

# JAHRES- BERICHT **2002** ANNUAL REPORT

**GEOMAR**  
Forschungszentrum  
für marine Geowissenschaften  
der Christian-Albrechts-  
Universität zu Kiel

Kiel 2003  
**GEOMAR REPORT**  
114

**GEOMAR**  
Research Center  
for Marine Geosciences  
at Christian Albrechts  
University, Kiel



ANNUAL REPORT 2002 - JAHRESBERICHT 2002

**Herausgeber:**

Wolf-Christian Dullo im Auftrag des GEOMAR Leitungskollegiums

**Redaktion:**

Margit Beneke, Martina Hars

**Koordinatoren in den wissenschaftlichen Abteilungen:**

Armin Freundt, Sabine Laube, Lester Lembke, Martina Nöske, Klaus Wallmann

**GEOMAR REPORT**

ISSN 0936-5788

**GEOMAR**

**Forschungszentrum für marine Geowissenschaften**

Wischhofstr. 1 - 3

24148 Kiel

Telefon 0431/600-0

Telefax 0431/600-2922 Marine Geodynamik

600-2924 Vulkanologie und Petrologie

600-2925 Paläo-Ozeanologie

600-2928 Marine Umweltgeologie

600-2900 Verwaltung

**Editor:**

Wolf-Christian Dullo on behalf of the GEOMAR Executive Committee

**Editorial work:**

Margit Beneke, Martina Hars

**Departmental coordinators:**

Armin Freundt, Sabine Laube, Lester Lembke, Martina Nöske, Klaus Wallmann

**GEOMAR REPORT**

ISSN 0936-5788

**GEOMAR**

**Research Center for Marine Geosciences**

Wischhofstr. 1 - 3

24148 Kiel / Germany

Phone +49/431/600-0

Fax +49/431/600-2922 Marine Geodynamics

600-2924 Volcanology and Petrology

600-2925 Paleooceanology

600-2928 Marine Environmental

Geology

600-2900 Administration

<b>1. Forschungszentrum GEOMAR 2002</b> .....	<b>5</b>	<b>1. Research Center GEOMAR in 2002</b> .....	<b>5</b>
<b>2. Wissenschaftliche Abteilungen und ihre Forschungsziele</b> .....	<b>11</b>	<b>2. The scientific departments and their research objectives</b> .....	<b>11</b>
2.1 Marine Geodynamik .....	11	2.1 Marine Geodynamics .....	11
2.2 Vulkanologie und Petrologie .....	43	2.2 Volcanology and Petrology .....	43
2.3 Paläo-Ozeanologie .....	65	2.3 Paleooceanology .....	65
2.4 Marine Umweltgeologie .....	99	2.4 Marine Environmental Geology .....	99
<b>3. Sonderforschungsbereich (SFB) 574</b> .....	<b>113</b>	<b>3. Collaborative Research Center SFB 574</b> .....	<b>113</b>
3.1 Überblick .....	113	3.1 Summary .....	113
3.2 Thema A: Materialeintrag und tektonisches Verhalten während der Subduktion .....	114	3.2 Theme A: Material input and tectonic behavior during plate subduction .....	114
3.3 Thema B: Transformation und Verteilung von Volatilen in verschiedene Reservoirs .....	120	3.3 Theme B: Transformation and partitioning of volatiles into different reservoirs .....	120
3.4 Thema C: Volatilfreisetzung durch Magmen und metamorphe Prozesse im Fore-Arc .....	129	3.4 Theme C: Devolatilization by magmas and metamorphic processes in the fore-arc .....	129
3.5 SFB Seminare .....	140	3.5 SFB Seminare .....	140
<b>4. Studienzentrum für Meereswissenschaften</b> .....	<b>141</b>	<b>4. Study Center for Marine Sciences</b> .....	<b>141</b>
<b>5. Graduiertenkolleg</b> .....	<b>145</b>	<b>5. Graduate School</b> .....	<b>145</b>
<b>6. Expeditionen und Geländearbeit</b> .....	<b>147</b>	<b>6. Expeditions and field work</b> .....	<b>147</b>
6.1 Schiffsexpeditionen .....	147	6.1 Cruises .....	147
6.2 Geländearbeit .....	150	6.2 Field work .....	150
<b>7. Wissenschaftliche Beiträge</b> .....	<b>153</b>	<b>7. Scientific contributions</b> .....	<b>153</b>
7.1 Publikationen .....	153	7.1 Publications .....	153
7.1.1 Bücher und Themenhefte .....	153	7.1.1 Books and special issues .....	153
7.1.2 Wissenschaftliche Aufsätze .....	153	7.1.2 Scientific papers .....	153
7.1.3 Berichte .....	160	7.1.3 Reports .....	160
7.2 Abgeschlossene Habilitationen, Dissertationen und Diplomarbeiten .....	162	7.2 Completed habilitations, doctoral and Master theses .....	162
7.3 Laufende Habilitationen, Dissertationen und Diplomarbeiten .....	164	7.3 Habilitations, doctoral and Master theses in progress .....	164
7.4 Teilnahme an wissenschaftlichen Kongressen: Vorträge und Poster .....	167	7.4 Participations in scientific congresses: lectures and posters .....	167
7.5 Gastvorträge von GEOMAR-Personal .....	178	7.5 Invited scientific talks .....	178
7.6 Kolloquien und Workshops .....	180	7.6 Colloquia and workshops .....	180
<b>8. Zentrale wissenschaftliche Einrichtungen, Laboratorien und Großgeräte</b> .....	<b>181</b>	<b>8. Central scientific services, laboratories and large facilities</b> .....	<b>181</b>
8.1 Zentrale wissenschaftliche Einrichtungen .....	181	8.1 Central scientific services .....	181
8.1.1 Bibliothek und maringeowissenschaftliches Informationszentrum .....	181	8.1.1 Library and marine geoscientific information center .....	181
8.1.2 Lithothek .....	183	8.1.2 Lithothek (Core repository) .....	183
8.1.3 Rechen- und Prozessingzentrum .....	184	8.1.3 Computing and Data Processing Center .....	184
8.1.4 Tiefsee-Instrumentierung .....	185	8.1.4 Deep-Sea instrumentation .....	185
8.1.5 Haupt- und Spurenelementanalytik .....	187	8.1.5 Major and trace element analytics .....	187
8.1.6 Nicolaus-Steno-Labor .....	187	8.1.6 Nicolaus Steno Laboratory .....	187
8.2 Laboratorien und Großgeräte .....	187	8.2 Laboratories and large facilities .....	187
<b>9. Entwicklung des Forschungszentrums</b> .....	<b>199</b>	<b>9. Development of the Research Center</b> .....	<b>199</b>
9.1 Stiftungsrat .....	199	9.1 Foundation Council .....	199
9.2 Öffentlichkeitsarbeit .....	200	9.2 Public relations .....	200
9.3 Ehrungen .....	203	9.3 Honors .....	203
9.4 Verwaltung .....	204	9.4 Administration .....	204
9.5 Haushalt .....	205	9.5 Budget .....	205
9.6 Bericht der Gleichstellungsbeauftragten .....	206	9.6 Report of the Representative for Equal Rights .....	206
<b>10. Personal</b> .....	<b>209</b>	<b>10. Staff</b> .....	<b>209</b>

## 1. Das Forschungszentrum GEOMAR 2002

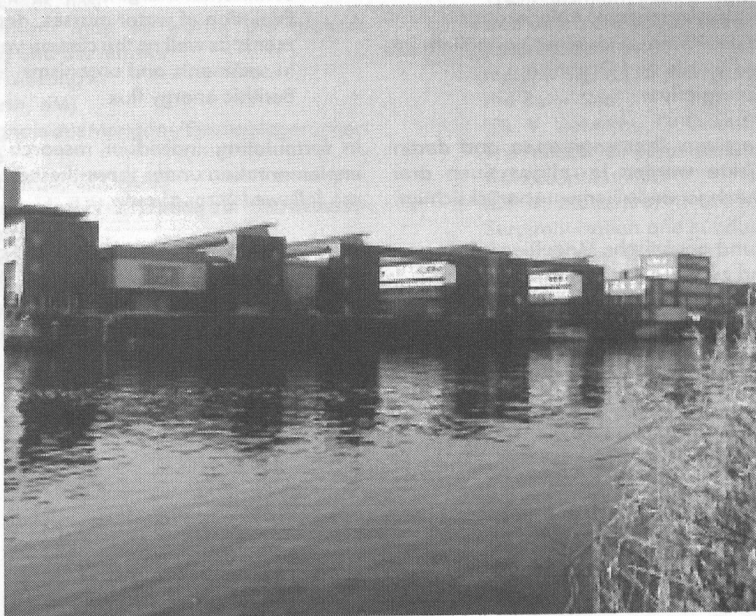
Das Forschungszentrum GEOMAR für marine Geowissenschaften der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel (CAU) betreibt Grundlagenforschung zur marinen Umwelt im weitesten Sinne. Im Mittelpunkt der Forschung stehen natürliche und anthropogene Prozesse in der erdgeschichtlichen Vergangenheit und Gegenwart, welche die Entstehung, die Zusammensetzung und die Struktur der Sedimente und der magmatischen Gesteine des Meeresbodens steuern. Die durch die vier Abteilungen (*Marine Geodynamik, Vulkanologie und Petrologie, Paläo-Ozeanologie und Marine Umweltgeologie*) vernetzten Forschungsschwerpunkte zeichnen sich durch ihre globale Perspektive und durch ihren integrierten Ansatz zum Verständnis der marinen Geoprozesse aus. Gemeinsam bemühen sich die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter um eine zunehmend verbesserte Vorhersage der Folgen anthropogener Eingriffe auf das System Erde unter Einbeziehung natürlicher Variabilitäten in der Atmosphäre und den Ozeanen sowie der Stofftransportraten vor dem Hintergrund plattentektonischer Abläufe. Damit stehen die überregionalen Untersuchungen zur Klimaänderung, zum Meeresspiegelanstieg und zur Bedrohung durch Naturgefahren, wie Vulkaneruptionen und Erdbeben, im Zentrum der Forschungstätigkeit.

Das Forschungszentrum informiert laut Satzung in einem Bericht über die Forschungstätigkeit, den Fortgang laufender Projekte wie auch über personelle Veränderungen sowie wissenschaftliche und öffentliche Veranstaltungen. Seit der Gründung liegen fünfzehn solcher Jahresberichte vor. Dieser Bericht umfasst das Jahr 2002.

## 1. Research Center GEOMAR in 2002

GEOMAR Research Center for Marine Geosciences at the Christian Albrechts University of Kiel (CAU) pursues basic marine environmental research in the broadest sense. Its research themes include past and present natural and anthropogenic processes which control the origin, composition, and structure of sediments and magmatic rocks of the seafloor. The research focus, which unites the four departments of *Marine Geodynamics, Volcanology and Petrology, Paleoceanology, and Marine Environmental Geology*, is characterised by its global perspective and integrated approach towards understanding of geomarine processes. Scientists of the four departments try to improve our understanding of the natural variability of atmospheric, oceanic, and lithospheric material fluxes controlled by plate tectonics and affected by anthropogenic activity. On a global scale, climate variability, sea-level change and natural hazards, such as volcanic eruptions and earthquakes, are among the major research themes.

In accordance with its charter GEOMAR publishes comprehensive reports on its activities and on-going projects. This is the fifteenth annual report summarizing the activities during 2002.



Die **Forschungsplanung** orientiert sich in erster Linie an dem aktuellen Forschungsbedarf, wird fortlaufend aktualisiert und ist auf Projektförderung abgestimmt. Eine Übersicht der aktuell geförderten Themen und Projekte sowie der damit in Zusammenhang stehenden Expeditionen und Veröffentlichungen finden sich gesondert an anderer Stelle in diesem Bericht. Über die jeweils aktuellen Expeditionen informiert kontinuierlich die entsprechende Seite im Internet ([www.geomar.de/projekte](http://www.geomar.de/projekte)), auch mit direkten Berichten und Bildern von Bord. Die Planung wird durch interdisziplinäre Zusammenarbeit und neue Themenfindung definiert, wobei der wiederholte Austausch mit den in Kiel ansässigen und weiteren, in Deutschland tätigen, meereswissenschaftlich orientierten Forschungseinrichtungen erfolgt. Die Diskussion um die inter- und multidisziplinäre Themenfindung wird dabei wesentlich durch GEOMAR vorangetrieben. Darin spiegelt sich die Zielsetzung unseres Forschungszentrums deutlich wider, *in der wissenschaftliche Problemstellungen in ihrer Gesamtheit im Vordergrund stehen*. GEOMAR will damit interdisziplinäre Gedankengänge und Forschungsansätze in der deutschen geomarinen Forschungslandschaft forcieren.

Diese Perspektiven werden durch eine Vielzahl von Themengruppen definiert, die einerseits die Abteilungsstrukturen durchdringen und so die Zusammenarbeit und Leistung innerhalb des Forschungszentrums steigern, andererseits die fachliche Ergänzung und Kooperation mit anderen geomarinen Forschungseinrichtungen suchen. Die Themengruppen befassen sich mit der Entwicklung und der Variabilität des Systems Erde und lassen sich in übergeordnete Einheiten zusammenfassen wie:

- Stoffliche Wechselwirkung zwischen Krustenteilen und Fluiden
- Transport zwischen Massenspeichern
- Prozesse an Plattenrändern, insbesondere an Kontinentalrändern
- Evolution von Wassermassen, Ablagerungsmilieus sowie des Klimas und seiner Variabilität im Abbild der Sedimente und Organismen
- Benthischer Energiefluss

Bei der Formulierung von Themengruppen und deren Umsetzung in Projekte werden im allgemeinen drei Gesichtspunkte als durchgehende Elemente berücksichtigt:

- Numerische und analytische Modellierung
- Regionale und zeitliche Ansätze
- Methodik und neue Technologien

Of primary importance in **long-term research planning** at GEOMAR are current high priority research objectives as viewed by the international community; these are continuously up-dated as requests for proposals appear and as project support becomes available. The GEOMAR Research Center tries to maintain a flexible overall approach towards research planning, which is briefly explained in this introduction. A specific list of funded projects and expeditions as well as publications during 2001 are provided in the individual reports of each department. For current expeditions see also our web page ([www.geomar.de/projects](http://www.geomar.de/projects)). Long-term planning is realized first of all by interdisciplinary assessments of new topics. Part of this assessment and planning of research involves exchange with partner marine institutes located in Kiel or elsewhere in Germany or the world. GEOMAR promotes the discussion and implementation of inter- and multi-disciplinary approaches to solving scientific problems. The main goal of the research institute is to *tackle scientific problems in their entirety rather than simply address limited aspects of these problems*. With this approach GEOMAR seeks to stimulate inter- and multi-disciplinary research within the entire marine geoscience community in Germany.

The research perspectives are defined through several larger, more encompassing themes which cross departmental boundaries and thereby increase the cooperative effort and efficiency within the Research Center and also broaden the cooperative spirit with other institutions. These larger themes address the development and variability of the Earth and may be characterised in more detail as follows:

- Chemical and biogeochemical interactions between the Earth's crust and the hydrosphere
- Material transport and exchange between major reservoirs
- Processes at plate boundaries, especially at continental margins
- Evolution of water masses, depositional environments as well as the climate variability as recorded in sediments and organisms
- Benthic energy flux

In formulating individual research projects and their implementation under these themes, three basic tenants are followed throughout:

- Application of numerical and analytical models
- Selection of key regions and characteristic time-slices
- Utilization of new methodologies and innovative technologies

Die Forschungsthemen im Jahre 2002 waren durch die Forschungsprogramme im Rahmen der Gashydratinitiative ([www.gashydrate.de](http://www.gashydrate.de)) und dem im Jahre 2001 eingerichteten Sonderforschungsbereich mit dem Thema "Volatile und Fluide in Subduktionszonen: Klimarückkopplungen und Auslösemechanismen von Naturkatastrophen" geprägt. In diesem Sonderforschungsbereich sind alle Abteilungen des Forschungszentrums integrierend involviert. Darüber hinaus besteht im Rahmen des SFB 460 mit dem Institut für Meereskunde und der etablierten Forschergruppe an der Christian-Albrechts-Universität mit dem Thema "Dynamik von Meeresstraßen" eine enge Kooperation, insbesondere mit der Paläo-Ozeanographie.

Ein wesentlicher Meilenstein in der Entwicklung des Forschungszentrums GEOMAR wurde durch die positive Bewilligung zur Aufnahme des Forschungszentrums in die Bund-/Ländergemeinschaftsförderung der Blauen Liste im Jahre 2002 erreicht. Vor dem Hintergrund dieser positiven Bewilligung trafen sich erstmalig die beiden wissenschaftlichen Beiräte des Forschungszentrums GEOMAR und des Institutes für Meereskunde vom 3. – 4. Dezember 2002, um die zukünftige Perspektive eines vereinten Institutes zu besprechen und die wesentlichen neuen Zielsetzungen vor dem Hintergrund einer neu zu etablierenden wissenschaftlichen Struktur eingehend zu diskutieren. Auftakt dieser Veranstaltung bildete ein wissenschaftliches Minisymposium mit 7 wissenschaftlichen Beiträgen:

- Zirkulation und Variabilität des subpolaren Nordatlantiks (Dr. P. Brandt, IfM)
- Holozäne Klimavariationen, abgeleitet aus Karbonatplattformproduktions-signalen (Dipl.-Geologe S. Roth, GEOMAR)
- Der Stickstoffzyklus im Nordatlantik (Dr. A. Oschlies, IfM)
- Trichodesmium mag es warm: die globale Erwärmung und die marine Stickstoff-Fixierung (E. Breitbarth, IfM)
- Isotopensignale aus Mangan-/Eisenablagerungen der Ostsee (Dr. V. Liebetrau, GEOMAR)
- Auswirkungen der UV-Strahlung auf Flachwasser-Gesellschaften (Dr. M. Molis, IfM)
- Serpentinbildung und der Subduktions-wasserzyklus (Dr. L. Rüpke, GEOMAR)

In the year 2002, our research work was dominated by projects funded within the framework of the gas hydrate initiative ([www.gashydrate.de](http://www.gashydrate.de)) and by the Sonderforschungsbereich (SFB) 574, a group especially funded by the DFG (Deutsche Forschungsgemeinschaft) to focus on the topic of „Volatiles and Fluids in Subduction Zones: Climate Feedback and Trigger Mechanisms for Natural Disasters“. All departments of the GEOMAR Research Center are involved in this programme as integrated parts of the SFB 574. Furthermore, contributions have been made to the SFB 460. In this context, especially the Department of Paleo-Oceanography has established a close cooperation with the Institute for Marine Research and the renowned group researching „Dynamics of sea straits“ at the Christian Albrechts University of Kiel.

In 2002, GEOMAR reached an important milestone when its application to become part of the federally funded „Blaue Liste“ was granted. It was under the impression of this success that the scientific councils of both GEOMAR and the Institute for Marine Research came together for their first joint meeting on 3/ 4 December 2002. Future perspectives of a joint institute were to be discussed as well as the primary new aims of such an institute and new scientific structures required to achieve them. The meeting was introduced by a mini-symposium composed of seven scientific contributions:

- \* Circulation and variability of the subpolar regions of the North Atlantic Ocean (Dr. P. Brandt, IfM)
- \* Holocene variations of climate according to carbonate platform production signals (Dipl.-Geologe S. Roth, GEOMAR)
- \* The nitrogen cycle of the North Atlantic Ocean (Dr. A. Oschlies, IfM)
- \* Trichodesmium likes it warm: global warming and marine nitrogen fixation (E. Breitbarth, IfM)
- \* Isotopic signals of manganese/ iron deposits in the Baltic Sea (Dr. V. Liebetrau, GEOMAR)
- \* The effects of ultraviolet radiation on shallow water communities (Dr. M. Molis, IfM)
- \* Serpentinisation and subduction water cycles (Dr. L. Rüpke, GEOMAR)

In den sich anschließenden Besprechungen mit den leitenden Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern beider Häuser wurde die neue Gesamtstruktur, bestehend aus vier Abteilungen, vorgestellt:

- Ozeanzirkulation und Klimadynamik
- Marine Bio-/Geochemie
- Marine Ökosysteme
- Dynamik der Ozeankruste und des Mantels

Vor dem Hintergrund dieser vier Haupttrahmenthemen, unter denen sich künftig die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler zu Forschungsbereichen vereinigen werden, wurden insbesondere interdisziplinäre Projektgruppen und Themenbereiche diskutiert.

Beide wissenschaftlichen Beiräte begrüßten außerordentlich die von Seiten der Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern vorangetragenen Bestrebungen, die beiden Institutionen, das Forschungszentrum GEOMAR und das Institut für Meereskunde, unter einem Dach vereint führen zu wollen.

Angeichts der bevorstehenden Vereinigung der beiden Häuser zum 1. Januar 2004 haben bereits das Institut für Meereskunde sowie das Forschungszentrum GEOMAR mehrfach mit gemeinsamen Vorträgen ihre Forschungsthemen einer breiten Öffentlichkeit gegenüber dargestellt. Diese fanden einerseits während der Kieler Woche, andererseits in regelmäßigen Abständen in der Außenstelle in Maasholm statt. Generell ist es gelungen, die Öffentlichkeitsarbeit beider Häuser im Jahre 2002 stärker koordiniert voranzutreiben, so dass für die bevorstehende Vereinigung gute Grundlagen geschaffen werden konnten.

Die Professor(inn)en und Hochschulassistent(inn)en des Forschungszentrums beteiligen sich weiter intensiv am akademischen Unterricht der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel in den relevanten Fächern zur Ausbildung in den Geowissenschaften. Wie in den Vorjahren fanden im Jahre 2002 regelmäßig GEOMAR-Kolloquien statt, die thematisch in den Abteilungen angesiedelt, aber stets fachübergreifend ausgerichtet sind. Die Integration von Doktorand(inn)en und Diplomand(inn)en in die Forschungsvorhaben ist ein wichtiger Bestandteil für die wissenschaftliche Arbeit bei GEOMAR.

Unsere erfolgreiche Arbeit der vergangenen Jahre wäre ohne die Unterstützung der befreundeten Institute in und an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel nicht möglich gewesen. Diese Einrichtungen nehmen an der Entwicklung des Forschungszentrums über die Mitgliedschaften im Stiftungsrat und im Wissenschaftlichen Beirat regen Anteil. Die Leitung des Stiftungsrates liegt beim Ministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Kultur des Landes Schleswig-Holstein, das uns wiederum großzügig gefördert hat. Für deren Unterstützung und kollegiale Zusammenarbeit danken wir.

In the subsequent discussion, leading scientists of both institutes focussed on the new structure of the joint institute, which will house four departments:

- \* Oceanic Circulation and Climatic Dynamics
- \* Marine Bio-/ Geochemistry
- \* Marine Ecosystems
- \* Dynamics of the Oceanic Crust and Mantle

These are the four basic fields of activity within which researchers are going to form into groups. The subsequent discussion was concentrated on interdisciplinary groups and research topics.

Both of the scientific councils especially appreciated the scientists' supportive efforts to fuse the GEOMAR Research Center and the Institute for Marine Research into one research organization.

In view of their upcoming merger on 1 January 2004, the GEOMAR Research Center and the Institute for Marine Research have already given joint presentations to a broad public several times. Apart from their activities on occasion of the Kieler Woche, there are regular presentations at the Maasholm outpost. In general, a coordinated improvement of public relations work was achieved in 2002, providing a good basis for the upcoming merger.

GEOMAR continues to contribute intensively to the teaching program of the Christian Albrechts University in the departments of earth sciences. As in the previous years, a regular GEOMAR colloquium took place with interdepartmental and multidisciplinary topics. The integration of doctoral and diplom candidates into the research projects is an important constituent of the scientific work at GEOMAR.

Our successful work in 2002 would not have been possible without the support and cooperation of our partner institutions at the Christian Albrechts University. The institutions took an active role in guiding the Research Center through memberships on the Board of Directors and the Scientific Advisory Board. The Ministry of Education, Science, Research and Culture of the state of Schleswig-Holstein chairs and coordinates the work of the Board of Directors and provided generous support.



Die wissenschaftliche Tätigkeit des Forschungszentrums könnte aber nicht aufrecht erhalten werden, ohne die begutachteten und bewilligten Anträge durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG), das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) in Bonn, die Einrichtungen der Europäischen Union (EU) in Brüssel und andere Drittmittelgeber. Allen, die die Entwicklung des GEOMAR Forschungszentrums wieder wohlwollend und mit großem Interesse begleitet haben, sind wir zu Dank verpflichtet.

The scientific work of GEOMAR could not have been maintained without the funding of peer-reviewed proposals through the German Research Foundation (DFG), the Federal Ministry of Education and Research (BMBF) in Bonn, the directorates of the European Union (EU) in Brussels as well as other funding agencies. We would like to express our gratitude to all of those who have supported the GEOMAR Research Center during the past year.

Neben all den positiven Entwicklungen gibt es auch die traurige Pflicht über den Tod zweier sehr verdienter Persönlichkeiten zu berichten, die für GEOMAR fast vom Anbeginn an viel Aufbauarbeit geleistet und dann erheblich zur Kontinuität beigetragen haben:

Along with so much positive news, it is our sad duty to report the death of two highly esteemed colleagues who had contributed to the establishment of GEOMAR, and later to maintaining the institute's continuity, almost from the beginning:

Am 6. Mai 2002 verstarb Frau Gabriele Ippach. Sie war maßgeblich im Bereich der Drittmittel-Abwicklung beschäftigt. Am 9. Juli 2002 verstarb Herr Dr. Peter Sachs. Er war am Aufbau des EMS-Labores verantwortlich beteiligt und hat dieses bis zuletzt geleitet.

Gabriele Ippach died on 6 May 2002. She worked in the management of third-party funds .

Dr. Peter Sachs died on 9 July 2002. He had been in charge of the EMS laboratory right from its very establishment.

Beiden Persönlichkeiten danken wir herzlichst für alles, was sie für GEOMAR geleistet haben. Ihre große Mitmenschlichkeit werden wir nie vergessen !

Warm thanks to both of them for all they achieved for GEOMAR. We will never forget their human kindness !

## 2.1 Marine Geodynamik

Die Wissenschaftler des Forschungszentrums GEOMAR sind in der Lage, die Prozesse der Subduktion und der Kontinentalverformung zu untersuchen. In der Subduktion wird ein Ozeanbecken unter ein anderes oder gegen eine Kontinentalverformung subduziert. In der Kontinentalverformung werden die Kontinentalplatten durch die Subduktion von Ozeanbecken unter andere Kontinentalplatten verformt. Die Subduktion ist ein Prozess, bei dem ein Ozeanbecken unter ein anderes oder gegen eine Kontinentalverformung subduziert wird. In der Kontinentalverformung werden die Kontinentalplatten durch die Subduktion von Ozeanbecken unter andere Kontinentalplatten verformt.

Subduction involves the process of one tectonic plate moving under another, including many of the largest and most destructive earthquakes felt by man. Subduction involves the process of one tectonic plate moving under another, including many of the largest and most destructive earthquakes felt by man. Subduction involves the process of one tectonic plate moving under another, including many of the largest and most destructive earthquakes felt by man.

Wir untersuchen die Subduktion von Ozeanbecken unter Ozeanbecken oder unter Kontinentalverformungen. In der Subduktion wird ein Ozeanbecken unter ein anderes oder gegen eine Kontinentalverformung subduziert. In der Kontinentalverformung werden die Kontinentalplatten durch die Subduktion von Ozeanbecken unter andere Kontinentalplatten verformt.

We also study modern continental margins to learn about the processes of continental growth and destruction. In such environments, high and low tectonic uplifts are juxtaposed at margins that to a large extent, the continental crust is composed of igneous basalts and volcanic island arcs. In addition, volcanism or convergence by active margins appears to be influenced by the volume and chemistry of the ocean crust and tectonic forces beneath the overriding plate. Several recent research projects have tried to better quantify the material input of subduction zones, and the growth processes of the accretionary prisms that often form at active continental margins.

Die Subduktion von Ozeanbecken unter Ozeanbecken oder unter Kontinentalverformungen ist ein Prozess, bei dem ein Ozeanbecken unter ein anderes oder gegen eine Kontinentalverformung subduziert wird. In der Kontinentalverformung werden die Kontinentalplatten durch die Subduktion von Ozeanbecken unter andere Kontinentalplatten verformt.

Accretionary prisms and the continental slopes of both active and passive continental margins often contain large amounts of methane gas hydrates. If hydrates released, these gas hydrates could become important while forcing within climatic changes. Released methane hydrates may they could be a potential clean energy source for the future. Furthermore, gas hydrates may also have an important role as potential nuclei for continental slope destabilization. We have sampled the trough of several giant methane gas hydrate fields off Central America (1997) and north Alaska (2001) in order to study methane hydrate formation and transport. When they occurred from deep-sea faults, methane hydrate may be large (~1 km) local systems. Because continental margins are typically densely populated, a better understanding of subduction zone processes is urgently needed to try to mitigate against future natural disasters.







## 2. Die wissenschaftlichen Abteilungen und ihre Forschungsziele

### 2.1 Marine Geodynamik

#### Wissenschaftliches Profil

Die Abteilung *Marine Geodynamik* kombiniert marine seismische Untersuchungen und geodynamische Modellierungen. Auf diese Weise werden die dynamischen tektonischen Prozesse erforscht, die die Erdkruste formen. Die aktuellen Projekte beziehen sich auf die Dynamik von Kontinentalrändern, den Hotspot-Vulkanismus und die Tektonik der Spreizungsvorgänge an mittelozeanischen Rücken.

Konvergente Kontinentalränder stellen die bedeutendste Senke der Erde für Fluide und Sedimente dar, die hier zurück in den Mantel transportiert werden. In diesen Zonen wird ozeanische Lithosphäre unter kontinentale oder ozeanische Lithosphäre subduziert. Zahlreiche Erdbeben finden hier statt, darunter die schwersten und zerstörerischsten, die die Menschheit erlebt hat. Explosiver Vulkanismus findet häufig an aktiven Kontinentalrändern statt, so auch die meisten historischen Vulkankatastrophen (z.B. Pompeji, Krakatau, St. Helena, St. Helens). Wir führen seismische Untersuchungen und Modellierungen durch, um mehr Wissen über die Prozesse zu erlangen, die die Tektonik der Subduktionszonen und den Vulkanismus verursachen.

Wir untersuchen die heutigen Kontinentalränder auch, um mehr über das Wachstum und die Zerstörung der Kontinente zu erfahren. An den Kontinentalrändern findet so viel Wachstum und Zerstörung statt, dass die kontinentale Kruste in weiten Teilen aus Nahtzonen und Überbleibseln vorzeitlicher Kontinentalränder besteht. Außerdem geht man davon aus, dass der Vulkanismus an konvergenten (oder aktiven) Kontinentalrändern durch das Volumen und die Chemie der subduzierten Ozeankruste und Sedimente beeinflusst wird. Verschiedene neue Forschungsprojekte bemühen sich daher um eine Quantifizierung des Materialeintrags an Subduktionszonen sowie der Wachstumsprozesse der Akkretionskeile, die sich oft an aktiven Kontinentalrändern bilden.

Akkretionskeile und Kontinentalhänge sowohl aktiver als auch passiver Kontinentalränder beinhalten oft große Mengen an Methan-Gashydraten. Falls diese Gashydrate plötzlich freigesetzt werden, könnten sie eine große Rolle als Verursacher plötzlicher Klimaveränderungen spielen; bei kontrolliertem Abbau stellen sie möglicherweise auch eine saubere Energiequelle für die Zukunft dar. Außerdem sind Gashydrate vielleicht auch für Kontinentalhanginstabilitäten verantwortlich. Wir haben die Spuren

## 2. The scientific departments and their research objectives

### 2.1 Marine Geodynamics

#### Scientific profile

The Department of Marine Geodynamics uses a combination of marine seismic studies and geodynamic modelling to study the tectonic and volcanic processes that shape the Earth's crust. Recent studies have focused on the dynamics of continental margins, hot spot volcanism, and the tectonics of mid-ocean ridge spreading.

Convergent margins provide the Earth's most important sink for fluids, sediment, and ocean crust back into the mantle. In these zones the oceanic lithosphere is overridden by continental or oceanic lithosphere. Numerous earthquakes occur, including many of the largest and most destructive earthquakes felt by man. Explosive volcanism often occurs at active continental margins, including most of the catastrophic historic eruptions (e.g. Pompei, Krakatoa, St. Helena, St. Helens). We are performing seismic and modelling efforts to try to better understand the processes that shape subduction zone tectonism and volcanism.

We also study modern continental margins to learn about the processes of continental growth and destruction. So much continental growth and destruction are accomplished at margins that, to a large extent, the continental crust is composed of suture zones and remnants of ancient margins. In addition, volcanism at convergent (or active) margins appears to be influenced by the volume and chemistry of the ocean crust and sediment that subducts beneath the overriding plate. Several recent research projects have tried to better quantify the material input at subduction zones, and the growth processes of the accretionary prisms that often form at active continental margins.

Accretionary prisms and the continental slopes of both active and passive continental margins often contain large amounts of methane gas hydrates. If suddenly released, these gas hydrates could have an important role in forcing sudden climatic changes; if extracted in a controlled manner, they could be a potential clean energy source for the future. Furthermore, gas hydrates may also have an important role as potential nuclei for continental slope instabilities. We have mapped the traces of several giant landslides off Central America (>50 km fault breaks, >300 km<sup>3</sup> of material transport). When they occurred, these slope failures may have triggered large (~14m) local tsunamis. Because continental margins are typically densely populated, a better understanding of subduction zone processes is urgently needed to try to mitigate against future natural disasters.

verschiedener großer Hangrutschungen vor Mittelamerika (>50 km Verwerfungsbrüche, >300 km<sup>2</sup> Materialtransport) kartiert. Als diese Rutschungen stattfanden, könnten sie große (~14 m) örtliche Tsunamis ausgelöst haben. Da die Kontinentalränder in der Regel dicht besiedelt sind, ist dringend ein besseres Verständnis der Prozesse an Subduktionszonen erforderlich, um zukünftigen Naturkatastrophen möglicherweise vorbeugen zu können.

Passive Kontinentalränder bilden sich beim Aufbrechen der Kontinente, wenn neue Ozeanbecken entstehen. Dementsprechend spiegeln sich in ihnen die Prozesse der kontinentalen Krustendehnung und der Entstehung neuer ozeanischer Kruste wider. Die Nähe passiver Ränder und der entsprechenden Becken (z.B. Nordsee) zu den Kontinenten und die Stabilität dieser Ränder über mehrere zehn bis hunderte Millionen Jahre führen zur Akkumulation mächtiger Sedimentsequenzen. In diesen Gebieten befindet sich daher der größte Teil der Kohlenstofflagerstätten der Welt.

Auch Intraplatten-Hotspots und mittelozeanische Rücken sind Gebiete, in denen auf der Erde verstärkt Vulkanismus auftritt. Unsere Abteilung führt seismische Untersuchungen durch, um mehr über die Geschichte und die Dynamik dieser Vulkanismustypen zu erfahren. Befindet sich ein Hotspot nahe an einem mittelozeanischen Rücken, kann eine extreme Zunahme vulkanischer Aktivität auftreten (z.B. Island). Mit Hilfe seismischer Refraktionsmethoden erforschen wir derartige Anhäufungen in der Geschichte großer, bei Hotspots liegender, aseismischer Rücken. Außerdem beschäftigen wir uns mit einem neu entdeckten Typ des unterseeischen Vulkanismus, der oft auftritt, wenn sich ein Hotspot nahe an einem mittelozeanischen Rücken mit relativ schneller Spreizungsrate befindet. Dieser Vulkanismustyp hat bis zu 800 km lange, langgestreckte vulkanische Rücken erzeugt, die ein aktuelles Beispiel für vulkanische Muster darstellen, die man bislang nur in archaischer kontinentaler Kruste beobachtet hatte.

Die von der Abteilung für *Marine Geodynamik* durchgeführten Modellierungen konzentrieren sich auf Problematiken, die mit modernen Techniken der Meeresseismik beleuchtet werden können. Im einzelnen untersuchen wir Massen-, Wärme- und Fluidtransportprozesse in Subduktionszonen und die Schmelz- und Massentransportprozesse unterhalb von Hotspots und mittelozeanischen Rücken. Die Abteilung unterhält ein großes Netz von Workstations zur Bearbeitung seismischer 2D- und 3D-Datensätze. Gewerbliche Software wird für die Bearbeitung und Interpretation von Steilwinkel- und Weitwinkel-Reflexionsdaten sowie für Finite-Elemente- und Finite-Differenzen-Modellierungen eingesetzt. Zusätzlich wird bei GEOMAR entwickelte Software für die effiziente 3D-seismische Abbildung benutzt.

Im Rahmen verschiedener Projekte der europäischen Kooperation geben wir Gastwissenschaftlern die Möglichkeit, unsere Einrichtungen zur seismischen Datenbearbeitung, unsere Methoden und Techniken kennenzulernen und zu nutzen.

Rifted margins are formed as continents break up to make new ocean basins. As such, they record the processes of continental crustal extension and the birth of new oceanic crust. The proximity of rifted margins and their related rift basins (such as the North Sea) to continents, coupled with the stability of these margins over tens to hundreds of millions of years, typically results in the accumulation of thick sedimentary sequences. Thus these environments are the source of most of the world's hydrocarbon resources.

Intraplate hot spots and the mid-ocean ridges are the other major environments for terrestrial volcanism. Our department is performing seismic experiments to explore the history and dynamics of these types of terrestrial volcanism. When a hot spot is near a mid-ocean ridge, an extremely large accumulation of volcanics can often occur (e.g. Iceland). We have been using seismic refraction techniques to study the accumulation history of large hot spot related aseismic ridges. Furthermore, we have been studying a new class of undersea volcanism that often occurs when a hot spot is close to a relatively fast-spreading mid-ocean ridge. This type of volcanism has produced up to 800 km-long volcanic elongated ridges that are a modern example of a type of volcanism that was previously recognized only in Archean continental crust.

Modelling efforts at the *Marine Geodynamics* Department have focussed on problems that are accessible to modern marine seismic techniques. In particular, we are investigating the transport processes of mass, heat and fluid transfer in subduction zones, and the melting and mass transfer beneath hot spots and mid-ocean ridges.

The group uses a large network of workstations to process complex 2D and 3D seismic data sets. Commercial software provides the tools for processing and interpretation of near-vertical and wide-angle reflection data as well as for finite-element and finite-difference modelling. Additional academic software is typically used for efficient 3D seismic imaging.

We have several cooperative European projects that allow guest scientists to use and be instructed in the use of our seismic processing facilities, methods and techniques.

## Forschungsansätze

Im Folgenden werden die wichtigsten Methoden und Techniken, die die Abteilung *Marine Geodynamik* anwendet bzw. entwickelt, vorgestellt:

### Processing und Interpretation reflexions-seismischer Daten

Die Akquisition und das Processing mariner reflexions-seismischer Daten ist die effizienteste Methode, um Informationen über den Untergrund zu erhalten und geologische Strukturen über einen großen Bereich abzubilden. Dichte Schussfolgen und lange Streamerarrays führen zu riesigen seismischen Datenmengen, die leistungsfähige Rechneranlagen und hochentwickelte kommerzielle Software für die Datenreduktion notwendig machen.

Wir benutzen momentan folgende Software:

- SEISMOS von Schlumberger Western Geco
- SIRIUS von GX Technology
- GEOSEC von Paradigm Geophysical

Die hauptsächliche Processing-Software ist das 2D- und 3D-Processingpaket SEISMOS zur Bearbeitung von Daten, die an Land oder auf See gewonnen worden sind. Das interaktive und Batch-Modul-Paket beinhaltet Standard- und erweiterte seismische Datenbearbeitungsroutinen.

Das SIRIUS-Paket wird benutzt, um komplexe 2D- und 3D-Untergrundstrukturen abzubilden und ein Makrogeschwindigkeitsmodell in der Tiefe aufzubauen. Dieses Paket beinhaltet Software für die Laufzeitinversion sowie zwei Module für die Prestack-Tiefenmigration mit Fokussierungsanalysen und Poststack-Tiefenmigration. Diese Module basieren auf Finite-Differenzen und Strahlenseismik-Algorithmen.

Das 2D- und 3D-Sektionsaufbau- und Bilanzierungssystem GEOSEC wird benötigt, um die geologische Interpretation der durch das seismische Processing erstellten Tiefenbilder zu erleichtern. Dieses Paket erlaubt die Wiederherstellung und die kinematische Modellierung der Untergrundstrukturen. Es liefert auch zusätzliche Informationen über Geschwindigkeitsvariationen bezüglich deformierter Sequenzen, die ein wichtiges Element der geologischen Interpretation darstellen.

