroth, Britta**, 2009  
Long term climate, water balance and energy partitioning characteristics of a tundra site in the Lena River Delta, Siberia. Universität Potsdam

- Malaszkiewicz, Janosch**, 2009  
Physiologische Charakterisierung methanogener Archeen aus zwei Extremhabitaten. Universität Potsdam
- Plotzki, Anna**, 2009  
Klimagekoppelte Sedimentationsdynamik im spätquartären Donggi-Cona-See, nordöstliches Tibetplateau. Universität Trier
- Rößler, Sebastian**, 2009  
Charakterisierung von Oberflächen- und Thermokarstformen auf eisreichen Permafrostablagerungen im Lenadelta (Russland). Universität Augsburg
- Schmidt, Kerstin**, 2009  
Analyse von Firnbohrkernen aus dem Hinterland der Neumayerstation auf ihre ionische und Staubkonzentration. Universität Hamburg
- Schubert, Anna**, 2009  
Pollenanalytische Untersuchung zur holozänen Klimarekonstruktion des nordöstlichen Qinghai-Tibet-Plateaus. Freie Universität Berlin
- Voigt, Ines**, 2009  
Spätquartäre Bodenwasserdynamik im Antarktischen Ozean südöstlich des Kerguelen-Plateaus. Universität Potsdam
- Winterfeld, Maria**, 2009  
Characterisation of terrestrial permafrost affected by inundation and late Quaternary landscape evolution (Western Laptev Sea, Seberia). Universität Greifswald

### Dissertationen des Fachbereichs Geowissenschaften/Sektion Geophysik

- Bayer, Bettina**  
2008  
Investigation of the lithospheric structure and dynamics through modelling of receiver functions, analyses of seismic anisotropy and modeling of a 3D gravity model of Dronning Maud Land, Antarctica. Universität Bremen
- Parsiegla, Nicole**  
2008  
Tectonic and magmatic processes along the transform margin of southern Africa. Universität Bremen
- Voss, Max**  
2008  
Crustal structure modeling and interpretation of the East Greenland continental margin between 72° N and 76° N. Universität Bremen
- Berger, Daniela**  
2009  
Sedimentation history along the East Greenland Margin. Universität Bremen
- Ehlers, Birte**  
2009  
A geodynamic model of the northern North Atlantic. Universität Bremen
- Riedel, Sven**  
2009  
Airborne-based geophysical investigation in Dronning Maud Land, Antarctica. Universität Bremen

### Dissertationen der Sektion Glaziologie

- Dick, Dorothee**  
2008  
Untersuchungen zur mikrostrukturellen Lokation und Zusammensetzung von Verunreinigungen im Eis der polaren Eisschilde. Universität Bremen
- Hamann, Ilka**  
2008  
Mikrostruktur der EPICA-Eiskerne. Universität Bremen

- Wegner, Anna**  
2008  
“Sources and Transport Characteristics of Mineral Dust in Dronning Maud Land, Antarctica“. Universität Bremen
- Helm, Veit**  
2009  
Airborne SAR / Interferometric Radar Altimeter System (ASIRAS) - Kalibrierung, Validierung und Interpretation der Messergebnisse. Universität Bremen
- Jansen, Daniela**  
2009  
Modellstudien und Satellitenfernerkundung zur Kalbung und zum Zerfall antarktischer Eisberge. Universität Bremen
- Wesche, Christine**  
2009  
Evaluation and application of GPS and altimetry data over central Dronning Maud Land, Antarctica: annual elevation change, a digital elevation model, and surface flow velocity. Universität Bremen

### Dissertationen der Sektion Periglazialforschung

- Feige, Katharina**  
2009  
Molecular ecological analysis of methanogenic communities in terrestrial and submarine permafrost deposits of the Siberian Laptev Sea area. Universität Potsdam
- Kramer, Annette**  
2009  
Late Quaternary environments on the south-eastern Tibetan Plateau – ecosystem and climate dynamics inferred from pollen and nonpollen palynomorph assemblages. Universität Potsdam