### Weitwinkelseismik mit Ozeanbodenhydrophonen

Außer der Mehrkanalseismik (MCS) stellt die Weitwinkel-(Refraktions-)Seismik eine ausgezeichnete Methode dar, um genaue Geschwindigkeitsinformationen über Krustenstrukturen zu erhalten. Mit leicht zu handhabenden Instrumenten ist es möglich, große Gebiete mit Hilfe von 2D- und 3D-Messkonfigurationen zu untersuchen.

## Research approaches

Among the methods and techniques applied and developed by the Department of *Marine Geodynamics* the most important are:

### Processing and interpretation of reflection seismic data

The acquisition and processing of marine seismic reflection data is the most efficient method to collect subsurface information and image geological structures over a wide area. The use of closely spaced shots and long streamers results in a huge volume of seismic data requiring powerful computers and sophisticated commercial software for data reduction.

We currently run the following software:

- SEISMOS from Schlumberger Western Geco
- SIRIUS from GX Technology
- GEOSEC from Paradigm Geophysical

The main processing software is the 2D- and 3D-package SEISMOS for land and marine data processing. This interactive and batch module package includes standard and advanced seismic data processing routines. The GEOMAP package is the visualisation module of GEOSYS for graphic processing.

To image 2D and 3D complex subsurface structures and to build macro velocity models in depth the SIRIUS package is used. It includes travelttime inversion software and two modules for both prestack depth migration with focussing analysis and poststack depth migration. These modules are based on finite-difference and raytracing algorithms.

To facilitate the geological interpretation of the depth image resulting from seismic processing, the 2D and 3D section construction and balancing system GEOSEC is required. This package allows a restoration and kinematic modelling of subsurface structures. It provides additional information on velocity variation related to deformed sequences which form an important element of the geologic interpretation process.

### Wide-angle seismics by ocean bottom hydrophones

Besides the multichannel reflection seismic (MCS) techniques, wide angle (refraction) seismic provides an excellent tool to achieve precise velocity information about crustal structures. Using a set of easy to handle instruments, large areas of interest can be studied in 2D and 3D configurations.

Integrated into MCS surveys the refraction interpretation provides velocity gradients which are of essential need to MCS migration processing.

Zusammen mit den Mehrkanalseismik-(MCS-)Daten liefert die Interpretation der Refraktionsseismik Geschwindigkeitsgradienten, die wiederum für die Migration der MCS-Daten wichtig sind.

Für diesen Zweck wurde 1991 das digitale GEOMAR Ozeanbodenhydrophon (OBH) entwickelt. Seit dieser Zeit wurden über 500 Einsätze während verschiedener Expeditionen durchgeführt, bei denen nur vier Instrumente verloren gingen. Zusammen mit zwei 32 I BOLT Luftkanonen und einem GPS Zeit- und Positionierungssystem können OBH-Messungen mit Hilfe von verschiedenen Forschungsschiffen unternommen werden. Das digitale OBH ist in Kapitel 3.3 genauer beschrieben. Die Interpretation der Daten erfolgt sowohl mit Vorwärtsmodellierung basierend auf MacRay interaktivem Raytracing als auch mit RAYINVR Raytracing- und Inversionssoftware.

### Marine seismologische Untersuchungen

Zur Zeit entwickeln wir die Ozeanbodenseismometer-Technologie, die die Bandbreite unserer marinen seismischen Untersuchungsmethoden erweitern wird. Als passive Empfänger können diese Ozeanbodenseismometer genutzt werden, um die Mikroseismizität in tektonisch aktiven Gebieten wie mittelozeanischen Rücken und Konvergenzrändern zu untersuchen. Sie werden auch in regionalen seismischen Netzen zur Untersuchung der tieferen Mantelstrukturen unterhalb aktiver Hotspots wie den Galápagosinseln oder Island zum Einsatz kommen. Diese Studien werden auch seismische Refraktionsmessungen mit den vorhandenen Ozeanbodenhydrophonen beinhalten. Diese Ziele verfolgen wir in Zusammenarbeit mit dem GFZ Potsdam.

### Numerische und physikalische Modellierungen von Transport-, Schmelz- und Deformationsprozessen

Sowohl numerische als auch analoge Modellierungen werden durchgeführt, um Wärme- und Fluidtransport in Subduktionszonen, an mittelozeanischen Rücken und in Hotspot-Gebieten quantitativ zu untersuchen. Für diese Untersuchungen nutzen wir gewöhnlich eigene Programme, die dort, wo es angebracht ist, durch kommerzielle und akademische Software für Finite Elemente und Finite Differenzen sowie Abbildungs-Tools zum Postprocessing von 2D- und 3D-Ergebnissen ergänzt werden. Wir benutzen unter anderem Softwarepakete von NISA, EMRC, MATLAB und Tecplot. In Zusammenarbeit mit der Abteilung für *Vulkanologie und Petrologie* bei GEOMAR werden Tank-Modelle des viskosen Flusses durchgeführt.

### Hochauflösende Bathymetrie

Fächerecholotsysteme werden zur effektiven Kartierung des Meeresbodens eingesetzt. Mit einem Öffnungswinkel von 90° und mehr kann ein Streifen mindestens zweimal so breit wie die Wassertiefe kontinuierlich aufgenommen werden. Aus den Echodaten werden bathymetrische Karten errechnet. Durch ein spezielles Datenprocessing können Perspektivbilder des Meeresbodens erstellt werden. Durch

For these purposes the GEOMAR digital Ocean Bottom Hydrophone (OBH) was developed in 1991. Since then more than 500 deployments were carried out on various cruises while only four instruments were lost. Together with two 32 I BOLT airguns and a GPS based time and positioning system OBH surveys can be done with a wide spectrum of research vessels. The digital OBH is described more detailed in chapter 3.3. Interpretation of the data is done with forward modelling based on MacRay interactive raytracing and RAYINVR raytracing and inversion software.

### Marine seismological experiments

We are currently developing ocean bottom seismometer technology that will enable us to perform several additional types of marine seismic experiments. In a passive mode, these ocean bottom seismometers will be applied to study the microseismicity in active tectonic environments such as mid-ocean ridges and convergent margins. They will also be applied to regional seismic array studies of the deeper mantle structure beneath active hot spots such as the Galápagos or Iceland. These studies will also incorporate seismic refraction work using the existing ocean bottom hydrophones. This work is being pursued in cooperation with the GFZ Potsdam.

### Numerical and physical modelling of transport, melting and deformation processes

We use both numerical and analogue modelling techniques to quantitatively investigate the heat and fluid transport in subduction zones, mid-ocean ridges and hotspot environments. For these studies, we typically use our own codes, supplemented where appropriate with commercial and academic software for finite-element and finite-difference modelling, and visualization tools for post-processing 2D and 3D results. Among the software packages we use are those from NISA, EMRC, MATLAB and Tecplot. Tank modelling of viscous flow is carried out in cooperation with the Department of *Volcanology and Petrology*.

### High-resolution bathymetry

Multibeam echosounding systems are used to map the seafloor. Using a swath width of 90° and more, a strip at least twice as wide as water depth can be mapped along the ship's course. Acoustic data are processed to generate bathymetric maps. Furthermore, a special processing is applied on the data to generate perspective views of the ocean bottom. Using artificial illumination details in the images can be enhanced; thus revealing much more morpho tectonic information than in normal bathymetric maps.

In the framework of the scientific pursuits of the *Marine Geodynamics* Department continental margin structures off Chile, Costa Rica, Nicaragua, Alaska, Oregon, Japan and the Ninety East Ridge in the Indian Ocean have been mapped with the HYDROSWEEP multibeam system and processed at GEOMAR.



Anwendung künstlicher Beleuchtung können morphologische Details herausgearbeitet werden; damit kann aus den Daten erheblich mehr an Information gewonnen werden als aus üblichen bathymetrischen Karten. Im Rahmen der wissenschaftlichen Ziele der Abteilung *Marine Geodynamik* wurden intensive Kartierungen der Kontinentalränder vor Chile, Costa Rica, Nicaragua, Alaska, Oregon, Japan sowie vom Ninety East Ridge im Indischen Ozean mit dem HYDROSWEEP-System durchgeführt und bei GEOMAR bearbeitet.

**Marine Potentialfeldstudien**

GEOMAR betreibt ein Protonenprezessions-Magnetometer zur Aufnahme magnetischer Daten während der Ausfahrten. Diese Daten werden zur Kartierung magnetischer Anomalien des Meeresbodens genutzt. Zur Integration der neuen Daten mit der vorhandenen NDSC-Datenbasis beobachteter magnetischer Anomalien werden GMT-tools verwendet. Verschiedene Workstations sind für die interaktive Anzeige globaler Schwere-, Bathymetrie- und Magnetikdaten optimiert worden. Zur Erstellung von Karten, die zur Interpretation tektonischer Strukturen an Konvergenzrändern und Intraplatten-Hotspots beitragen, werden großformatige Farbdrucker verwendet.

**Marine potential field studies**

GEOMAR runs a proton precession magnetometer to collect underway magnetic data on our research cruises. This data is used to construct magnetic anomaly maps of the seafloor using GMT tools to integrate the new data with the existing NDSC data base of underway magnetic anomaly observations. Several workstations are optimized for the interactive display of global gravity, bathymetry, and magnetic data. Large-format color plotters are used to make charts that contribute to the interpretation of tectonic structures at convergent margins and intraplate hot spots.

## Show-case project

### INGGAS - Seismische Abbildung mit einem Tiefgeschleppten Streamer System

Methanhydrat wird (wegen der Abgabe des Treibhausgases Methan) als möglicher Klimakiller und (aufgrund des Einflusses, den das Hydrat und darunter liegendes freies Gas auf die physikalischen Eigenschaften des Kontinentalabhanges ausüben) als potentiell natürliches Georisiko ins Feld geführt; außerdem wird es (wegen der großen, in solchen Hydraten eingeschlossenen Methanmengen) als Energieressource für die Zukunft betrachtet. Die Erforschung jedes dieser Szenarien erfordert Kenntnisse über die Menge und Verteilung der Hydrate unter den Kontinentalhängen, über die während der Hydratbildung und -zersetzung ablaufenden Vorgänge und über die Mächtigkeit der Zone freien Gases an der Hydratbasis. Bislang sind jedoch weder die Feinstruktur der hydrat- und gashaltigen Sedimente noch die Zusammenhänge zwischen Hydratbildung/ -zersetzung und Fluidfluss vollständig verstanden. Für die Klärung dieser Fragen, sind hochauflösende Abbildungsverfahren erforderlich, die im Rahmen des INGGAS-Projektes (Integrated Geophysical Characterization and Quantification of Gas Hydrates) - Teilprojekt 3, INGGAS Deep Tow – entwickelt wurden.

### INGGAS - Seismic Imaging with a Deep-Tow Streamer System

Methane hydrate has been invoked as a possible climate-killer (through the release of the greenhouse gas methane), as a potential natural hazard (through the influence of hydrate and of underlying free gas on the physical properties of the continental slope), and as a future energy resource (due to the large volumes of methane sequestered within such hydrates). The investigation of each of these scenarios requires knowledge of the amount and distribution of hydrate beneath the continental slopes, of the processes of hydrate formation and dissociation, and of the thickness of the free gas zone at the base of the hydrates. However, neither the fine structure of the hydrate- and gas-bearing sediments nor the links between hydrate formation / dissociation and fluid flow are fully understood. Addressing these issues requires high resolution imaging techniques and is the subject of INGGAS (Integrated Geophysical Characterization and Quantification of Gas Hydrates) Subproject 3, INGGAS Deep Tow.

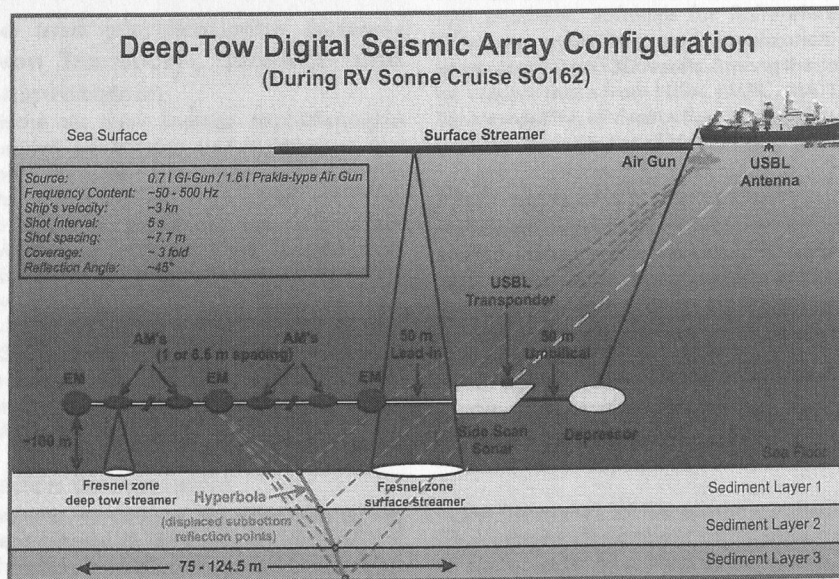


Abb. 1: Konfiguration des mehrkanalseismischen, digitalen, tiefgeschleppten Streamersystems und SideScan Sonarsystems, eingesetzt bei FS SONNE Fahrt SO 162 (INGGAS-Test).

Fig. 1: Configuration of the multichannel digital deep tow streamer and side scan sonar system used during RV SONNE cruise SO 162 (INGGAS-Test).

Ein Verfahren zur Verbesserung der Abbildung des flachen Untergrundes, wo sich Gashydrate bilden, besteht im Einsatz von tiefgeschleppter Reflexionsseismik, wobei der Streamer nahe dem Meeresboden geschleppt wird. Dadurch wird die Fresnelzone (Begrenzung der räumlichen Auflösung) im Bereich des flachen Untergrundes sowohl in Profilirichtung als auch senkrecht dazu verringert. Eine weitere Verringerung in Profilirichtung ist durch 2-D-Migration erreichbar. Das Ziel des INGGAS-Teilprojektes 3 besteht daher in der Entwicklung eines tiefgeschleppten, hybriden, digitalen, mehrkanalseismischen Streamersystems, mit dem eine sehr hohe laterale Auflösung seismischer Abbildungen von mit Fluidfluss und Gashydraten (**Abb. 1**) zusammenhängenden Sedimentstrukturen erreicht werden soll. Der tiefgeschleppte Streamer wird zusammen mit einem tiefgeschleppten, im Rahmen des OMEGA-Projektes beschafften SideScan Sonar und mit einem zwei Tonnen schweren Depressor betrieben, der sicherstellt, dass das gesamte tiefgeschleppte Gerät auf der vorgesehenen Tiefe und so nahe wie möglich am schleppenden Schiff bleibt, sowie mit einer konventionellen marinen seismischen Quelle (GI-Gun oder Airgun), die nahe unter der Wasseroberfläche abgeschossen wird. Nach dem Entwurf und dem Zusammenbau des Systems im Jahre 2001 begann das Projekt im Jahre 2002 damit, das gesamte tiefgeschleppte Gerät während der INGGAS-Test-Fahrt SO162 mit FS SONNE im Februar/März 2002 zu testen und die Processing Software zu entwickeln, mit Hilfe derer (1) jedem Streamerknoten die geographischen Koordinaten und jedem Zeitpunkt einer Schußauslösung die Schußposition zugewiesen werden können, und (2) eine Datenauswertungsfolge festgelegt wird, die die Tiefenänderungen der Streamerknoten auf einen gemeinsamen Meßwert korrigiert und die ‚echte‘ Geometrie der Untergrundstrukturen mittels einer geeigneten Prestack-Depth-Migration darstellt.

#### Einsatz von Bord des FS SONNE, Fahrt SO162 (INGGAS-Test)

Der tiefgeschleppte Streamer wurde zum ersten Mal während der Forschungsfahrt mit FS SONNE, Fahrt SO162 (INGGAS-Test), im Februar/März 2002 (21.02 – 12.03.2002) im Yaquina-Becken vor der peruanischen Küste eingesetzt und getestet (Reston and Bialas, 2002). In diesem Gebiet weist die wiederholte Beobachtung eines BSR auf Gashydratvorkommen hin, unter denen stellenweise freie Gase vorhanden sind. Es wurden zwei verschiedene Gebiete untersucht. Das erste befindet sich auf dem peruanischen Kontinentalrand in etwa 1000 m Wassertiefe (**Abb. 2a**; Profile 02 – 04). Im zweiten Gebiet deckt ein kleines Netz aus 10 engabständig verlaufenden Profillinien (**Abb. 2a, b**; Profile 07 – 16) von ca. 5 km Länge und 100 m Abstand ein Gebiet ab, in dem während der Fahrt mit FS SONNE, SO146, in etwa 1000 m Wassertiefe bereits einige Chemoherde (‘Max & Moritz’) entdeckt wurden (Bialas and Kukowski, 2000). Diese Chemoherde sind wahrscheinlich durch die Wechselwirkung zwischen Methan und Seewasser entstanden; möglicherweise spiegeln sie den Durchgang von Methan durch die Hydratzone wider. Die Ziele dieser Testfahrt waren (1) Betriebstests des

One method of improving the image of the shallow subsurface where gas hydrates form is the use of deep-tow seismic reflection, in which the streamer is towed close to the seafloor. This has the effect of reducing the Fresnel Zone (the limit of spatial resolution) within the shallow subsurface in both the inline and crossline direction. A further reduction in the inline direction can be achieved through 2-D migration. As a result, the objective of INGGAS subproject 3 is to develop a hybrid deep-towed digital multichannel streamer system in order to achieve a very high lateral resolution in seismic images of sedimentary structures related to fluid flow and gas hydrates (**Figure 1**). The deep tow streamer is combined with a deep-towed side scan sonar acquired within the OMEGA project, a depressor of two tons weight which ensures the complete deep tow device to stay in depth and as close to the towing ship as possible, and a conventional marine seismic source (GI- or airgun) shot close to the sea surface. Following design and assembly of the system in 2001, the project set out in 2002 to test the complete deep tow device during the INGGAS-Test cruise SO162 with RV SONNE in February/March 2002 and to develop the processing software, which allows (1) to assign geographical coordinates to each streamer node and shot position at each seismic trigger time and, (2) to determine a data processing sequence which corrects the depth variations of the streamer nodes to a common datum and reconstructs the ‘true’ geometry of subsurface structures by an appropriate prestack depth migration technique.

#### Deployment on RV SONNE Cruise SO162 (INGGAS-Test)

The deep tow streamer was first deployed and tested during RV SONNE cruise SO162 (INGGAS-Test) in February/March 2002 (21.02. – 12.03.2002) in the Yaquina Basin off Peru (Reston and Bialas, 2002) where the intermittent observation of a BSR indicates the presence of gas hydrates in places underlain by free gas. Two different areas were studied. The first area is located on the Peruvian continental margin in about 1000 m water depth (**Figure 2a**; profiles 02 – 04). In the second area a small grid of 10 closely spaced profiles (**Figure 2a, b**; profiles 07 – 16) of about 5 km length and 100 m spacing covers an area where some chemoherts (‘Max & Moritz’) have already been found during the former RV SONNE cruise SO146 in about 1000 m water depth, too (Bialas and Kukowski, 2000). These chemoherts probably formed by the interaction between methane and seawater and may reflect the passage of methane through the hydrate zone. Objectives of this test cruise were (1) to test the operation of the complete deep tow device, (2) to study the lateral resolution and image small-scale sedimentary features related to the occurrence of gas, gas-hydrates and fluid flow in the finely layered hemipelagic sediments of the Yaquina Basin, and (3) to test if the deep tow streamer can be manoeuvred and positioned sufficiently accurately to be towed along closely spaced profiles and thus be used for very high-resolution 3D surveys.



gesamten tiefgeschleppten Geräts, (2) Untersuchungen der lateralen Auflösung und die Abbildung kleinskaliger Sedimentstrukturen, die mit Gasvorkommen, Gashydraten und Fluidfluss in den feingeschichteten hemipelagischen Sedimenten des Yaquina-Beckens im Zusammenhang stehen und (3) Tests um festzustellen, ob der tiefgeschleppte Streamer präzise genug manövriert und positioniert werden kann, um entlang engabständiger Profile geschleppt zu werden, so dass er für sehr hochauflösende 3D-Vermessungen eingesetzt werden kann. Die Konfiguration des für diese Vermessung eingesetzten tiefgeschleppten Streamers mit einer Gesamtlänge von 74 m umfasste ein 50 m langes Eingangskabel, 22 Akustik-Knoten (AM), in denen jeweils ein Einzelhydrophon untergebracht war, und 3 Engineering-Knoten (EM) mit einem zusätzlichen Drucksensor und einem Kompass zur Bestimmung der Tiefe und des magnetischen Heading (Abb. 1, 3). Der Abstand zwischen den Knoten betrug 1 m, um durch sehr engabständige Untergrundreflexionspunkte eine sehr hochauflösende Abbildung der Untergrundstrukturen zu erhalten. Die Position des SideScan Sonar Schleppfisches wurde durch das USBL-Positionierungssystem POSIDONIA bestimmt, das – zusammen mit den Daten der Engineering-Knoten des Streamers und den (D)GPS-Daten der Schiffsantenne – eine genaue Geometrie-Berechnung der aus dem Tiefschlepp erhaltenen seismischen Daten durchführt.

The deep tow streamer configuration used for this survey had an overall length of 74 m and consisted of a 50 m lead-in cable, 22 acoustic nodes (AM) housing a single hydrophone and 3 engineering nodes (EM), housing an additional pressure sensor and compass for depth and heading measurements (Figures 1, 3). Node spacing was 1 m to allow a very high resolution imaging of subsurface structures by very close subsurface reflection points. The position of the side scan sonar tow fish was determined by the USBL positioning system POSIDONIA, which – together with the engineering data of the streamer and the (D)GPS data from the ship's antenna – is necessary for a detailed, precise geometry processing of the deep tow seismic data.

As seismic sources a GI-gun (0.7 l) and Prakla-type Bolt air gun (1.6 l) were used and excited frequencies between ~50 – 500 Hz, leading to an average vertical resolution of ~2.5 – 5 m. A towing depth of ~100 m above the sea floor allowed us to obtain data with a lateral resolution that is 2.4 times higher in 1000 m water depth than can be achieved with a surface streamer due to the reduction of the size of the Fresnel zone by the hybrid deep-towed system (radius of the Fresnel zone at 300 Hz: 50 m for a surface streamer, 21 m for the hybrid deep tow streamer).

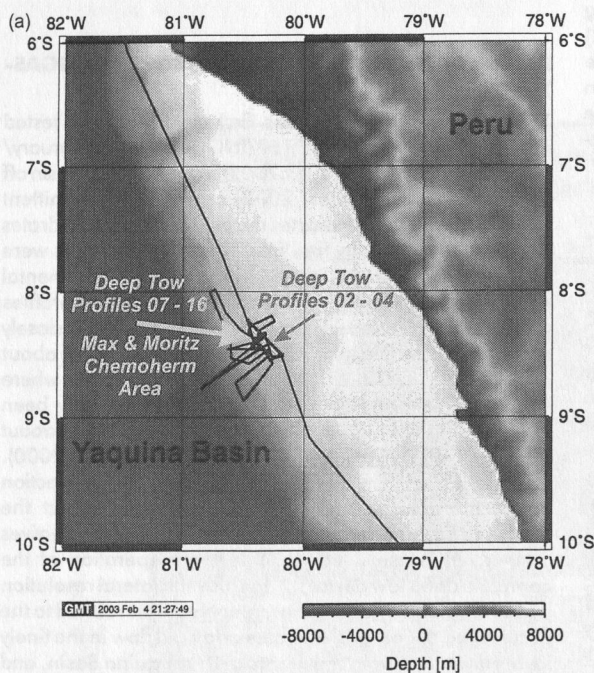


Abb. 2: (a) Kurs der FS SONNE Fahrt SO 162 (INGGAS-Test) im Yaquina-Becken vor Peru. Zwei Gebiete wurden untersucht - der peruanische Kontinentalrand (Profile 02 - 04) und das 'Max und Moritz' Chemohermgebiet (Profile 07 - 16). (b) Vermessung eines Netzes engabständig verlaufender Profillinien, um das 'Max und Moritz' Chemohermgebiet genau zu untersuchen.

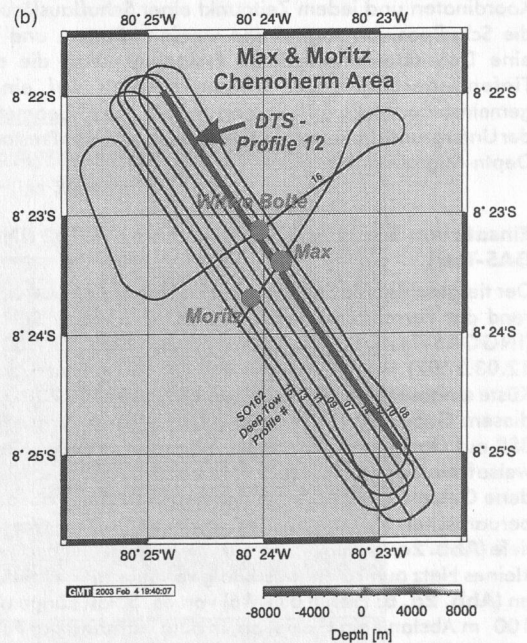


Fig. 2: (a) Ship's track of RV SONNE cruise SO 162 (INGGAS-Test) in the Yaquina Basin off Peru. Two areas were studied - the Peruvian continental margin (profiles 02 - 04) and the 'Max and Moritz' chemoherm area (profiles 07 - 16). (b) Grid of closely spaced profiles surveyed to study the 'Max and Moritz' chemoherm area in detail.

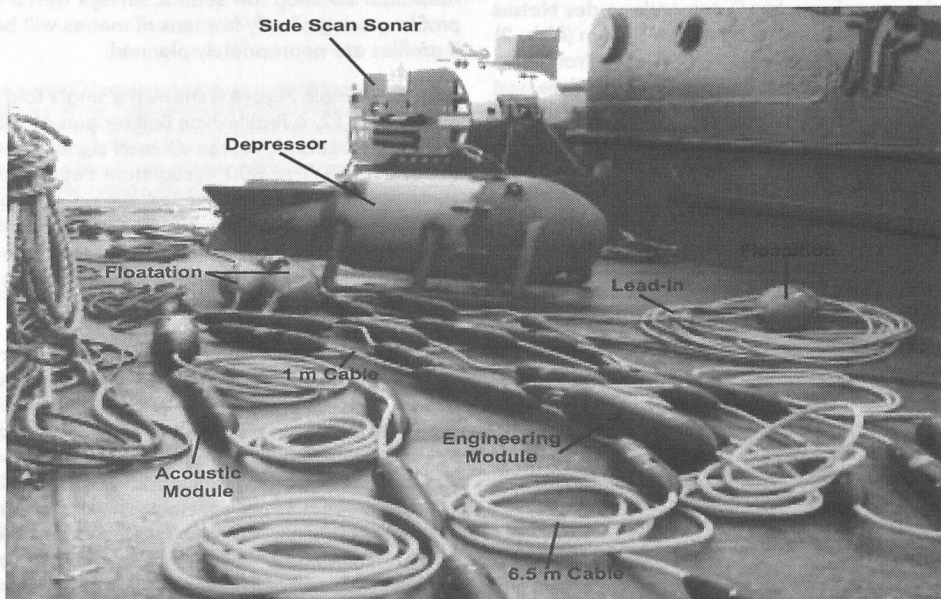
Als seismische Quellen wurden eine GI-Gun (0,7 l) und eine Bolt Air Gun vom Typ Prakla (1,6 l) eingesetzt, die Frequenzen zwischen  $\sim 50 - 500$  Hz erzeugten, so dass sich eine durchschnittliche vertikale Auflösung von  $\sim 2,5 - 5$  m ergab. Eine Schlepptiefe von  $\sim 100$  m über dem Meeresboden ermöglichte es uns, Daten mit einer lateralen Auflösung zu erhalten, die in 1000 m Wassertiefe 2,4-mal höher ist, als dies mit einem Oberflächenstreamer möglich wäre. Der Grund dafür ist die Verringerung der Fresnelzone durch das hybride tiefgeschleppte System (Radius der Fresnelzone bei 300 Hz: 50 m mit einem Oberflächenstreamer, 21 m mit einem hybriden tiefgeschleppten Streamer). Die Parameter der Datenaufzeichnung waren 3,072 s Aufzeichnungslänge, 0,25 ms Abtastintervall, keine Verzögerung; die Gesamtseismogrammlänge ergab 12288 Datenpunkte pro Spur. Die Schußintervalle betragen 5 s, die durchschnittliche Fahrgeschwindigkeit  $\sim 3$  kn, so dass sich ein durchschnittlicher Schußabstand von  $\sim 7,7$  m ergab. Daher konnte bei einer effektiven Streamerlänge von 24 m zwischen erstem und letztem Hydrophon eine  $\sim 3$ -fache Abdeckung des Untergrundes erreicht werden. Die ersten Testprofile verliefen der Streichrichtung des peruanischen Kontinentalrandes folgend in einer nahezu konstanten Wassertiefe von  $\sim 1000$  m. Es sollten alle Gerätekomponenten getestet werden, um so Erfahrungen in der Überwachung der Tiefe und Lage des gesamten tiefgeschleppten Systems zu gewinnen und die optimale Fahrgeschwindigkeit bestimmen zu können. Eine GI-Gun mit einem Volumen von 0,7 l diente als seismische Quelle.

Data recording parameters were 3.072 s recording time, 0.25 ms sample interval and no delay, leading to an overall seismogram length of 12288 samples per trace. Shot interval was 5 s and average ship velocity  $\sim 3$  kn, resulting in an average shot point spacing of  $\sim 7.7$  m. Thus, with an effective streamer length of 24 m between first and last hydrophone a  $\sim 3$ fold coverage of the subsurface can be achieved.

The first test profiles were recorded along the strike of the Peruvian continental margin in an almost constant water depth of  $\sim 1000$  m. The intention was to test all components, to gather experience in depth and position control of the complete deep tow system, and to determine the optimum ship velocity. A GI-gun of 0.7 l volume was used as seismic source.

Abb. 3: Komponenten des mehrkanaligen, digitalen, tiefgeschleppten Streamersystems und SideScan Sonarsystems, vorbereitet für den Einsatz vom Heck des Schiffes während der FS SONNE Fahrt SO 162 (INGGAS-Test).

Fig. 3: Components of the multichannel digital deep tow streamer and side scan sonar system, prepared for deployment from the ship's stern during RV SONNE cruise SO 162 (INGGAS-Test).



Beobachtungen der Werte für Tiefe, Heading, Roll und Pitch der Engineering-Knoten auf den Kontrollmonitoren in den Laboren ergaben eine sehr gute Übereinstimmung der durch die Engineering-Knoten bestimmten und vom Ultra-Short Base Line (USBL) System POSIDONIA gemessenen Tiefen, so dass Tiefe und Lage des tiefgeschleppten Systems gut und zuverlässig online überwacht werden konnten. Zur Durchführung des später erfolgenden Geometrie-Processing wurden die Werte für Tiefe, magnetisches Heading, Roll und Pitch jedes Engineering-Knotens pro Schuss sowie die USBL-Position und die Tiefe des Side-Scan Sonar Schleppfisches und die (D)GPS-Position des Schiffes aufgezeichnet.

Eine genaue Prüfung der Engineering-Daten ergab, dass Unterschiede in der Schlepptiefe von unterschiedlichen Längen der Schleppkabel herrühren. Außerdem weisen aus den geographischen Koordinaten der seismischen Quelle und dem Streamer-Knoten (siehe unten) kompilierte Offset-Werte darauf hin, dass unterschiedliche Schleppkabelnichten nur die Schlepptiefe des Streamers beeinflussen, sondern auch das Offset zwischen Quelle und Empfänger ändern – eine für die spätere Datenauswertung wichtige Tatsache, die einen Unterschied zu konventionellen Oberflächenstreamerdaten darstellt. Innerhalb des getesteten Geschwindigkeitsbereichs (1–4 kn) beeinflusst die Fahrgeschwindigkeit die Tiefe und Lage des tiefgeschleppten Systems nicht offensichtlich; eine Geschwindigkeit von ~3 kn wurde bevorzugt, da sie sich für die Aufzeichnung von Daten sowohl aus dem tiefgeschleppten seismischen System als auch aus dem SideScan Sonar beim niedrigsten Rauschpegel als optimal erwies.

#### Vermessung von Profilen über Chemohermen mit einem Tiefgeschleppten Seismischen System

Die Aufzeichnung seismischer Daten entlang des Netzes aus 10 Profilen mit dem tiefgeschleppten System (**Abb. 2**) erbrachte den Nachweis, dass Kurven zwischen Profillinien mit 500 – 600 m Abstand bei einer Wassertiefe von 1000 m problemlos abgefahren werden können, so dass zukünftig – bei entsprechender Planung der Profile – sehr hochauflösende seismische 3D-Tiefeschleppmessungen auch bei sehr engabständigen Profillinien von nur wenigen zehn Metern möglich sein werden.

**Abb. 4** zeigt als Datenbeispiel die Einzelpursektion des DTS-Profiles. Als seismische Quelle wurde eine Bolt Air Gun vom Typ Prakla mit einem Volumen von 1,6 l benutzt. Die Schallsignaleindringung beträgt insgesamt ungefähr 0,4 s TWT oder 300 m Sedimenttiefe. Im Seismogrammabschnitt können drei Chemoherme identifiziert werden, die in einer Sequenz hemipelagischer Sedimente mit schwachen Reflexionen eingebettet sind. Zwei von ihnen – 'Max' und 'Witwe Bolte' – waren bereits während der SONNE-Fahrt SO146 (Bialas und Kukowski, 2000) entdeckt worden. Der dritte ohne Namen ist offenbar von einer dünnen Sedimentschicht bedeckt. Unter der hemipelagischen Sequenz gibt es starke Reflexionen, die nur von den Chemohermen unterbrochen zu sein scheinen. Außerdem können Stellen mit hohen Reflexionsamplituden und 'Bright Spots' in größerer Untergroundtiefe beobachtet werden.

An observation of the depth, heading, roll and pitch values of the engineering nodes on the laboratory control screens showed a very good agreement between the depths determined by the engineering nodes and measured by the ultra-short base line (USBL) system POSIDONIA, so that a good, reliable online control of the depth and position of the deep tow system is possible. For later geometry processing the depth, magnetic heading, roll and pitch values of each engineering node are recorded for each shot, together with the USBL position and depth of the side scan sonar tow fish and the (D)GPS position of the ship.

Close inspection of the engineering data show that variations in the immersion depth are related to variations in the rope length. Additionally, offset values compiled from the geographic co-ordinates of the seismic source and streamer nodes (see below) indicate that variations in rope length do not only affect the immersion depth of the streamer but also change the offset between source and receiver – a fact which is important for later data processing and different from conventional surface streamer data. Within the range of velocities tested (1–4 kn), the ship's velocity does not obviously affect the depth and attitude of the deep-towed system; a velocity of ~3 kn was preferred as it was optimum to acquire simultaneously deep tow seismic and side scan sonar data with the lowest noise level.

#### Deep-Tow Seismic Profiling over Chemoherms

Collecting deep tow seismic data along the grid of 10 profiles (**Figure 2**) proved that in 1000 m water depth curves between profiles of 500 – 600 m spacing can be surveyed without any problems, so that in future very high-resolution 3D deep tow seismic surveys with a very close profile spacing of only few tens of metres will be possible if profiles are appropriately planned.

As data example **Figure 4** shows the single fold section of DTS-profile 12. A Prakla-type Bolt air gun of 1.6 l volume was used as seismic source. Overall signal penetration is about 0.4 s TWT or 300 m sediment depth, respectively. Three chemoherms embedded within a sequence of hemipelagic sediments with weak reflections can be identified in the seismogram section. Two of them – 'Max' and 'Witwe Bolte' – were already found during RV SONNE cruise SO146 (Bialas and Kukowski, 2000). The third unnamed one is obviously covered by a thin sediment layer. Beneath the hemipelagic sequence strong reflections occur which seem to be only interrupted by the chemoherms. As well, patches of high reflection amplitudes and 'bright spots' can be observed in greater subsurface depth. They might indicate either carbonate crusts related to fluid flow and/or local gas accumulations. Some of the strong reflections seem to continue across the chemoherms but are difficult to trace, because much of the incident signal energy is scattered at the top, and trace spacing of ~7.7 m provides only coarse lateral resolution. This resolution will be improved by later data processing (see below).

Diese können entweder auf mit dem Fluidfluss zusammenhängende Karbonatkrusten hinweisen und/oder auf lokale Ansammlungen von Gas. Einige der starken Reflexionen scheinen sich über die Chemoherde hinaus fortzusetzen, sind aber schwer aufzuspüren, da ein großer Teil der einfallenden Schallsignalenergie an der Oberseite zerstreut wird und ein Spurbestand von  $\sim 7,7$  m nur eine grobe laterale Auflösung ergibt. Diese Auflösung wird durch die später erfolgende Datenauswertung verbessert werden (siehe unten).

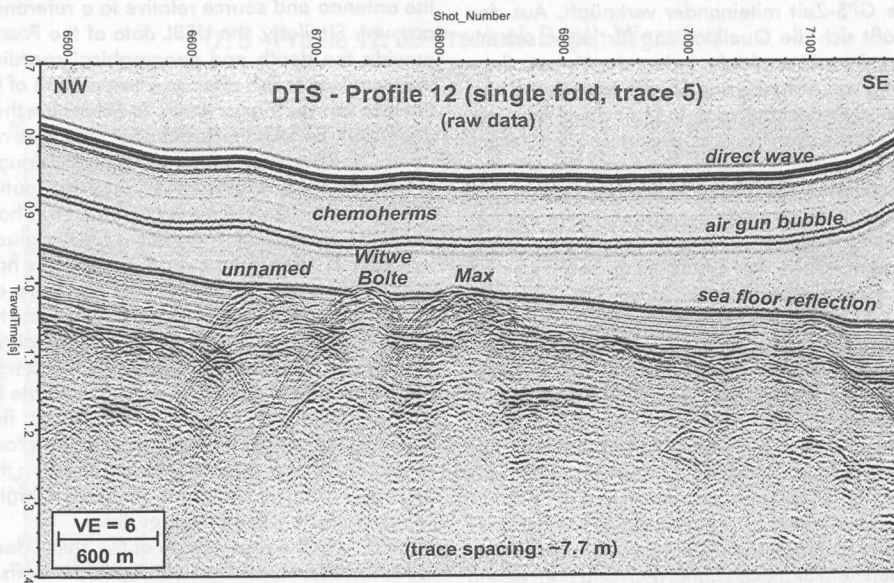


Abb. 4: Einzelspurprofil 12 vermessen mit einem tiefgeschleppten seismischen System im 'Max und Moritz' Chemohermgebiet in  $\sim 1000$  m Wassertiefe als Teil einer Serie von 9 engabständigen parallelen Profillinien. Die durch die raue Oberfläche der drei Chemoherde ('Max', 'Witwe Bolte' und einem bisher unbenannten Chemoherm) erzeugte Diffraktionshyperbel zeigt klar die in einer Sequenz feinschichtiger hemipelagischer Sedimente eingebettete Lage dieser Chemoherde.

Fig. 4: Single fold deep tow seismic profile 12 recorded in the 'Max and Moritz' chemoherm area at  $\sim 1000$  m water depth as part of a series of 9 closely spaced parallel profile lines. Diffraction hyperbola produced by the rough surface of three chemoherms ('Max', 'Witwe Bolte' and an up o now unnamed chemoherm) clearly indicates the position of these chemoherms embedded within a finely layered sequence of hemipelagic sediments.

### Datenauswertung der Tiefgeschleppten Mehrkanalseismik

Die asymmetrische Geometrie von Quelle und Empfänger im hybriden Tiefschleppsystem bewirkt, dass die Untergrundreflexionspunkte auf einer Hyperbel (vergl. Abb. 1) anstatt auf einer vertikalen Linie liegen, wie dies bei konventioneller Reflexionsseismik mit Quelle und Empfänger in derselben Tiefe der Fall ist. Daher müssen spezielle Datenbearbeitungsverfahren entwickelt werden, die eine solche asymmetrische Geometrie, unterschiedliche Schlepptiefen und Offsets zwischen Quelle und Empfänger sowie gemeinsame Reflexionspunkte anstelle von gemeinsamen Mittelpunkten des Stacks berücksichtigen.

### Deep Tow Multichannel Seismic Data Processing

The asymmetric source and receiver geometry of the hybrid deep-towed system causes subsurface reflection points to lie on a hyperbola (cf. Figure 1) instead of a vertical line as in conventional reflection seismics with source and receiver in the same depth. Hence, special data processing techniques have to be developed which take this asymmetric geometry into account, consider the varying immersion depths and offsets between source and receivers and stack common reflection points instead of common midpoints.