- Lantuit, Hugues**  
2009  
The modification of arctic permafrost coastlines = Die Veränderung der arktischen Permafrostküstenlinien. Universität Potsdam
- Opel, Thomas**  
2009  
Glacier and ground ice as archives of Late Holocene climate and environmental change in the Russian Arctic. Humboldt-Universität zu Berlin
- Sachs, Torsten**  
2009  
The exchange of Methane between wet Arctic Tundra and the Atmosphere at the Lena River Delta, Northern Siberia. Universität Potsdam
- Wetterich, Sebastian**  
2009  
Freshwater ostracods as bioindicators in Arctic periglacial regions. Universität Potsdam

### Dissertationen der Sektion Geologie/Bathymetrie

- Hatzky, Jörn**  
2009  
Analyse von Bathymetrie und akustischer Rückstreuung verschiedener Fächersonar- und Sedimentecholot-Systeme zur Charakterisierung und Klassifizierung des Meeresbodens am Gakkel-Rücken, Arktischer Ozean. Universität Bremen



## V. Abkürzungen

### Abbreviations

#### Anhang V/Annex V

Prof. Dr. Antje Boetius	wurde zur Vorsitzenden des wissenschaftlichen Beirats der Annette Barthelet-Stiftung e.V. berufen.	AARI	Arctic and Antarctic Research Institute, St. Petersburg	AO+	positive Phase der Arktischen Oszillation   <i>positive phase of Arctic Oscillation</i>	BIPOMAC	Bipolare Klimamaschine <i>Bipolar Climate Machinery</i>
2009	wurde zur Vorsitzenden des wissenschaftlichen Beirats des Leibniz-Instituts für Ostseeforschung Warnemünde (IOW) gewählt.	ACOBAR	Acoustic Technology for observing the interior of the Arctic Ocean	AO-	negative Phase der Arktischen Oszillation   <i>negative phase of Arctic Oscillation</i>	BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung   <i>Federal Ministry of Education and Research</i>
2009	wurde im Juli 2009 zum Mitglied der Leopoldina, Teilsektion Geologie/ Mineralogie/ Kristallographie gewählt.	ADCP	Doppler-Strömungsprofiler <i>Acoustic Doppler current profilers</i>	AP	Antarktische Halbinsel <i>Antarctic Peninsula</i>	BMP Monitoring	Best Management Practices Monitoring
Dr. Michael Klages	wurde vom Norwegischen Forschungsrat in das Steering Committee des ESFRI Roadmap Projekts SIOS (Svalbard Integrated Arctic Earth Observing System) berufen.	AeroGrid	Grid-basierte Zusammenarbeit zwischen Industrie, Großforschung und Universitäten in der Luftfahrtforschung <i>Partnership that delivers high-resolution aerial photography from across Europe and beyond</i>	AR	Sachstandsbericht <i>Assessment Report</i>	BSRN	Globales Netzwerk für bodennahe Strahlungsmessstationen   <i>Baseline Surface Radiation Networks</i>