The data processing routines we have developed and



Die von uns entwickelten Datenbearbeitungsverfahren, die wir bei unseren aus dem Tiefschlepp gewonnenen seismischen Mehrkanal-Daten angewendet haben, sind anhand des im Chemohermgebiet 'Max & Moritz' aufgenommenen DTS-Profiles 12 dargestellt.

Für eine hochauflösende Datenauswertung ist eine präzise Berechnung der Positionen der seismischen Quelle, des SideScan Sonarfisches und aller Streamerknoten erforderlich. Eingangsdaten sind (1) die von der Schiffsantenne empfangenen (D)GPS-Daten, (2) die vom POSIDONIA-System ermittelten USBL-Daten und (3) die vom Streamer eingemessenen Engineering-Daten. Diese drei Datensets sind über die GPS-Zeit miteinander verknüpft. Aus den GPS-Daten läßt sich die Quellposition für jeden seismischen Triggerzeitpunkt ermitteln, indem der Versatz (in x- und y-Richtung) von Antenne und Quelle relativ zu einem Referenzpunkt einberechnet wird. In ähnlicher Weise geben die USBL-Daten des POSIDONIA-Systems nach Interpolation auf die Triggerzeitpunkte die Tiefe und die geographischen Koordinaten des SideScan Sonarfisches an. Zur Bestimmung der Tiefen und der geographischen Koordinaten jedes Streamer-Knotens müssen zunächst die Tiefen- und Heading-Werte der Engineering-Knoten bereinigt werden. Dann erfolgt nach einer Korrektur der magnetischen Heading-Werte der Engineering-Knoten durch magnetische Deklination zur Ermittlung geographischer Heading-Werte eine räumliche Interpolation auf jede akustische Knotenposition. Anschließend können, basierend auf dem WGS-84 Referenz-Ellipsoid, den interpolierten geographischen Heading-Werten und den Abständen zwischen den einzelnen Streamer-Knoten, für jeden seismischen Triggerzeitpunkt geographische Empfängerkoordinaten relativ zur Position des Schleppfisches ermittelt werden, beginnend mit der Länge des Eingangskabels zwischen dem SideScan Sonarfisch und dem ersten Engineering-Knoten. Zur Errechnung dieser Quellen- und Empfängerpositionen ist eine Präzision in der Größenordnung von 1 Dezimeter erforderlich - die damit um nur eine Magnitude höher liegt als für Daten konventioneller Oberflächenstreamer.

Unterschiedliche Längen des Tiefseekabels des Schiffes ergeben unterschiedliche Schlepptiefen und Offsets zwischen Quelle und tiefgeschlepptem Streamer, so dass Geometrie und Bathymetrie des Meeresbodens und der Untergrundstrukturen in den Einzelspur-Rohdaten verzerrt erscheinen (vergl. Abb. 4).

Basierend auf dem oben beschriebenen Geometrie-Processing wurde als erster Schritt der Datenauswertung ein Kirchhoff'scher Extrapolationsalgorithmus der Wellengleichung (Shtivelman and Canning, 1988) auf die Daten angewendet, um so die Geometrie aller Untergrundstrukturen richtig rekonstruieren zu können. Dieser Algorithmus berücksichtigt die geographischen Koordinaten, Offset und Schlepptiefe jedes Streamer-Knotens und verlagert das Wellenfeld jedes Shotgather zu einer vorher definierten Referenztiefe.

Im zweiten Schritt der Datenauswertung wurden alle Shotgather des DTS-Profiles 12, das durch Wellenfeld-Extrapolation auf einen gemeinsamen Messwert von 800 m korrigiert wurde, als Eingangsdaten für eine vollständige

applied to our multichannel deep tow seismic data are illustrated for DTS profile 12 collected in the 'Max & Moritz' chemoherm area.

For a high-resolution data processing an accurate computation of the positions of the seismic source, the side scan sonar fish and all streamer nodes is necessary. Input data are (1) the (D)GPS data received by the ship's antenna, (2) the USBL data determined by the POSIDONIA system, and (3) the engineering data measured by the streamer. These three data sets are linked via GPS time. From the GPS data the source position can be computed at each seismic trigger time by taking the offsets (in x- and y-direction) of the antenna and source relative to a reference point into account. Similarly, the USBL data of the POSIDONIA system provide the depth and geographical coordinates of the side scan sonar fish after an interpolation of USBL trigger times to seismic trigger times. To determine the depths and geographical coordinates of each streamer node first the depths and heading values of the engineering nodes have to be smoothed. Subsequently, they are spatially interpolated to each acoustic node position, after having corrected the magnetic heading values of the engineering nodes by magnetic declination to get geographic heading. Subsequently, based on the WGS-84 reference ellipsoid, the interpolated geographic heading values and the distances between each streamer node, geographical receiver coordinates can be computed relative to the tow fish position at each seismic trigger time starting with the length of the lead-in cable between side scan sonar fish and first engineering node. The required precision for these computed source and receiver coordinates is on the order of 1 decimetre, and is thus one magnitude higher than for conventional surface streamer data.

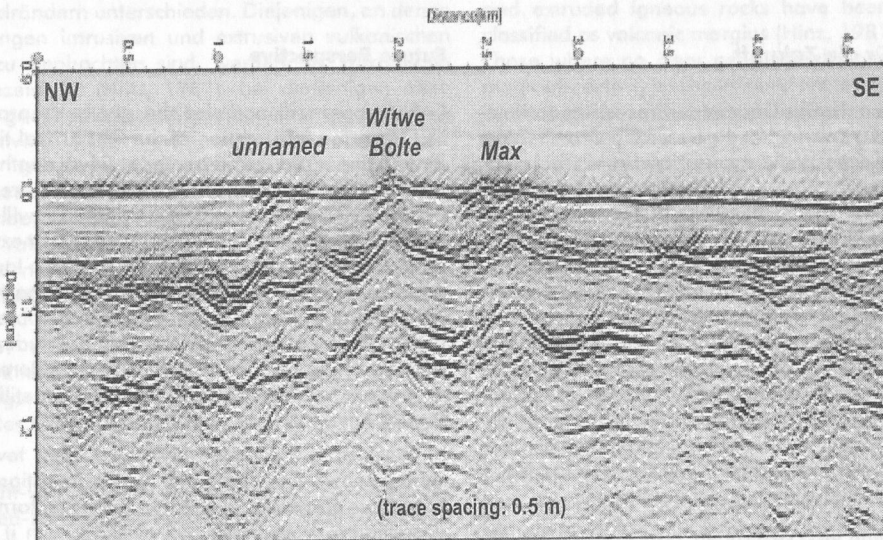
Variations in the rope length of the ship's deep sea cable result in different immersion depths and offsets between source and deep tow streamer, so that the geometry and bathymetry of the sea floor and subsurface structures appear distorted in the single fold raw data (cf. Figure 4).

Based on the geometry processing described above, a Kirchhoff wave equation extrapolation algorithm (Shtivelman and Canning, 1988) was applied to the data as a first processing step in order to reconstruct the geometry of all sub-surface structures correctly. This algorithm considers the geographical co-ordinates, offset and immersion depth of each streamer node and moves the wavefield of each shot gather to a pre-defined reference depth.

As a second processing step, all shot gathers of DTS-profile 12 corrected by wavefield extrapolation to a common datum of 800 m were used as input data for a full Kirchhoff 3D-prestack depth migration. To save computation time, some preliminary simplifications were used to compute the first depth-migrated section displayed in Figure 5. (1) A constant velocity field of 1500 m/s was used for migration. (2) A very short, limited aperture was used for Kirchhoff summation, resulting in some residual migration hyperbolae. (3) A depth increment of only 1 m was used. For a final prestack depth migration it should be  $\sim 0.1 - 0.5$  m.

Kirchhoff 3D-Prestack Depth Migration verwendet. Für die Berechnung des ersten tiefenmigrierten Abschnitts wurden einige vorläufige Vereinfachungen durchgeführt, um Rechenzeit zu sparen, wie in **Abb. 5** dargestellt. (1) Für die Migration wurde ein konstantes Geschwindigkeitsfeld von 1500 m/s genutzt. (2) Für die Kirchhoff'sche Summation wurde eine sehr kurze, begrenzte Öffnung genommen, die einige restliche Migrationshyperbeln ergab. (3) Die schrittweise Tiefenzunahme betrug nur 1 m; für eine endgültige Prestack Depth Migration sollte sie bei  $\sim 0,1 - 0,5$  m liegen.

### DTS - Profile 12: 3D-Prestack Depth Migration



**Abb. 5:** Das mit einem tiefgeschleppten seismischen System vermessene Profil 12 nach Korrektur des Messwertes auf 800 m (Referenz)-Tiefe durch Wellenfeld-Extrapolation und Kirchhoff 3 D-Prestack Depth Migration. für die Migration wurde ein konstantes Geschwindigkeitsfeld von 1500 m/s genutzt. Außer möglichen Verzerrungen aufgrund von Fehlern des Migrationsgeschwindigkeitsmodells wird die Geometrie aller Untergrundstrukturen in diesem Bereich richtig rekonstruiert und der Spurbestand auf die Hälfte des Knotenabstandes reduziert (=0.5 m).

**Fig. 5:** Deep tow seismic profile 12 after datum correction by wavefield extrapolation to 800 m (reference) depth and Kirchhoff 3 D-prestack depth migration. A constant velocity of 1500 m/s was used for migration. Apart from possible distortions due to errors in the migration velocity model, the geometry of all subsurface structures is correctly reconstructed in this section, and trace spacing is reduced to half the node spacing (=0.5 m).

Trotz dieser Vereinfachungen weist der migrierte Abschnitt einige außergewöhnliche Merkmale auf. (1) Der starke Reflektor verläuft unter der hemipelagischen Sequenz - und sogar unter den Chemohermen - fast ohne Unterbrechungen; kleinskalige Störungen könnten jedoch als Durchlässe für den Fluidfluss dienen. (2) Etwa 100 m unter diesem ersten starken Reflektor tritt ein zweiter starker Reflektor auf. Er scheint noch gleichmäßiger zu verlaufen als in der Einzelspur-Zeitsektion (vergl. **Abb. 4**), insbesondere unter den Chemohermen. (3) Unter diesem zweiten starken Reflektor können etliche kurze Reflektoren bis zu einer Tiefe von  $\sim 1250 - 1300$  m unter der Wasseroberfläche

Despite of these simplifications, the migrated section shows some remarkable features. (1) The strong reflector below the hemipelagic sequence is almost continuous, even below the chemohermes, but small-scale faults might acts as pathways for fluid flow. (2) A second strong reflector occurs  $\sim 100$  m beneath this first strong reflector. It also appears to be more continuous than in the single fold time section (cf. **Figure 4**), particularly beneath the chemohermes. (3) Several short reflectors can be observed below this second strong reflector down to  $\sim 1250 - 1300$  m depth below sea surface. The single fold time section only shows rather weak reflections here. (4) The high resolution of this prestack

che beobachtet werden. Die Einzelspur-Zeitsektion weist hier nur ziemlich schwache Reflexionen aus. (4) Die hohe Auflösung dieser Prestack Depth Migration Sektion und die Möglichkeit der Identifikation von z.B. kleinskaligen Störungen ergeben sich sowohl aus der Verringerung der Fresnelzone als auch aus den sehr engen Spurbständen von 0,5 m (= 1/2 Hydrophonabstand) nach der Prestack Depth Migration. Außerdem ist das S/N-Verhältnis dieser Sektion, mit der Einzelspursesektion verglichen, besser, da alle Mehrkanalinformationen der Vermessung enthalten sind, so dass der tiefenmigrierte Abschnitt ~3-mal besser abgedeckt ist. Unseres Wissens ist dies die (weltweit) erste vollständige tiefenmigrierte seismische Tiefschleppsektion, die die Mehrkanalinformationen eines tiefgeschleppten Mehrkanalstreamers vollständig enthält.

### Perspektive für die Zukunft

Zukünftig werden wir das Geometrie-Processing optimieren, indem wir die Daten über die ersten Einsatzzeiten der direkten seismischen Welle mit einberechnen, um noch verbleibende Tiefenunterschiede weiter zu reduzieren. Außerdem werden die in der Messwertkorrektur durch Wellenfeldextrapolation noch auftretenden Amplitudenprobleme durch (numerische) Expansion oder Extrapolation für jedes Shot Gather auf beiden Seiten verringert oder unterdrückt werden, um so eine größere räumliche Ausdehnung des Streamers zu simulieren. Für die Kirchhoff'sche 3D-Prestack Depth Migration werden eine größere Öffnung, eine verringerte Tiefenzunahme und ein Geschwindigkeitsmodell einschließlich unterschiedlicher vertikaler und lateraler Geschwindigkeiten berücksichtigt werden, um restliche Migrationshyperbeln, wie sie noch in **Abb. 5** zu sehen sind, zu reduzieren oder zu entfernen.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass das neu entwickelte, tiefgeschleppte Streamersystem ein großes Potential zur Erforschung derjenigen Fluidflussprozesse bietet, die mit der Bildung und Zersetzung von Methanhydraten zusammenhängen. Daher wird es wahrscheinlich für GEOMAR zu einem der wichtigsten Tools bei zukünftigen Untersuchungen von Methanhydraten werden.

### Referenzen/References

Bialas J and Kukowski, N (2000) FS SONNE Fahrtbericht/ Cruise Report SO 146-1&2 - GEOPECO (Geophysical experiments at the Peruvian continental margin - investigations of tectonics, mechanics, gas hydrates, and fluid transport). Arica - Talcahuano, March 1 - May 4, 2000. GEOMAR Report, 96, 490 pp.

depth migrated section and the possibility to identify e.g. small scale faults is a result of the reduced Fresnel zone, but also a result of the very close trace spacing of 0.5 m (= 1/2 hydrophone spacing) after prestack depth migration. Additionally, the S/N ratio in this section is improved compared to the single fold section because it includes the complete multichannel information of the survey, resulting in a ~3 fold coverage in the depth migrated section. To our knowledge this is (worldwide) the first completely depth-migrated deep tow seismic section which contains the full multichannel information of a multichannel deep tow streamer.

### Future Perspective

In future we will optimize the geometry processing by including the information of the first arrival times of the direct wave to reduce further the residual depth variations. Additionally, the amplitude problems still present in the datum correction by wavefield extrapolation will be reduced or suppressed by a (numerical) expansion or extrapolation of each shot gather to both sides, so that a larger spatial extent of the streamer is simulated. Concerning the Kirchhoff 3D-prestack depth migration, a greater aperture, a reduced depth increment and a velocity model including vertically and laterally varying velocities will be considered to reduce or remove residual migration hyperbolae still evident in **Figure 5**.

In conclusion, the newly-developed deep tow streamer system shows great potential for the investigation of the fluid flow processes associated with the formation and dissociation of methane hydrates. As such it is likely to become one of the key tools for future studies of methane hydrates at GEOMAR.

Reston T J, and Bialas J (2002) FS SONNE Fahrtbericht/ Cruise Report SO 162 - INGGAS-Test (Integrated geophysical characterisation and quantification of gas hydrates - instrument test cruise). Valparaiso - Balbao, February 21 - March 12, 2002. GEOMAR Report, 103, 114 pp.

Shtivelman V, and Canning A (1988) Datum correction by wave-equation extrapolation. *Geophysics*, 53, 1311-1322

## Numerische Modellierung einer Kontinentalzerspaltung: Von der intrakontinentalen Grabenbildung zur ozeanischen Steady-State-Akkretion an nicht-vulkanischen Rändern

Die Extension der kontinentalen Lithosphäre ist der wesentliche, zur Grabenbildung führende tektonische Prozess, der letztendlich neue, von gespaltenen Kontinentalrändern begrenzte ozeanische Lithosphäre hervorbringt. Mehrere tektonische und magmatische Prozesse sind an kontinentalem Rifting und einsetzendem Seafloor Spreading beteiligt. Abhängig vom Grad des Synrift-Magmatismus werden zwei Arten von Kontinentalrändern unterschieden. Diejenigen, an denen große Mengen intrusiven und extrusiven vulkanischen Gesteins zu beobachten sind, werden als vulkanische Ränder bezeichnet (Hinz, 1981), bei denjenigen ohne eindeutige geophysikalische Signatur einer magmatischen Synrift-Aktivität spricht man von nicht-vulkanischen Rändern. In den vergangenen Jahren haben reflexionsseismische und Weitwinkel-Profile einer zunehmenden Anzahl von Rändern erwiesen, dass klassische vulkanische Ränder, z.B.: Ostgrönland (Hinz, 1981), und nicht-vulkanische Ränder, z.B. West-Iberien (Boillot and Winterer, 1988, Whitmarsh and Sawyer, 1996, ODP Leg 173 Shipboard Scientific Party, 1998) die Endglieder eines breiten Spektrums an Rändern unterschiedlicher Breite, unterschiedlicher Dauer der Aufspaltungsvorgänge und unterschiedlicher Mengen an während der Grabenbildung erzeugter Schmelze bilden.

Zu den nicht-vulkanischen Rändern (Abb. 1) gehören der West-Iberien-Rand (Boillot and Winterer, 1988, Whitmarsh and Sawyer, 1996, ODP Leg 173 Shipboard Scientific Party, 1998), der Neufundland-Rand (Reid, 1994), der größte Teil der konjugierenden Ränder der Labradorsee (Chian et al., 1995) und der südöstliche australische Rand (Finlayson, 1999). Sie alle bildeten sich außerhalb des Einflusses eines Hot Spot durch die Aufspaltung von relativ geringmächtiger und kalter kontinentaler Kruste, die Bestandteil eines alten Paläo-Orogens oder Kratons war (siehe Überblick in Perez-Gussinye et al., 2001). Sie werden durch das Fehlen einer deutlichen Begrenzung zwischen geringmächtiger kontinentaler und normaler ozeanischer Kruste charakterisiert - stattdessen besteht eine Kontinent-Ozean-Übergangszone (COT), deren Untergrund geophysikalisch weder für kontinentale noch für ozeanische Kruste typisch zu sein scheint. Es gibt hier keine eindeutigen Verwerfungsblöcke, wie sie weiter landeinwärts bei kontinentaler Kruste zu beobachten sind (z.B. West Iberia, Pickup et al., 1996, Krawczyk et al., 1996, Reston et al., 1996, Labrador Sea margins : Chalmers 1997). Des Weiteren sind keine ausgeprägten linearen magnetischen Anomalien vorhanden, wie sie sonst für ozeanische Kruste typisch sind (e.g. West Iberia: Whitmarsh and Miles, 1995, Labrador sea margins: Chalmers 1997). Außerdem unterscheidet sich die Geschwindigkeitsstruktur von derjenigen geringmächtiger kontinentaler und ozeanischer Kruste (z.B. West Iberia margin; Chian et al., 1999; Labrador

## Numerical Modelling of Continental Breakup: From Continental Rifting to Steady State Oceanic Accretion at Non-Volcanic Margins

Extension of the continental lithosphere is a first order tectonic process resulting in the formation of a rift and eventually new oceanic lithosphere bound by rifted continental margins. Continental rifting and initiation of seafloor spreading involves a combination of tectonic and magmatic processes. Depending on the degree of synrift magmatism continental margins have been classified in to one of two types. Margins where large amount of intruded and extruded igneous rocks have been observed are classified as volcanic margins (Hinz, 1981).

Those where no clear geophysical signature for synrift magmatic activity has been found are termed non-volcanic. In the past few years seismic reflection and wide angle profiles at an increasing number of margins have shown that classical volcanic margins, e.g. east Greenland (Hinz, 1981) and non-volcanic margins, e.g. west Iberia (Boillot and Winterer, 1988, Whitmarsh and Sawyer, 1996, ODP Leg 173 Shipboard Scientific Party, 1998) are end members of a wide spectrum of margins that differ in their width, in the duration of the rifting episode, and amount of melt produced during the rifting.

Non-volcanic margins (Figure 1) include the West Iberia margin (Boillot and Winterer, 1988, Whitmarsh and Sawyer, 1996, ODP Leg 173 Shipboard Scientific Party, 1998), the Newfoundland margin (Reid, 1994), most of the Labrador Sea conjugate margins (Chian et al., 1995) and the south-east Australian margin (Finlayson, 1999). All of these formed away from the influence of a hotspot by the rifting of relatively thin and cool continental crust that was part of an ancient paleo-orogen or a craton (see review in Perez-Gussinye et al., 2001). They are characterized by the lack of a sharp boundary between thinned continental crust and normal oceanic crust; instead there exists a continent-ocean transition zone (COT) in which the basement appears geophysically to be typical of neither continental nor oceanic crust. It does not exhibit the clear fault blocks observed further landward in what is clearly continental crust (e.g., west Iberia, Pickup et al., 1996, Krawczyk et al., 1996, Reston et al., 1996, Labrador Sea margins : Chalmers 1997). It does not exhibit strong linear magnetic anomalies typical of oceanic crust (e.g. west Iberia: Whitmarsh and Miles, 1995, Labrador sea margins: Chalmers 1997). Furthermore, it has a velocity structure that differs from both thinned continental and oceanic crust (e.g., west Iberia margin; Chian et al., 1999; Labrador sea margins: Chian et al., 1995). The width of the COT varies: west of the Galicia Bank (Figure 1), it is perhaps 20 km across, but on the southern Iberia Abyssal Plain, it is up to 150 km across (Pickup et al., 1996, Figure 1). Where sampled by drilling or diving, the basement directly beneath the postrift sedimentary cover within the COT has been found to consist of partially serpentinised peridotites (e.g., west Iberia: Whitmarsh and Sawyer, 1996; ODP Leg 173 Shipboard Scientific Party, 1998). Continental blocks

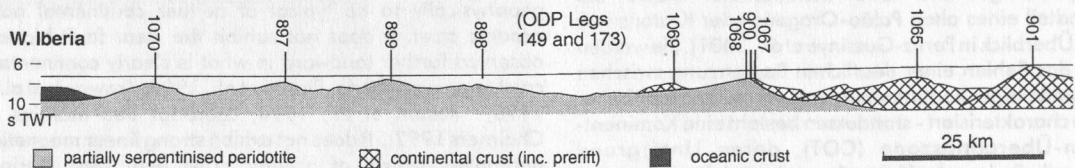


sea margins: Chian et al., 1995). Die COT ist unterschiedlich breit: Westlich, über die Galicia Bank (Abb. 1) hinweg, beträgt sie ca. 20 km, über die südliche iberische Tiefsee-Ebene hinweg jedoch bis zu 150 km (Pickup et al., 1996, Abb. 1). Dort, wo durch Bohrungen oder Tauchboote Proben entnommen worden sind, wurde festgestellt, dass der Untergrund direkt unter den Post-Rift-Sedimenten innerhalb der COT aus partiell serpentinierten Peridotiten besteht (z.B. West Iberia: Whitmarsh and Sawyer, 1996; ODP Leg 173 Shipboard Scientific Party, 1998). Kontinentalblöcke, soweit vorhanden, scheinen in einem Meer von Peridotiten zu „treiben“ (z.B. West Iberia: ODP Leg 173 Shipboard Scientific Party, 1998; Krawczyk et al., 1996, southwest Greenland: Chalmers, 1997;), wohingegen mafische vulkanische Gesteine, von denen angenommen wird, dass sie für ozeanische Kruste charakteristisch sind, sehr selten auftreten.

Der Zweck dieser Untersuchung besteht darin, die Abläufe der Riftingprozesse an nicht-vulkanischen Rändern zu erforschen. Wir benutzen ein zweidimensionales finite-Elemente-Modell zur Untersuchung der Auswirkungen des Aufschmelzens und der Serpentinisierung. Insbesondere untersuchen wir: 1) die Auswirkung der aufgrund der Serpentinisierung erfolgenden Abnahme des Reibungskoeffizienten auf die Kontinentalzerspaltung, 2) die Prozesse, die dazu führen, dass bis zu 100 km an serpentiniertem Erdmantel mit geringen Synrift-Produkten an der Oberfläche der COT freigelegt werden können und 3) stellen wir Überlegungen darüber an, wie der Übergang von der Grabenbildung zum Spreading erfolgt.

when present appear to “float” in a sea of peridotites (e.g. west Iberia: ODP Leg 173 Shipboard Scientific Party, 1998; Krawczyk et al., 1996, southwest Greenland: Chalmers, 1997;), whereas mafic igneous rocks that are thought to characterise oceanic crust are very scarce.

The purpose of this study is to understand the process of rifting at non-volcanic margins. For this we use a two-dimensional finite element model that includes some of the effects of melting and serpentinization. In particular we address: 1) the effect that the decrease in the coefficient of friction due to serpentinization has on continental break-up, 2) the processes by which up to 100 km of serpentinitised mantle with little synrift products can be exposed at the surface of the COT, and 3) we speculate about how the transition from rifting to spreading occurs.



**Abb. 1:** Querschnitt durch den west-iberischen Rand (oben), nach Bohrergebnissen und seismischen Abbildungen. Es ist zu beachten, dass ein ~100 km breiter Bereich freigelegten Mantels das obere Basement zwischen dem letzten Kontinentalblock und der ersten ozeanischen Kruste formt. Die Entwicklung solcher breiten Zonen freigelegter Mantelteile im Kontinent-Ozean-Übergang ist das Thema dieser Arbeit.

**Fig. 1:** Cross-section through the west Iberian margin (top), based on drilling results and seismic imaging. Note that a ~100 km wide zone of unroofed mantle forms top basement between the last continental block and the first oceanic crust. The development of such wide zones of unroofed mantle in the continent-ocean transition is the subject of this work.

### Numerisches Modell

Wir haben mit einem 2D finite-Elemente-Ansatz eine viskose Strömung auf der Basis eines Penalty-Funktion-Verfahrens (Reddy, 1984) erzeugt und mittels eines finiten Differenz-Verfahrens zur Advektion und Diffusion von Wärme benutzt (Smolarkiewicz, 1984). Den ursprünglich von Marc Parmentier, Jason Phipps Morgan und Mitarbeitern zur Untersuchung der Dynamik mittelozeanischer Rücken entwickelten Code haben wir für die Untersuchung der Grabenbildung modifiziert. Wir haben 1) brüchige und duktile Rheologien in Kruste und Erdmantel einbezogen, 2) Schmelze unter Berücksichtigung der Auswirkungen zunehmender Verarmung beim Schmelzpunkt erzeugt, 3) Serpentinite erzeugt, 4) die Temperatur aufgrund der exothermen Art der Serpentinisierung erhöht, 5) den Reibungskoeffizienten bei Serpentinisierung verringert, 6) die durch den hydrothermalen Kreislauf bewirkte Wärmeleitfähigkeit der gesamten brüchigen Kruste verringert. Außerdem haben wir Tracer-Partikel eingebracht, mit Hilfe derer wir die Krusten-Mantel-Grenze verfolgen und bestimmen können, wann die gesamte Kruste brüchig wird.

Das Netz ist 400 km lang und 120 km tief. Die horizontalen Knoten befinden sich in einem gleichmäßigen Abstand von 10 km zueinander, während die vertikalen Knoten bis in 60 km Tiefe 1 km voneinander entfernt sind - von da an vergrößern sich die Abstände mit zunehmender Tiefe. In der Mitte des Modells ist die Kruste mit 35 km am mächtigsten, dann verringert sie sich über 100 km auf jeder Seite bis auf 30 km. Die ursprüngliche Temperatur wird berechnet, indem man davon ausgeht, dass der Oberflächenwärmefluss zu Beginn der Grabenbildung  $60 \text{ mW/m}^2$ , die radiogene Wärmeerzeugung  $2,9 \text{ W m}^{-3}$  und die Temperatur am oberen und unteren Rand der Lithosphäre jeweils  $0^\circ\text{C}$  und  $1350^\circ\text{C}$  betragen. Die ursprüngliche Wärme- und Krustenstruktur ist in Abb. 1 dargestellt. Aus Gründen der Vereinfachung wurde für Krusten- und Mantelberechnungen eine gleichbleibende Wärmeleitfähigkeit angenommen.

Die Deformation des Modells ergibt sich in erster Linie aus den auf die Seiten wirkenden Grenzbedingungen. Die einfachsten Bedingungen gehen entweder von einer vorgeschriebenen konstanten Geschwindigkeit oder einer konstanten Spannung aus. Bei konstanter Spannung wird die Extensionsrate ausschließlich von der lokalen Festigkeit der Lithosphäre bestimmt. Diese Bedingung gilt nur für die Anfangsphase der Zerspaltung, weitere Deformationsraten werden teilweise durch den Widerstand bestimmt, der sich gegen Bewegungen, die an anderer Stelle im globalen System ineinandergreifender Platten erfolgen, richtet. Als Approximation an diese durch das System begrenzte Extensionsrate geben wir eine konstante Geschwindigkeit an jeder Seite des Modells vor.

Im ersten Zeitschritt wird die ursprüngliche Krusten- und Temperaturstruktur berechnet. Wir haben der Moho-Lage Tracer-Partikel zugeordnet, um die sich mit der Zeit ändernde Tiefe der Moho verfolgen zu können. Diese Tracer-Partikel befinden sich im Zentrum jedes Elements auf der jeweiligen Tiefe der Moho.

### Numerical Model

We used a 2D finite element viscous flow solver based on a penalty function method (Reddy, 1984), coupled with a finite difference technique for the advection and diffusion of heat (Smolarkiewicz, 1984). The code was originally developed for studying mid-ocean ridge dynamics by Marc Parmentier, Jason Phipps Morgan and co-workers. We have modified the code to study rifting. We have incorporated 1) brittle and ductile rheologies in both crust and mantle, 2) melt production taking into account the effect of increasing depletion in the solidus temperature, 3) serpentinite production, 4) the increase of temperature due to the exothermic nature of serpentinization, 5) the decrease in the friction coefficient where serpentinisation occurs, 6) decrease of the thermal conductivity throughout the brittle crust due to hydrothermal circulation. Additionally, we have incorporated tracer particles that allow us to track the crust-mantle boundary and to determine when the entire crust becomes brittle.

The grid is 400 km long and 120 km deep. Horizontal nodes are equally spaced at a 10 km interval, while vertical nodes are 1 km apart until 60 km depth and increasingly separated at increasing depth. The crust is thickest, 35 km, at the middle of the model and thins over 100 km on each side to 30 km. The initial temperature is calculated assuming that the surface heat flux at the start of rifting is  $60 \text{ mW/m}^2$ , the radiogenic heat production is  $2.9 \text{ mW m}^{-3}$  and the temperature at the top and bottom of the lithosphere are  $0^\circ\text{C}$  and  $1350^\circ\text{C}$ . The initial thermal and crustal structure is shown in Figure 1. For simplicity the thermal conductivity was kept equal in the crust and mantle during the calculation.

The deformation of the model is primarily driven by boundary conditions applied to its sides. The simplest conditions are either a prescribed constant velocity or constant stress. Under constant stress conditions the extension rate is controlled entirely by the local strength of the lithosphere. Such a condition is only realistic during the initial phase of break-up, further deformation will take place at rates controlled in part by the resistance to motion elsewhere in the global system of interlocking plates. As an approximation to this system limited extension rate, we prescribe a constant velocity at each sides of the model.

In the first time step the initial crustal and temperature structure is calculated. We assigned tracer particles to the position of the Moho in order to follow the depth of the Moho as it changes with time. These tracer particles are located at the centre of each element which is at the Moho depth.



Bei jedem Zeitschritt wird als erstes das Temperaturfeld mittels des Geschwindigkeitsfeldes der vorherigen Iteration ermittelt. Die Temperatur gibt die Auswirkungen durch Wärmeleitung, Advektion, die durch Serpentinisierung erzeugte Wärme, die durch die Schmelzerzeugung verbrauchte Wärme sowie den hydrothermalen Kreislauf in den brüchigen Krustenteilen wider. Nach der Temperaturberechnung werden die Schmelzerzeugungsrate und die Serpentinproduktivität ebenfalls mit Hilfe des Geschwindigkeitsfeldes der vorhergehenden Iteration ermittelt. Nach der Advektion werden die Schmelz- und Serpentinproduktionsraten für den gegenwärtigen Zeitschritt berechnet. Nach der Schmelzerzeugung werden die berechnete Temperatur, Schmelze und Serpentinproduktion bis zur Stabilität iteriert.

Das Geschwindigkeitsfeld wird mit einem FEM-Ansatz berechnet, der davon ausgeht, dass es sich bei dem Material um ein viskoses Newtonsches Fluid handelt. Zur Simulierung brüchiger und duktiler Rheologien in Kruste und Erdmantel wird eine iterative Schema benutzt, bei dem die Viskositätsdaten so modifiziert werden, dass sie Brüchigkeits- und Duktilitäts-Bruch-Kriterien erfüllen. Mittels der neuen Viskositätsdaten wird das Geschwindigkeitsfeld erneut berechnet. Wir iterieren dieses Verfahren für jeden Zeitschritt 10-mal und erhalten eine Stabilitätslösung für die Viskosität und das Geschwindigkeitsfeld. Strömungscode und Rheologien werden im Folgenden näher beschrieben.

Sobald das neue Geschwindigkeitsfeld bekannt ist, werden die Tracer entsprechend der Moho-Lage ermittelt, dann wird der Übergang von brüchigem zu duktilem Verhalten berechnet. Eine neue Zeit-Iteration beginnt, und Temperatur, Schmelze, Serpentin und Geschwindigkeitsfeld werden erneut berechnet.

Die Vorgehensweise ähnelt zwar anderen, bereits angewendeten Verfahren, unterscheidet sich jedoch in zwei Hauptmerkmalen. Erstens berücksichtigen wir die Serpentinisierung des Erdmantels (und die thermischen und rheologischen Folgeerscheinungen) sowohl unter der brüchigen Kruste als auch dort, wo der Mantel freigelegt wurde. Zweitens beenden wir das Modell bei Krustenablösung nicht, sondern erweitern es bis zum Steady-State (stationären Zustand) des ozeanischen Rückens. Außerdem berücksichtigen wir neben mehreren Extensionsraten zwei thermische Asthenosphärenstrukturen.

### Serpentinisierung

Serpentinite bilden sich, wenn ausreichende Wasser- (oder Wasserdampf-) Volumen mit Peridotiten reagieren. Aus dem Chemismus der Reaktion berechnen wir, dass für jeden Kubikkilometer Peridotit, der in Serpentin umgewandelt wird,  $\sim 0,4 \text{ km}^3$  Wasser (oder volumetrisch entsprechend mehr Wasserdampf) benötigt wird. Da das Wasservolumen des Erdmantels selbst nicht ausreicht, muss das Wasser von oben her eingedrungen sein; höchstwahrscheinlich handelt es sich um Seewasser, das durch Kanäle in die Tiefe gelangt ist. In der Kruste sind die Hauptkanäle durch Störungen und Brüche miteinander verbunden (z.B. Sibson et al., 1975, Finkbeiner et al., 1997).

At each time step the temperature field is first calculated. The temperature field is always advected with the velocity field of the previous iteration. The temperature includes the effects of heat conduction, advection, the heat produced by serpentinisation, and the heat consumed by the generation of melt. It also takes into account hydrothermal circulation in the brittle parts of the crust. Once the temperature is calculated the melt production and the serpentine productivity are advected also with the velocity field of the previous iteration. After advection the melt and serpentine productivity rate are computed for the present time step. When melt is produced the calculation temperature, melt and serpentine production is iterated until stability is reached.

The velocity field is calculated using a FEM solver that assumes the material is a viscous Newtonian fluid. In order to simulate brittle and ductile rheologies in the crust and mantle an iterative scheme is followed where the viscosities are modified to match the brittle and ductile yield criteria. With the new viscosities the velocity field is calculated again. We iterate this procedure ten times at each time step, so that a stable solution for the viscosities and velocity field is found. See below for more detail in the flow code and rheologies used.

Once the new velocity field is found, the tracers corresponding to the Moho position are advected and the brittle-ductile transition is calculated. A new iteration in time starts and the temperature, melt, serpentine and velocity field are calculated again.

The method is similar to others that have been used, but differs in two main characteristics. First, we include the serpentinisation of the mantle (and the thermal and rheological consequences) both beneath the brittle crust and where the mantle has been unroofed. Second, we extend the model until a steady-state oceanic ridge has developed rather than stopping when crustal separation occurs. Furthermore, as well as a variety of extension rates, we consider two thermal structures of the asthenosphere.

### Serpentinisation

Serpentinites form when water (or water vapor) in sufficient volumes react with peridotites. From the chemistry of the reaction we calculate that for every cubic kilometre of peridotite converted to serpentine,  $\sim 0.4 \text{ km}^3$  of water (or volumetrically more water vapor) is required. The mantle itself does not contain water in sufficient volumes, so this must come from above and is most likely to be seawater that has passed to depth along conduits. The main conduits for fluids within the crust are connected networks of faults and fractures (e.g. Sibson et al., 1975, Finkbeiner et al., 1997) both of which form by brittle processes.



Daher besteht eine Hauptvoraussetzung für die Serpentinisierung des Erdmantels darin, dass die gesamte Kruste brüchig ist (O'Reilly et al., 1996) und die Gräben offen bleiben (d.h. die Störungen sind rezent und permeabel).

Für die Serpentinisierung wird auch Peridotit unter geeigneten Temperaturbedingungen benötigt. Die Höchsttemperatur, bei der Serpentin sich entwickeln kann, variiert etwas, abhängig von dem hier diskutierten Serpentin-Mineral und den jeweiligen Untersuchungen zwischen 350 - 500°C (O'Hanley, 1996, Ulmer and Trommsdorff, 1995). Bei unserer Untersuchung betrug die Obergrenze für die Serpentinisierung 500°C.

Experimentelle Ergebnisse zeigen, dass die Reibungsfestigkeit von Serpentin erheblich niedriger ist als durch Byerlees Gesetz mit einem Reibungskoeffizienten von 0,3 - 0,45 (Escartin 1997) vorhergesagt. Dies Ergebnis trifft sogar bei einer Serpentinisierung von nur 10% zu (Escartin et al., 2001). Wir modellieren diesen Effekt, indem wir den Reibungskoeffizienten in Byerlees Gesetz auf 0,3 ändern, wenn die Serpentinverarmung 0,01 überschreitet.

### Ergebnisse und Diskussion

Wir stellen die aus zwei verschiedenen Extensionsraten und zwei verschiedenen thermischen Modellen gewonnenen Ergebnisse dar. Abb. 2 und 3 zeigen die Entwicklung der Lithosphäre mit der Zeit, wenn zwei verschiedene Extensionsgeschwindigkeiten von den Seiten her mit 6,7 mm/Jahr und 15mm/Jahr wirken. Bei allen Modellen bestehen beim Einsetzen der Grabenbildung zwei duktile Ebenen, und zwar eine im tieferen Krustenbereich und eine im Erdmantel. Bei fortschreitender Extension kühlen die Gesteine ab und werden dekomprimiert; nach einer bestimmten Zeit wird die gesamte Kruste brüchig (der Übergang von brüchiger zu plastischer Kruste geht durch die Moho hindurch). Störungen schneiden sich nach unten in den Erdmantel hinein, Fluide werden in die Tiefe transportiert und ermöglichen damit den Beginn der Serpentinisierung des Erdmantels unter der spröden Kruste (Boillot et al., 1989; O'Reilly et al., 1996; Perez-Gussinye et al., 2001). In allen Abbildungen beträgt das Konturintervall der Serpentinverarmung (Serpentin/Volumen) 0,5% und das der Schmelzverarmung 5% (d.h. Schmelze/Volumen).

Diese Konturintervalle zeigen für jeden Zeitschritt die vertikale und laterale Verteilung von Schmelze und Serpentin während der Grabenbildung. Bei hoher Extensionsgeschwindigkeit setzt die Schmelzerzeugung vor der Serpentiniterzeugung ein (Abb. 3a). Dagegen beginnt die Serpentiniterzeugung bei langsamerer Extensionsrate (Abb. 2b) vor oder gleichzeitig mit der Schmelzerzeugung. In diesem Stadium bildet sich Serpentin direkt unter der dünner werdenden Kruste (bei ~ 5-10 km Tiefe), während Magma weiterhin bei > 40 km Tiefe erzeugt wird.

Thus a major condition for mantle serpentinisation is that the entire crust is in the brittle regime (O'Reilly et al., 1996) and that the cracks are kept open (i.e., the faults are active and permeable).

Serpentinisation also requires peridotite at appropriate temperature conditions. The maximum temperature at which serpentine can develop varies somewhat depending on the serpentine mineral under discussion and the study carried out between 350-500°C (O'Hanley, 1996, Ulmer and Trommsdorff, 1995). In this study we used an upper limit for serpentinisation of 500°C.

Experimental results show that the frictional strength of serpentinite is considerably lower than that predicted by Byerlee's law, its coefficient of friction being 0.3-0.45 (Escartin 1997). This result holds even if there is only 10% of serpentinisation (Escartin et al., 2001). We model this effect by changing the friction coefficient to 0.3 in Byerlee's law when serpentinite depletion is greater than 0.01.

### Results and Discussion

We show results for two different extension rates and two different thermal models. Figure 2 and 3 show how the lithosphere evolves in time when two different extension velocities are applied to its sides, 6.7 mm/yr and 15mm/yr. In all models, at the start of rifting there are two ductile levels, one at the lower crust and the other in the mantle. As extension proceeds rocks cool and decompress and after a certain time, the entire crust becomes brittle (the crustal brittle-plastic transition intersects the Moho). At this point, faults will cut down into the mantle, transporting fluids to depth and allowing the onset of mantle serpentinisation beneath the brittle crust (Boillot et al., 1989; O'Reilly et al., 1996; Perez-Gussinye et al., 2001). In all figures the contour of serpentinite depletion (in fraction serpentinite/volume) is every 0.5% and that of melt depletion every 5% (e.g. fraction of melt/volume).

These contours show the vertical and lateral distribution of melt and serpentinite at each time step during rifting. When the extension velocity is high, melt production starts before serpentinite production (Figure 3a). On the other hand, when the extension rate is slower (Figure 2b) serpentinite production starts before or simultaneously to melt production. At this stage, serpentinite is formed just below the thinning crust (~ 5-10 km depth), while magma generation is still at > 40 km depth.

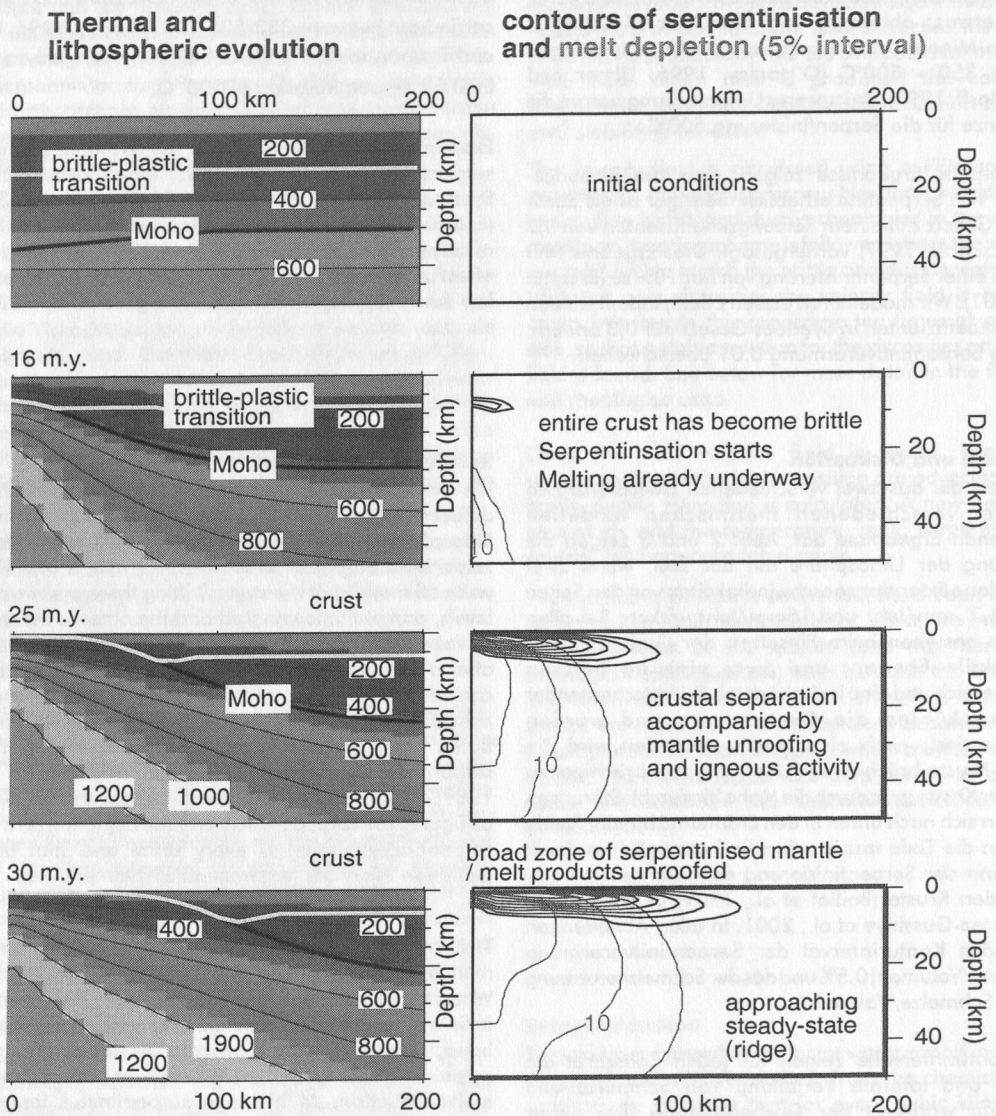
6.7 mm/yr full-rate;  $T_p$  mantle = 1300°C

Abb. 2: Detail der Modellierung (es ist nur die rechte Hälfte des Modells dargestellt); Ergebnisse bei einer Extensionsrate von 6.7 mm/Jahr und einer angenommenen Manteltemperatur von 1300°C. Linke Spalten: Evolution der lithosphärischen und thermischen Struktur bei bestimmten Zeitintervallen. Rechts: Intervallkonturen der Schmelzproduktion (grau) und Serpentinisierung.

Fig. 2: Detail of modelling (only right-half of model shown); results for a full extension rate of 6.7 mm/yr, and a mantle potential temperature of 1300°C. Left columns: Evolution of lithospheric and thermal structure at stated time intervals. Right: Contours of melt production (grey) and serpentinisation.

15 mm/yr full-rate;  $T_p$  mantle = 1300°C

**Thermal and lithospheric evolution**

**contours of serpentinisation and melt depletion (5% interval)**

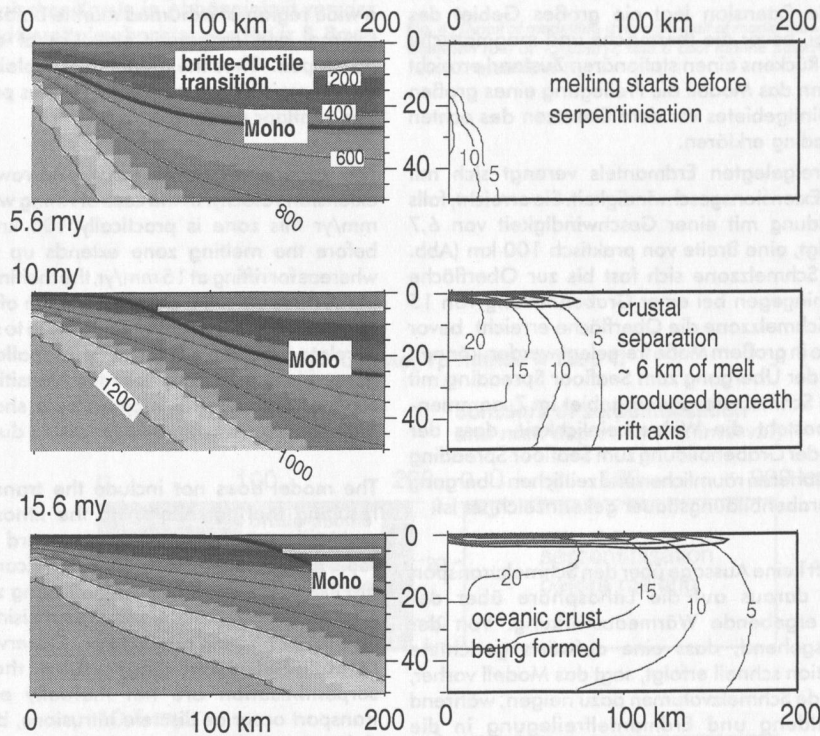


Abb. 3: Detail der Modellierung (es ist nur die rechte Hälfte des Modells dargestellt); Ergebnisse bei einer Extensionsrate von 15 mm/Jahr und einer angenommenen Manteltemperatur von 1300°C. Layout wie in Abb. 2.

Fig. 3: Detail of modelling (only right-half of model shown); results for a full extension rate of 15 mm/yr, and a mantle potential temperature of 1300°C. Layout as in Fig. 2.

Mit fortschreitender Zeit und zunehmender Extension bewegt sich das serpentinierte Gebiet zur Seite und die Schmelzregion, weiterhin um das Riftzentrum konzentriert, wandert nach oben. Obgleich das Aufschmelzen während der Freilegungsphase des Erdmantels erfolgt, falls die Schmelze nur an einzelnen Eruptionspunkten auftritt, können Platznahme von Schmelze und Serpentinisierung gleichzeitig vor sich gehen.

Partiell serpentinierter Erdmantel unter der Kruste führt zu einer weiteren Schwächung des Riftzentrums, die unser Modell berücksichtigt. Daraus ergibt sich eine Konzentration der Extension auf ein Gebiet mit geringmächtigerer Kruste/serpentinisiertem Erdmantel, die eine schnelle Krustenablösung und Erdmantelfreilegung nach sich zieht. Fortschreitende Extension legt ein großes Gebiet des Erdmantels frei, bevor die thermische und magmatische Struktur eines Rückens einen stationären Zustand erreicht hat. Daher kann das Modell die Freilegung eines großen Mantelserpentinidgebietes vor dem Einsetzen des echten Seafloor Spreading erklären.

Diese Zone freigelegten Erdmantels verengt sich mit zunehmender Extensionsgeschwindigkeit. Sie erreicht, falls die Grabenbildung mit einer Geschwindigkeit von 6,7 mm/Jahr erfolgt, eine Breite von praktisch 100 km (Abb. 2), bevor die Schmelzzone sich fast bis zur Oberfläche ausdehnt, wohingegen bei einer Grabenbildung von 15 mm/Jahr die Schmelzzone die Oberfläche erreicht, bevor Mantelgesteine in großem Maße freigelegt werden können (Abb. 3). Falls der Übergang zum Seafloor Spreading mit einem flachen Schmelzzerzeugungsgebiet im Zusammenhang steht, besteht die Wahrscheinlichkeit, dass der Übergang von der Grabenbildung zum Seafloor Spreading durch einen schärferen räumlichen und zeitlichen Übergang bei kürzerer Grabenbildungsdauer gekennzeichnet ist.

Das Modell trifft keine Aussage über den Schmelztransport und die sich daraus auf die Lithosphäre über der Schmelzzone ergebende Wärmeauswirkung. Von der Annahme ausgehend, dass eine aufwärts gerichtete Schmelzmigration schnell erfolgt, sagt das Modell vorher, dass bedeutende Schmelzvolumen dazu neigen, während der Grabenbildung und Erdmantelfreilegung in die Serpentinisierungszone einzudringen: Unter der Serpentinisierungszone liegt eine Schmelzzerzeugungszone. Beobachtungen von langsam spreizenden mittelozeanischen Rücken zeigen, dass Intrusion und Serpentinisierung einander nicht ausschließen: Magmatransport geht mittels einzelner Intrusionen vor sich, zwischen denen der sich umformende Erdmantel serpentiniert. In ähnlicher Weise kann von beiden Prozessen angenommen werden, dass sie gleichzeitig mit der Entwicklung des Kontinent-Ozean-Übergangs vor sich gehen.

Die COT in der iberischen Tiefsee-Ebene (IAP) des West-Iberia Randes (Abb. 1) wurde bisher entweder als freigelegter und serpentinierter Erdmantel (ODP Leg 173 Shipboard Scientific Party) oder als ozeanische Kruste interpretiert, die sich bei einer sehr langsamen Spreizungsrate (Srivastava et al., 2000) bildete. Srivastava et al. (2000) erstellten ein Modell, das die in der IAP beobachteten schwach-magnetischen Anomalien als

With increasing time and extension, the serpentinitised region is moved laterally and the melting region migrates upwards but remains focussed at the centre of the rift. Although melting occurs during the phase of mantle unroofing, if the melt is focused to discrete eruption sites, it will be possible to have simultaneous melt emplacement and serpentinitisation occurring.

The presence of partially serpentinitised mantle beneath the crust results in a further weakening of the centre of the rift, which is included in our model. This leads to the focussing of extension in the region of thinned crust/serpentinised mantle, leading to rapid crustal separation and mantle unroofing. Continuing extension leads to the exposure of a wide region of exhumed mantle before the steady-state thermal and magmatic structure of a ridge has been developed. Thus the model may explain the unroofing of a wide region of mantle serpentinites prior to the onset of true seafloor spreading.

This zone of exhumed mantle narrows with increasing extension velocity. In the case of rifting with a velocity of 6.7 mm/yr this zone is practically 100 km wide (Figure 2) before the melting zone extends up near the surface, whereas for rifting at 15 mm/yr, the melting zone approaches the surface before a significant width of mantle rocks may be exposed (Figure 3). If the transition to seafloor spreading is related to the presence of a shallow region of melt generation, it is likely that the transition from rifting to seafloor spreading is marked by a sharper transition in both space and time at faster rifting durations.

The model does not include the transport of melt and resulting thermal effects on the lithosphere above the melting zone. Assuming that upward melt migration is rapid, the model predicts that significant volumes of melt are likely to intrude the serpentinitising zone during rifting and mantle exhumation: the serpentinitising zone is underlain by a zone of melt production. Observations from slow-spread mid-ocean ridges show that intrusion and serpentinitisation are not mutually exclusive: magma transport occur as discrete intrusions, between which the deforming, exhumed mantle is serpentinitised. Similarly, both processes can be expected to occur simultaneously during the development of the continent-ocean transition.

The COT in the Iberia Abyssal Plain (IAP) of the West Iberia margin (Figure 1) has been either interpreted as unroofed and serpentinitised mantle (ODP Leg 173 Shipboard Scientific Party) or oceanic crust formed at a very slow spreading rate (Srivastava et al., 2000). Srivastava et al. (2000) modelled the weak magnetic anomalies observed in the IAP, as produced by oceanic spreading at 6.7 mm/yr. Figure 2 shows an experiment where the lithosphere has been extended at this velocity. At 30 my it shows the existence of a wide ~75 km wide zone of serpentinite at both sides of the margin, which fits well with the observed width of the COT.

With continuing lithospheric extension, the thermal structure

Ergebnis des ozeanischen Auseinanderdriftens mit 6,7 mm/Jahr darstellt. Abb. 2 stellt ein Experiment dar, bei dem die Lithosphäre mit dieser Geschwindigkeit ausgedehnt wurde. Bei 30 my ist eine ~75 km breite Serpentinizone auf beiden Seiten des Randes entstanden, was gut zur Breite der COT passt.

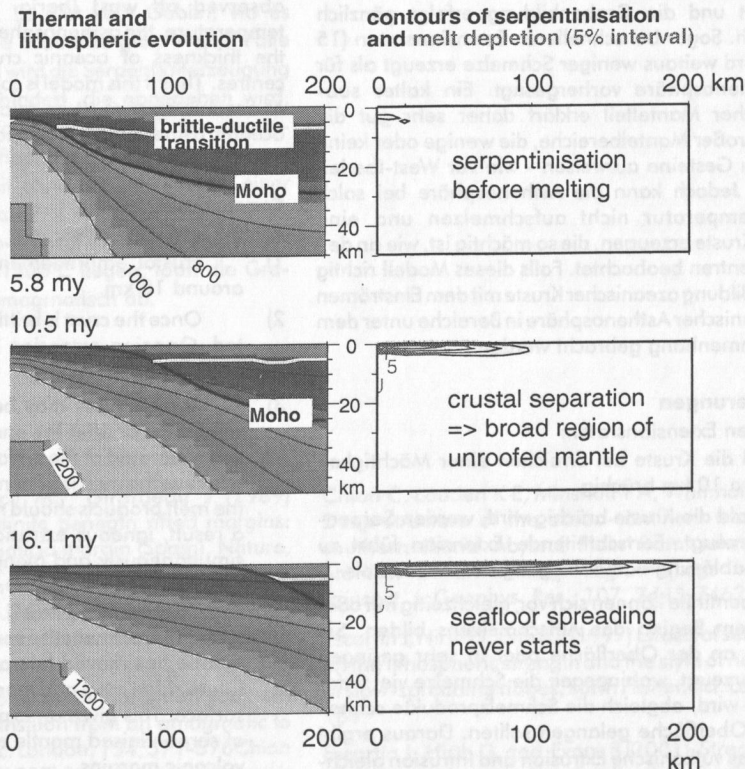
Mit fortschreitender lithosphärischer Extension erreicht die thermische Struktur einen Gleichgewichtszustand mit einem flachen Gebiet, in dem Schmelze erzeugt wird, wie bei einem ozeanischen Spreizungszentrum erwartet. Der Betrag der Schmelzerzeugung entspricht der Bildung einer ozeanischen Kruste, die bei Spreizungsraten von 15 mm/Jahr ~ 6-7 km und bei 6,7 mm/Jahr ~ 4 km mächtig ist. Ähnliche Unterschiede der durchschnittlichen Mächtigkeit vulkanischer ozeanischer Kruste in Abhängigkeit von der Spreizungsrate sind bereits beobachtet worden (z.B. Bown and White, 1994).

becomes steady-state with a shallow region of melt generation, both as expected for an oceanic spreading centre. The amount of melt production is consistent with the formation of oceanic crust ~ 6-7 km thick for spreading rates 15 mm/yr, and ~ 4 km for a spreading rate of 6.7 mm/yr. Similar variations in the mean thickness of igneous oceanic crust with spreading rate are observed (e.g. Bown and White, 1994).

Abb. 4: Detail der Modellierung (es ist nur die rechte Hälfte des Modells dargestellt); Ergebnisse bei einer Extensionsrate von 15 mm/Jahr und einer angenommenen kalten Manteltemperatur von 1200°C. Layout wie in Abb. 2.

Fig. 4: Detail of modelling (only right-half of model shown); results for a full extension rate of 15 mm/yr, and a cool mantle potential temperature of 1200°C. layout as in Fig. 2.

15 mm/yr full-rate; T<sub>p</sub> mantle = 1200°C





### Kalte asthenosphärische und amagmatische Grabenbildung

Die bisher vorgestellten Modelle sagen jedoch vorher, dass Erdmantelfreilegung nicht amagmatisch erfolgen sollte: Sogar bei langsamen Extensionsraten schmilzt aufsteigende Asthenosphäre dort, wo der Erdmantel freigelegt wird, daher sollte die COT nicht amagmatisch sein. In der COT etlicher nicht-vulkanischer Ränder wird jedoch sehr wenig Schmelze beobachtet. Eine mögliche Erklärung dafür wäre, dass der sub-lithosphärische Mantelteil kälter ist als bisher allgemein angenommen. Sowohl seismische als auch geothermische Daten von durch Kimberliten heraufgebrachten Xenolithen weisen nach, dass der unter den Kontinenten konvektierende Erdmantel eine niedrigere Temperatur hat als der unter ozeanischen Spreizungszentren (Reston and Phipps Morgan, submitted). Wie in diesem Manuskript weiter ausgeführt, sagen verschiedene Mantelkonvektionsmodelle dies tatsächlich vorher, eine Tatsache, die aber bei der Diskussion der Grabenbildungsprozesse und des Übergangs zum Seafloor Spreading bisher weitgehend unbeachtet geblieben ist.

Abb. 4 zeigt die Untersuchung der Auswirkungen eines kälteren sub-lithosphärischen Mantelteils. Bei einer langsamen Spreizungsrate wird selbst für einen Zeitpunkt lange nach der Krustenablösung kein Aufschmelzen vorhergesagt: Dies bedeutet, dass ein mittelozeanischer Rücken sich niemals bilden würde. Bei langsamen Extensionsraten wird überhaupt kein Aufschmelzen vorhergesagt und die Grabenbildung erfolgt gänzlich amagmatisch. Sogar bei schnelleren Extensionsraten (15 mm/Jahr) wird weitaus weniger Schmelze erzeugt als für 1300°C-Asthenosphäre vorhergesagt. Ein kalter sub-lithosphärischer Mantelteil erklärt daher sehr gut die Freilegung großer Mantelbereiche, die wenige oder keine vulkanischen Gesteine aufweisen - wie vor West-Iberien beobachtet. Jedoch kann die Asthenosphäre bei solch niedriger Temperatur nicht aufschmelzen und eine ozeanische Kruste erzeugen, die so mächtig ist, wie an den Spreizungszentren beobachtet. Falls dieses Modell richtig ist, muss die Bildung ozeanischer Kruste mit dem Einströmen warmer ozeanischer Asthenosphäre in Bereiche unter dem Rift in Zusammenhang gebracht werden.

### Schlussfolgerungen

Bei langsamen Extensionsraten:

1. wird die Kruste bei Erreichen einer Mächtigkeit von etwa 10 km brüchig.
2. Sobald die Kruste brüchig wird, werden Serpentinite erzeugt. Fortschreitende Extension führt zu Krustenablösung und Freilegung des Erdmantels.
3. Serpentinite können sich vor, gleichzeitig mit oder nach dem Beginn des Aufschmelzens bilden. Sie werden an der Oberfläche oder in sehr geringen Tiefen erzeugt, wohingegen die Schmelze viel tiefer erzeugt wird, obgleich die Schmelzprodukte schnell an die Oberfläche gelangen sollten. Daraus ergibt sich, dass vulkanische Extrusion und Intrusion gleichzeitig mit dem Freilegen serpentinierten Erdman-

### Cool asthenosphere and amagmatic rifting

The models shown so far do however predict that mantle exhumation should not be amagmatic: even at slow extension rates, melting of the upwelling asthenosphere occurs wherever the mantle is being exhumed, so that the COT should not be amagmatic. However, very little melt is observed in the COT of several non-volcanic margins. One possible explanation for this is that the sub-lithospheric mantle is cooler than generally supposed. Both seismic evidence and geothermobarometry on xenoliths brought up by kimberlites show that the temperature of the convecting mantle beneath the continents may be cooler than that beneath the oceanic spreading centres (Reston and Phipps Morgan, submitted). As discussed further in this manuscript, this is actually predicted by various models for mantle convection, but has largely been ignored in the discussion of the rifting process and the transition to seafloor spreading.

In Figure 4, the effect of a cooler sub-lithospheric mantle is explored. For a slow spreading rate, no melt is predicted, even long after complete crustal separation has occurred: this implies that a mid-ocean ridge would never form. At slow extension rates, no melt is predicted at all and the rifting is totally amagmatic. Even for faster extension rates (15 mm/yr), far less melt is generated than predicted by the 1300°C asthenosphere. Cool sub-lithospheric mantle is thus an effective way of explaining the exhumation of wide regions of mantle with little or no igneous rock, as observed off west Iberia. However, at such a low temperature, the asthenosphere will never melt to produce the thickness of oceanic crust observed at spreading centres. Thus if this model is correct, the eventual formation of oceanic crust must be related to the influx of warmer oceanic asthenosphere beneath the rift.

### Conclusions

At slow extension rates:

- 1) crustal embrittlement occurs when the crust is around 10 km.
- 2) Once the crust is brittle, serpentinites are generated. Ongoing extension leads to crustal separation and mantle unroofing.
- 3) Serpentinites may be generated before, at the same time or after the onset of melting. Serpentinites are generated at the surface or at very shallow depths whereas the melt is generated much deeper, although the melt products should rapidly reach the surface. As a result, igneous extrusion and intrusion can occur simultaneously and alongside with the unroofing of serpentinitised mantle. Once the melting region itself approaches the surface (i.e. a steady-state mid-ocean ridge has formed), the zone of partially serpentinitised mantle has moved laterally towards the sides of the future ridge crest and mantle has been exposed at the surface. This gives an explanation for the wide zones of serpentinitised mantle exposed at the COT of non-volcanic margins.

tels ablaufen können. Sobald das Schmelzgebiet selbst sich der Oberfläche nähert (d.h. ein mittelozeanischer Rücken im Steady-State hat sich gebildet), hat sich die Zone partiell serpentinisierten Erdmantels seitlich auf den zukünftigen Rückenkamm zu bewegt und der Erdmantel ist an der Oberfläche freigelegt worden. Dies erklärt das Vorhandensein großer Bereiche serpentinisierten Erdmantels, der an der COT nicht-vulkanischer Ränder freiliegt.

4. Jedoch sollten im Gebiet des freiliegenden Erdmantels sogar bei langsamen Extensionsraten beträchtliche Volumen vulkanischer Gesteine eindringen. Nur durch Verringerung der Temperatur des sub-lithosphärischen Mantelteils kann der Schmelzbetrag auf die beobachteten Mengen reduziert werden.
5. Die rheologische Schwächung aufgrund von Serpentinisierung beschleunigt die Krustenablösung und Erdmantelfreilegung.

Bei schnellen Extensionsraten:

1. wird die Kruste evtl. nicht vor der Krustenablösung brüchig.
2. Schmelze wird bei Asthenosphäre mit normaler Temperatur vor der Serpentinisierung erzeugt.
3. Schmelze und Serpentininit haben dieselbe horizontale Ausdehnung. Es gibt kein Gebiet, wo es Serpentinite und keine Schmelze gibt, wie im Falle Iberia. Wahrscheinlich wird die Serpentiniterzeugung durch die Wärme behindert, die abgegeben wird, wenn die Schmelze sich in geringen Tiefen ansammelt und erstarrt. Seafloor Spreading findet mit großer Wahrscheinlichkeit ohne die Entwicklung einer weiträumigen COT statt.
4. Nur wenn die sub-lithosphärischen Temperaturen wesentlich unter 1300°C liegen, läuft die Grabenbildung wirklich amagmatisch ab.

- 4) However, even at slow extension rates, the region of exhumed mantle should be intruded by considerable volumes of igneous rock. Only by reducing the temperature of the sub-lithospheric mantle can the amount of melt production be reduced to the quantities observed.
- 5) The rheological weakening due to serpentinisation accelerates crustal separation and mantle exposure.

At fast extension rates:

- 1) crustal embrittlement might not occur before crustal separation.
- 2) Melt is generated prior to serpentinisation for normal temperature asthenosphere.
- 3) The melt and serpentinites occupy the same horizontal extent. There is no area where there are serpentinites and no melt as in the case of Iberia. Probably serpentinite production is hindered by the heat released when the melt ponds and freezes at shallow depths. Seafloor spreading is likely to occur without the development of a wide COT.
- 4) Only if sub-lithospheric temperatures are well below 1300°C will the rifting be truly amagmatic.

## Referenzen/References

Boillot G, Feraud G, Recq M, Girardeau J (1989) "Undercrusting" by serpentinite beneath rifted margins: The examples of the west Galicia margin (Spain), *Nature*, 341, 523-525

Boillot G, Winterer E (1988) Drilling on the Galicia margin: Retrospect and prospect, *Proc. Ocean Drill. Program Sci. Results*, 103, 809-828

Chalmers J A (1997) The continental margin off southern Greenland: along strike transition from an amagmatic to a volcanic margin, *Geol. Soc. London*, 154, 571-576  
Chian C, Keen C, Reid I, Loudon K (1995) Evolution of nonvolcanic rifted margins of the Labrador Sea, *Geology*, 23, 589-592

Chian C, Loudon K E, Minshull T A, Whitmarsh R B (1999) Deep structure of the ocean-continent transition in the southern Iberia Abyssal Plain from seismic refraction profiles: Ocean Drilling Program (Legs 149 and 173) transect, *J. Geophys. Res.*, 107, 7443-7462

Escartín J, Hirth G, Evans B (1997) Effects of serpentinisation on the lithospheric strength and the style of normal faulting at slow-spreading ridges, *Earth Planet. Sci. Lett.*, 151, 181-189

Escartín J, Hirth G, and Evans B (2001) Strength of slightly serpentinized peridotites: Implications for the tectonics of oceanic lithosphere, *Geology*, 29, 1023-1026



- Finkbeiner T, Barton C A, and Zoback M D (1997), Relationships among in-situ stress, fractures and faults, and fluid flow: Monterey Formation, Santa Maria Basin, California, AAPG Bull., 81, 1975-1999
- Finlayson D M, Collins C D N, Lukaszuk I, Chudyk E C (1998) A transect across Australia's southern margin in the Otway basin region: crustal architecture and the nature of rifting from wide-angle seismic profiling, *Tectonophysics*, 288, 177-189
- Hinz K (1981) A hypothesis on terrestrial catastrophes. Wedges of very thick oceanward dipping layers beneath passive continental margins - their origin and paleoenvironmental significance. *Geologisches Jahrbuch* E22, 3-28
- Krawczyk C M, Reston T J, Beslier M O, Boillot G (1996) Evidence for detachment tectonics on the Iberia Abyssal Plain rifted margin, *Proc. Ocean Drill. Program Sci. Results*, 149, 603-615
- ODP Leg 173 Shipboard Scientific Party (1998) Drilling reveals transition from continental breakup to early magmatic crust, *EOS Trans AGU*, 79, 180-181
- O'Hanley D S (1996) *Serpentinities: Records of tectonic and petrological history*, Oxford Monogr. Geol. Geophys., 34, 277 pp., Oxford Univ. Press, New York
- O'Reilly B M, Hauser F, Jacob A W B, Shannon P M (1996) The lithosphere below the Rockall Trough: wide-angle seismic evidence for extensive serpentinisation. *Tectonophysics*, 255, 1-23
- Phipps Morgan J, Parmentier E M, Lin J (1987) Mechanisms for the origin of mid-ocean ridge axial topography: Implications for the thermal and mechanical structure of accreting plate boundaries, *J. Geophys. Res.*, 92, 12,823-12,836
- Perez-Gussinye M, Reston T J, Morgan J P (2001) Rheological and magmatic evolution of non-volcanic margins during progressive extension - the effect of initial lithospheric structure, *Geol. Soc. London special publication: "Non-volcanic rifting of continental margins: a comparison of evidence from land and sea"*, 187, 551-576
- Pickup S L B, Whitmarsh R B, Fowler C M R, Reston T J (1996) Insight into the nature of the ocean-continent transition from a deep multichannel seismic reflection profile, *Geology*, 24, 1079-1082
- Reddy J N (1984) *An introduction to the finite element method*. McGraw-Hill, New York
- Reid I (1994) Crustal structure of a nonvolcanic rifted margin east of Newfoundland, *J. Geophys. Res.*, 99, 15,161-15,180
- Reston T J, Krawczyk C M, Klaeschen D (1996) The S reflector west of Galicia (Spain): Evidence from prestack depth migration for detachment faulting during continental breakup, *J. Geophys. Res.*, 101, 8075-8091
- Sibson R H, McMoore J, Rankin R H (1975) Seismic pumping-A hydrothermal fluid transport mechanism, *J. Geol. Soc. London*, 131, 653-659
- Smolarkiewicz P K (1984) A fully multidimensional positive definite advection transport algorithm with small implicit diffusion, *Journal of Computational Physics*, 54, 325-362
- Srivastava S P, Roest W R (1999) Extent of oceanic crust in the Labrador Sea, *Marine and Petroleum Geology*, 16, 65-84
- Ulmer P, Trommsdorf V (1995) Serpentinite stability to mantle depths and subduction-related magmatism, *Science*, 268, 858-861
- Whitmarsh R B, Sawyer D S (1996) The ocean/continent transition beneath the Iberia Abyssal Plain and continental-rifting to seafloor-spreading processes, *Proc. Ocean Drill. Program Sci. Results*, 149, 713-733



## 2002 begonnene Projekte

### SUBDUCTION: Volatile und Fluide in Subduktionszonen: Klimarückkopplung und Auslösemechanismen von Naturkatastrophen

Das Projekt Subduction I umfasst mit den beiden Ausfahrten SO163-1&2, die vom 13.03.02 bis zum 21.05.02 auf FS SONNE durchgeführt wurden, Untersuchungen im Rahmen des SFB 574 zum Aufbau der Subduktionszone vor Costa Rica. Die Ergebnisse der Fahrten sind im Fahrtbericht zu SO163 von Weinrebe und Flüh (2002) zusammengefasst. Die weitergehende Auswertung der Daten erfolgt innerhalb des SFB 574, Ergebnisse werden dort vorgestellt. Das Spektrum der eingesetzten Geräte und Verfahren umfasst im Wesentlichen geophysikalische Methoden, von hochauflösenden Kartierungen mit Side Scan Sonar über seismische Vermessungen bis zu seismologischen Beobachtungen. Ein weiterer Schwerpunkt waren Untersuchungen in der Wassersäule, um die variablen Methan-Konzentrationen zu bestimmen.

Projektleiter:  
FLUEH E, WEINREBE W

### OBSIDIAN II

Das Projekt OBSIDIAN II ist ein von der EU gefördertes Projekt im Rahmen des IHP-Programmes (Improving Human Potential), im Unterbereich "Zugang zu Großforschungseinrichtungen" (Access to Large Scale Facilities). Die seismische Datenbearbeitung und die Ozeanbodenrecorder der Abteilung Marine Geodynamik von GEOMAR sind von der EU als einzigartig in Europa bewertet worden, und mit den Mitteln des Projektes wird es anderen europäischen Forschern ermöglicht, diese Einrichtungen zu nutzen.

Projektleiter:  
FLUEH E, RANERO C R

### ORION

ORION (Ocean Research by Integrated Observation Networks) ist ein von der EU finanziertes Projekt zur Entwicklung technologischer Lösungen für den Aufbau und Betrieb eines Prototypnetzes am Meeresboden, das für langfristige, multidisziplinäre Untersuchungen der marinen Umwelt genutzt werden soll. ORION besteht aus mehreren miteinander verbundenen Stationen (den "Nodes"). Alle Nodes können über das Netz zum Zweck des Daten- und Befehlsaustausches aufeinander zugreifen. Die vorgeschlagene Konfiguration basiert auf als Hosts konfigurierten Satellitenstationen und einer als Gateway konfigurierten Hauptstation. Die Nodes des Meeresboden-Netzes werden mittels akustischer Telemetrie miteinander

## Projects started in 2002

### SUBDUCTION: Volatiles and Fluids in Subduction Zones: Climate Feedback and Trigger Mechanisms for Natural Disasters

The project Subduction I comprises the two R/V SONNE-cruises SO163-1&2 that took place from 13th March to 21st May 2002. During these cruises the structure of the subduction zone off Costa Rica was studied within the framework of SFB 574. The cruise report on SO163, prepared by Weinrebe and Flüh (2002), summarizes the results of the cruises. Further interpretation of data is being made within the SFB 574, where results will be presented. The spectrum of instruments and methods used comprises mainly geophysical means such as high-resolution mapping with the side-scan sonar system, seismic surveys, and seismologic observations. The water column was another focus of research; it was studied to constrain variable methane concentrations.

Principle coordinators:  
FLUEH E, WEINREBE W

### OBSIDIAN II

The project OBSIDIAN II is financed by the EU within the framework of the programme IHP (Improving Human Potential), subarea "Access to Large Scale Facilities".

The EU has evaluated the seismic data processing systems and the ocean bottom recorders developed by GEOMAR's department Marine Geodynamics as being unique in Europe. The projects funds enable other European research scientists to use these systems and instruments too.

Principle coordinators:  
FLUEH E, RANERO C R

### ORION

ORION (Ocean Research by Integrated Observation Networks) is a project financed by the EU to develop technological solutions to set up, manage, and operate a prototype sea-bottom network for long-term multidisciplinary studies in the marine environment. ORION is conceived as a series of interconnected stations (termed nodes), each node being network-accessible by the others to exchange data and commands. The proposed configuration is based on satellite stations configured as hosts and a main station configured as a gateway. The seafloor network nodes will communicate through acoustic telemetry, while existing shore networks will be interfaced with the ORION seafloor gateway through a near real time



kommunizieren, während vorhandene Netze an Land über eine fast-Echtzeit-Kommunikationsboje eine Schnittstelle zum ORION Seafloor Gateway haben. Alle zum Netz gehörigen Nodes sind mit geophysikalischen und ozeanographischen Sensoren ausgerüstet.

Projektleiter:  
FLUEH E

### **CHILE-BATH: Tektonik und Morphologie des oberen Kontinentalrandes vor Zentral- Chile – bathymetrische Kartierungen mit einem hochauflösenden portablen Fächerecholot**

Gegenstand des Projektes CHILE-BATH ist die bathymetrische Kartierung von Gebieten vor der Küste Chiles mit dem portablen Fächerecholot von GEOMAR im Rahmen einer Ausfahrt des chilenischen Forschungsschiffes VIDAL GORMAZ.

Am chilenischen Kontinentalrand ist ein Zusammenhang zwischen der Struktur der subduzierenden Platte, wie Tiefe und Abtauchwinkel, sowie der Tektonik auf dem Festland augenscheinlich. Diese Ähnlichkeiten deuten eine starke Kopplung bzw. Wechselwirkung an, die vom Tiefseegraben bis zum Vulkanbogen anhält. Bei kaum einem Kontinentalrand weltweit ist dieser Bereich jedoch umfassend kartiert; so gibt es wenig Anhaltspunkte für die Zusammenhänge zwischen tektonischen Prozessen auf dem Festland und ursächlichen Strukturen der abtauchenden ozeanischen Platte. Mit den geplanten Arbeiten soll diese Wissenslücke in Bezug auf den chilenischen Kontinentalrand geschlossen werden.

Obwohl auf vielen Forschungsfahrten vor der Küste Chiles in den letzten Jahren bathymetrische Fächerlot-Kartierungen im Bereich des unteren Kontinentalrandes und des Tiefseegrabens durchgeführt wurden, ist die Datenbasis für den mittleren und oberen Hang sehr dünn. So bot die Gelegenheit, unser portables Fächerlot auf der RV VIDAL GORMAZ temporär zu installieren und im Rahmen einer Fahrt des FONDEF-Projektes im September 2002 zu nutzen, die ausgezeichnete Aussicht auf eine erhebliche Erweiterung des bathymetrischen Datensatzes, vor allem für den Bereich des mittleren und oberen Hanges. Dies ermöglicht einen erheblichen Fortschritt in den Untersuchungen zur Evolution des chilenischen Kontinentalrandes.

Das Ziel der Arbeiten ist ein besseres Verständnis der tektonischen Struktur des Kontinentalrandes und insbesondere der Entwicklung des Kontinentalhanges. Die Entwicklung der Kontinentalhänge, insbesondere an konvergenten Kontinentalrändern, wo sich Phasen tektonischer Erosion der kontinentalen Platte abwechselten

communication buoy. All network nodes will host some geophysical and oceanographic sensors.

Principle coordinator:  
FLUEH E

### **CHILE-BATH: Tectonics and morphology of the upper continental margin off central Chile – bathymetric mapping with a high-resolution portable multibeam echosounder**

The subject of the CHILE-BATH project is a bathymetric mapping of areas off Chile during a cruise of the Chilean Research Vessel VIDAL GORMAZ by means of the portable multibeam echosounder system owned by GEOMAR.

A relationship between the structure of the subducting plate, e.g. its depth and dipping angle, and the tectonics onshore is obvious for the Chilean continental margin. This demonstrates a strong coupling and mutual influence reaching from the deep-sea trench to the volcanic arc. Worldwide, there is hardly any continental margin which has been mapped completely, therefore it is difficult to find indications of the causal relationship between tectonic processes onshore and structures of the subducting oceanic plate. With respect to the Chilean continental margin, this project shall help to reveal these indications.

Swath mapping, performed during many research cruises off Chile in recent years, has yielded a good bathymetric coverage of the lower slope and the deep-sea trench. However, this does not apply to the middle and upper slope, where there is only few data available. Within the framework of the project FONDEF, we could install and operate our portable multibeam system onboard during a cruise of the Chilean research vessel RV VIDAL GORMAZ in September 2002 to substantially expand the available bathymetric dataset for the middle and upper slope. This will enable considerable progress in the understanding of the evolution of the Chilean continental margin.

The main objective is to gain a better knowledge of the tectonic structure of the continental margin, particularly of the development of the slope. The evolution of the slopes, in particular at convergent continental margins, where phases of tectonic erosion of the continental plate alternate with phases of frontal sediment accretion, isn't yet clearly understood. Phases of tectonic erosion during evolution have been documented for about 80% of all convergent continental margins, however, models that could explain the evolution of the slopes are lacking. The swath-mapping data obtained during this cruise are just being processed



mit Phasen frontaler Sediment-Akkumulation, wird bisher nur unvollkommen verstanden. Bei etwa 80% aller konvergenten Kontinentalränder lassen sich Phasen mit tektonischer Erosion in ihrer Evolution nachweisen, aber es mangelt an geeigneten Modellen zur Erklärung der Entwicklung der Hangbereiche dieser Ränder. Die bathymetrischen Daten der Messfahrt, die zur Zeit ausgewertet werden, erweitern um schon vorhandene Daten, werden ein genaues Bild der quartären tektonischen Entwicklung des Kontinentalrandes liefern, das beitragen wird zu einem besseren Verständnis der Bedeutung tektonischer Prozesse wie Extension, Sedimenttransport, frontaler Aufschiebung sowie von "out-of-sequence-thrusting". Darüber hinaus wird die Kartierung der flacheren Bereiche des Schelfs helfen, die Entwicklung von Canyon-Systemen besser zu verstehen und Rückschlüsse auf die Wechselwirkungen von Tektonik und Morphologie ermöglichen.