2009	wurde als Mitglied in die SCOR Arbeitsgruppe "The Microbial carbon pump in the Ocean" gewählt.	AGAP	Antarcticas Gamburtsev Province	ARISA	Automated Ribosomal Intergenic Spacer Analyses	BzPM	Berichte zur Polar- und Meeresforschung   <i>Reports on polar and marine research</i>
Prof. Dr. Gerhard Kattner	wurde vom ICES Scientific Committee als Vertreter in die „German focal point for HAEDAT data submission“ nominiert.	AGAVE	Arctic Gakkel Vents Expedition	ARK XXIII/1...	FS Polarstern Expeditionen in die ARKTIS   <i>RV Polarstern ARCTIC Expedition</i>	C3 Grid	Collaborative Climate Community Data and Processing Grid
Dr. Urban Tillmann	hat eine Privatdozentur für Mikrobielle Ökologie an der Universität Potsdam, im Institut für Biochemie und Biologie angenommen.	AMEX	The Mesozoic-Cenozoic climate history of the Alpha-Mendeleev Ridge – Expedition	ASIRAS	Interferometric Radar Altimeter System	CARBOOCEAN	Marine carbon sources and sinks assessment
2009		ART	Accumulation Radar Test <i>Akkumulationsradar Test</i>	ASTAR	Arctic Study of Tropospheric Aerosols, Clouds and Radiation	CASO-Project	Climate of Antarctica and the Southern Ocean
Dr. Dirk Wagner		ASLO	American Society of Limnology and Oceanography	ATCM	Antarctic Treaty Consultative Meeting	CASO-Drake	CASO-Drake Passage
2009		ANDEEP-SYSTCO	Antarctic benthic deep-sea biodiversity system coupling	AUV	Unbemanntes Unterwasserfahrzeug <i>Autonomous Underwater Vehicle</i>	CCC	Kanadisches Zentrum für Klimamodellierung und -analyse   <i>Canadian Centre for Climate Modelling &amp; Analysis</i>
		ANDRILL	Geologisches Tiefbohrprogramm in der Antarktis   <i>Antarctic geological Drilling Program</i>	AWIPEV	Alfred-Wegener-Institut/Paul Emile Victor = Deutsch-Französische Arktis-Forschungsbasis   <i>Alfred Wegener Institute/Paul Emile Victor = French-German Arctic Research Base</i>	CCSM3	Gemeinschaftliches Klimasystemmodell, Version 3.0   <i>Community Climate System Model, version 3.0</i>
		AND-1B/2A	ANDRILL Bohrung 1B, 2A <i>ANDRILL Drillsite 1B, 2A</i>	BAS	British Antarctic Survey	CERFACS	European Centre for Research and Advanced Training in Scientific Computation
		ANT-XXV/1...	FS Polarstern Expeditionen in die ANTARKTIS   <i>RV Polarstern ANT-ARCTIC Expedition</i>	BeoFINO	Ökologische Begleitforschung zur Windenergienutzung im Offshore-Bereich auf Forschungsplattformen in der Nord- und Ostsee   <i>Ecological Research on Offshore Wind Farms in the German sectors of North Sea and Baltic Sea</i>	CGCM3.1 (T63)	Gekoppeltes Allgemeines Zirkulationsmodell der dritten Generation <i>3rd Generation Coupled General Circulation Model</i>
		ANTSYO I/II	Antarctic Flight Mission at Syowa Region I/II				
		AO	Arktische Oszillation <i>Arctic Oscillation</i>				