Projektleiter:

WEINREBE W, RANERO C R

and combined with existing data to yield a better knowledge of the Quaternary tectonic evolution of the continental margin. Thus, our understanding of the significance of tectonic processes such as extension, sediment transport, frontal accretion as well as out-of-sequence-thrusting will be improved. In addition, mapping of shallow shelf areas will help to better understand the development of canyon systems and reveal interactions between tectonics and morphology.

Principle coordinator:

WEINREBE W, RANERO C R



## Laufende wissenschaftliche Projekte

### Current scientific projects

Projektleitung / Mitarbeiter	Projekttitlel	Project title	Finan- zierung	Zeitraum
Principal investigator(s) / collaborator(s)			Funding source	Duration
FLUEH ER	<b>OBSIDIAN I</b> Nutzung seismischer Ozean- bodeninstrumente und hoch- entwickelter Programme zur Abbildung und Analyse mariner seismischer Refle- xionsdaten im Rahmen des IHP - Programms	<b>OBSIDIAN I</b> Access to ocean bottom seismic instruments and advanced marine seismic reflection data imaging and analysis	EU	2000 - 2003
FLUEH ER	<b>OBSIDIAN II</b> Nutzung seismischer Ozean- bodeninstrumente und hoch- entwickelter Programme zur Abbildung und Analyse mari- ner seismischer Reflexionsda- ten im Rahmen des IHP - Pro- gramms	<b>OBSIDIAN II</b> Access to ocean bottom seismic instruments and advanced marine seismic reflection data imaging and analysis	EU	2002 - 2004
FLUEH ER	<b>ORION</b> Forschung im Ozean durch integrierte Beobachtungsnetz- werke	<b>ORION</b> Ocean research by inte- grated observation net- works	EU	2002 - 2005
FLUEH ER RANERO CR WEINREBE BERHORST A	<b>NICOMARE</b> Die Struktur der Subduktions- zone von Nicaragua und Costa Rica - Teilnahme an der Expedition mit RV MAURICE EWING	<b>NICOMARE</b> Structure of the subduc- tion zone off Nicaragua and Costa Rica - partici- pation in a leg of RV MAURICE EWING	DFG	2000 - 2002
FLUEH ER RESTON TJ RANERO CR TILMAN F PLANERT L	<b>M 47 - GERSHWIN -</b> Auswertung Geophysikalische Untersu- chungen zur Rückensegmen- tierung am Mittelatlantischen Rücken bei 5 ° Süd	<b>M 47 - GERSHWIN -</b> Interpretation geophysical experiments to investigate ridge segmenta- tion at the Mid-Atlantic Ridge at 5 ° S	DFG	2001 - 2003
FLUEH ER FEKETE N BROSER A	<b>SO 159 - SALIERI</b> Untersuchung der Krusten- struktur südamerikanischer vulkanischer Rücken	<b>SO 159 - SALIERI</b> South American lithographic transects across volcanic ridges	BMBF	2001 - 2003



<b>Projektleitung / Mitarbeiter</b>	<b>Projekttitle</b>	<b>Project title</b>	<b>Finanzierung</b>	<b>Zeitraum</b>
<b>Principal investigator(s) / collaborator(s)</b>			<b>Funding source</b>	<b>Duration</b>
FLUEH ER KOPP H THIERER P	SO 161 - SPOC Subduktionsprozesse vor Chile	SO 161 - SPOC Subduction processes off Chile	BMBF	2001 - 2003
BIALAS J KUKOWSKI N HUEBSCHER C VILLINGER H BROSER A	SO 146 1&2 - GEOPEKO Geophysikalische Experi- mente am peruanischen Kontinentalrand	SO 146 1&2 - GEOPEKO Geophysical experiments at the Peruvian continental margin	BMBF	1999 - 2002
RESTON TJ FLUEH ER BIALAS J GAJEWSKI D VILLINGER H THEILEN F BREITZKE M	INGGAS Integrierte geophysikalische Bestimmung und Quantifi- zierung von Gashydraten	INGGAS Integrated geophysical classification and quantification of gas hydrates	BMBF	2000 - 2003
RESTON TJ	SO 162 - INGGAS TEST Integrierte geophysikalische Bestimmung und Quantifi- zierung von Gashydraten - Entwicklung und Test neuer Geräte	SO 162 - INGGAS TEST Integrated geophysical classification and quantification of gas hydrates, development and testing of new equipment	BMBF	2002 - 2003
RESTON TJ ZILLMER M	HYDRATECH: Entwicklung eines Verfahrens zur Quantifizierung von Methanhydratvorkommen	HYDRATECH: Development of a method for the quantification of methane hydrate volumes	EU	2001 - 2004
RESTON TJ GAW V	PORCUPINE BECKEN - IMAGING Das Porcupine-Becken als natürliches Labor zur Unter- suchung der Symmetrie und zeitlichen Entwicklung der Extensionstektonik bis hin zum kontinentalen Aufbrechen: Abbildung und Analyse re- flexionsseismischer Daten	PORCUPINE BASIN - IMAGING The Porcupine Basin as a natural laboratory to study the symmetry and temporal evolution of extensional tectonics leading to continental breakup: seismic imaging and analysis	DFG	2001 - 2004
WEINREBE W RANERO C	CHILE-BATH: Tektonik und Morphologie des oberen Kon- tinentalarandes vor Zentral- Chile - bathymetrische Kar- tierungen mit einem hochauf- lösenden portablen Fächer- echoLOT	CHILE-BATH: Tectonic and morphology of the upper continental margin off central Chile - bathymetric mapping with a high-resolution por- table multibeam-echo- sounder	DFG	2003





<b>Projektleitung / Mitarbeiter</b>	<b>Projekttitle</b>	<b>Finan- zierung</b>	<b>Zeitraum</b>
<b>Principal investigator(s) / collaborator(s)</b>	<b>Project title</b>	<b>Funding source</b>	<b>Duration</b>
WEINREBE W BOHRMANN G HYGEN C	SFB 574: Teilprojekt A1 Kartierung des Meeres- bodens in Subduktions- zonen	SFB 574 - Subproject A1 Imaging of the seafloor at subduction zones	DFG 2001 - 2004
FLUEH ER GOLTZ C SCHNABEL M GOSSLER J	SFB 574: Teilprojekt A2 Gegenseitige Beeinflussung und Materialaustausch zwischen oberer und unterer Platte	SFB 574 - Subproject A2 Coupling and mass-transfer between upper and lower plate	DFG 2001 - 2004
RESTON TJ RABEL W DENIL D FEKETE N	SFB 574: Teilprojekt B1 Seismische Kartierung von Gashydraten und Schlamm- vulkanen in Sedimenten: Quantifizierung mit geo- physikalischen Methoden	SFB 574 - Subproject B1 Seismic imaging of gas hydrates and mud diapirs in sediments: their quantifi- cation by using geophysical methods	DFG 2001 - 2004
PHIPPS MORGAN J WALLMANN K HORST M RÜPKE L	SFB 574: Teilprojekt C5 Geodynamische Modellierung von Fluid-Aufnahme und -Abgabe in Subduktionszonen	SFB 574 - Subproject C5 - Geodynamic modelling of fluid take-up and release in subduction zones	DFG 2001 - 2004
BOHRMANN G WEINREBE W	OMEGA, TP 4 Untersuchungen der Dynamik oberflächennaher Gashydrate	OMEGA, TP 4 Shallow marine gas hydrates: dynamics of a sensitive methane reservoir	BMBF 2001 - 2004
WEINREBE W FLUEH ER	SO 163 - SUBDUCTION Volatile und Fluide in Sub- duktionszonen: Klimarückkopplungen und Auslösemechanismen von Naturkatastrophen	SO 163 - SUBDUCTION Volatiles and fluids in sub- duction zones: climate feedback and trigger mechanisms for natural disasters	BMBF 2002 - 2003
PHIPPS MORGAN J TILMANN F	Seismische Langzeit- messungen südlich von Island	Passive seismic recordings southerly off Iceland	DFG 2002
KLÄSCHEN D PETERSEN J PAPENBERG C	SO 150 - HYDGAS Seismische Quantifizierung von Gashydraten im Sedi- ment der Cascadia- Subduktionszone	SO 150 - HYDGAS Seismic quantification of gas hydrates in the sedi- ments of the Cascadia subduction zone	BMBF 2000 - 2002

## 2.2 Vulkanologie und Petrologie

### Wissenschaftliches Profil

Ein großer Teil der an der Erdoberfläche anstehenden Gesteine sind vulkanischen Ursprungs. Vom Zeitpunkt ihrer Entstehung an stehen die Gesteine in ständiger Wechselwirkung mit der Umwelt und stellen somit eine wichtige Komponente im globalen Stoffkreislauf dar. Die direkten Wechselwirkungen erstrecken sich ausgehend von der oftmals explosiven Eruption eines Magmas mit Gas und Partikeleintrag bis in die Stratosphäre über den Stoffaustausch des kristallisierenden und verfestigten Gesteins mit Meerwasser und der Atmosphäre bis hin zur Zersetzung der Gesteine und ihrer Transformation in Sedimente. Zu den besonders destruktiven Wechselwirkungen zählen explosive Vulkaneruptionen, die in ihrem Nahbereich eine extreme Bedrohung für Menschen und Sachwerte darstellen, in ihrem Fernbereich durch Einträge von Partikeln und Gasen globale Auswirkungen auf unser Klima haben können. Diesen direkt beobachtbaren und messbaren dynamischen Vorgängen geht eine Vielzahl von Prozessen voraus, die der direkten Beobachtung nicht zugänglich sind, da sie in der Erdkruste und im Erdmantel ablaufen. Es sind diese „tiefen“ Prozesse, welche die Zusammensetzung, den Volatilengehalt, die In- oder Extrusionswahrscheinlichkeit und Eruptionsform von Magmen beeinflussen und die es daher zu rekonstruieren gilt.

Die Arbeit in der Abteilung *Vulkanologie und Petrologie* konzentriert sich in Zusammenarbeit mit anderen GEOMAR-Arbeitsgruppen und nationalen und internationalen Partnern auf folgende Themenschwerpunkte:

- Entwicklung von Vulkan-/Magmasystemen an mittelozeanischen Rücken, Subduktionszonen und Intraplattenvulkanen, insbesondere auch ihrer Mantelquellen
- Physikochemische und thermodynamische Modellierung der stofflichen Entwicklung von Magmen in der Kruste
- Physikalische und chemische Prozesse in aktiven Vulkanen an Subduktionszonen
- Physikalische Modellierung von Eruptionsmechanismen
- Klimarelevante Volatilenbudgets großer historischer und prähistorischer Vulkaneruptionen
- Stoffliche Wechselwirkung zwischen vulkanischer Ozeankruste und Meerwasser

## 2.2 Volcanology and Petrology

### Scientific profile

A large portion of the Earth's surface is of igneous origin. Rocks may interact with their environment from their time of formation and are thus an important factor in the global mass transport cycle. Direct interactions begin with often explosive eruption of magma commonly triggered by both exsolution of gases and interaction with ground or sea water, accompanied by gas and particle injection which may reach the stratosphere. Further element exchange occurs between crystallising or solidified magma, sea water and atmosphere, and through breakdown of rocks and reworking into sediments. Explosive volcanic eruptions are particularly destructive, being an extreme threat to people and the environment. Some impact the climate through input of gases and aerosols. Such directly observable and measurable dynamic events are preceded by numerous processes which cannot be observed directly, because they occur in the Earth's crust or mantle. It is especially these deep-seated processes that control composition, volatile content, intrusion or extrusion probability and eruptive style of magmas, which we aim to reconstruct.

Research in the Department of *Volcanology and Petrology* in cooperation with other departments at GEOMAR and national and international groups focuses on:

- Evolution of volcano/magma systems at mid-oceanic ridges, subduction zones and intraplate volcanoes, and the mantle sources of the erupted magmas
- Physicochemical and thermodynamic modelling of magma evolution within the crust
- Physical and chemical processes of active volcanoes in subduction zones
- Physical modelling of eruptive mechanisms
- Volatile budgets of large historic and prehistoric eruptions and their climatic relevance
- Interaction between igneous ocean crust and sea water

Die Arbeitsgruppen der Abteilung *Vulkanologie und Petrologie* befassen sich schwerpunktmäßig mit Geochemie, radiometrischen Altersbestimmungen, Tephrochronologie, Fluid- und Schmelzeinschlüssen, vulkaniklastischer Sedimentologie, Fluidynamik und Magmaphysik. Unsere Arbeitsmethoden umfassen Geländearbeit, Laboranalytik, Experimente und Modellierung. Regionale Schwerpunkte sind Island, Kanarische Inseln, Azoren, Madeira, Costa Rica, Mt. Hudson/Chile, Baitushan Vulkan/China und Nordkorea, Eifel, Sizilien, Merapi-Vulkan/Java.

The Department of *Volcanology and Petrology* comprises several groups working on geochemistry, radiometric age dating, tephrochronology, fluid and melt inclusions, volcaniclastic sedimentology, fluid dynamics and magma physics. Our methods comprise field work, laboratory analysis, experiments and modelling. Regional emphasis is on Iceland, Canary Islands, The Azores, Madeira, Costa Rica, Mt. Hudson/Chile, Baitushan volcano/China and North Korea, Eifel, Sicily, Merapi volcano/Java.

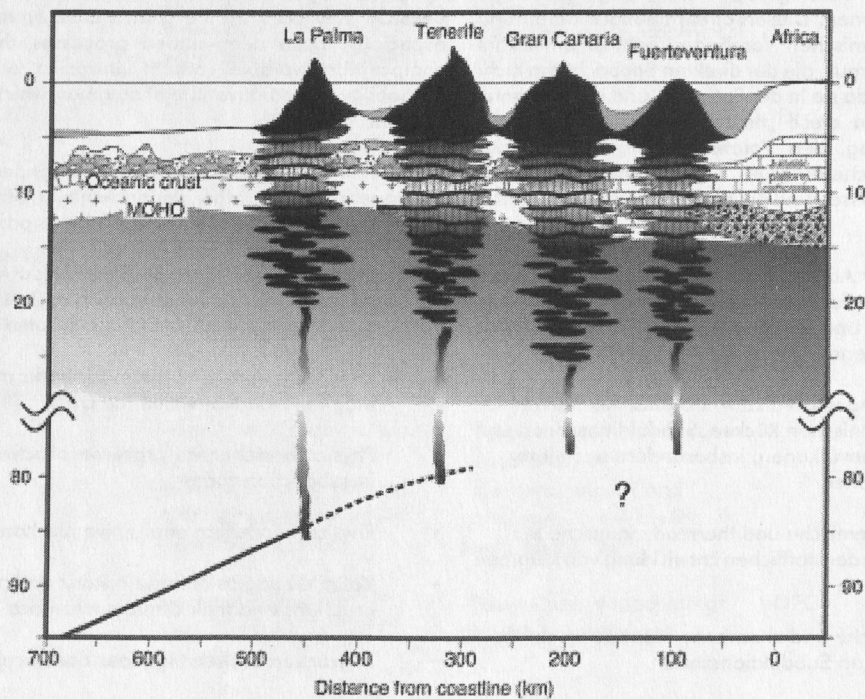


Abb. 8: Schematischer Schnitt durch die Kanarischen Inseln

Fig. 8: Schematic cross-section through the Canary Islands

## Forschungsansätze

- Analyse magmatischer und plattentektonischer Prozesse mit vulkanologischen, petrologischen und geochemischen Methoden (Spurenelemente und Isotopenverhältnisse)
- Synchrotron-Röntgenmikrosonde (SYRFA) am HASYLAB/DESY zur Bestimmung von Spurenelementverteilungen zwischen Mineralen, Schmelzen und magmatischen Fluiden
- Petrologischer und geochemischer Aufbau des lithosphärischen Mantels und der Unterkruste anhand von Xenolithen, Xenokristallen sowie Fluid- und Glaseinschlüssen in primitiven Phänokristallen
- Numerische Simulation von Kristallisations- und Fraktionierungsprozessen in Schmelzen zum besseren Verständnis der Kristallisationsgeschichte
- Korrelation und präzise zeitliche Erfassung geologischer, paläoklimatischer, paläobiologischer und archäologischer Ereignisse und Prozesse in unterschiedlichen geographischen Regionen und geotektonischen Milieus mittels:
  - U-Serien:  $10^2$  bis  $10^6$  Jahre
  - Ar-Ar Einzelkristallen:  $10^4$  bis  $10^9$  Jahre
  - Rb-Sr, Sm-Nd und U,Th-Pb:  $10^6$  bis  $10^9$  Jahre
- Datierung und Korrelation von Aschenlagen, die anhand ihrer individuellen Zusammensetzung in unterschiedlichen marinen und terrestrischen Ablagerungsräumen identifiziert und korreliert werden können
- Experimentelle Simulation von Gas-/Partikel-Suspensionen (Vergleich mit Hochtemperatur-Ignimbriten) und verschiedenen Gas-Fluid Zwei-Phasen Strömungsregimes (Charakterisierung der strömungsdynamischen Parameter und ihrer Schallabstrahlung) mit dem Ziel der Rekonstruktion von Eruptions- und Fragmentierungsprozessen
- Experimentelle Simulation von Magmakammerprozessen und ihrer theoretischen Beschreibung

Die beiden grundlegenden Arbeitsansätze sind daher zum einen, aus geochemischen, petrologischen und sedimentologischen Daten auf magmatische und vulkanische Prozesse zurückzuschließen, zum anderen, solche Prozesse durch experimentelle und theoretische Modellierungen zu identifizieren und zu quantifizieren.

## Research approaches

- Analysis of igneous and plate tectonic processes with volcanologic, petrologic and geochemical methods (trace elements and isotopic ratios)
- Synchrotron-XRF microprobe (SYXRF) at HASYLAB/DESY in Hamburg, used for determination of trace element distribution between minerals, melts and magmatic fluids
- Petrologic and geochemical state of the lithospheric mantle and lower crust from xenoliths, xenocrysts, and fluid and glass inclusions in phenocrysts
- Numerical simulation of crystallisation and fractionation processes in melts in order to better understand crystallisation processes
- Correlation and precise time constraints of geologic, paleoclimatic, paleobiologic and archeologic events and processes in various geographic regions and geotectonic settings through:
  - U-Series:  $10^2$  to  $10^6$  years
  - Ar-Ar single crystals:  $10^4$  to  $10^9$  years
  - Rb-Sr, Sm-Nd and U,Th-Pb:  $10^6$  to  $10^9$  years
- Dating and correlation of marine and terrestrial ash layers in various depositional environments, based on their compositional characteristics
- Experimental simulation of gas/particle suspensions (comparison with high-temperature ignimbrites) and various gas-fluid two-phase flow regimes (characterisation of fluid dynamic parameters and their sonic waves) aiming at reconstructing eruption and fragmentation processes
- Experimental simulation of magma chamber processes and their theoretical description

The two fundamental approaches are thus assessment of igneous-volcanic processes based on geochemical, petrological and sedimentological data, and identification and quantification of such processes through experiments and theoretical modelling.

## Aktuelle Projekte

### Morphologische und geochemische Variationen entlang des Galápagos Spreizungszentrums (GSC) von 85°W bis 92.5°W

Obwohl Hotspots oder Mantelplumes einen signifikanten Anteil des globalen mittelozeanischen Rückensystems beeinflussen, sind zahlreiche Aspekte von Plume-Rücken Interaktion bisher nur unzureichend verstanden, wie beispielsweise das Fließen von Mantelmaterial zum und entlang der Rücken, Fließraten, Mischung von Quellen und die Schmelzodynamik. Das nördlich des Galápagos Archipels (Hotspot) befindliche Galápagos Spreizungszentrum (GSC) ist eine klassische Lokalität für Plume-Rücken Interaktion. Die komplexe chemische Zonierung des Galápagos Plume in nördliche, zentrale und südliche angereicherte Domänen im Westen des Archipels und eine verarmte östliche Domäne (z.B. Hoernle et al. 2000; Geology 28, p. 435-438) ist eine ideale Grundlage, um Plume-Rücken Interaktion detailliert zu untersuchen. Die Ausfahrt SO158 mit des FS SONNE hat das GSC zwischen 85° und 92.5°W kartiert und beprobt. Das GSC verflacht von ~2700m Wassertiefe östlich des überlappenden Spreizungszentrums bei 87°W auf ~1500m westlich von ~89°W, wo sich das GSC am Nächsten zur Galápagos Plattform befindet (Abb 1).

## Show-case projects

### Morphological and geochemical variations along the Galápagos Spreading Center (GSC) from 85°W to 92.5°W

Although hotspots or mantle plumes influence a significant portion of the global mid-ocean ridge system, many aspects of plume-ridge interaction are still not well constrained, e.g. mantle flow to and along the ridge, flow rates, source mixing and melting dynamics. The Galápagos Spreading Center (GSC), situated north of the Galápagos Archipelago (hotspot), is a classic location for plume-ridge interaction. The complex chemical zonation of the Galápagos plume into northern, central and southern enriched domains in the west and a depleted eastern domain (e.g. Hoernle et al. 2000; Geology 28, p. 435-438) provides a unique opportunity to gain further insight into plume-ridge interaction. The RV SONNE cruise SO158 mapped and sampled the GSC between 85° and 92.5°W. The GSC shoals from ~2700m east of the overlapping spreading center at 87°W to ~1500m west of ~89°W, where it lies closest to the Galápagos platform. From east to west, the GSC changes morphologically from a shallow rift valley to an axial high (Fig. 1).

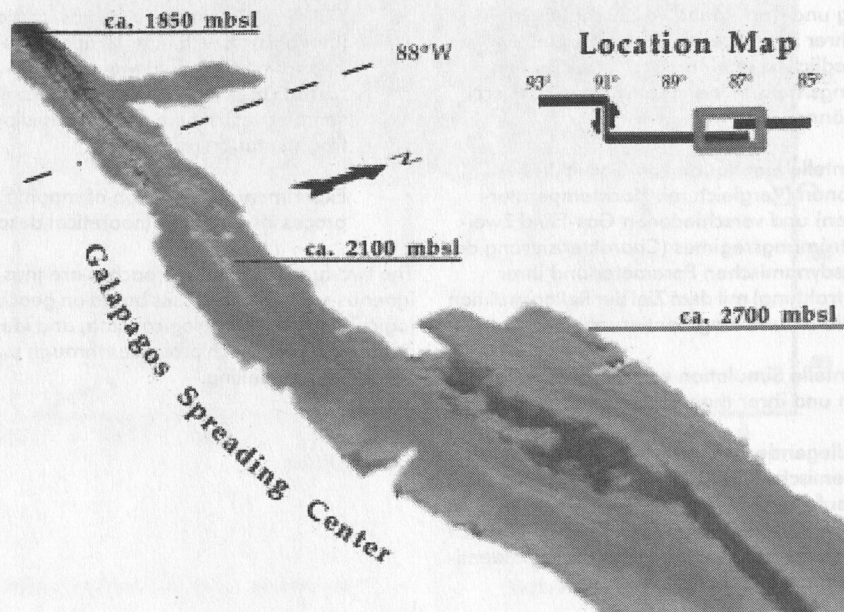


Abb. 1: Bathymetrie des östlichen Galápagos Spreizungszentrums zwischen ~86.5°W und ~88°W kartiert mittels SIMRAD EM120 Fächerecholot während SO158.

Fig. 1: Bathymetry of the Eastern Galápagos spreading center between ~86.5°W and ~88°W mapped with SIMRAD EM 120 multibeam during SO158.

Von Ost nach West geht die Morphologie des GSC von Axialtälern zu Axialrücken über. Die geringere Wassertiefe des Rückens und die Axialrückenmorphologie zwischen  $\sim 88.2$ - $92.5^\circ\text{W}$  sind konsistent mit dem größten Eintrag von Plumematerial in das Rückensegment, das sich am nächsten zum Galápagos Hotspot befindet. Wie bereits früher festgestellt, sind die Spurenelement- und Isotopensignaturen der Laven westlich der  $91^\circ\text{W}$  Transformstörung ähnlich zur nördlichen Galápagos Komponente, die charakteristisch für die Inseln Wolf, Darwin und Pinta ist. Ab  $\sim 90.6^\circ\text{W}$  Richtung Osten wird die Zusammensetzung von Laven zunehmend verarmter was sich in abnehmenden Tb/Yb, La/Sm, La/Yb, Nb/Zr, Th/U,  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  und Pb Isotopenverhältnissen und allgemein zunehmenden  $\text{SiO}_2$  Gehalten und  $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$  Isotopenverhältnissen widerspiegelt (Abb 2).

The shallower axial depth and "axial high" morphology between  $\sim 88.2$ - $92.5^\circ\text{W}$  are consistent with the greatest amount of plume input into the ridge segment closest to the Galápagos hotspot. As has been noted previously, trace element and isotopic signatures of lavas west of the  $91^\circ\text{F.Z.}$  are similar to the northern Galápagos component (characteristic of Wolf, Darwin and Pinta Islands). From  $\sim 90.6^\circ\text{W}$  towards the east, lava compositions become more depleted with an overall decrease in Tb/Yb, La/Sm, La/Yb, Nb/Zr, Th/U,  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  and Pb isotopic ratios and general increase in  $\text{SiO}_2$  and  $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$  isotope ratios (Fig. 2).

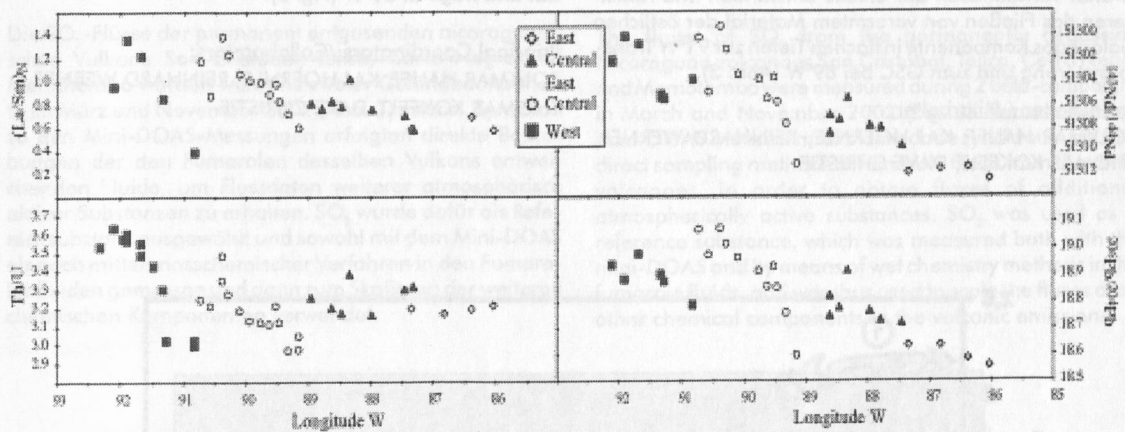


Abb. 2: Inkompatible Spurenelementverhältnisse La/Sm und Th/U sowie radiogene Isotopenverhältnisse  $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$  und  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  entlang der Rückenachse des Galápagos Spreizungszentrums zwischen  $86^\circ\text{W}$  und  $92.5^\circ\text{W}$ .

Fig. 2: Variations of incompatible trace element ratios (La/Sm, Th/U) and radiogenic isotopes ( $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ ,  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ ) along the axis of the Galápagos spreading center between  $86^\circ\text{W}$  and  $92.5^\circ\text{W}$ .

Die Laven bei  $\sim 90.6^\circ\text{W}$  haben Spurenelement- und Isotopensignaturen ähnlich wie die zentrale Galápagos Komponente (Fernandina Insel). Diese Daten in Kombination mit vorläufigen Ergebnissen seismischer Tomographie (Toomey et al. (2001; EOS Trans. Fall AGU F1205) sind Hinweis darauf, dass die nördliche Komponente das GSC durch Fließen in flachen Tiefen westlich der  $91^\circ\text{W}$  Transformstörung erreicht und dass die zentrale Komponente in größeren Tiefen transportiert wird und in  $\sim 100$  km Tiefe als Arm vom Plumestamm abzweigt (Abb. 3).

The lavas at  $\sim 90.6^\circ\text{W}$  have trace element and isotopic signatures similar to the central (Fernandina Island) Galápagos component. These data combined with the preliminary seismic tomographic results of Toomey et al. (2001; EOS Trans. Fall AGU F1205) suggest that the northern component may be entering the GSC through shallow flow to the ridge west of the  $91^\circ\text{F.Z.}$  and that the central component is transported at deeper depths through an arm branching off of the plume stem at  $\sim 100$  km depth (Fig. 3).

Die  $(^{230}\text{Th})/(^{238}\text{U})$  und  $(^{231}\text{Pa})/(^{235}\text{U})$  Aktivitätsverhältnisse reichen von 1.05-1.21 bzw. 1.5-1.9 mit dem höchsten Überschuss westlich der  $91^\circ\text{W}$  Transformstörung, wo das Wolf-Darwin Lineament das GSC schneidet. Die  $(^{226}\text{Ra})/(^{230}\text{Th})$  Aktivitätsverhältnisse reichen von leichten Defiziten bis zu 46% Radiumüberschuss. Vorläufige Modellierungen schlagen vor, dass die höchsten Mantelaufwölbungsraten und Schmelzgrade in den am nächsten zum Plume gelegenen Abschnitt des GSC bei  $\sim 90.6^\circ\text{W}$  vorkommen; wohingegen östlich und westlich der  $91^\circ\text{W}$  Transformstörung die Mantelaufwölbungsraten und Schmelzgrade niedriger sind. Lokale Vorkommen stärker verarmter Zusammensetzungen kommen innerhalb der  $91^\circ\text{W}$  Transformstörung und bei  $\sim 89^\circ\text{W}$  vor. An beiden Stellen sind die Th/U Verhältnisse niedriger als mittelozeanischer Rückenbalt östlich des überlappenden Spreizungszentrums. Proben mit niedrigen  $^{230}\text{Th}$  und hohen  $^{231}\text{Pa}$  Überschüssen kommen innerhalb der  $91^\circ\text{W}$  Transformstörung vor. Diese verarmten Proben sind möglicherweise in flacheren durchschnittlichen Schmelztiefen und höheren Klinopyroxen/Granat Verhältnissen der Quelle entstanden und reflektieren das Fließen von verarmtem Material der östlichen Galápagos Komponente in flachen Tiefen zur  $91^\circ\text{W}$  Transformstörung und zum GSC bei  $89^\circ\text{W}$  (Abb. 3).

Projektleiter / Mitarbeiter:

FOLKMAR HAUFF, KAJ HOERNLE, REINHARD WERNER, THOMAS KOKFELT, DAVE CHRISTIE

The  $(^{230}\text{Th})/(^{238}\text{U})$  and  $(^{231}\text{Pa})/(^{235}\text{U})$  activity ratios range from 1.05-1.21 and 1.5-1.9 respectively, with the highest excesses west of the  $91^\circ$  F.Z. where the Wolf-Darwin lineament intersects the GSC. The  $(^{226}\text{Ra})/(^{230}\text{Th})$  activity ratios range from slight deficits up to 46% radium excess. The preliminary modelling suggests that the highest mantle upwelling rates and degrees of melting occur at the GSC closest to the plume ( $\sim 90.6^\circ\text{W}$ ); whereas to the east and to the west of the  $91^\circ\text{W}$  F.Z., mantle upwelling rates and degrees of melting are lower. Local excursions to more depleted compositions occur at the  $91^\circ\text{W}$  F.Z. and at  $\sim 89^\circ\text{W}$ . At both locations Th/U ratios are lower than local MORB sampled east of the overlap at  $86-87^\circ\text{W}$ . Samples with low  $^{230}\text{Th}$  and high  $^{231}\text{Pa}$  excesses occur at the F.Z. These depleted samples are possibly generated at lower average depths of melting, involving higher cpx/gt ratios in their melt source region. We propose that this reflects shallow flow of depleted material from the eastern Galápagos domain (either a depleted plume component or MORB depleted through previous melt extraction) to the F.Z. and ridge at  $89^\circ\text{W}$  (Fig. 3).

Principal Coordinators /Collaborators:

FOLKMAR HAUFF, KAJ HOERNLE, REINHARD WERNER, THOMAS KOKFELT, DAVE CHRISTIE

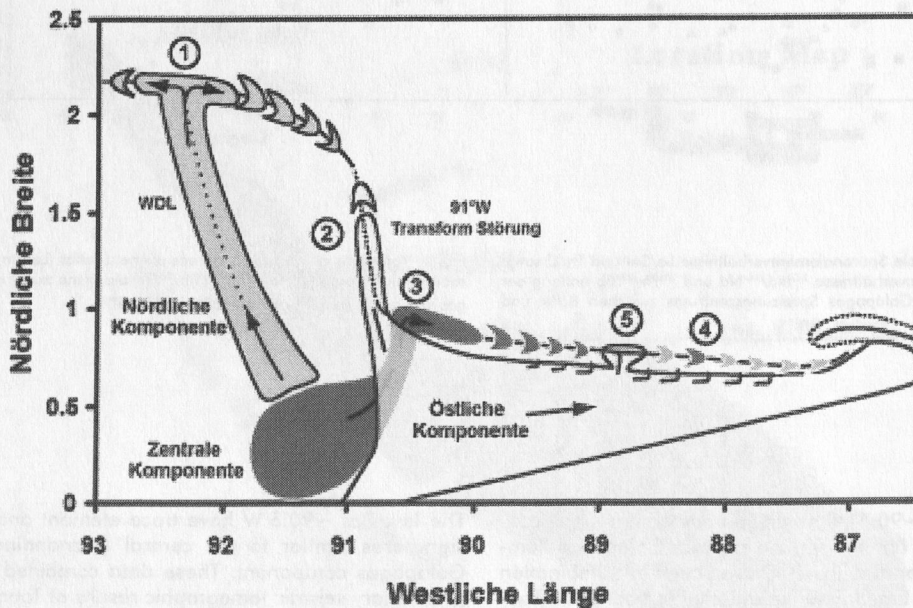


Abb. 3: Vorläufiges Fließmodell um die beobachtete Verteilung von Galápagos Plumekomponenten entlang des Galápagos Spreizungszentrums zu erklären.

Fig. 3: Preliminary flow model to explain the observed distribution of Galápagos plume components along the Galápagos spreading center.

### SO<sub>2</sub> Emissionen von permanent entgasenden Vulkanen in Nicaragua, gemessen mit dem Fernerkundungsgerät Mini-DOAS

Vulkanische Emissionen spielen eine wichtige Rolle für die Atmosphärenchemie und die Klimaentwicklung. Da der permanente Gasausstoß durch vulkanische Schloten und Fumarolen die häufigste Art vulkanischer Aktivität darstellt, ist eine Quantifizierung dieser Gasausstöße für die Abschätzung der Massenbilanzen vulkanischer Emissionen von übergeordneter Wichtigkeit. Mit einer vor kurzem entwickelten Fernerkundungstechnik namens Mini-DOAS (differenzielle optische Absorptionsspektrometrie) haben wir an vier von fünf ständig entgasenden nicaraguanischen Vulkanen die SO<sub>2</sub>-Flüsse in die Atmosphäre gemessen. Dieses Projekt gehört zu dem von der DFG geförderten Sonderforschungsbereich 574 "Fluide und Volatile in Subduktionszonen", in dem Elementflüsse in Subduktionszonen untersucht werden.

Die SO<sub>2</sub>-Flüsse der permanent entgasenden nicaraguanischen Vulkane San Cristóbal, Telica, Cerro Negro und Momotombo wurden während zweier Geländeaufenthalte im März und November 2002 (Abb. 1) erfasst. Synchron zu den Mini-DOAS-Messungen erfolgten direkte Beprobungen der den Fumarolen desselben Vulkans entweichenden Fluide, um Flussdaten weiterer atmosphärisch aktiver Substanzen zu erhalten. SO<sub>2</sub> wurde dafür als Referenzsubstanz ausgewählt und sowohl mit dem Mini-DOAS als auch mittels nasschemischer Verfahren in den Fumarolenfluiden gemessen und dann zum Skalieren der weiteren chemischen Komponenten verwendet.

### SO<sub>2</sub> emissions from the permanently degassing volcanoes in Nicaragua, estimated using mini-DOAS remote sensing

Volcanic emissions play an important role for atmospheric chemistry and the evolution of climate. Since permanent degassing through volcanic vents and fumaroles is the most frequent type of volcanic activity, quantification of such degassing is of major importance for estimating mass balances of volcanic emissions.

We have measured the fluxes of SO<sub>2</sub> into the atmosphere from four out of five permanently degassing volcanoes in Nicaragua using a recently developed remote sensing technique called mini-DOAS (Differential Optical Absorption Spectrometry). Our effort is part of the DFG priority program "Fluids and volatiles in subduction zones" (SFB 574) in which element fluxes through subduction zones are investigated.

The fluxes of SO<sub>2</sub> from the permanently degassing Nicaraguan volcanoes San Cristóbal, Telica, Cerro Negro and Momotombo were measured during 2 field-campaigns in March and November 2002 (Fig. 1). Remote sensing mini-DOAS measurements were done synchronously with direct sampling methods of fumarole fluids from the same volcanoes, in order to obtain fluxes of additional atmospherically active substances. SO<sub>2</sub> was used as a reference substance, which was measured both with the mini-DOAS and by means of wet chemistry methods in the fumarole fluids, and was thus used to scale the fluxes of all other chemical components in the volcanic emissions.

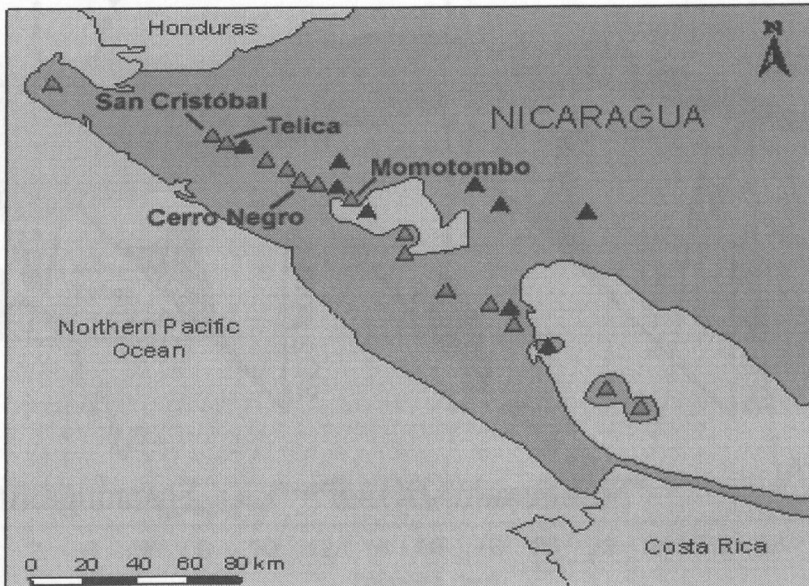


Abb. 1: Lage der untersuchten Vulkane

Fig. 1: Map showing the location of the investigated volcanoes



Die Mini-DOAS Technik nutzt aus, dass  $\text{SO}_2$  in der Atmosphäre selektiv bestimmte Wellenlängen ultravioletten Lichts absorbiert. Das ultraviolette Licht der Sonne wird durch ein mit Quarzlinsen ausgestattetes Teleskop (10 cm Länge, 3 cm Durchmesser) auf ein Sichtfeld von etwa 0,5 Grad gebündelt und durch eine optische Quarzfiberleitung auf das Spektrometer übertragen. Gesteuert wird das Gerät durch einen Notebook-Rechner.

Wir verwendeten sowohl stationäre als auch mobile Messmethoden, um die Gasflüsse zu quantifizieren. Bei den stationären Scan-Messungen wurde der Gasplume von einer festen Position aus in einer Fläche senkrecht zur Plumerichtung gemessen. Dies erfolgte in einem Sichtfeld des Gerätes von  $180^\circ$  von Horizont zu Horizont (Abb. 2). So erhielten wir alle paar Minuten nach der Zeit aufgelöste Flussdaten. Hingegen wurde bei den mobilen Messungen ("Zenith sky spectroscopy") das Gerät so aufgestellt, dass das Teleskop senkrecht nach oben zeigte, während das Mini-DOAS mit dem Auto, zu Fuß oder mit dem Flugzeug unterhalb der Plume ungefähr senkrecht zur Plumetransportrichtung bewegt wurde (Abb. 2). Die genaue Position des Mini-DOAS wurde mit einem GPS (Globales Positionierungssystem) dokumentiert. Auf diese Weise erhielten wir Profile durch den Plume.

Mini-DOAS is a technique used to measure  $\text{SO}_2$  in the atmosphere utilizing selected wavelengths of ultraviolet light preferentially absorbed by the  $\text{SO}_2$  molecule. Ultraviolet light from the Sun is collected by means of a telescope (length 10 cm, diameter 3 cm) with quartz lenses defining a field-of-view of 0.5 degrees. Light is transferred from the telescope to the spectrometer by means of an optical quartz fiber. The complete setup is powered from a notebook computer.

We used both stationary and mobile measurements in order to quantify the gas fluxes. In the stationary scanning measurements, the gas plume was measured from a fixed position in a plane perpendicular to the plume direction by scanning the field-of-view of the instrument over  $180^\circ$ , from horizon to horizon (Fig. 2). Thus time-resolved flux data were obtained every few minutes. Mobile (zenith sky) spectroscopy was done with the telescope pointing vertically, while the mini-DOAS set-up was moved by car, foot or airplane underneath the plume in a plane approximately perpendicular to the plume transport direction (Fig. 2). The platform position was tracked using a GPS (Global Positioning System) receiver. Thus scans through the plume were obtained.

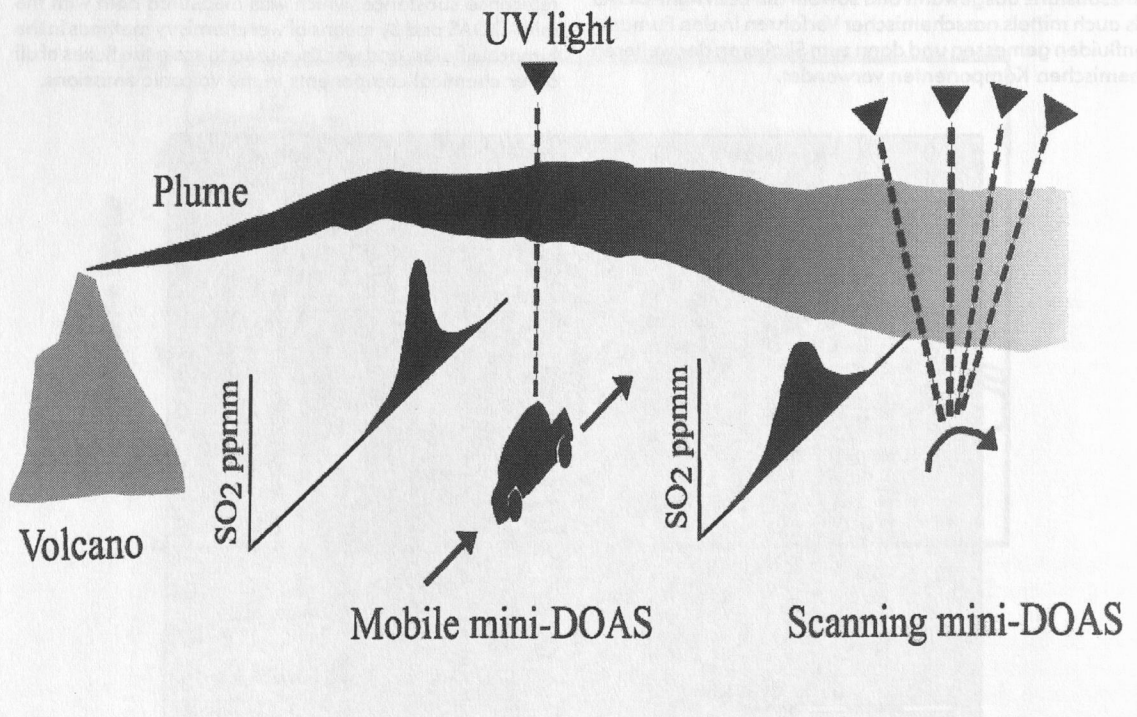


Abb. 2: Skizze der Geometrie a.) einer "Zenith sky mini-DOAS"-Messung und b.) des "Scanning mini-DOAS"-Systems.

Fig. 2: Sketch showing the geometry of a) the mobile zenith sky mini-DOAS measurements and b) the scanning mini-DOAS set-up.

Die größte Fehlerquelle bei Flussmessungen liegt in der Bestimmung der Windgeschwindigkeit in Höhe des Plumes. Um diesen Fehler zu minimieren, haben wir eine neue Methode zur direkten Messung der Plumesgeschwindigkeit und -höhe getestet und angewandt. Diese Methode heißt "Dual Beam mini-DOAS" (Doppel-Strahl Mini-DOAS), bei ihr werden zwei Teleskope und zwei Spektrometer simultan verwendet. Für die Ermittlung der Plumesgeschwindigkeiten werden beide Teleskope mit zwei verschiedenen Neigungen parallel zur Plumetransportrichtung ausgerichtet. Auf beiden Kanälen wurden Zeitreihen der gesamten Plumevariationen registriert. Aus dem zeitlichen Versatz kann dann die Windgeschwindigkeit berechnet werden, wenn die Höhe des Plumes bekannt ist. Die Höhe der Plumes wurde mit Hilfe eines Profils durch den Plume in einer Ebene senkrecht zur Plumetransportrichtung ermittelt. Dabei zeigt ein Teleskop nach oben, das andere steht in einem Winkel von  $45^\circ$ . Aus den Messergebnissen wird über Triangulation die Höhe der Plume ermittelt.

### San Cristóbal und Telica

Am 10. März 2002 wurden mit einem kleinen Militärflugzeug Profile unterhalb der Plumes von Telica und San Cristóbal aufgenommen. Aufgrund von zunehmenden Turbulenzen beschränkte sich die Messreihe auf ein einziges Profil (Abb. 3). Bei einer vom Piloten ermittelten Windgeschwindigkeit von  $15 \text{ ms}^{-1}$  erhielten wir Flussdaten von  $1,9 \text{ kgs}^{-1}$  für Telica und  $6,8 \text{ kgs}^{-1}$  für San Cristóbal. Am 23. November führten wir Messungen entlang eines ähnlichen Profils vom Boden aus durch. Die Windgeschwindigkeit wurde mit dem "Dual Beam Mini-DOAS" gemessen. Wir erhielten Emissionswerte von  $6,5 \text{ kgs}^{-1}$  für Telica und  $4,0 \text{ kgs}^{-1}$  für San Cristóbal.

Since determination of wind speed at plume height is the main source of error for the flux measurements, we successfully tested and applied a new method for direct measurements of the plume speed and height. In the novel approach used, called "Dual Beam mini-DOAS", two telescopes and two spectrometers are used simultaneously. Plume speed measurements were made by pointing both telescopes upwind in two different viewing directions parallel to the direction of plume movement. A time series of total column variations was registered in both channels, and from their temporal delay the wind speed can be calculated if the plume height is known. Plume height was determined separately by doing a traverse of the plume in a plane approximately perpendicular to the plume transport direction with one telescope pointing upward and the other at a zenith angle of  $45^\circ$ . The plume height is obtained by triangulation.

### San Cristóbal and Telica

On 10 March 2002 an airborne traverse, using a small military aircraft, was made beneath the plumes of Telica and San Cristóbal. Due to increasing turbulence we were only able to make one traverse (Fig. 3). Using a windspeed of  $15 \text{ ms}^{-1}$  estimated by the pilot, we obtained fluxes of  $1.9$  and  $6.8 \text{ kgs}^{-1}$  for Telica and San Cristóbal respectively. On 23 November a similar traverse was made from ground. This time the windspeed was measured with the Dual Beam mini-DOAS method, and the emissions from Telica and San Cristóbal were determined to  $6.5$  and  $4.0 \text{ kgs}^{-1}$ .

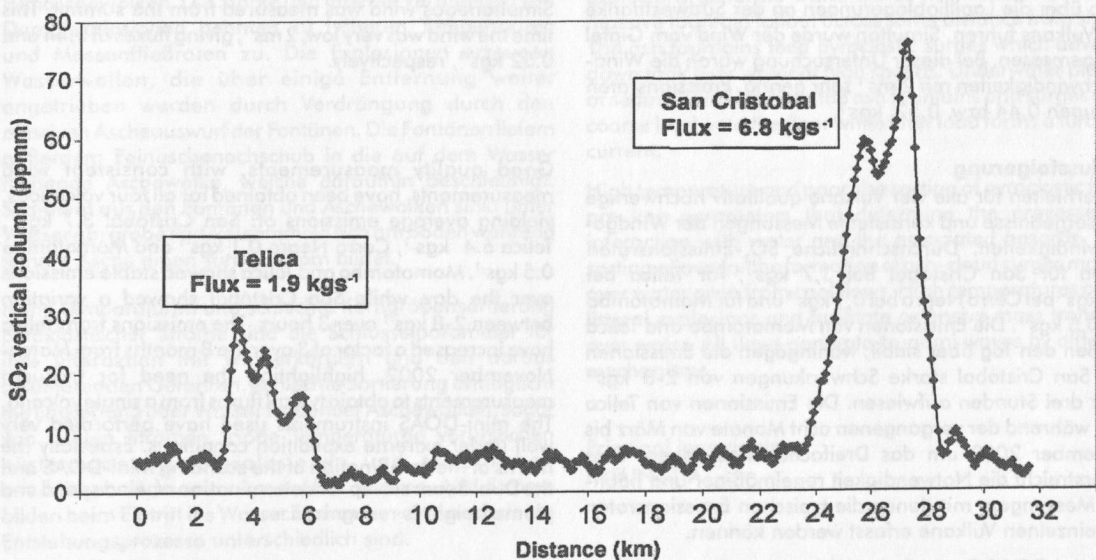


Abb. 3: Mini-DOAS-Profil westlich der Vulkane Telica und San Cristóbal vom Flugzeug aufgenommen am 10. März 2002.

Fig. 3: Airborne mini-DOAS profile west of the volcanoes Telica and San Cristóbal, March 10, 2002.



Demnach scheinen die Emissionsraten umgekehrt – die von Telica um einen Faktor 3 erhöht, hingegen die von San Cristóbal um einen Faktor 3 reduziert. Um dieses Phänomen genauer zu untersuchen, haben wir am 23. und 24. November mit dem "Scanning Mini-DOAS" Zeitaufgelöste Messreihen durchgeführt; für die Bestimmung von Plumehöhe und Windgeschwindigkeit wurde das "Dual Beam Mini-DOAS" eingesetzt. Die Messungen ergaben, dass Telica relativ konstant  $6,4 \text{ kgs}^{-1}$  emittierte, während die Emissionen von San Cristóbal stark schwankten. Bei einer Messzeit von drei Stunden zeigte San Cristóbal Variationen von 2 bis  $8 \text{ kgs}^{-1}$ . Folglich sind offensichtlich bei Telica innerhalb der vergangenen acht Monate die Emissionen deutlich angestiegen, wohingegen am San Cristóbal die Emissionen eher kurzzeitigen Schwankungen unterliegen. Dieses Ergebnis steht im Einklang mit 14 weiteren Messprofilen, die wir vom 22. bis zum 24. November erzeugt haben.

### Momotombo and Cerro Negro

Profile wurden am Momotombo am 18. und 19. November mit dem tragbaren "Zenith sky Mini-DOAS" erzielt. Die Windgeschwindigkeiten wurden während des ganzen Tages vom Gipfel aus gemessen. Sowohl die Emissionen wie auch der Wind (ca.  $10 \text{ ms}^{-1}$ ) waren sehr stabil: Am 18. November erhielten wir aus neun Messungen eine durchschnittliche Emission von  $0,53 \pm 0,1 \text{ kgs}^{-1}$ ; am 19. November ergaben acht Messungen einen mittleren Emissionswert von  $0,49 \pm 0,12 \text{ kgs}^{-1}$ . Am westlichen Kraterrand des Cerro Negro haben wir am 4. März zu Fuß zwei "Zenith sky Mini-DOAS" Profile erstellt. Die Positionen wurden mit einem GPS festgehalten, die Windgeschwindigkeit alle 50 m aufgezeichnet. Die Emissionsmessungen wurden durch böige Winde erschwert. Die beiden Messreihen lieferten Emissionsraten von  $0,10$  bzw.  $0,15 \text{ kgs}^{-1}$ . Am 21. November erhielten wir zwei erfolgreiche Profile, als wir mit dem Auto über die Lapilliablagungen an der Südwestflanke des Vulkans fuhren. Simultan wurde der Wind vom Gipfel aus gemessen. Bei dieser Untersuchung waren die Windgeschwindigkeiten mit  $2 \text{ ms}^{-1}$  sehr gering, Emissionsraten betragen  $0,44$  bzw.  $0,52 \text{ kgs}^{-1}$ .

### Schlussfolgerung

Wir erhielten für alle vier Vulkane qualitativ hochwertige Messergebnisse und konsistente Messungen der Windgeschwindigkeiten. Durchschnittliche  $\text{SO}_2$ -Emissionsraten lagen für San Cristóbal bei  $3,7 \text{ kgs}^{-1}$ , für Telica bei  $6,4 \text{ kgs}^{-1}$  bei Cerro Negro bei  $0,1 \text{ kgs}^{-1}$  und für Momotombo bei  $0,5 \text{ kgs}^{-1}$ . Die Emissionen von Momotombo und Telica blieben den Tag über stabil, wohingegen die Emissionen von San Cristóbal starke Schwankungen von  $2-8 \text{ kgs}^{-1}$  über drei Stunden aufwies. Die Emissionen von Telica sind während der vergangenen acht Monate von März bis November 2002 um das Dreifache angestiegen. Dies unterstreicht die Notwendigkeit regelmäßiger und häufiger Messungen, mit denen die typischen Emissionsraten der einzelnen Vulkane erfasst werden können.

Die Mini-DOAS Geräte haben sich unter extremen Geländebedingungen sehr bewährt, insbesondere die Kombination aus dem "Scanning Mini-DOAS" und dem "Dual Beam" zur Bestimmung von Windgeschwindigkeit und Plumehöhe.

Thus it seems like the emission rates were reversed with Telica showing an increase of factor 3 and San Cristóbal a decreased of factor 3. To investigate this further, time resolved measurements were made on the 23-24 November using the scanning mini-DOAS set-up, and plume height and wind measurements with the Dual Beam mini-DOAS instrument. These measurements revealed a relatively steady emission from Telica of  $6.4 \text{ kgs}^{-1}$ , while the emissions from San Cristóbal showed a strong variation between  $2-8 \text{ kgs}^{-1}$  over the 3 hours of measurements. Thus it seems like there has been a significant increase in emissions from Telica over the 8 months period, while the change seen on San Cristóbal may be an effect of its short-term temporal variations. This is also consistent with the emissions measured in 14 further traverses made from ground during 22-24 November.

### Momotombo and Cerro Negro

Using the "zenith sky mini-DOAS" mobile traverses were obtained by emissions from Momotombo on the 18-19 November. Wind measurements were made from the summit throughout the day. The emissions as well as the wind (about  $10 \text{ ms}^{-1}$ ) were found to be very stable: 9 measurements on 18 November resulted in an average emission of  $0.53 \pm 0.1 \text{ kgs}^{-1}$ . On 19 November eight measurements indicated an average emission of  $0.49 \pm 0.12 \text{ kgs}^{-1}$ . Two zenith sky mini-DOAS traverses were issued by foot along the western crater rim of Cerro Negro on March 4. The position was logged with a GPS, and wind measurements were made every 50 m. The measurements were complicated by very strong and gusty winds, giving emission rates of  $0.10$  and  $0.15 \text{ kgs}^{-1}$  respectively. On 21 November two successful traverses were issued by car, driving on lapilli deposits on the SW flank of the volcano. Simultaneous wind was measured from the summit. This time the wind was very low,  $2 \text{ ms}^{-1}$ , giving fluxes of  $0.44$  and  $0.52 \text{ kgs}^{-1}$ , respectively.

Good quality measurements, with consistent wind measurements, have been obtained for all four volcanoes, yielding average emissions of: San Cristóbal  $3.7 \text{ kgs}^{-1}$ , Telica  $6.4 \text{ kgs}^{-1}$ , Cerro Negro  $0.1 \text{ kgs}^{-1}$  and Momotombo  $0.5 \text{ kgs}^{-1}$ . Momotombo and Telica showed stable emissions over the day, while San Cristóbal showed a variation between  $2-8 \text{ kgs}^{-1}$  over 3 hours. The emissions from Telica have increased a factor of 3 over the 8 months from March-November 2002, highlighting the need for frequent measurements to obtain typical fluxes from a single volcano. The mini-DOAS instruments used have performed very well under extreme expedition conditions. Especially the merits of the combination of the scanning mini-DOAS and the Dual Beam set-up for determination of wind speed and plume height is recognized.

## 2002 abgeschlossene Projekte

### Der Eintritt heißer pyroklastischer Ströme in Gewässer: Quantifizierung der physikalischen Prozesse und assoziierter Vulkan Gefahren

Der Eintritt heißer pyroklastischer Ströme in Wasser wurde in einer Serie von Experimenten beobachtet, in denen schießende granulare Ströme von heißer Ignimbritasche ( $\leq 403^\circ\text{C}$ ), deren Raumdichte ähnlich der von Wasser war, eine glatte Rinne hinab in einen Wasser gefüllten Tank flossen und unter einem Winkel von  $26^\circ$  auf das Wasser trafen. Ströme relativ kühler ( $\leq 150^\circ\text{C}$ ) Asche verdrängen beim Auftreffen impulsiv ein bestimmtes Wasservolumen und erzeugen so eine Welle, die sich vom Strand wegbewegt. Der granulare Strom teilt sich dann in zwei Bereiche: (1) Eine Feinaschewolke entsteht beim Eintritt ins Wasser und fließt schnell über Wasser den Tank hinunter. (2) Der Hauptteil des Materials durchdringt die Wasseroberfläche und vermischt sich mit dem Wasser. So entsteht eine turbulente Mischungszone, ähnlich einem hydraulischen Sprung, die sich stromabwärts ausbreitet solange der Nachschub anhält. Bimse treiben dabei an die Oberfläche, lithische Partikel setzen sich am Boden ab, feinere Asche bleibt jedoch in Suspension und bildet einen Turbiditstrom, der den Tank hinunterfließt.

Zu höheren Temperaturen wird ein zunehmender Teil des einströmenden Materials zunächst entlang der Wasseroberfläche transportiert; fast alles Material nimmt diesen Weg bei Temperaturen  $>250^\circ\text{C}$ . Durch Mischung durch die Wasseroberfläche über einige Entfernung vom Strand entstehen Dampfexplosionen. Diese bilden Fontänen von trockener und nasser Asche sowie konvektiv aufsteigende Feinaschewolken. Die Stärke und laterale Verbreitung von Dampfexplosionen nehmen zu höheren Temperaturen und Massenfließraten zu. Die Explosionen erzeugen Wasserwellen, die über einige Entfernung weiter angetrieben werden durch Verdrängung durch den massiven Ascheauswurf der Fontänen. Die Fontänen liefern außerdem Feinaschenachschub in die auf dem Wasser fließende Aschewolke, welche daraufhin beschleunigt. Sediment aus den Fontänen und Aschewolken sinkt unter Wasser ab; grobe Partikel sammeln sich am Boden während feinere Asche einen Turbiditstrom bildet.

Hohe Temperaturen und schlechte Korngrößensortierung pyroklastischer Ströme sind die Schlüsselparameter für ihre Interaktion mit Wasserkörpern und den daraus resultierenden Gefahren. Schlechte Sortierung ermöglicht die Entstehung über Wasser fließender Aschewolken, sogar von kühlen Strömen. Hohe Temperaturen verursachen küstennahe Dampfexplosionen und ermöglichen erheblichen Massentransport über Wasser. Alle Ströme bilden beim Eintritt ins Wasser Tsunamis, wenn auch deren Entstehungsprozesse unterschiedlich sind.

Projektleiter:  
FREUNDT A

## Projects completed in 2002

### The entrance of hot pyroclastic flows into water: quantification of physical processes and volcanic hazards

The entrance of hot pyroclastic flows into water has been observed in a series of experiments in which shooting granular flows of hot ignimbrite ash ( $\leq 403^\circ\text{C}$ ) of bulk density near that of water run down a smooth chute and enter a water-filled tank at an angle of  $26^\circ$ . Flows of relatively cool ash ( $<150^\circ\text{C}$ ) impulsively displace some volume of near-shore water upon impact, generating a water wave that rapidly travels away from shore. The granular flow material then separates into two portions: (1) A fine-ash surge cloud is formed where the granular flow hits water and rapidly travels down-tank over water. (2) The main portion of material penetrates the surface and mixes with the water, creating a turbulent mixing zone resembling a hydraulic jump which advances downstream as long as the pyroclastic flow is maintained. Most pumice floats to the surface, lithics and coarse ash fall out onto the floor, but ash remaining in suspension forms a turbidity current that travels down the floor of the tank.

With increasing ash temperature, an increasing fraction of incoming material is initially transported along the water surface; almost all material takes this path at temperatures  $>250^\circ\text{C}$ . Mixing across the water surface over some distance from shore generates steam explosions forming fountains of wet and dry ash and convectively rising fine-ash plumes. Steam explosions increase in strength and lateral extent towards higher ash temperatures and mass fluxes. The explosions generate water waves that remain driven by massive fountain fallout across some distance from shore. The ash fountains feed pyroclastic surges which advance down tank over water at high speeds. Underwater plumes of sediment falling from the ash fountains and surges drop coarse load onto the floor while finer load forms a turbidity current.

High temperature and poor size sorting of pyroclastic flows are key parameters that determine the processes of interaction with water and the associated hazards. Poor sorting allows for the formation of ash-cloud surges moving over water even from cool flows. High temperatures cause littoral explosions and facilitate extensive mass transport over water. All flows generate tsunami waves by different mechanisms.

Principal investigator:  
FREUNDT A



## Die 1886 basaltische Spalteneruption des Tarawera Vulkans, Neuseeland

Am 10 Juni 1886 begann eine explosive Eruption basaltischen Magmas auf dem Mt. Tarawera, einem aus älteren rhyolithischen Lavadomen aufgebauten Berg. Die Eruption dauerte 4 Stunden und förderte etwa 1 km<sup>3</sup> einsprenglingsarmen Basalt, woraus sich eine hohe mittlere Eruptionsrate von  $2 \cdot 10^8$  kg/s ergibt. Die Eruption begann auf dem Berggipfel, breitete sich aber entlang einer neu gebildeten Spalte 2 km nach NE und 15 km nach SW ins Rotomahana Flachland aus. Die Ablagerungen der Eruption umfassen mächtige proximale Schlacken entlang der Spalte und weit verbreitete plinianische Fallablagerungen. Die strombolianische bis plinianische Hauptphase der Eruption folgte einer initialen, und endete mit einer finalen phreatomagmatischen Phase; die phreatomagmatischen Ablagerungen enthalten viel rhyolithisches Nebengestein. Die Eruption verlief nicht kontinuierlich entlang der Spalte, sondern in Form wechselnder Schlotte, wodurch eine komplexe Stratigraphie und Verschweißungszonierung in den Ablagerungen erzeugt wurde. Stratigraphische Korrelationen im Gelände wurden durch geochemische Analysen an den nur schwach vertikal zonierten Ablagerungen unterstützt. Die seitliche Verlagerung der einzelnen Schlotte war nicht kontinuierlich, sondern alternierte unregelmäßig. Die Eruptionen am SW Ende der Spalte begannen 2 Stunden nach dem Anfang auf dem Berg, woraus sich eine mittlere Migration von 2 m/s ergibt. Allerdings ist das am SW Ende eruptierte Magma wesentlich reichhaltiger in Mikrolithen und kleinen Einsprenglingen, was auf einen deutlich längeren Transport in einem tieferen Gang deutet.

Projektleiter:  
FREUNDT A

## Sr-Nd-Pb isotopengeochemische Untersuchungen an Sedimenten und Basalten der Pazifischen Platte sowie an Vulkaniten der Izu-Bonin-Mariana Konvergenzzone

Mit Hilfe von Sr-Nd-Pb Isotopenanalysen der auf ODP Leg 185 (Izu-Mariana Transect) erbohrten Sedimente und alterierten Ozeankruste ("Input") und der Vulkanite des Izu Arc/ Backarc Systems ("Output") ist der Eintrag in- und Austrag aus dem Inselbogen charakterisiert worden. Unsere Untersuchungen zeigen, dass unterschiedliche Sedimente (Tiefseeton, Chert, Karbonat) unterschiedliche Sr-Nd-Pb Isotopenverhältnisse aufweisen. Von diesen überlappen die der Karbonate mit denen der vulkanischen Front des Izu Arcs. Die im Izu Arc subduzierten Basalte weisen variable Alteration auf und entstammen im Gegensatz zu den Basalten die im Marianengraben subduziert werden, einer "normalen" MORB und keiner angereicherten Magmenquelle. Basierend auf der Pb Isotopie bietet sich ein Zwei-Komponenten-Mischungsmodell zur Erklärung der Isotopendaten der Output Proben an. Die unradiogene Komponente wird dabei durch den Mantelkeil mit indischer

## The 1886 basaltic fissure eruption of Tarawera volcano, New Zealand

An explosive eruption of basaltic magma began on June 10, 1886, on mount Tarawera, a mountain composed of a huge pile of rhyolite lava domes. The eruption lasted about four hours and discharged about 1 km<sup>3</sup> of phenocryst-poor basalt, indicating a high eruption rate of  $2 \cdot 10^8$  kg/s. Eruptive activity started on top of the mountain but rapidly extended 2 km to NE and 15 km to SW into Rotomahana lowlands along a newly formed fissure. The eruptive products are found as thick scoria deposits along the fissure and widely dispersed scoria fallout of Plinian bulk dispersal characteristics. The major Strombolian to Plinian interval is bracketed by an initial and a terminal phreatomagmatic phase rich in rhyolitic wall-rock debris. Activity along the 17-km-long fissure was not continuous but occurred at shifting foci, producing a complex overlapping stratigraphy and welding pattern in the proximal scoria deposits. Subtle vertical chemical variations in the deposits were used to support field-based stratigraphic correlations aimed to reconstruct how activity evolved along the fissure. Migration of active vents was not continuous but irregularly alternating. Eruptions at the SW end of the fissure commenced two hours after onset on the mountain, giving an average lateral progress of about 2 m/s. Magma erupted at the SW end is richer in microlites and microphenocrysts (pl, cpx) than that discharged on the mountain, indicating extended subterraneous migration and cooling.

Principal investigator:  
FREUNDT A

## Sr-Nd-Pb isotope analyses of sediments and basalts from the Pacific Sea Plate and volcanics from Izu-Bonin-Mariana arc/backarc system

Based on Sr-Nd-Pb isotope analyses from sediments and altered oceanic crust (input) drilled during ODP Leg 185 (Izu-Mariana transect) and volcanics from the Izu arc/backarc system (output), the input into and output from the Izu arc was characterized. Our investigations reveal different radiogenic isotope ratios of different sediments (clays, cherts, carbonates) of which only carbonates overlap with the volcanic front of the Izu arc. The basalts subducted into the Izu trench are variably altered. Compared to the altered crust subducted into the Mariana trench, the crust subducted into the Izu trench is "normal" MORB and not enriched. Based on the Pb isotopes we suggest a two-component model to explain the isotope ratios of the Izu arc output. The endmember unradiogenic in Pb has to be the mantle wedge with Indian Ocean MORB signature. For the radiogenic two possibilities arise: 1.) a subduction component generated from homogeneous mixing of



MORB Signatur repräsentiert. Für die radiogene Komponente gibt es 2 Möglichkeiten: 1.) eine Subduktionskomponente bestehend aus einem homogenen Gemisch aus subduziertem Sediment und subduzierter alterierter Ozeankruste oder 2.) karbonat-reiches Sediment. Beide Szenarien lassen sich modellieren.

Projektleiter/ Mitarbeiter:

HOERNLE K, HAUFF F, SCHMIDT A, STRAUB SM

### **Geochemische Entwicklung des Vulkanismus in der Alborán Region: Bedeutung für die Entstehung mediterraner Back-Arc-Becken**

Gegenstand des Projekts waren die Untersuchung (1) der Entstehung mediterraner Back-Arc-Becken am Beispiel des Alborán Beckens (westliches Mittelmeer), und (2) der Ursachen der Messinischen Salinitätskrise (5.3 - 6.0 Ma), während der das Mittelmeer austrocknete.

Die Entstehung des Alborán Beckens durch Ablösung/ Abschälung verdickter kontinentaler Lithosphäre, Mantel-Diapirismus, oder durch Subduktion ozeanischer Lithosphäre wird seit mehr als 10 Jahren kontrovers diskutiert. Zur Klärung dieser Frage haben wir einen umfassenden geochemischen und geochronologischen Datensatz (Haupt- und Spurenelemente, O-Sr-Nd-Pb-Isotope,  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  Altersdaten) Miozäner bis Pleistozäner Vulkanite der Alborán-Region zusammengestellt. Die neuen geochemischen und geochronologischen Daten belegen eine Entstehung des mediterranen Alborán Beckens durch Subduktion ozeanischer Lithosphäre und sprechen gegen Lithosphären-Ablösung/Abschälung bzw. Mantel-Diapirismus.

Die Messinische Salinitätskrise, eines der dramatischsten geologischen Ereignisse weltweit seit dem Känozoikum, resultierte aus der Schließung mariner Passagen zwischen dem Atlantischen Ozean und dem Mittelmeer, wobei der Schließungsmechanismus jedoch lange rätselhaft blieb. Geochemie und Geochronologie der Vulkanite der Alborán-Region zeigen einen dramatischen Wechsel in der Mantel-Zusammensetzung der eruptierten Magmen von Subduktions-bezogen zu Intraplatten-Magmatismus zwischen 6.3 und 4.8 Ma, weitgehend synchron mit der Messinischen Salinitätskrise. Die Kombination dieser Daten mit thermomechanischen Modellierungen zeigt, dass eine Kombination von westwärtiger Versteilung und Rollback subduzierter Lithosphäre des Tethys-Ozeans und die assoziierte, regionale Aufwölbung der Asthenosphäre sowohl den Wechsel in den Magmenzusammensetzungen wie auch die Heraushebung der afrikanischen und iberischen Plattengrenzen unter den Spät-Miozänen marinen Passagen verursacht haben kann und dadurch die Messinische Salinitätskrise auslöste.

Projektleiter/Projektmitarbeiter:

HOERNLE K, v. d. BOGAARD P, DUGGEN S

subducted sediment and subducted altered oceanic crust or 2.) carbonate rich sediment. Both scenarios can be modeled.

Principal investigator/Collaborator:

HOERNLE K, HAUFF F, SCHMIDT A, STRAUB SM

### **Geochemical evolution of the volcanism in the Alborán region: Implications for the origin of Mediterranean back arc basins**

The major goals of the project were to constrain the origin of 1) Mediterranean-style back-arc basins, using the Alborán Basin (westernmost Mediterranean) as a type example of such a "back-arc basin", and 2) the Messinian Salinity Crisis (5.3-6.0 Ma) during which the Mediterranean Sea was desiccated.

For more than a decade, scientists have debated whether the Alborán Basin was formed through detachment/delamination of thickened continental lithosphere, mantle diapirism, or subduction of oceanic lithosphere. We have compiled a comprehensive geochemical and geochronological dataset (major and trace element, O-Sr-Nd-Pb-isotope and Ar/Ar age data) of Miocene through Pleistocene volcanic rocks in the Alborán region. The new geochemical and geochronological data provide evidence for the formation of the Alborán Mediterranean-style back-arc basin through subduction of oceanic lithosphere, arguing strongly against the detachment/delamination and mantle diapirism models.

The Messinian Salinity Crisis, which was one of the most dramatic events on Earth during the Cenozoic, resulted from the closure of marine gateways between the Atlantic Ocean and the Mediterranean Sea. The mechanism for closing these gateways however has remained enigmatic. The geochemical and geochronological data, however, show that a dramatic shift occurred in the geochemistry of mantle-derived volcanic rocks, reflecting a change from subduction-related to intraplate-type volcanism between 6.3 and 4.8 Ma ago, largely synchronous with the Messinian Salinity Crisis. Combination of the geochemical and geochronological data with a thermo-mechanical model show that westward steepening and rollback of subducted Tethys oceanic lithosphere and associated asthenospheric upwelling can produce the shift in magma chemistry and the necessary uplift (~ 1 km) along the African and Iberian plate margins to close the Late Miocene marine gateways, causing the Messinian Salinity Crisis.

Principal investigator/Collaborator:

HOERNLE K, v. d. BOGAARD P, DUGGEN S



## 2002 begonnene Projekte

### **VULKOSA: Ursache und Auswirkungen des Vulkanismus im östlichen Nordatlantik und westlichen Mittelmeer**

Die Entstehung des ca. 1700 km langen Vulkangürtels im östlichen Nordatlantik sowie die Ursachen des Vulkanismus der Alboransee im westlichen Mittelmeer sind Gegenstand kontroverser Diskussion. Während der METEOR-Fahrt M51-1 wurden in den Arbeitsgebieten vulkanische Seamounts und andere submarine Strukturen kartiert und beprobt. Schwerpunkte bildeten die submarinen Strukturen entlang der Azoren-Gibraltar-Transformstörung und des Madeira-Tore Rückens, submarine Flanken der Madeira Inselgruppe, bisher noch unbeprobte, isolierte Seamounts der postulierten Madeira und Kanaren Hotspots sowie vulkanische Strukturen in der Alboransee. Petrologische und geochemische Untersuchungen (einschließlich Sr-Nd-Pb-Hf-Isotopenanalytik) an den geborgenen Proben sowie  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  Laserdatierungen werden helfen, die bisher konkurrierenden Modelle für die Ursachen und die Entwicklung des Vulkanismus in den Arbeitsgebieten grundsätzlich zu überprüfen. Die gewonnenen Daten liefern dabei auch wertvolle Informationen über mögliche Vulkangefahren wie z.B. potentielle Eruptionen entlang der neuentdeckten küstennahen Vulkazone südlich Madeiras. Übergeordnetes Ziel ist die Rekonstruktion der Manteldynamik im östlichen Nordatlantik und dem westlichen Mittelmeerraum im Laufe des Känozoikums.

#### Projektleiter/Mitarbeiter:

HOERNLE K, v. d. BOGAARD P, KLÜGEL A,  
GELDMACHER J

### **Entstehung pulsierender und kontinuierlicher Eruptionen von pyroklastischen Strömen am Beispiel von zwei großvolumigen Ignimbriten in Hokkaido (Japan)**

Zwei unterschiedliche Typen (homogen bzw. durch flow units gegliedert) großvolumiger Ablagerungen von pyroklastischen Strömen (Ignimbriten), die von der quartären Kutcharo Caldera in Hokkaido (Japan) eruptiert wurden, sollen im Gelände und Labor untersucht werden, um ihre Eruptions- und Transportmechanismen zu rekonstruieren.

Im Zentrum steht die Frage nach den Ursachen für die unterschiedlichen Eruptionsprozesse während eines Calderaeinbruchs sowie im post-caldera-Stadium. Diese Frage soll anhand vertikaler und lateraler struktureller Unterschiede und Zahl und Ausdehnung von Fließeinheiten (flow units) analysiert werden. Ein zweites Ziel ist die Untersuchung magmatischer Randbedingungen der syn- und post-caldera Eruptionen anhand vertikaler kompositioneller Unterschiede. Aus diesen Daten sollen die genetischen Unterschiede in der Entstehung kontinuierlicher bzw. pulsierender plinianischer Eruptionssäulen abgelei-

## Projects started in 2002

### **VULKOSA: Origin and impact of volcanism in the eastern North Atlantic and western Mediterranean**

The origin of the 1700 km long volcanic belt in the eastern North Atlantic and the cause of volcanism in the Alboran Sea in the western Mediterranean are controversial. Volcanic seamounts and other submarine structures 1) along the Azores-Gibraltar-transform fault, 2) the Madeira-Tore ridge, 3) submarine flanks of the Madeira archipelago, 4) isolated seamounts of the postulated Madeira and Canary hotspot tracks and 5) volcanic structures in the Alboran Sea were mapped and sampled during the METEOR M51-1 cruise. Petrologic and geochemical investigations (including Sr-Nd-Pb-Hf isotope analyses) and  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  laser age dating will help to evaluate the competing models for the cause and evolution of volcanism in these areas. The new data also provide important information about possible volcanic hazards such as potential eruptions along the newly discovered volcanic zone close to the southern shore of Madeira. The overall goal is to reconstruct the mantle dynamics in the eastern North Atlantic and western Mediterranean over the course of the Cenozoic.

#### Principal Coordinator/Collaborator:

HOERNLE K, v.d. BOGAARD P, KLÜGEL A,  
GELDMACHER J

### **Development of pulsating and continual eruptions of pyroclastic flows analyzed on large volume ignimbrites in Hokkaido (Japan)**

Two types of pyroclastic flow deposits (ignimbrites) will be studied to refine criteria for internal and external forcing mechanisms in large volume highly explosive eruptions. Methods include field and laboratory methods. Geochemical characterization of whole rocks and melt inclusions will focus on volatile elements. Structural and textural methods, including image analysis are applied to define sets of parameters for large volume pyroclastic versus hydroclastic eruptions. Examples are two Quaternary ignimbrites in Hokkaido (Japan) with magma volumes of 70-100 km<sup>3</sup>.

One ignimbrite is chemically zoned, was fragmented pyroclastically and eruption appears to have been triggered by injection of mafic magma into a rhyolitic magma reservoir. The other rhyolitic ignimbrite reflects pulsating eruptions through a water-filled caldera basin, eruptive and fragmentation processes being dominated by sustained magma-water interaction throughout the eruption.

#### Principal investigator/Collaborator:

SCHMINCKE H-U, SUMITA M



tet werden. Ferner sollen die relativen Anteile interner und externer Forcing-Mechanismen abgeschätzt werden, insbesondere verursacht durch den Kontakt eines aufsteigenden Zweiphasensystems mit Grund-/Seewasser, sowie die Auswirkung von Volatilengradienten ( $H_2O$ , S, Cl, F und  $CO_2$  und Spurenelementkonzentrationen) auf die Eruptionsdynamik.

Projektleiter/Mitarbeiter:

SCHMINCKE H-U, SUMITA

### **Strukturelle, vulkanische und kompositionelle Evolution des Costa Giardini Diatremes (Monti Iblei, Sizilien)**

Zielsetzung ist die chemische und strukturelle Evolution des markantesten miozänen Diatremes in einem Diatremeschwarm in der gehobenen Karbonatplattform der Ibleischen Berge, Beispiel für das erste untersuchte submarin entstandene Diatrem. Zentrale Fragen sind die Beziehung der stark  $SiO_2$ -untersättigten Lavazusammensetzung (Nephelinite) zur Dynamik des Messinians sowie die Fragmentierungsmechanismen und Wechselwirkungen zwischen intrusiven und extrusiven Prozessen und Interaktion des Magmas mit Meerwasser und wassergesättigten Kalkschlämmen. Aus der strukturellen Kartierung soll die Beziehung zwischen Regionaltektonik und Kollapsstrukturen des Diatremkraters abgeleitet werden. Vulkanologisch steht die Frage nach den Transportmechanismen von Hochgeschwindigkeitssystemen (base surges) unter Wasserbedeckung im Vordergrund.

Projektleiter/Mitarbeiter:

SCHMINCKE H-U, SUITING I

### **Structural, volcanic and compositional evolution of Costa Giardini Diatreme (Monti Iblei, Sicily)**

The Sortino Diatrem ist the first diatreme known to have erupted under submarine conditions. It is the most prominent in a swarm of Miocene diatremes that penetrated the Mesozoic carbonate platform of the Iblean Mountains. Problems to be studied include: Temporal and genetic relationship of the highly undersaturated magmas (nephelinites) to the Messinian; submarine eruptive processes and complex interaction of rising magma with water and water-saturated calcareous muds; structural relationship between complex diatreme crater and regional tectonics; transport mechanisms of base surges in shallow water.