CIRES	Cooperative Institute for Research in Environmental Sciences	DKK	Deutsches Klima-Konsortium <i>German Climate Consortium</i>	ELiSE	Evolutionary Light Structure Engineering	F&E FaMI	Forschung und Entwicklung Fachangestellte/r für Medien und Informationsdienste   Professional in Media and Information Services
COM	Gemeinschaftliches Ozeanmodell <i>Community Ocean Model</i>	DKRZ	Deutsches Klimarechenzentrum <i>German Climate Computing Centre</i>	EM Test	Systemtest: Messung mit Hilfe elektromagnetischer Induktion zur Bestimmung der Meeresunterseite <i>Testing measuring system using electromagnetic induction for definition of sea-ice bottom</i>	FEOM	Finite Elemente Ozeanmodell <i>Finite Element Ocean circulation Model</i>
COSYNA	Beobachtungs- und Informationssystem zur Untersuchung der Meeresumwelt der Nordsee   <i>Coastal Observing System for Northern and Arctic Seas</i>	DMSP	Wettersatellitenprogramm der US-amerikanischen Streitkräfte <i>Defense Meteorological Satellite Program</i>	EOS	Erdbeobachtungssystem <i>Earth Observing System</i>	FESOM	Finite Elemente Ozeanmodell mit Meereis   <i>Finite Element Sea Ice-Ocean Model</i>
CPU	Prozessorkern   <i>Central Processing Unit</i>	DNA	Desoxyribonukleinsäure <i>Deoxyribonucleic Acid</i>	ENVISAT	3. europäischer Umweltsatellit <i>Environmental Satellite</i>	FINO 1/3	Forschungsplattformen in Nord- und Ostsee 1/3   <i>Research platforms in the North and Baltic Sea 1/3</i>
CryoVEX	CryoSat Validation Experiment	DOC	Dissolved organic carbon	ePIC	electronic Publication Information Center at the AWI	FIRST Navy	Detektionssystem auf FS ‚Polarstern‘ <i>Fast infrared search and track reconnaissance sensor on RV ‚Polarstern‘</i>
CSIR	Council for Scientific and Industrial Research, South Africa	DoCo	Dome Connection East Antarctica	EPICA	Europäisches Eiskern-Bohrprojekt in der Antarktis   <i>European Project for Ice Coring in Antarctica</i>	FoSSI	Familie vereinfachter Solver-Schnittstellen für die schnelle Entwicklung paralleler numerischer Atmosphäre- und Ozean-Modelle   <i>Family of Simplified Solver Interfaces</i>
CTD	Leitfähigkeit, Temperatur, Tiefe <i>Conductivity, Temperature and Depth</i>	DOI	Digital Object Identifier	EQ	Äquator   Equator	FP7	7. Rahmenprogramm der Europäischen Union   <i>7th European Union Framework Programme</i>
CTD	Leitfähigkeit, Temperatur, Tiefe <i>Conductivity, Temperature and Depth</i>	DOM	Gelöstes organisches Material <i>Dissolved Organic Matter</i>	ERC	Europäischer Forschungsrat <i>European Research Council</i>	GapSLC	Nutzung von kurzlebigen Zertifikaten in portal-basierten Grids <i>Exploitation of Short Lived Credentials in portal based grids</i>
CTD	Leitfähigkeit, Temperatur, Tiefe <i>Conductivity, Temperature and Depth</i>	DROMLAN	Dronning Maud Land Air Network	ERICON	Europäisches Forschungseisbrecher Konsortium   <i>European Research Icebreaker Consortium</i>	GBV	Gemeinsamer Bibliotheksverbund <i>Common Library Network</i>
DAE	Departamento Antártico del Ejército de Chile   <i>Chilean Army Antarctic Department</i>	DSDP	Tiefsee-Bohrprojekt <i>Deep Sea Drilling Project</i>	ESF	Europäische Wissenschaftsstiftung <i>European Science Foundation</i>	GCOS	Global Climate Observing Systems
DAMOCLES	Developing Arctic Modeling and Observing Capabilities for Long-term Environmental Studies	e-ASIMA	elektronisches Arbeitsschutz-Management	ESFRI	European Strategy Forum on Research Infrastructures	GEWEX	Global Energy and Water Cycle Experiments
DBV	Deutscher Bibliotheksverband <i>German Association of Libraries</i>	ECHAM5	Atmosphärenmodell der 5. Generation, Europäisches Zentrum für Mittelfristige Wettervorhersage, Hamburg   <i>5th generation of the Atmospheric model, European Centre for Medium Range Weatherforecast, Hamburg</i>	ESM	Erdsystemmodelle   <i>Earth System Models</i>		
DFG	Deutsche Forschungsgemeinschaft <i>German Science Foundation, Bonn</i>	ECMWF	Europäisches Zentrum für mittelfristige Wettervorhersage   <i>European Centre for Medium-Range Weather Forecasts</i>	ESONET	European Seafloor Observatory Network		
DENISE	Denitrifizierungsraten in Sedimenten des Nordfriesischen Wattenmeeres <i>Denitration-ratio of sediments in the Northern Frisian Wadden Sea</i>	EDC	Endocrine Disrupting Chemical	ESSRES	Earth System Science Research School		
D-Grid	Eigennamen, abgeleitet von Deutschland Grid=Netz   <i>Trademark, derived from Deutschland, Germany</i>	EIFEX	Europäisches Eisendüngungsprojekt <i>Iron Fertilization Experiment</i>	EU	Europäische Union		
				EUR-OCEANS	European Network of Excellence for Ocean Ecosystems Analysis		