Principal Coordinator/Collaborator:

SCHMINCKE H-U, SUITING I



## Laufende wissenschaftliche Projekte

### Current scientific projects

Projektleitung / Mitarbeiter	Projekttitle		Finan- zierung	Zeitraum
Principal investigator(s) / collaborator(s)	Project title		Funding source	Duration
FREUNDT A SCHMINCKE H-U	Zeitliche Bilanz der Gasfreisetzung und Entgasungsdynamik explosiver Subduktionszonen-Vulkane	Gas-release record and degassing dynamics of pleistocene to recent arc-volcanism	DFG SFB 574 C4	2001 - 2004
HAASE K (CAU) HANSTEEN TH	Der chemische Einfluss der Kruste auf Ozeaninselmagmen während des Aufstiegs: eine Fallstudie von der Insel Sao Miguel, Azoren	The chemical influence of the crust on ascending ocean island magmas: a case study from Sao Miguel, the Azores	DFG	2001 - 2003
HANSTEEN TH SCHMINCKE H-U STRONCIK N MAICHER D	Entstehung, Aufstieg und partielle Entgasung mafischer Magmen der submarinen Riftzonen von La Palma und El Hierro, METEOR-Fahrt 43-1 (Schwerpunktprogramm „METEOR-Expeditionen“)	Genesis, ascent and partial degassing of mafic magmas from the submarine rift zones of La Palma and El Hierro, FS METEOR expedition 43-1	DFG	1999 - 2003
HANSTEEN TH KLUEGEL A (BREMEN) SCHMINCKE H-U ABRATIS M	Beprobung und Untersuchung von submarinen Vulkaniten und Kollapsablagerungen im Bereich der westlichen Kanaren (POSEIDON-Fahrt 270)	Sampling and investigations of submarine volcanics and collapse deposits of the Western Canary Islands (RV POSEIDON expedition 270)	DFG	2001 - 2003
HAUFF F HOERNLE K KROLIKOWSKA S	Der Einfluss von Meerwasser-alteration auf die Isotopensysteme Rb-Sr, U-Th-Pb, Sm-Nd und B in 14-28 Ma alter Ozean-kruste der Australisch-Antarktischen Diskordanz (AAD), ODP Leg 187	The effect of seawater alteration on the Rb-Sr, U-Th-Pb, Sm-Nd and B isotope systems in 14-28 Ma oceanic crust of the Australian Antarctic Discordance (AAD), ODP Leg 187	DFG	2000 - 2002
HAUFF F HOERNLE K	Skalierung von Schmelz-entwicklungsprozessen der Cumbre Vieja Riftzone auf La Palma (Kanarische Inseln) mit U-Serien Ungleichgewichten	Scaling of melt evolution processes within the Cumbre Vieja riftzone on La Palma (Canary Islands) using U-series disequilibria	DFG	2001 - 2003



<b>Projektleitung / Mitarbeiter</b>	<b>Projekttitel</b>		<b>Finan- zierung</b>	<b>Zeitraum</b>
<b>Principal investigator(s) / collaborator(s)</b>		<b>Project title</b>	<b>Funding source</b>	<b>Duration</b>
HOERNLE K VAN DEN BOGAARD CH	Die Bedeutung silikatischer Magmen bei der Krustenbil- dung: eine Fallstudie auf Island	The role of silicic magmas in crust formation: a case study on Iceland	DFG	2001 - 2003
HOERNLE K VAN DEN BOGAARD P KLUEGEL A GELDMACHER J	VULKOSA: Ursache und Aus- wirkungen des Vulkanismus im östlichen Nordatlantik und westlichen Mittelmeer	VULKOSA: Origin and impacts in the eastern North Atlantic and western Mediterranean	DFG	2002 - 2004
HOERNLE K WERNER R VAN DEN BOGAARD P HAUFF F	Die magmatischen Komplexe Südwest-Costa Ricas und Panamá: Eine Verbindung zwischen den jüngeren Galápagos- und der karibi- schen Flutbasaltprovinz?	The magmatic complexes of South-western Costa Rica and Panamá: A connection between the younger Galápagos and the Caribbean flood basalt province?	DFG	2000 - 2003
HOERNLE K HAUFF F SCHMIDT A STRAUB SM	Sr-Nd-Pb isotopengeochemi- sche Untersuchungen an Sedi- menten und Basalten der Pazi- fischen Platte sowie an Vulka- niten der Izu-Bonin-Mariana Konvergenzzone	Sr-Nd-Pb isotope study of sediments and basalts from the Philippine Sea Plate and lavas from the Izu-Bonin-Mariana arc/ backarc system	DFG	2000 - 2002
HOERNLE K VAN DEN BOGAARD P DUGGEN S	Geochemische Entwicklung von Magmatiten in der Alboran- region: Implikationen für die Entstehung von mediterranen Back-Arc-Becken	Geochemical evolution of the volcanism in the Alboran region: Implica- tions for the origin of Mediterranean back arc basins	DFG	1999 - 2002
HOERNLE K PORTNYAGIN M WERNER R	Charakterisierung der Rolle von Fluiden bei der Magmen- genese im Kurilen-Kamchatka- Bogen und Krustenentwicklung im Kurilenbecken (KOMEX-Teilprojekt 2)	Characterization of the role of fluids in the generation of magmas from the Kurile-Kam- chatka Arc and crustal evolution in the Kurile Basin (KOMEX-project 2)	BMBF	2001 - 2004
HOERNLE K WERNER R	Vulkanologische, petrologische und geochemische Untersu- chungen an Seamounts und ozeanischen Rücken im Bereich der vom Galápagoshotspot beeinflussten ozeanischen Kruste im Ostpazifik (SO 144 - 3 Paganini TP 3)	Volcanological, petrolo- gical and geochemical investigations of seamounts and oceanic ridges in the area of the East Pacific crust influenced by the Galápagos hotspot (SO 144 - 3 Paganini TP 3)	BMBF	1999 - 2002



Projektleitung / Mitarbeiter	Projekttitlel		Finan- zierung	Zeitraum
Principal investigator(s) / collaborator(s)	Project title		Funding source	Duration
HOERNLE K VAN DEN BOGAARD P KLUEGEL A GELDMACHER J	Ursache und Auswirkungen des Vulkanismus im östlichen Nordatlantik und westlichen Mittelmeer (Schwerpunktprogramm „METEOR-Expeditionen“)	Causes and consequences of volcanism in the eastern North Atlantic and the western Mediterranean (Special Focus Program „METEOR Expeditions“)	DFG	2002 - 2003
HOERNLE K VAN DEN BOOGAARD P	Untersuchung von mafischen, vulkanischen Gesteinen und Schmelzeinschlüssen, um die Bedingungen für die Flüsse von Fluiden und klimawirk- samen Komponenten an konvergenten Plattenrändern zu erfassen (SFB - C 2)	Constraints on the fluxes of fluids and climatically- active components at con- vergent margins from the study of mafic volcanic rocks and melt inclusions (SFB - C 2)	DFG	2001 - 2004
HOERNLE K HAUFF F WERNER R KOKFELT T	Multidisziplinäre Untersuchung über die gegenseitige Beein- flussung von Plume und aktivem Rücken im Bereich der Galápagos Inseln (SO 158 MEGAPRINT)	Multidisciplinary Examina- tion of Galápagos Plume Ridge Interaction (SO 158 MEGAPRINT)	BMBF	2001 - 2003
HOERNLE K HAUFF F KOKFELT T WERNER R	U-Serien Ungleichgewichte in Vulkaniten der neovulkani- schen Zone Islands: Schmelz- prozesse und Schmelzraten in Plume/Rücken-Systemem	U-Series disequilibria in volcanic of the neovol- canic zone of Iceland: Characterization of melting processes and melting rates in plume/ ridge systems	DFG	1998 - 2002
HORT M SCHMINCKE HU FREUNDT A URBANSKI N	Fragmentierung von Magma bei plinianischen Eruptionen	Fragmentation of magma during Plinian eruptions	DFG	2001 - 2003
HORT M SEYFRIED R	Entwicklung und Installation eines neuen Doppler Radar basierten Monitoringsystems zur Detektion und zum dauer- haften Monitoring von Dom- kollapsereignissen am Vulkan Merapi, Indonesien	Development and instal- lation of a Doppler Radar Monitoring System for monitoring and detection of the dome of Merapi, Indonesia	DFG	2001 - 2003
KLÜGEL A (BREMEN) HANSTEEN T VAN DEN BOGAARD P	Magmenentwicklung während der Entstehung eines Riftsys- tems am Beispiel einer typischen nordatlantischen Hotspot-	Magma evolution during the origin of a rift system as observed on a typical volcanic island in the North	DFG	2001 - 2003



<b>Projektleitung / Mitarbeiter</b>	<b>Projekttitle</b>	<b>Project title</b>	<b>Finan- zierung</b>	<b>Zeitraum</b>
<b>Principal investigator(s) / collaborator(s)</b>			<b>Funding source</b>	<b>Duration</b>
	Vulkaninsel: La Palma (Kanarische Inseln)	Atlantic: La Palma (Canary Islands)		
PHIPPS MORGAN J HORT M WALLMANN K	Verbreitung, Mechanismus und globale Implikationen des Volatilenzyklus in Subduktions- zonen: Massenbilanzen und Modelle	Extent, mechanism and implications of volatile turnover in subduction zones: Mass balances and models	DFG SFB 574	2001 - 2004
PHIPPS MORGAN J HORT M	Untersuchung von Entrainment- prozessen im Erdmantel mittels numerischer Modelle und ana- loger Laborexperimenten	Constraining mantle entrainment processes through laboratory analogue and numerical modeling	DFG	2001 - 2004
SACHS PM SCHMINCKE HU HANSTEEN H	Die Petrogenese hochdifferen- zierter Magmen in Seamounts	The petrogenesis of highly differentiated magmas in seamounts	DFG	1999 - 2002
SCHMINCKE H-U VAN DEN BOGAARD P WALTER T	Instabilität von Vulkanflanken - Analyse der Kollapsmechanis- men ozeanischer Inseln am Beispiel von Teneriffa (Kanarische Inseln)	Instability of volcanic flanks - Analysis of col- lapse mechanisms of oceanic islands as on Tenerife (Canary Islands)	DFG	2000 - 2003
SCHMINCKE H-U	Strukturelle, vulkanische und kompositionelle Evolution des Costa Giardini Diatremes (Monti Iblei, Sizilien)	Structural, volcanic and compositional evolution of Costa Giardini Diatreme (Monti Iblei, Sicily)	DFG	2000 - 2003
SCHMINCKE H-U	Internes und externes Forcing bei großvolumigen pyroklasti- schen Eruptionen am Beispiel von zwei großvolumigen quar- tären Ignimbriten in Hokkaido (Japan)	Internal and external forcing in large volume pyroclastic/hydroclastic flow eruptions analyzed in two large volume low aspect ratio Quaternary ignimbrites in Hokkaido (Japan)	DFG	2000 - 2004
SCHMINCKE H-U FREUNDT A SCHWARZKOPF L	Kristallisation, Entgasung und Fragmentierung von Lavadomen und Transportmechanismen der resultierenden pyroklasti- schen Block- und Aschenströme am Beispiel des Merapi Vulkans (Java, Indonesien)	Crystallization, degassing fragmentation of lava domes and transport me- chanisms of the resulting pyroclastic block and ash flows at Merapi Volcano (Java, Indonesia)	DFG	1997 - 2003



Projektleitung / Mitarbeiter	Projektitel	Project title	Finan- zierung	Zeitraum
Principal investigator(s) / collaborator(s)			Funding source	Duration
SCHMINCKE H-U FREUNDT A TROLL V	Entwicklung von hochdifferenzierten zonierten Magmare-servoiren auf Gran Canaria, Kanarische Inseln	Evolution of highly differentiated zoned magma reservoirs on Gran Canaria, Canary Islands	DFG	1999-2004
SCHMINCKE H-U HANSTEEN TH STEPH S	Vulkanfeldanalyse und Charakterisierung primitiver Mantel-Magmen der Eifel Vulkanfelder	Volcanic field analysis and characterization of primitive mantle-derived magmas from the Eifel volcanic fields	DFG	1999-2003
SCHMINCKE H-U HANSTEEN TH ABRATIS M	Geochemischer und petrologischer Vergleich der Schmelzanomalien des Kanarenarchipels und der Saharan Seamounts (Schwerpunktprogramm „METEOR-Expeditionen“)	The relationship between the melting anomalies of the Saharan Seamounts and the Canary Islands, (RV Meteor cruise 43-1)	DFG	1999-2002
SCHMINCKE H-U HANSTEEN TH HALMER M	Globale Bilanzierung vulkanogener stratosphärischer Aerosol-Vorläufer-Substanzen in Abhängigkeit vom tektonischen Milieu: Relevanz für die Ozon-Chemie und globales Klima	Global balancing of volcanic aerosol formers in the stratosphere: dependence on tectonic regime and relevance for the ozone chemistry and the global climate	GSF/BMBF	1997-2002
SCHMINCKE H-U PARK C	Zeitscheibe Laacher See Tephra: Volatilenbilanzierung, Ablauf und Umweltauswirkungen der plinianischen Eruption des Laacher See Vulkans in Mitteleuropa (DFG Schwerpunktprogramm „Wandel der Geo-Biosphäre“)	Timeslice Laacher See Tephra: Volatile budget, evolution and environmental impact of the Laacher See volcano	DFG	1993-2004
SCHMINCKE H-U SUMITA M	Sedimentologische, vulkanologische und geochemische Analyse der auf ODP Leg 157 erbohrten submarinen Kollapsablagerungen (ODP - Schwerpunktprogramm)	Sedimentological, volcanological and geochemical analysis of submarine collapse deposits drilled during ODP Leg 157	DFG	1998-2001
SACHS PM HANSTEEN TH SCHMINCKE HU STRAUCH W(Managua)	Gaseinträge in die Atmosphäre durch Subduktionszonen-Vulkanismus (Projekt GAS)	The input of gases into the atmosphere by subduction zone volcanism (Project GAS)	VW Foundation	2000-2004



<b>Projektleitung / Mitarbeiter</b>	<b>Projekttitle</b>	<b>Finan- zierung</b>	<b>Zeitraum</b>
<b>Principal investigator(s) / collaborator(s)</b>	<b>Project title</b>	<b>Funding source</b>	<b>Duration</b>

SACHS PM HANSTEEN TH	Nicht-explosive Volatilenfrei- setzung von Subduktions- zonen-Vulkanen: Globale Auswirkungen auf Atmo- sphärenchemie und Klima (Teilprojekt C 3 des SFB 574)	Quiescent volatile emissions of subduction zone volcanoes; Global impact on atmosheric chemistry and climate (project C3 of the DFG priority research programme 574)	DFG 2001-2004
-------------------------	---	---	---------------



## 2.3 Paläo-Ozeanologie

### Wissenschaftliches Profil

Der Ozean ist sowohl heute wie auch für einen langen Zeitraum der geologischen Vorzeit der wichtigste zusammenhängende Lebensraum auf der Erde. Die ozeanischen Wassermassen als das dominierende Kompartiment der Hydrosphäre stehen im Austausch mit der Atmosphäre, Kryosphäre, Biosphäre und mit dem Meeresboden, dessen Sedimentbedeckung das wichtigste globale Archiv der Veränderlichkeit dieser Wechselwirkung darstellt. Um mögliche zukünftige Veränderungen der menschlichen Umwelt bewerten und modellieren zu können, muss eine quantitative Rekonstruktion der wichtigsten Eigenschaften der marinen Ablagerungsräume, ihrer Steuerungsfaktoren, ihrer Variabilität, Veränderlichkeit und Entwicklung sowie Geschichte vorgenommen werden. Die Bewertung und Untersuchung von Extremzuständen des Systems Erde innerhalb der Erdgeschichte sind unverzichtbar.

Eine der zentralen Aufgaben der Paläo-Ozeanologie liegt in der Erstellung von Datengrundlagen für Rekonstruktionen der ozeanischen Dynamik über geologische Zeiträume. Die Forschungsfragen der Abteilung für Paläo-Ozeanologie richten sich daher auf Schlüsselgebiete dieser Disziplin, welche die Geschichte der physikalischen Zirkulation der ozeanischen Wassermassen und der chemischen Stoffflüsse im Ozeansystem betreffen und die die Entwicklung der marinen Lebenswelt behandeln. Größere Forschungsprojekte werden im Nordpolarmeer, im Europäischen Nordmeer, in der Laptev-See und im Hauptbecken des Nordatlantischen Ozeans durchgeführt. Sie umfassen jedoch auch andere Meeresgebiete im zentralen Atlantik, in der Karibik, im Mittelmeer, im Roten Meer, im Pazifik und im westlichen und mittleren Indischen Ozean.

Die Forschungsthemen konzentrieren sich auf mehrere große überregionale Themen:

- Känozoische Paläo-Ozeanologie: Dynamik von Ozean-Passagen
- Dynamik und Geschichte der ozeanischen Oberflächenwassermassen und Prozesse der Bodenwassererneuerung
- Zirkulation der Zwischenwassermassen und Ozean-Paläochemie
- Rekonstruktion der Meeresoberflächentemperaturen während der letzten Glazial-Interglazial-Zyklen
- Känozoische Vereisungsgeschichte
- Geschichte der Meeresspiegelschwankungen

## 2.3 Paleoceanology

### Scientific profile

The ocean is the most important interconnected environment for life on Earth, and it has been so for a long geologic time span. The oceanic water masses as the most important compartment of the hydrosphere interact with the atmosphere, cryosphere, biosphere and the sea floor, whose sediment cover represents the most important global archive of the variability of this interaction. For an evaluation and modelling of possible future changes in the human environment, a quantitative reconstruction of the most important properties of marine sedimentation areas, of their controlling effects, their variability, evolution and history as well as an evaluation and investigation of possible extreme conditions of the Earth's system are indispensable.

One of the central tasks of paleoceanology lies in providing data bases to reconstruct how the ocean dynamics have changed during the geological past. The research themes of the Department of *Paleoceanology* are aimed at key areas, which determine the physical circulation and chemical cycling in the ocean system as well as the evolution of marine biota. Major research programs are being carried out in the Arctic Ocean, the Norwegian-Greenland Sea, the Laptev Sea and the high-latitude North Atlantic, but also include other regions such as the tropical Atlantic, the Caribbean, the Mediterranean as well as areas in the Red Sea, the Pacific and western and central Indian Ocean.

The research topics are devoted to several major global themes:

- Cenozoic paleoceanology: dynamics of ocean passages
- Dynamics and evolution of surface water masses and bottom water renewal
- Intermediate water circulation and ocean paleochemistry
- Reconstruction of the ocean surface water temperatures during the last glacial and interglacial cycles
- Cenozoic glaciation history
- The record of sea-level changes





- Sedimentäre Bilanzen und der Massentransfer von den Kontinenten in die Ozeane
  - Paläo-Ozeanologie der tropischen Flachwasserkarbonate, der Karbonatproduktion, des Riffwachstums und des Sedimentexports
  - Kurzfristige Veränderlichkeit der marinen Umwelt, Klimaschwankungen, CO<sub>2</sub>-Entwicklung und Variation der Polarregionen vs. Tropen (Riffkorallen, Spongien, Eiskerne)
  - Frühwarnsysteme für globale Umweltveränderungen
  - Anpassung der marinen Lebewelt an extreme Umweltbedingungen
  - Organische Mikrofossilien und Ablagerungsgeschichte des organischen Materials in marinen Sedimenten
- Sedimentary budgets and mass transfer of the continents into the oceans
  - Paleooceanology of tropical shallow water carbonates, of carbonate production, of reef growth and of sediment export
  - Short-term variability of the marine environment, climatic changes, CO<sub>2</sub>-variability and variation of arctic versus tropics (reef corals, sponges, ice cores)
  - Early warning system for global environmental changes
  - Adaptation of the marine biota to environmental extremes
  - Organic microfossils and deposition history of organic material in marine sediments

Mit diesen Forschungsthemen deckt die Abteilung *Paläo-Ozeanologie* ein weites Spektrum von wissenschaftlichen Fragestellungen und Regionen ab, die alle für unser Verständnis dafür wichtig sind, wie das System Erde heute und in der geologischen Vorzeit reagiert hat und wie sich die globale Umwelt in der Zukunft entwickeln wird.

With these topics the research of the Department of *Paleooceanology* covers a wide range of aspects and geographic regions, which are important to our understanding as to the operation of the system Earth in the present, past and future.

## Forschungsansätze

### Datenerhebung in natürlichen Klima-Archiven

Grundlage aller paläo-ozeanographischen Arbeiten ist die detaillierte Beprobung hochauflösender Zeitserien. Je nach Untersuchungsmaterial und -gebiet liegt die zeitliche Auflösung in der Größenordnung für marine pelagische Sedimente der jüngeren Erdgeschichte bei  $\geq 100$  Jahren. In Hochakkumulationsgebieten, wie Auftriebsregionen, kann diese in den meist laminierten Sedimenten in den Dekaden- bis Subdekadenbereich gedrückt werden. Bei individuellen, langlebigen marinen Biota, wie Schwämmen oder Korallen, sind Zeitserien mit einer saisonalen Auflösung von weniger als einem Monat möglich. Hierbei dienen diskret abgebildete Wachstumslagen als Zeitindikatoren.

### Physikalische Eigenschaften von Meeresbodensedimenten

Um die Entwicklungsgeschichte der Sedimentablagerungen in Ozeanbecken zu bestimmen und Rückschlüsse auf die Steuerungsmechanismen während der Ablagerungsprozesse zu ziehen, wird ein Multi-Sensor Kernlogger eingesetzt, der die sedimentologischen und geophysikalischen Untersuchungen in geeigneter Weise miteinander verbindet.

## Research approaches

### Data collection from natural climate archives

Detailed sampling of high-resolution time series is the basis of all paleoceanographic studies. The resolution in time is in the order of  $\geq 100$  years for marine pelagic sediments of the more recent geological history depending on the material and the area of study. A resolution in the decadal to subdecadal range, however, can only be achieved in predominantly laminated sediments of regions of high accumulation rates like upwelling areas. Time series with a seasonal resolution of less than one month are possible in individual, long-living marine biota such as sponges or corals exhibiting distinct growth layers that serve as time indicators.

### Physical properties of ocean floor sediments

In order to determine the evolution of the sedimentary deposition in ocean basins and to draw conclusions about the controlling mechanisms during the depositional processes, a multi-sensor core logger is used, which relates the sedimentological and geophysical measurements in a suitable way.



Der Multi-Sensor Kernlogger misst die physikalischen Eigenschaften von Meeresbodensedimenten, d.h. Laufzeit von Kompressionswellen (Kompressionswellengeschwindigkeit), Abschwächung von Gamma-Strahlung einer  $^{137}\text{Cs}$ -Quelle (Sedimentdichte) und die magnetische Suszeptibilität.

The multi-sensor core logger measures the physical properties of ocean floor sediments, i.e. the propagation time of compressional waves (compressional wave velocity), the attenuation of gamma rays from a  $^{137}\text{Cs}$  source (bulk density) and the magnetic susceptibility.

### Quantitative Zeitmarken

In den letzten Jahren hat die Sauerstoffisotopenstratigraphie und ihre Anbindung an die astronomische Zeitskala zu einem rasanten Fortschritt in der zeitlich hochauflösenden Datierung von neogenen Sediment-profilen geführt – eine Methode, die bei GEOMAR seit mehreren Jahren angewandt und ständig verfeinert wird. Grundlage dieser Methode ist, dass die Schwankungen in den  $\delta^{18}\text{O}$ -Klimakurven (sowie anderer Klimaproxydaten) den Schwankungen der Sonneneinstrahlung folgen, die durch zyklische Veränderungen in den Erdumlaufbahnparametern (Erdschiefe und Präzession) gesteuert werden. Die  $\delta^{18}\text{O}$ -Chronostratigraphie liefert kontinuierlich alle 10.000 oder 20.000 Jahre, entsprechend einem halben Präzessions- oder Erdschiefezyklus, einen Alterspunkt bei einem absoluten Fehler von nur wenigen tausend Jahren.

### High precision chronostratigraphy

During the past decade, rapid progress in establishing a high resolution Neogene timescale was obtained by tuning cyclic variations in oxygen isotope records to the astronomical parameters - a method that has been applied and constantly refined at GEOMAR for several years. This method is based on the fact that cyclic changes in  $\delta^{18}\text{O}$ -climate records (and other climate proxy records) are linked to variations in insolation caused by cyclic variations in the Earth's orbital parameters (obliquity and precession). The  $\delta^{18}\text{O}$ -chronostratigraphy continuously provides an age control point every 10,000 or 20,000 years corresponding to half a precession or half an obliquity cycle. The error includes only a few thousands of years.

### Biogene Proxies

Untersuchungen zu Wachstum und Verbreitung von Rifforganismen sind ein Schwerpunkt der paläontologischen Arbeiten bei GEOMAR. Nach der Bestandsaufnahme und Datenerfassung werden statistische Methoden zur Analyse der Faunen- und Florenvergesellschaftungen herangezogen, um Gruppen zu bilden und diese mit Umweltparametern in Beziehung zu setzen. Diese Relationen haben sich im Fossilen und Rezenten als zuverlässige Proxies unter anderem für Temperatur, Salinität, Durchlüftung, Bodenströmungen und Produktivität erwiesen und werden mit Erfolg angewandt. Hierbei werden alle gängigen und neuen innovativen, mikroskopischen und bildverarbeitenden Methoden herangezogen.

### Biogenic proxies

The growth and distribution of marine coral-reef organisms is one of the main subjects of paleontological research at GEOMAR. Statistical methods are further applied to faunal and floral assemblage data to create species groups and cluster, which are related to environmental parameters. These relationships are reliable proxies for water temperature, salinity, oxygenation, near-bottom currents and productivity. They are calibrated with the recent situation and are successfully applied to geological records. In this approach, all current, new and innovative microscopical and image processing methods are applied.

### Chemische Proxies

In der Paläo-Ozeanologie werden zur Zeit verschiedene geochemische Proxies zur Rekonstruktion der Paläo-produktivität, der Wassertemperatur, der Salinität und der  $\text{pCO}_2$ -Schwankungen untersucht und routinemäßig angewendet. Die Untersuchung weiterer Proxies zur Rekonstruktion von Paläo-produktivität, Paläo-pH-Werten und Paläo-Redoxbedingungen im Sediment wird derzeit an ausgewählten Beispielen getestet.

### Chemical proxies

The paleoceanographical working group currently studies and routinely applies different geochemical proxies to reconstruct paleoproductivity, water temperature, salinity and  $\text{pCO}_2$  variations. At present, further proxies reflecting the paleoproductivity, the paleo pH-value and the redox conditions in the sediment are tested on selected examples.

Zum Verständnis der chemischen und paläochemischen Signalbildung werden nicht nur Untersuchungen an rezenten planktischen Organismengruppen durchgeführt (Planktonnetze, Sinkstoff-Fallen), sondern auch meereschemische Analysen sowie Kultivierungsversuche mit variablen Umweltbedingungen vorgenommen.

In order to better understand the generation of the geochemical and paleochemical signals, on the one hand, investigations focus on recent planktic organisms (plankton nets, sediment traps), and, on the other hand, laboratory cultivating experiments with varying environmental conditions and hydrochemical analyses are carried out to complete the understanding.



Zur Aufbereitung der Proben für physikalisch-chemische Messmethoden stehen verschiedene Laboratorien zur Verfügung:

- Massenspektrometer für O und C
- ICP-OES mit Polychromator (zur Simultanmessung verschiedener Elemente)
- ICP-MS-Technik (letztere in Kooperation mit dem Institut für Geowissenschaften Kiel)
- Elektronenstrahlmikrosonde
- Thermionen-Massenspektrometer (TIMS) mit Cd-/V-Analytik
- Röntgenfluoreszenz-Analytik
- Leco-Analytik
- Leaching-Verfahren (biogener Opal)
- CHN-Analyzer ( $C_{org}$ , C/N-Verhältnis)
- Rock-Eval-Pyrolyse in Kooperation mit anderen Instituten
- Kerogenmikroskopie
- Röntgendiffraktometrie

### Satellitenfernerkundung zur Bestimmung ozeanographischer und geophysikalischer Phänomene

Fernerkundung von Satelliten als auch von Flugzeugen wird traditionell in den Geowissenschaften betrieben. In Ergänzung zu diesen Fernerkundungsdaten kommen gleichzeitig aber im marinen Bereich *in situ*-Messungen mit einer neu entwickelten Multisensormethodik, Simulationsmodelle für die Modulation der Radar-rückstreuung und Strahldichte der direkten Sonnenreflexion sowie Zirkulationsmodelle zur Anwendung.

Signaturen der submarinen Bodentopographie wie Gezeitenstrombänke, Sandwellen und andere markante Änderungen des Seegrundes können durch Synthetic Aperture Radar (SAR) und Real Aperture Radar (RAR) in Küstengewässern mit starken (Gezeiten-)Strömungen abgebildet werden.

### Die Modellierung

Die Modellierung paläo-ozeanographischer Zustände des gesamten Weltmeeres oder seiner Teilbecken hat sich in den vergangenen Jahren zu einem wichtigen Werkzeug der Untersuchungen zum Verständnis der zeitlichen Veränderlichkeit des Weltmeeres entwickelt. Neben Boxmodellen haben sich in Anlehnung an die ozeanographische und meteorologische Modellierung „Global Circulation Models“ (GCM) etabliert.

Geologische Daten aus dem marinen Bereich stammen überwiegend aus Bohrungen oder seismischen Messungen und Profilen. Um realistische Ausgangsbedingungen für ein Rechenmodell zu erhalten, müssen diese lokalen Daten in einen überregionalen, räumlichen, zeitlichen und numerischen Zusammenhang gestellt werden, d.h. es muss ein möglichst realistisches vierdimensionales System erstellt werden.

Die bei GEOMAR zur Zeit gerechneten Modelle haben eine räumliche Auflösung von etwa 1 x 1 Grad sowie eine

For sample preparation for physico-chemical measurements, various facilities are available:

- Mass spectrometry for O and C
- ICP-OES equipped with a polychromator (for simultaneous measurements of different elements)
- ICP-MS technique (in cooperation with the Institute for Geosciences Kiel)
- Electron microprobe
- Thermion mass spectrometer (TIMS) with Cd-/V-analysis
- X-ray fluorescence
- Leco elemental analysis
- Leaching method (biogene opal)
- CHN analysis ( $C_{org}$ , C/N ratio)
- Rock Eval pyrolysis in cooperation with other institutes
- Kerogen microscopy
- X-Ray diffraction

### Satellite remote sensing for the determination of oceanographic and geophysical phenomena

Traditionally, marine remote sensing measured from satellites and aircrafts is applied to geosciences. However, in the marine area *in situ* measurements with a newly developed multi-sensor approach, models of the radar cross-section modulation and radiance modulation of the direct sunlight reflection and circulation models complete the remote sensing data.

Signatures of the submarine bottom topography such as tidal current ridges, sand waves and other distinct changes of the sea floor can be imaged by Synthetic Aperture Radar (SAR) and Real Aperture Radar (RAR) in coastal waters with strong (tidal) currents.

### Sediment budgets and stratigraphic modelling

During the last years, modelling of paleoceanographic conditions of the entire ocean or its subbasins turned out to be an important tool for the study of oceanic variations in time. In addition to box models global circulation models (GCM) were established.

Marine geological data are mainly obtained from bore holes, seismic measurements and seismic profiles. In order to obtain a numeric model with realistic boundary conditions, the local data have to be brought into a spatial, temporal and numerical large-scale context, i.e. a realistic four-dimensional system is constructed.

The models that are run at the Department of Paleooceanology have a spatial resolution of 1 x 1 degree and an age resolution of 100,000 years. The study area covers different basins of the northern and mid-Atlantic. For the Cenozoic and selected periods of early Phanerozoic times, reconstruction calculations are carried out. The results of these model calculations are of importance, e.g. to paleoclimate models, because their results strongly depend on the topography of the area studied.



zeitliche Auflösung von 100.000 Jahren. Das Untersuchungsgebiet erstreckt sich auf verschiedene Becken des nördlichen und mittleren Atlantiks. Rekonstruktionsrechnungen werden zur Zeit für das Känozoikum und ausgewählte Abschnitte des älteren Phanerozoikums durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Modellrechnungen sind von großer Bedeutung zum Beispiel für Paläoklimamodelle, deren Ergebnisse stark von der Topographie im betrachteten Gebiet abhängig sind.

### **Ocean Drilling Stratigraphic Network (ODSN)**

Seit 1968 wurden in internationaler Zusammenarbeit im Rahmen des Deep Sea Drilling Project (DSDP) und Ocean Drilling Program (ODP) bislang mehr als 170 Expeditionen durchgeführt, bei denen an etwa 1.000 Lokationen Bohrungen abgeteuft wurden. Das zutage geförderte Material aller Bohrungen wurde unter lithologischen, sedimentologischen, paläontologischen, geophysikalischen, magnetischen und stratigraphischen Aspekten beprobt und bearbeitet. Die Bearbeitungen führten zu einer unermesslichen Menge an hochinteressantem wissenschaftlichen Datenmaterial, an dem zum großen Teil noch heute gearbeitet wird. Das Ocean Drilling Stratigraphic Network (ODSN) ist ein Gemeinschaftsprojekt von GEOMAR und der Universität Bremen und aktualisiert ständig die neuen Daten (siehe [www.ods.n.de](http://www.ods.n.de)).

### **Geologisch-Archäologische Arbeitsgruppe GeoArc**

Nach zahlreichen geologisch-archäologischen Untersuchungen (1994 - 1999) im Ostseeküstengebiet Schleswig-Holsteins, in den Fjorden der wikingerzeitlichen Norse-Siedlungen SW-Grönlands und im Küstengebiet SW-Siziliens wurde gemeinsam von GEOMAR, Institut für Ur- und Frühgeschichte der CAU sowie Archäologischem Landesmuseum in der Stiftung Schleswig-Holsteinische Landesmuseen Schloß Gottorf die Geologisch-Archäologische Arbeitsgruppe GeoArc gegründet. Zentrales Arbeitsgebiet ist die schleswig-holsteinische Ostseeküste und das Gebiet der Schlei mit dem bekannten wikingerzeitlichen Seehandelsplatz Haithabu und ihrem Nachfolger Alt-Schleswig, wo bereits umfangreiche Voruntersuchungen stattgefunden haben. Außerdem werden die Forschungen an der Westküste Grönlands, an der Südküste Siziliens sowie im Oldenburger Graben (Ostholstein) fortgesetzt. Von besonderem Interesse ist bei allen Untersuchungen die Rekonstruktion des postglazialen Meeresspiegelanstiegs sowie der anthropogene Einfluß auf den Landschaftswandel während des Holozäns.

### **Ocean Drilling Stratigraphic Network (ODSN)**

Since 1968 an international scientific consortium has performed about 170 cruises as part of the Deep Sea Drilling Project (DSDP) and the Ocean Drilling Program (ODP). During these cruises, approximately 1,000 locations were drilled in the ocean floor. The drilled material was sampled and processed under lithological, sedimentological, paleontological, geophysical, magnetical and stratigraphical aspects. This work yielded a tremendous amount of highly significant scientific material, which is still being worked on in many places. Ocean Drilling Stratigraphic Network (ODSN) is a joint project of GEOMAR and the University of Bremen actualizing new data continuously (see [www.ods.n.de](http://www.ods.n.de)).

### **Geological-Archaeological working group GeoArc**

Between 1994 and 1999 several geological-archaeological investigations were carried out at the Baltic coast of Schleswig-Holstein, in the fjords of the Viking Age "eastern settlement" of the Norse and close to the Greek colony Selinunt at the SW-coast of Sicily. These projects have lead to the joint foundation of the "Geological-archaeological working group GeoArc" by GEOMAR, the Archäologisches Landesmuseum Schloß Gottorf (Schleswig) an the Institut für Ur- und Frühgeschichte of Kiel University. The main working area of GeoArc is the Baltic coast of Schleswig-Holstein and the region of the Baltic fjord Schlei with his famous Viking Age sea trade settlement Haithabu and his successor Schleswig, where extensive presurveys had been carried out. Moreover the investigations in the "Oldenburger Graben-Niederung" (Ostholstein), in the fjords of western Greenland and at the southern coast of Sicily will be continued. In all projects of GeoArc special interest is focussed on the reconstruction of the postglacial sealevel rise, of landscape changes such as coastline shift and the impact of man on Holocene landscapes.

## Aktuelle Projekte

### ODP-REPORT LEG 202 PALÄO-OZEANOGRAPHISCHE PROFILE IM SÜDOSTPAZIFIK

(29. März – 30. Mai 2002)

Teilnehmer aus Deutschland:

Ralf Tiedemann (Fahrtleiter),  
Arne Sturm - GEOMAR Kiel;  
Ann Holbourn - Universität Kiel;  
Frank Lamy - Universität Bremen

Im Rahmen der ODP-Ausfahrt Leg 202 konnten insgesamt 7081 m Sediment an 11 verschiedenen Bohrstationen im südöstlichen und äquatorialen Pazifik geborgen werden (Abb. 1, 2), die vom frühen Oligozän (~31,5 Mio. Jahre) bis ins Holozän reichen. Die Bohrungen 1232 bis 1242 bilden einerseits ein Breitenprofil zwischen 41°S und 8°N und andererseits ein Tiefenwasserprofil zwischen 490 m und 4070 m Wassertiefe. Diese Sedimentprofile ermöglichen paläo-ozeanographische Untersuchungen mit zeitlichen Auflösungen von hunderten bis tausenden von Jahren, auf orbitalen ( $10^4$ - $10^5$  Jahre) und tektonischen Zeitabschnitten ( $>10^5$  Jahre), und erlauben die Überprüfung einer Reihe von Hypothesen auf diesen Skalen:

1. Entwicklung des Süd-Pazifiks im Zusammenhang mit bedeutenden tektonischen und klimatischen Ereignissen: Hebung der Anden (Änderung in der Windzirkulation), Schließung des Panama-Seeweges (Trennung von Atlantik und Pazifik), Hauptausdehnungsphasen der polaren Eisschilde in den hohen Breiten der Nord- und Südhemisphäre zu unterschiedlichen Zeiten.
2. Verknüpfungen zwischen klimatischen und biogeochemischen Veränderungen in den hohen südlichen Breiten und dem äquatorialen Pazifik im Zusammenhang mit den rhythmischen Schwankungen der Erdbahnparameter, und der Zusammenhang dieser Veränderung mit den von der Nordhemisphäre bekannten Eiszeiten.
3. Globale und regionale Veränderungen in Klima, Flora und Chemie des Ozeans auf Zeitskalen von hunderten bis tausenden von Jahren. Diese Veränderungen wurden weltweit in ausgesuchten Stationen untersucht. Wie diese Regionen miteinander verknüpft sind und ob die treibenden Mechanismen in den niederen oder hohen Breiten zu finden sind, blieb bislang unbekannt.

Die Bohrstrategie und schnelle stratigraphische Korrelation während des Bohrprozesses waren entscheidend für die erfolgreiche Bergung dieser Sedimentprofile. Parallelbohrungen an jeder Bohrstation und „overdrilling“ beim Bohren mit dem „advanced piston corer“ (APC) ermöglichten sehr lange Sedimentprofile mit kompletter Sedimentabfolge ohne Lücken infolge des Bohrprozesses. Die innovative Anwendung eines schnellen Kernlogging-Systems erlaubte die Optimierung der Bohrstrategie, wodurch die Kernaussbeute maximiert und überflüssiges Bohren vermieden werden konnten. Die Auswertung von Kernexpan-

## Show-case projects

### ODP-REPORT LEG 202 SOUTHEAST PACIFIC PALEOCEANOGRAPHIC TRANSECTS

(29 March – 30 April 2002)

Participants from Germany:

Ralf Tiedemann (Co-Chief),  
Arne Sturm - GEOMAR Kiel;  
Ann Holbourn - University Kiel;  
Frank Lamy - University Bremen

During ODP Leg 202, we recovered a total of 7081 m of sediment at 11 sites in the southeast and equatorial Pacific (Fig. 1, 2), ranging in age from early Oligocene (~31.5 Ma) to Holocene. Sites 1232 to 1242 form an east Pacific latitudinal transect from 41°S to 8°N as well as an intermediate to deepwater transect from 490 to 4070 m water depth. These records permit paleoceanographic studies on a variety of timescales, including centennial to millennial ( $10^2$  to  $10^3$  yr), orbital ( $10^4$  to  $10^5$  yr), and tectonic ( $>10^5$  yr) temporal resolution and will allow the testing of a broad set of hypotheses on these scales:

1. The evolution of the South Pacific as it responds to and modulates the effects of major tectonic and climatic events, such as the uplift of the Andes Mountains (modifying wind systems), closure of the Isthmus of Panama (separating the Atlantic and Pacific Oceans), and major expansion of polar ice sheets in the high latitudes of the Southern and Northern Hemispheres at different times. Biogeochemical and climatic responses of this oceanic region can have far-reaching effects.
2. Linkages between climate and biogeochemical changes in the high southern latitudes and the equatorial Pacific, related to rhythmic changes in Earth's orbit, and the relationship of such changes to well-known glacial events of the Northern Hemisphere.
3. Global and regional changes in climate, biota and ocean chemistry on timescales of centuries to millennia. Such features have been detected in selected locations around the world, but how these regions are linked, or whether the driving mechanisms originate in the high or low latitudes, remains unknown.