GFZ	Deutsches Geoforschungszentrum, Potsdam   <i>German Research Centre for Geosciences, Potsdam</i>	HIF	Hypoxie-induzierter Faktor <i>Hypoxia inducible factor</i>	IFM-GEOMAR	Leibniz-Institut für Meereswissenschaften an der Universität Kiel, Zusammenschluss des Instituts für Meereskunde IfM und des Forschungszentrums für Marine Geowissenschaften GEOMAR   <i>Leibniz Institute of Marine Sciences, University of Kiel, merger of former Institute of Oceanography and Research Centre for Marine Geosciences</i>	IPEV	Französisches Polar Institut Paul Émile Victor   Institut polaire français Paul Émile Victor   <i>French Polar Institute Paul Émile Victor</i>
GITEWS	deutsch-indonesisches Tsunami Frühwarnsystem   <i>German/Indonesian Tsunami Early Warning System</i>	HIGHSEA	Bildung und Wissenschaft für die Oberstufe   <i>Science &amp; Education for High school students</i>			IPY	Internationales Polarjahr   <i>International Polar Year</i>
GKSS	Forschungszentrum in der Helmholtz-Gemeinschaft, Geesthacht <i>Research Centre Geesthacht within the Helmholtz Association</i>	HIRHAM	High Resolution Limited Area Hamburg/Model			IS92a	IPCC-Szenario/Klimamodell zur Berechnung von zukünftigen CO <sub>2</sub> Konzentrationen in der Atmosphäre <i>IPCC-Scenario/Climate Model of the IPCC for projection of future CO<sub>2</sub> concentration in the atmosphere</i>
GloCar	Global Change and The Future Marine Carbon Cycle	HLRN	Norddeutscher Verbund für Hoch- und Höchstleistungsrechnen   North-German Supercomputing Alliance			ISSN	International Standard Serial Number
GLOMAR	Global Change in the Marine Realm	HYPOX	Oxygen monitoring in aquatic ecosystems	IFREMER	Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer   <i>French Research Institute for Exploitation of the Sea</i>   Französisches Forschungsinstitut zur Nutzung der Meere	KDM	Konsortium Deutsche Meeresforschung   <i>German Marine Research Consortium</i>
GPS	Global Positioning System	HZI	Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung, Braunschweig   <i>Helmholtz Center for Infection Research, Braunschweig</i>	IfT	Leibniz-Institut für Troposphärenforschung, Leipzig   <i>Leibniz Institute for Tropospheric Research; Leipzig</i>	KLIFF	Klimafolgenforschung in Niedersachsen   <i>Climate impact and adaptation research in Lower Saxony</i>
HadCM3	Gekoppeltes Modell des Hadley-Zentrums, Version 3   <i>Hadley Centre Coupled Model, version 3</i>	IAMSLIC	International Association of Aquatic and Marine Science Libraries and Information Centers	IMARE	Institut für Marine Ressourcen <i>Institute for Marine Resources</i>	LGM	Letztes Glaziales Maximum   <i>Last Glacial Maximum</i>
HAEDAT	Harmful Algal Events Database	IASC	International Arctic Science Committee	IODP	Integriertes Ozean-Bohrprogramm <i>Integrated Ocean Drilling Program</i>	LIMPICS	Linking micro-physical properties to macro features in ice sheets
HAFOS	Hybrid (Ant)Arctic Float Observing System	IBCAO	Internationale Bathymetrische Karte des Arktischen Ozeans   <i>International Bathymetric Chart of the Arctic Ocean</i>	IOW	Leibniz-Institut für Ostseeforschung, Warnemünde   <i>Leibniz Institute for Baltic Sea Research, Warnemünde</i>	LOOME	Vulkan-Schlamm-Observatorium <i>Long-term Observatory On Mud-volcano Eruptions</i>
HERMES	Hotspot Ecosystem Research along the Margins of European Seas	ICES	International Council for the Exploration of the Sea	IP <sub>25</sub>	Meereisbiomarker   <i>Sea Ice Proxy</i>	MABEL	Multidisciplinary Antarctic Benthic Laboratory
HERMIONE	Hotspot Ecosystem Research and Man's Impact On European Seas	IceSAR	Icelandic Association for Search and Rescue	IPA	Internationale Permafrost Vereinigung   <i>International Permafrost Association</i>	MARBEE	Marine Benthic Ecology & Evolution
HGF	Helmholtz-Gemeinschaft deutscher Forschungszentren   <i>Helmholtz Association of German Research Centres</i>	ICSU	Internationaler Wissenschaftsrat <i>International Council for Science</i>	IPCC AR4	4. Sachstandsbericht des zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen   <i>4th Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change</i>	MARBEF	Marine Biodiversity and Ecosystem Functioning EU Network of Excellence
HGF-MPG Brückengruppe HGF-MPG Joint Research Group	Helmholtz-Gemeinschaft-Max-Planck-Gesellschaft Brückengruppe Tiefseeökologie und -technologie <i>HGF-MPG Helmholtz Association Max-Planck Society Joint Research Group for Deep Sea Ecology and Technology</i>	IEEE	Institute of Electrical & Electronics Engineers				
		IFFT	International Fish Farming Technology				

MARCOPOLI	Marine, Coastal and Polar Systems and Infrastructure	NASA	National Aeronautics and Space Administration	NWVM	Nordwest-Verbund Meeresforschung <i>North-Western Marine Research Association</i>	PAM-ARCMIP	Pan-Arctic Measurements and Arctic Climate Model Intercomparison Project
MARS	European Network of Marine Research Institutes and Stations	NAOSIM	North Atlantic-Arctic Ocean-Sea Ice Model	OAI-PMH	Open Archives Initiative Protocol for Metadata Harvesting	panFMP	Framework for Metadata Portals
MARTECH	Virtual Institute Marine Technologies	NCAR	Nationales Zentrum für Atmosphärenforschung   <i>National Center for Atmospheric Research</i>	OCEANET	Autonome Messplattformen zur Bestimmung des Stoff- und Energieaustausches zwischen Ozean und Atmosphäre - Verbundprojekt von IFM-GEOMAR, IfT, GKSS und AWI <i>Autonomous measurement platforms for energy and material exchange between ocean and atmosphere - Network-project of IFM-GEOMAR, IfT, GKSS und AWI</i>	PANGAEA	Publishing Network for Geoscientific & Environmental Data
MARUM	Zentrum für Marine Umweltwissenschaften an der Universität Bremen <i>Centre for Marine Environmental Sciences at the University of Bremen</i>	NCEP	Nationales Zentrum für Umweltvorhersagen   <i>National Center for Environmental Prediction</i>	ODP	Ocean Drilling Program	PCO <sub>2</sub>	Kohlendioxidpartialdruck Carbon dioxide partial pressure
MELTEX	Messkampagne: Einfluss von oberflächennahem Schmelzen des Meereises, insbesondere von Schmelztümpeln, auf den Energie- und Impulsaustausch zwischen Atmosphäre und Meereis <i>Polar Meteorology Campaign: Impact of melt ponds on energy and momentum fluxes between atmosphere and sea ice</i>	NEEM	Internationales Eem-Warmzeit Eiskern-Bohrprojekt Nord Grönland <i>North Greenland Eemian Ice Drilling Project</i>	OFE	Offshore Foundation nach dem Verfahren ELiSE   <i>Offshore Foundation ELiSE process</i>	PEBCAO	Plankton Ecology and Biogeochemistry in a Changing Arctic Ocean
MERIS	Medium-spectral resolution imaging spectrometer	NetCDF	Network Common Data Form	OM1	Ozeanmodell 1   Ocean model 1	PHYTOCHANGE	New approaches to assess the responses of phytoplankton to Global Change
MMCO	Klima-Optimum im Mittleren Miozän   <i>Middle Miocene Climate Optimum</i>	NIGLAS	Nanjing Institute of Geography & Limnology	OPTIMARE	Analytik GmbH & Co. KG, Wilhelmshaven. Sensorsysteme AG, Bremerhaven	PhytoDOAS	Differentielle optische Absorptionsspektroskopie angewandt auf Phytoplankton   <i>Differential Optical Absorption Spectroscopy applied to Phytoplankton</i>
MODIS	Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer	NIO	National Institute of Oceanography India	OSL	Otto-Schmidt-Labor   <i>Otto Schmidt Laboratory</i>	PHYTOOPTICS	Marine Phytoplankton studied by global biooptical methods
MOVE	Mid-Ocean Volcanoes and Earthquakes	NIOZ	Koninklijk Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee   Königlich Niederländisches Institut für Meeresforschung   <i>Royal Dutch Institute for Sea Research</i>	PACES	Polar Regions and Coasts in a Changing Earth System, Forschungsprogramm des AWI	PIY	Permafrost Institute Yakutsk
MoU	Absichtserklärung   <i>Memorandum of Understanding</i>	NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration	PACT-Tsunameter	Pressure Acoustic Coupled Tsunameter	PLC	Polar Libraries Colloquy
MPI	Max-Planck-Institut für marine Mikrobiologie, Bremen	NORCOHAB	North Sea Coast Harmful Algal Bloom Study	PALAOA	Perennial Acoustic Observatory in the Antarctic Ocean   <i>Ganzjährige Schall-Messstation im Antarktischen Ozean</i>	PLANKTOSENS	Assessing Climate Related Variability and Change at the Base of Planktonic Food Webs in Polar Regions and the North Sea
NADW	North Atlantic Deep Water	NGRIP	North Greenland Ice core Project			PO	Paleoceanography, Zeitschrift - Journal
						POLMAR	Helmholtz-Gemeinschaft Graduiertenschule für Polar- und Meeresforschung   <i>Helmholtz Graduate School for Polar and Marine Research</i>



nmol L <sup>-1</sup>	Nanomol pro Liter <i>Nanomole per litre</i>
P <sub>e</sub> O <sub>2</sub> (kPa)	Hämolymp-Sauerstoffpartialdruck <i>Haemolymph oxygen partial pressure</i>
pH	potentia Hydrogenii Stärke des Wasserstoffs   <i>Potential of Hydrogen</i>
ppm	Teile pro Million   <i>Parts per Million</i>
Std.	Stunden   <i>Hours</i>
w [cm s <sup>-1</sup> ]	vertikale Geschwindigkeitskomponente in Zentimeter pro Sekunde <i>Vertical velocity in units of centimetres per second</i>
W/m <sup>2</sup>	Watt pro Quadratmeter <i>Watt per squaremeter</i>
µatm	Mikroatmosphäre   <i>Microatmosphere</i>
µm	Micrometer   <i>Micrometer</i>

Stoffe | Substances

CaCO <sub>3</sub> ·6H <sub>2</sub> O	Ikait-Kristalle   <i>Ikaite crystals</i>
CH <sub>4</sub>	Methan   <i>Methane</i>
chl-a	Chlorophyll a   <i>Chlorophyll a</i>
CO <sub>2</sub>	Kohlendioxid   <i>Carbon Dioxide</i>
CO <sub>2</sub> ant	anthropogenes Kohlendioxid <i>anthropogenic carbon dioxide</i>
FNO <sub>3</sub>	Fluor-Nitrat   <i>Fluorine nitrate</i>
H <sup>+</sup>	Wasserstoff-Ionen, Protonen <i>Hydrogen ions, protons</i>
Mg/Ca	Magnesium/Calcium Signal <i>Magnesium to calcium signal</i>



**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: [info@awi.de](mailto:info@awi.de)  
<http://www.awi.de>**

Bearbeitung der Texte, Kap. 2:  
**Constanze Sanders  
Margarete Pauls**

Redaktion:  
**Claudia Pichler  
Margarete Pauls (verantwortlich)**

Copyright:  
**2010, Alfred-Wegener-Institut**

**ISSN 1618-3703**

Gestaltung:  
**KLEMM Kommunikation | Design  
Bremen**

Druck:  
**BerlinDruck, Achim**

Fotografie:

**Solvin Zankl** (Umschlag, Seiten 66,  
92, 124, 184, 212, 255)

**Alfred-Wegener-Institut**  
(Seiten 17, 93, 125, 185)

**A. Wagner, AWI** (Seiten 10, 257)

**A. Krell, AWI** (Seite 11)

**H. Krumbeck, AWI** (Seite 16, 156)

**M. Wehkamp, AWI** (Seiten 67, 119)

**S. Leusmann, AWI** (Seite 118)

**O. Eisen, AWI** (Seiten 157, 213)

**U. Schilling, AWI** (Seite 202)

**U. Cieluch, AWI** (Seite 203)

**A. Enge, AWI** (Seite 208)

**L. Wehrmann, realnature.tv** (Seite 209)