Drilling strategy and near real-time stratigraphic correlation played significant roles in the successful recovery of these sequences. Drilling multiple holes at each site and extensive use of overdrilling with the advanced piston corer (APC) provided long records with continuous recovery. Innovative use of rapid core logging allowed for real-time optimization of drilling strategies that maximized recovery and minimized redundant coring. Analysis of core expansion, as well as core-log integration and double-extended core barrel (XCB) coring at some sites, facilitated the assembly of cores into a depth framework that will improve the quantitative analyses of sediment accumulation rates.

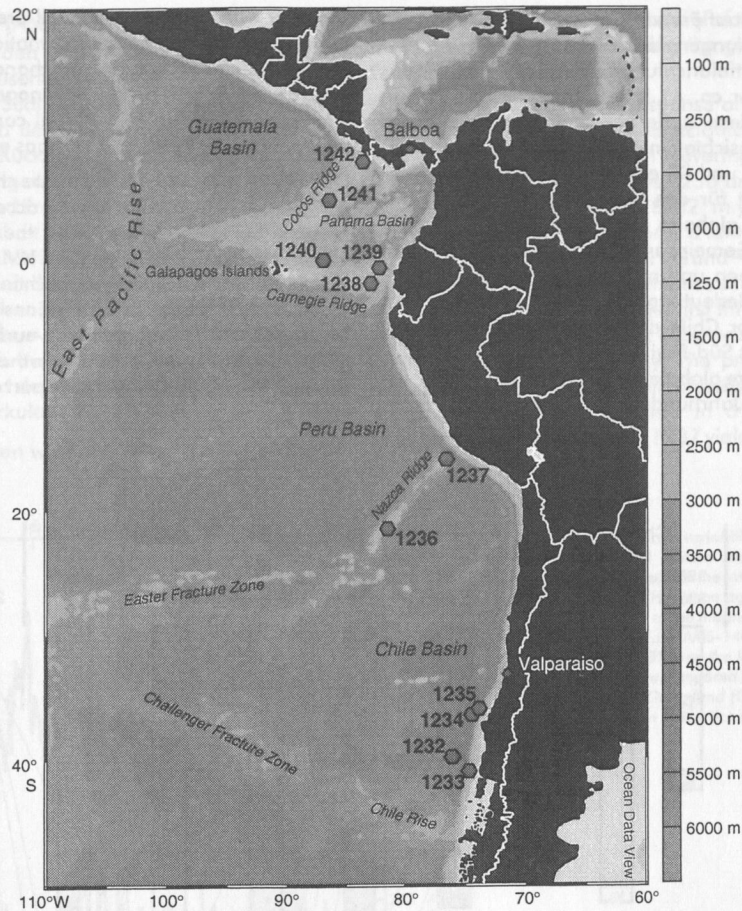


Abb. 1: Leg 202 Bohrlaktionen.

Fig. 1: Leg 202 Site locations.

sion, ebenso wie die Integration von Bohrloch-Logging und Parallelbohrungen mit der „extended core barrel (XCB)“-Technik an einigen Stationen erleichtern die Anbindung der Sedimentkerne an eine genaue Tiefenskala und verbessern damit die Genauigkeit quantitativer Analysen von Sediment-Akkumulationsraten.

Eines der spannendsten Ergebnisse war die erfolgreiche Bergung ultra-hochauflösender Sedimentprofile (Bohrungen 1233-1235) am Kontinentalhang vor Chile, die jünger sind als 260 ka. Diese Sedimentprofile sind gekennzeichnet durch außergewöhnlich hohe Sedimentationsraten von 40-160 cm/kyr, die den extrem hohen Eintrag von terrigenen Sedimenten durch Flußeintrag widerspiegeln, hervorgerufen durch Veränderungen im kontinentalen Niederschlag und/oder Verlagerungen in der fluvialen Sedimentzufuhr. Diese Sedimentprofile werden wichtige Daten in Verbindung mit dem Westwindgürtel liefern, ebenso wie Einblicke in das Auftriebsgeschehen und die Produktivität vor der Küste Zentral-Chiles und die Veränderlichkeit des Antarktischen Zwischenwassers. Aufgrund der überwiegend siliziklastischen Sedimentzufuhr wurden

One of the most exciting results was the successful recovery of ultra high-resolution records (Sites 1233-1235) from the Chilean continental margin that are younger than 260 ka. These records are marked by exceptionally high sedimentation rates of 40-160 cm/k.y., apparently driven by extremely high terrigenous sediment supply due to enhanced river discharge in response to changes in continental rainfall and/or refocussing fluvial sediment discharge. These sites will provide important data related to the southern westerlies, upwelling and productivity off central Chile, and Antarctic intermediate water variability. The dominance of siliciclastic sediments resulted in unprecedented high-resolution records of pronounced centennial to millennial scale variability in paleomagnetic intensities and field directions. Among them, the well-known Laschamp Event at ~41 ka, e.g. covers an interval of 2 m at Site 1233. These extraordinary paleomagnetic records should provide (1) new insights into the workings of the Earth's magnetic field reversal process, and (2) a magnetostratigraphic framework of unprecedented that is expected to serve as a late Pleistocene stratigraphic reference section for the region and for the world.

überraschend hochauflösende Sedimentprofile mit ausgeprägten Schwankungen der paläomagnetischen Intensität und der Magnetfeldrichtung geborgen. So umfaßt das Laschamp Event vor ca. 41 ka ein Intervall von 2 m in Bohrung 1233. Diese außergewöhnlichen Datensätze werden (1) neue Einsichten in die Abläufe der Erdmagnetfeld-Umkehrungen und (2) ein genaues magneto-stratigraphisches Gerüst für das Spätpleistozän liefern, das voraussichtlich als globales stratigraphisches Referenzprofil gelten wird. Gemeinsam mit einer Auswahl von gut erhaltenen biogenen und mineralogischen Tracern mit paläoklimatischer Bedeutung bieten die Bohrungen vom Kontinentalhang vor Chile die einzigartige Chance, die Ozeanographie des Süd-Pazifiks und das Klimas der Südhemisphäre in einem globalen Kontext auf Zeitskalen von Jahrtausenden bis Jahrhunderten, vielleicht sogar Jahr-

Together with a rich array of well-preserved biogenic and mineralogic tracers of paleoclimatic utility, the Chilean margin sites provide a unique chance for understanding the role of South Pacific oceanography and Southern Hemisphere climate in a global context on scales from millennia to centuries and perhaps even decades (Fig. 3).

Century to millennial scale climate changes in the tropics can be addressed with rapidly accumulating sediments records (up to 16 cm/k.y.) from the Panama Basin (Site 1240) and the Cocos Ridge (Site 1242). These records are ideally located to monitor rapid changes in upwelling and productivity in response to variations in nutrients and wind forcing, as well as changes in sea-surface salinities that are linked to the moisture export from the Atlantic to the Pacific basins. This relatively small transport of freshwater helps to

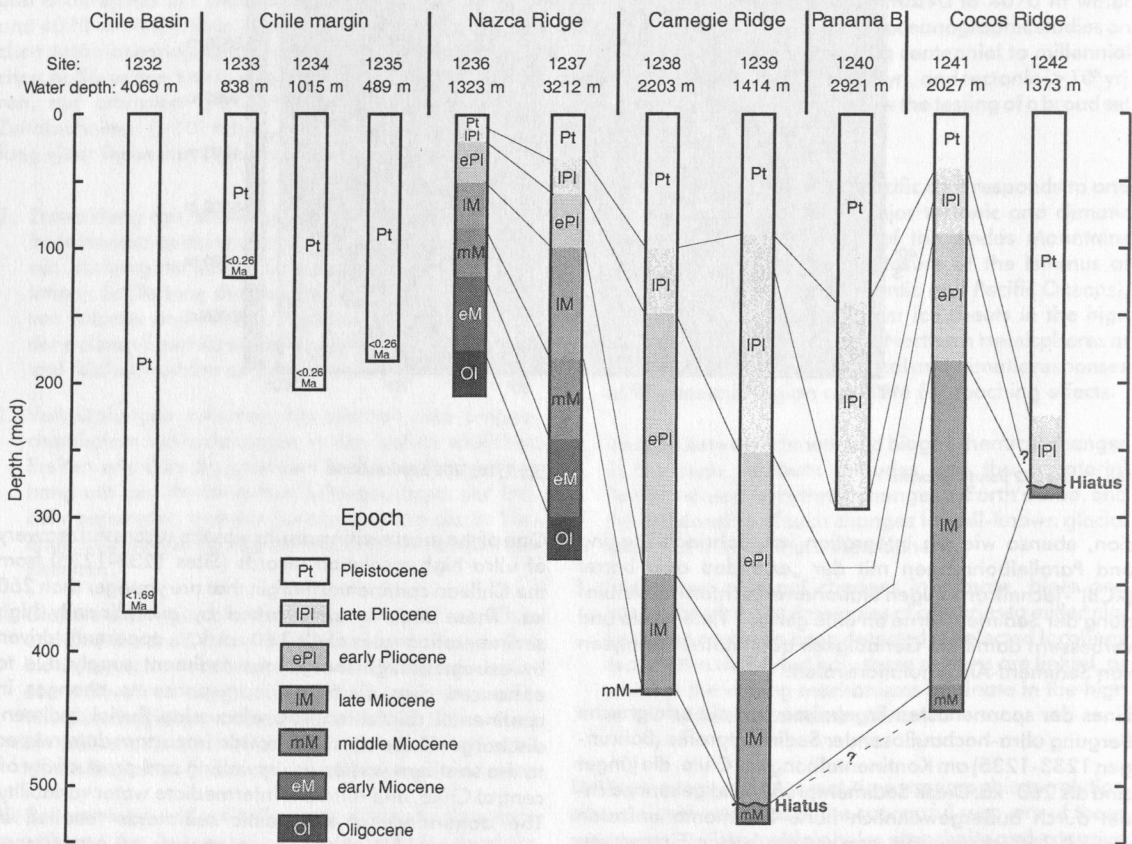


Abb. 2: Stratigraphische Übersicht der Sedimentprofile dokumentieren die gebohnten Sedimentsequenzen; Alter und Wassertiefe der Bohrungen 1232–1242

Fig. 2: Summary stratigraphic columns document cored and drilled intervals, ages and water depths at Sites 1232-1242.

zehnten zu verstehen (Abb. 3).

Klimavariabilitäten in den Tropen auf Zeitskalen von Jahrhunderten bis Jahrtausenden können anhand der Sedimentprofile mit hoher Sedimentakkumulation (bis 16 cm/kyr) aus dem Panama Becken (Bohrung 1240) und der Bohrung vom Cocos Rücken (Bohrung 1242) untersucht werden. Diese Bohrungen sind ideal gelegen, um rasche Wechsel in Auftrieb und Produktivität infolge Veränderungen im Nährstoffhaushalt und Windzirkulation zu rekonstruieren, ebenso wie Variationen in der Oberflächensalinität in Verbindung mit dem Feuchtigkeitstransport vom Atlantik in die pazifischen Becken. Dieser relative geringe Transport von Süßwasser hilft dabei, den relativ hohen Salzgehalt im Atlantik aufrechtzuerhalten und ist damit eine Schlüsselgröße in der Aufrechterhaltung der globalen thermohalinen Zirkulation.

Auf längeren Zeitskalen wird das Verhalten des südöstli-

maintain the relatively high salinity of the Atlantic Ocean, a key parameter in maintaining the global thermohaline "conveyor belt" circulation.

On longer timescales, the response of the southeast and equatorial Pacific to orbital and tectonic forcing is recorded at Sites 1238, 1239, and 1241, covering the interval of the last ~11–15 m.y., and at Sites 1236 and 1237, spanning the interval of the last ~28–32 m.y. The geographic distribution of these sites affords a latitudinal comparison for the last 11 m.y. between ~21°S and ~6°N. Furthermore, the water depth distribution of these sites between ~1320 and ~3210 m will allow for the first time detailed insights into the Neogene evolution of equatorial and South Pacific intermediate water chemistry. The predominantly good preservation of calcareous microfossils and the prevalent presence of diatoms resulted in a remarkable biostratigraphic framework. Site 1237 yielded an outstanding

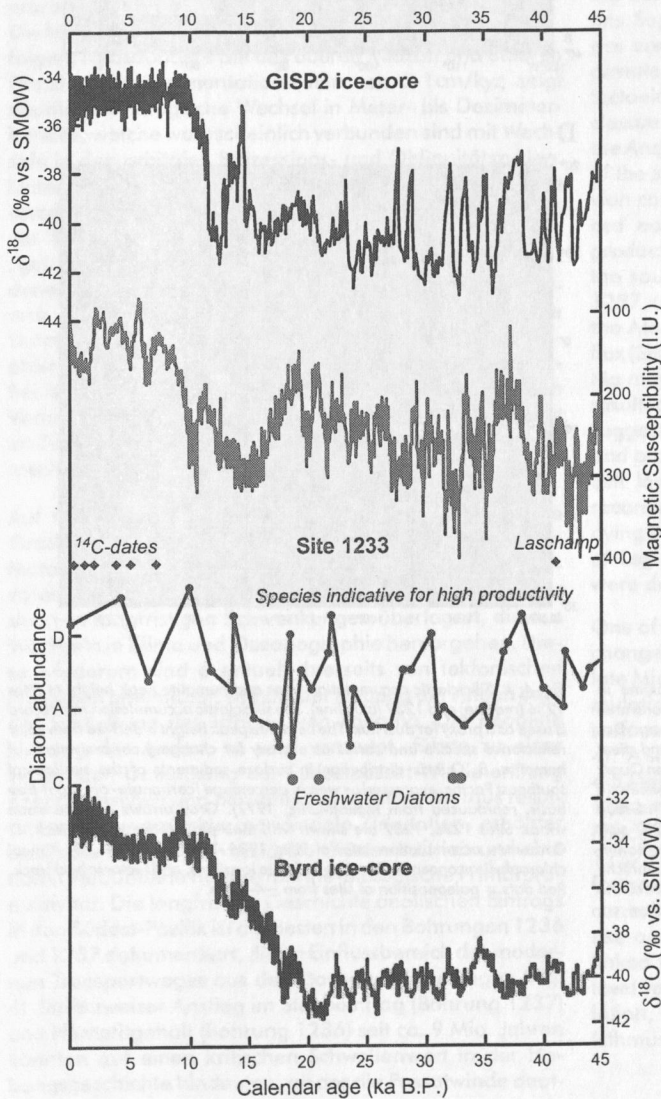
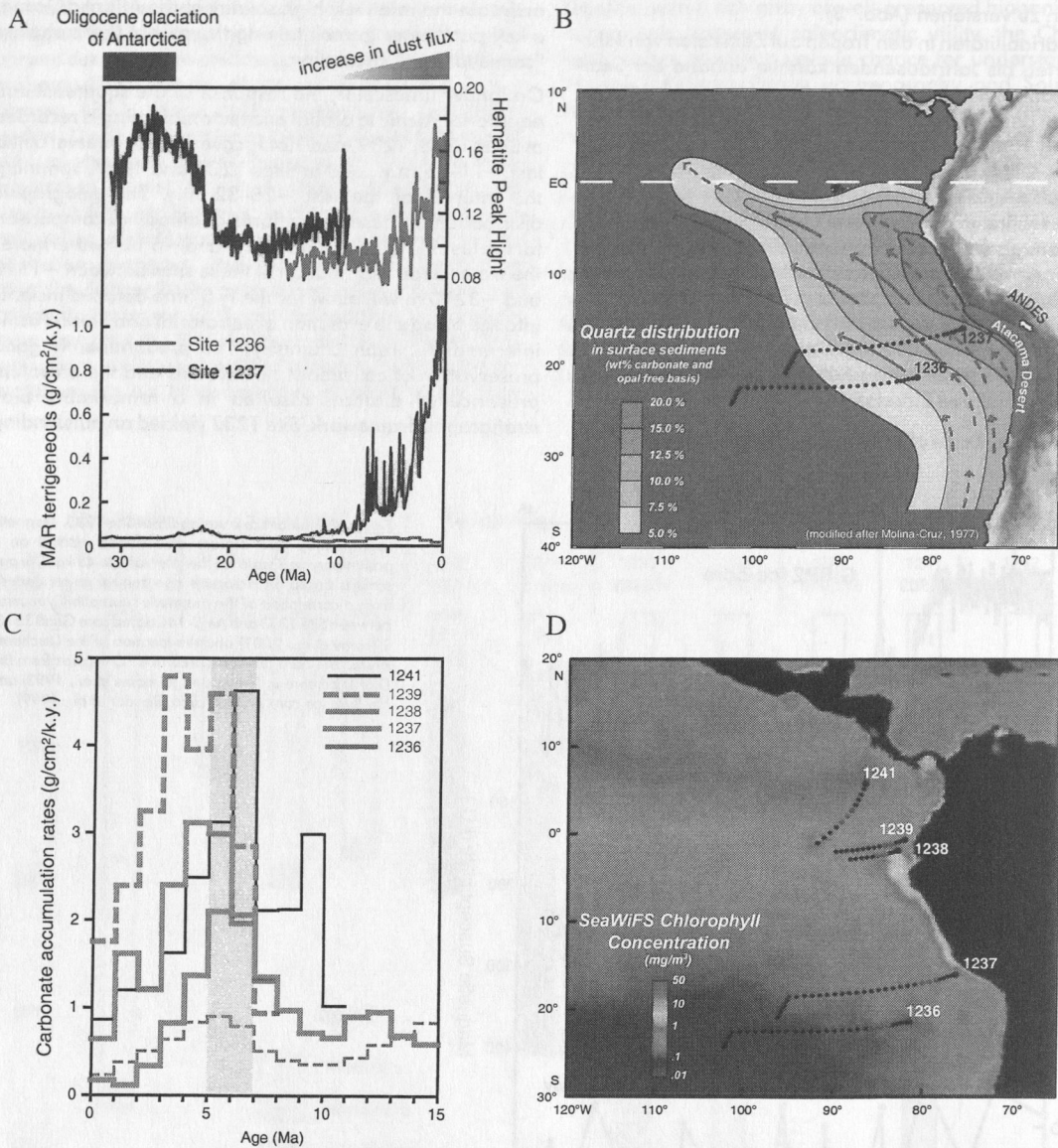


Fig. 3: Millennial-scale variability at Site 1233. Magnetic susceptibility and diatom abundance plotted on a preliminary age scale for the interval 0 to 45 ka. The age scale is based on Holocene age control points derived from a correlation of the magnetic susceptibility records between Site 1233 and AMS-14C dated core GeoB 3313-1 (Lamy et al., 2001) and the location of the Laschamp Event. The data are compared to  $\delta^{18}\text{O}$  records from the GISP2 ice core in Greenland (Grootes et al., 1993) and the Byrd ice core in Antarctica (Bender et al., 1999).

Abb. 3: Veränderungen auf Zeitskalen von Jahrtausenden dokumentiert in Sedimenten von Bohrung 1233. Gezeigt wird die magnetische Suszeptibilität und die Häufigkeit von Diatomeen für das Zeitintervall von 0 bis 45 ka basierend auf einer vorläufigen Alterseinstufung. Das Altersmodell basiert für das Holozän auf der Korrelation mit der magnetischen Suszeptibilitätskurve des AMS  $^{14}\text{C}$  datierten Sedimentkern GeoB 3313-1 (Lamy et al., 2001), und der Lage des „Laschamp Events“. Im Vergleich gezeigt sind die  $\delta^{18}\text{O}$ -Kurven des GISP2-Eiskerns von Grönland (Grootes et al., 1993) und des Byrd-Eiskerns aus der Antarktis (Bender et al., 1999).





**Abb. 4:** A. Siliziklastische Akkumulationsraten und Hämatitmaxima in Bohrungen 1236 (Rote Linie) und 1237 (blaue Linie). Die Akkumulationsraten von siliziklastischem Material sind ein Indikator für Staubeintrag. Das Hämatitkurven-Maximum stammt von Farb-Spektralmessungen und dient als Index für variierende Hämatitkonzentrationen. B. Verteilungen von Quarz in Oberflächensedimenten im subtropischen SE-Pazifik, angegeben in Gewichtsprozent (Karbonat- und opalfrei, nach Molina-Cruz, 1977). Graue Pfeile markieren Passatwindrichtungen. Bohrungen 1236 und 1237 sind dargestellt mit Ihrer jeweiligen plattentektonischen Drift. C. Karbonat-Akkumulationsraten in Bohrungen 1236–1239 und 1241. D. Jährliche Chlorophyll-a Konzentrationen ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ), Lage der Bohrungen und tektonische Rekonstruktion. Rote Punkte: Paläopositionen der Bohrungen zwischen ca. 4 und 8 Ma.

**Fig. 4:** A. Siliciclastic accumulation rates and hematite peak height at Sites 1236 (red line) and 1237 (blue line). The siliciclastic accumulation rate record is used as a proxy for dust flux. The hematite peak height is derived from color reflectance spectra and serves as a proxy for changing concentrations of hematite. B. Quartz distribution in surface sediments of the subtropical southeast Pacific, expressed as weight percentage (carbonate- and opal-free basis, reproduced from Molina-Cruz, 1977). Gray arrows indicate trade winds. Sites 1236, 1237 are shown with their plate tectonic backtrack. C. Carbonate accumulation rates at Sites 1236–1239 and 1241. D. Annual chlorophyll-a concentrations ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ), site locations, and tectonic backtrack. Red dots = paleoposition of sites from ~4–8 Ma.

chen und äquatorialen Pazifik in Abhängigkeit von orbitalen und tektonischen Anfachungsmechanismen rekonstruiert werden können. Die Bohrungen 1238, 1239 und 1241 decken hierbei den zeitlichen Bereich der letzten ca. 11–15 Mio. Jahre, die Bohrungen 1236 und 1237 hingegen sogar der letzten ca. 28–32 Mio. Jahre ab. Die Tiefenverteilung der Kerne zwischen 1320 m und 3210 m Wassertiefe wird es zum ersten Mal erlauben, detaillierte Erkenntnisse über die neogene Entwicklung der äquatorialen und süd-pazifischen Zwischenwassermassen zu gewinnen. Die geographische Verteilung der Kernlokationen von  $\sim 6^{\circ}\text{N}$  bis  $\sim 21^{\circ}\text{S}$  erlaubt dabei auch einen meridional ausgerichteten Vergleich. Die überwiegend gut erhaltenen kalkigen Mikrofossilien sowie das verbreitete Vorkommen von Diatomeen führten bereits zu einem sehr robusten biostratigraphischen Gerüst für weitere Arbeiten. An Bohrung 1237 wurde außerdem einen Datensatz für Umschwünge der magnetischen Polarität während der letzten 31 Mio. Jahre in bislang unerreichter Auflösung erarbeitet.

Die Mehrzahl der pelagischen-hemipelagischen Sedimentfolgen, insbesondere die des oberen Miozän und unteren Pliozäns mit Sedimentationsraten von 5–1 cm/kyr, zeigt deutliche lithologische Wechsel in Meter- bis Dezimeterbereich, welche wahrscheinlich verbunden sind mit Wechseln in den orbitalen Präzessions- und Obliquitätszyklen. Unter der Voraussetzung, diese Annahme stimmt, können diese zyklischen Wechsel im Sedimentationsgeschehen die Basis bilden (1) für die Entwicklung eines orbital „getunten“ Altersmodells, interkorreliert mit der vorhandenen Magneto- und Biostratigraphie als zukünftige Referenz für den gesamten Südpazifik, (2) für zukünftige Untersuchungen über Beziehungen zwischen ozeanographischen Parametern und der Klimaentwicklung. Ziel hierbei ist die Ermittlung der Rolle, die der süd-pazifischen Variabilität in Ozeanographie und Biogeochemie zukommt im Zusammenspiel der verschiedenen Klima-Anfachungsmechanismen.

Auf tektonischen Zeitskalen sind langfristig auftretende Gradienten im Eintrag von biogenen und siliziklastischen Materialien zurückführbar auf die Paläodrift der tektonischen Platten. Diese sedimentologischen Änderungen werden von langfristigen Schwankungen überlagert, die aus Wechseln in Klima und Ozeanographie hervorgehen. Diese wiederum sind eventuell ihrerseits von tektonischen Prozessen beeinflusst, wie z.B. der Hebung der Anden oder der Schließung des Isthmus von Panama. Die neogene Hebung der Anden, so wird vermutet, führte zu einer verstärkten Umlenkung der Südostpassat-Winde entlang der chilenischen und peruanischen Küsten. Hieraus resultierten eine verstärkte meridionale Zirkulation, erhöhter aeolischer Transport, verstärkter Küstenauftrieb und eine damit verbundene höhere marine-biologische Primärproduktivität. Die langfristige Geschichte aeolischen Eintrags in den Südost-Pazifik ist am besten in den Bohrungen 1236 und 1237 dokumentiert, die im Einflussbereich des modernen Transportweges aus der Atacama-Wüste liegen (Fig. 4). Stufenweiser Anstieg im Staubeintrag (Bohrung 1237) und Hämatitgehalt (Bohrung 1236) seit ca. 9 Mio. Jahren könnten auf einen kritischen Schwellenwert in der Hebungsgeschichte hindeuten, ab der die Passatwinde deut-

record of magnetic polarity reversal data for the interval of the last 31 m.y.

Most of the pelagic to hemipelagic sequences, especially from the upper Miocene and lower Pliocene with sedimentation rates as high as 5–11 cm/k.y. (Sites 1238, 1239, and 1241), reveal clear lithologic changes on meter and decimeter scales that are most likely related to orbitally induced changes in precession and obliquity. If so, these cycles provide a basis for both (1) developing orbitally tuned age models that combined with magnetostratigraphy and biostratigraphy will yield a much needed reference section for the South Pacific, and (2) testing the phase relationships between major climate and oceanographic components to assess the role of South Pacific oceanography and biogeochemistry within the chain of climate forcing mechanisms.

On tectonic timescales, long-term gradients in the supply of biogenic and siliciclastic sediments are partly related to the paleodrift of site locations due to tectonic plate motions. Superimposed on such gradual sedimentological changes are long-term variations that result from changes in climate and oceanography, possibly also associated with tectonic processes like the uplift of the Andes and the closure of the Isthmus of Panama. The Neogene uplift of the Andes is expected to have caused an enhanced steering of the southeast trade winds along the Chilean and Peruvian coasts, resulting in stronger meridional flow, enhanced eolian transport, coastal upwelling, and biogenic productivity. The long-term history of eolian deposition in the southeast Pacific is best recorded at Sites 1236 and 1237, underlying the modern path of eolian transport from the Atacama Desert (Fig. 4). The stepwise increase in dust flux (Site 1237) and hematite contents (Site 1236) since  $\sim 9$  Ma may reflect a critical threshold in the uplift history that resulted in a strengthening of trade wind circulation as suggested by enhanced coastal and equatorial upwelling and productivity. At approximately the same time, discrete ash layers begin to appear in the southeastern Pacific recording the onset of intense volcanism and accompanying the tectonic uplift of the Andes. The sediment records of Leg 202 comprise >200 volcanoclastic horizons that were deposited during the last  $\sim 9$  m.y.

One of the most prominent features considering long-term changes in the Leg 202 sediment records is a pronounced late Miocene to early Pliocene maximum in biogenic accumulation rates suggesting an interval of enhanced oceanic surface productivity centered between  $\sim 7$  and  $\sim 5$  Ma (Fig. 4). A similar interval of rapid biogenic accumulation (6.7–4.5 Ma) was found at equatorial East Pacific sites during Leg 138 and is often referred to as the "Late Miocene to Early Pliocene Biogenic Bloom". South Pacific Sites 1236 and 1237 trace the productivity maximum for the first time farther south ( $20^{\circ}\text{S}$ ) into the system of the eastern boundary current and the subtropical gyre. The ultimate cause of the rise and fall of this bloom is still unknown but has been linked to a variety of previous hypotheses, including sea level variations, continental weathering, deepwater circulation, trade-wind fluctuations, and the closure of the Isthmus of Panama.

lich von den Anden in ihrer Zirkulation beeinflusst und verstärkt wurden. Zur ungefähr selben Zeit beginnen Aschenlagen in den marinen Sedimenten aufzutreten, ein deutlicher Indikator für das Einsetzen eines intensiven Vulkanismus, der das Einsetzen der Andenhebung begleitet hat. Insgesamt beinhalten die geborgenen Sedimentabfolgen des ODP Legs 202 mehr als 200 vulkanoklastische Horizonte, welche während der letzten ca. 9 Mio. Jahre abgelagert wurden.

Eines der hervorstechendsten Charakteristika in den Bohrkernen ist ein ausgeprägtes Maximum der Akkumulationsraten biogener Sedimentkomponenten während des oberen Miozän – unteren Pliozän, ein Indikator für erhöhte biogene Primärproduktivität zwischen ca. 7–5 Mio. Jahren. Ein ähnliches Intervall hoher Produktivität (6,7–4,5 Mio. Jahre) fand sich bereits im äquatorialen Ostpazifik (ODP Leg 138) und wird gemeinhin als „Late Miocene to Early Pliocene Bloom“ bezeichnet. Die südlichen Bohrungen 1236 und 1237 verfolgen dieses Produktivitätsmaximum zum ersten Mal weiter südlich hinein in das System des „Eastern Boundary Current“ und der subtropischen Gyre. Der letztendliche Grund für Anstieg und Niedergang dieses Maximums ist unklar, wurde jedoch mit einer Reihe von früheren Hypothesen in Verbindung gebracht, wie z.B. Schwankungen des Meeresspiegels, der kontinentalen Verwitterungsraten, der Passatwinde, der Tiefenwasserzirkulation oder der Schließung des Panama-Seeweges.

Zusammengefasst ermöglicht diese Reihe von neuen ODP-Bohrungen, die während des Leg 202 geborgen wurden, eine neue Sicht auf die südliche Hemisphäre und die Variabilität des tropischen Klimas und der biogeochemischen Stoffkreisläufe über einen weiten zeitlichen und räumlichen Bereich in einer Region des Weltozeans, die bislang nur wenig erforscht wurde.

### **Holozäne atlantische Klimavariationen, ermittelt aus Karbonat-Periplattform Sedimenten (Große Bahama Bank)**

Sven Roth und John J. G. Reijmer

Periplatformsedimente sind an Plattformrändern abgelagerte Mischsedimente, bestehend zum einen aus pelagischen Karbonaten (hauptsächlich Niedrig-Magnesium-Kalzit; LMC), zum anderen aus Aragonit und Hoch-Magnesium-Kalzit-Komponenten (HMC), die, auf der Plattform produziert, durch physikalische Prozesse von der Bank an die Plattformlänge eingetragen werden (Schlager und James, 1978).

Ablagerungen diesen Typs aus dem Sedimentkern MD992201 von der leewärtigen Seite der Großen Bahama Bank wurden einem Multi-Proxy-Ansatz unterzogen (Abb. 1).

In summary, the array of sites recovered during Leg 202 provides a new view of Southern Hemisphere and tropical climate variability and biogeochemical systems across a broad range of spatial and temporal scales in a region of the ocean that has received relatively little study in the past.

### **Holocene Atlantic climate variations deduced from carbonate periplatform sediments (Great Bahama Bank)**

Sven Roth and John J. G. Reijmer

Periplatform sediments are mixtures of pelagic carbonates composed dominantly of low-Mg calcite and bank-derived components, which are principally aragonite and high-Mg calcite (Schlager and James, 1978). This type of sediments was analyzed in a multi-proxy study of core MD992201 obtained from the leeward margin of Great Bahama Bank (Fig. 1).

Extraordinary high sedimentation rates of up to 13.8 m/kyr allowed the reconstruction of input variations recorded in the sedimentary record on a decadal-scale temporal resolution. Great Bahama Bank is the largest shallow-water carbonate platform of the Bahamian archipelago with an

Aufgrund der Sedimentationsraten von bis zu 13,8 m/ka an der Kernposition konnten die Produktions- und Transportbedingungen an der Großen Bahama Bank in einer zeitlichen Auflösung von Dekaden aufgeschlüsselt werden (Abb. 2).

Die Große Bahama Bank ist mit einer durchschnittlichen Wassertiefe von weniger als 10 m die größte Flachwasser-Karbonatbank der Bahamas. Die aragonitischen Komponenten werden auf der Plattform im Gleichgewicht mit der umgebenden Wassermasse präzipitiert und werden durch eine Vielzahl physikalischer, wie tropische Stürme, Dichteströme („density cascading“) und der windinduzierten Oberflächenströmung, von der Plattform abtransportiert.

average water depth of less than 10 m. The aragonitic sediments produced on the platform are transported off-bank through a variety of processes e.g. surface currents, tropical storms sweeping over the platform, and summer-winter temperature variations influencing the transport of fines away from the platform through density cascading. Today the net current flow over GBB towards the north fluctuates around 2 cm/s (Smith, 1995).

Age differences between planktonic foraminiferal ages and aragonite ages within the individual samples (Fig. 3) and high-resolution mass accumulation rates of aragonite ( $MAR_{ar}$ ), high-magnesium-calcite ( $MAR_{HMC}$ ), and low-

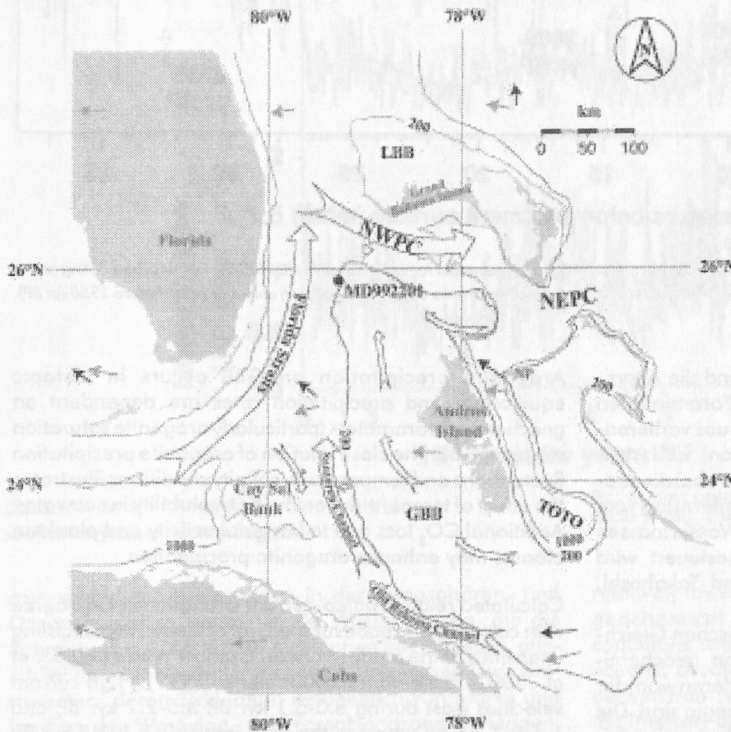


Abb. 1: Arbeitsgebiet und Kernposition des Sedimentkerns MD992201. Kleine Pfeile zeigen das regionale Windsystem (Januar = grau, Juli = schwarz). Große, offene Pfeile beschreiben das ozeanographische Zirkulationssystem der oberen 50 m (nach Leaman et al. 'Transport, potential vorticity and current/temperature structure across Northwest Providence and Santaren Channels and the Florida Current off Cay Sal Bank', *Journal of Geophysical Research - Part C*, 100 (C5), 8561-8569, 1995). Die Plattformränder sind durch die 200 m Tiefenlinie dargestellt. NWPC: Northwest Providence Channel; NEPC: Northeast Providence Channel; LBB: Kleine Bahama Bank; GBB: Große Bahama Bank.

Fig. 1: Working area with core position of MD992201. Small arrows display the regional wind regime (January = grey, July = black). Open arrows indicate current directions of the upper 50 m surface-layer and corresponding cross-stream components (after Leaman et al. 'Transport, potential vorticity and current/temperature structure across Northwest Providence and Santaren Channels and the Florida Current off Cay Sal Bank', *Journal of Geophysical Research - Part C*, 100 (C5), 8561-8569, 1995). The platform edges are shown by the 200m isobath. NWPC: New Providence Channel; LBB: Little Bahama Bank; GBB: Great Bahama Bank.

Langzeitmessungen der Nettoströmung über die Große Bahama Bank ergaben Geschwindigkeiten von ca. 2cm/s in nördliche Richtungen (Smith, 1995).

Radiokarbondatierungen an den aragonitischen Komponenten ergaben variierende Altersunterschiede im Vergleich zu den Ergebnissen der planktischen Foraminiferen (*G. sacc.*), die Rückschlüsse auf die Geschwindigkeit des Aragonittransports auf der Plattform, somit auf die Stärke der windgetriebenen, ozeanischen Oberflächenzirkulation und letztendlich auch auf Änderungen der atmosphärischen Bedingungen durch die Zeit ermöglichen (Fig. 3). In Verbindung mit errechneten Aragonit- und LMC Massenakkumulationsraten (Fig. 4) und ermittelten Paläotemperaturen (*G. sacc.*) konnten Änderungen der paläoklimatischen und paläozeanographischen Bedingungen der letzten 7230 Jahre detailliert aufgeschlüsselt werden.

magnesium-calcite ( $MAR_{LMC}$ ) were calculated (Fig. 4). In combination with *G. sacculifer* derived paleo-temperatures from the Bahamian sediment core MD992201 these records provide a detailed view of the paleoclimatic and paleooceanographic conditions from 7230 yr BP to today.

Aragonite accumulation rates ( $MAR_{ar}$ ) at the core position MD992201, as well as the age-offsets (between aragonitic sediments and planktonic foraminifera) are a combination of aragonite production (active precipitation) and current strength induced transport conditions.

Aragonite production on GBB has been described to depend on water depth, distance from the platform margin and residence times of the water masses on the platform (e.g. Demicco and Hardie, 2002; Broecker and Takahashi, 1966).

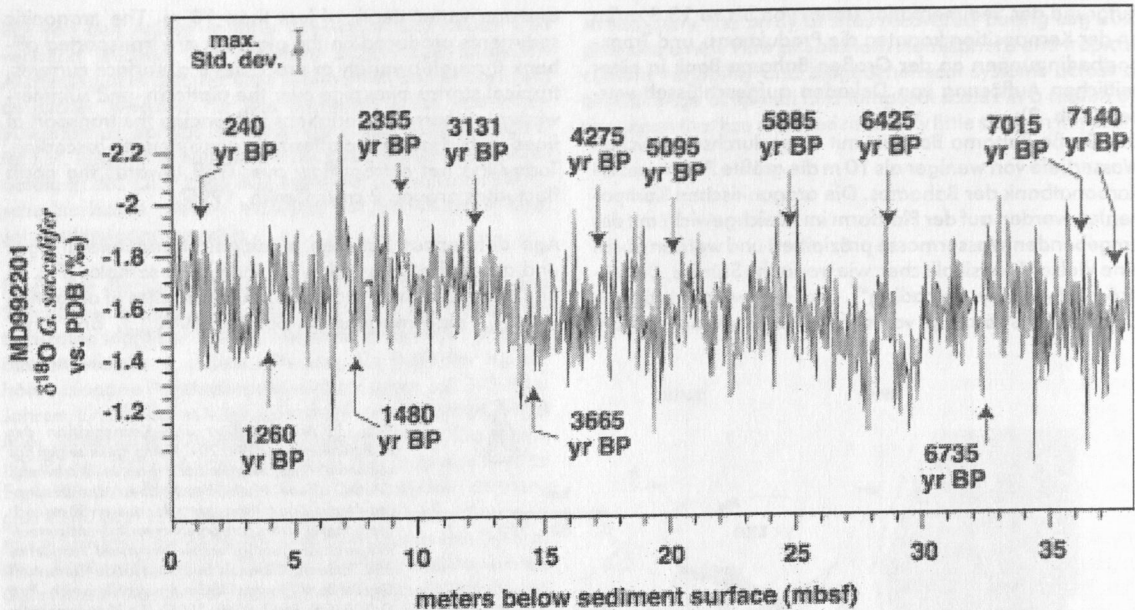


Abb. 2: Altersmodell des Sedimentkerns MD992201.  $^{14}\text{C}$ -Messungen an *G. sacculifer* sind durch Pfeile angezeigt; alle Alter sind in Kalenderjahren vor 1950 angegeben (yr BP).

Fig. 2: Age model for sediment core MD992201. Radiocarbon dating points marked by arrows all ages are given in calendar years before 1950 (yr BP).

Die Aragonit-Akkumulationsraten ( $\text{MAR}_{\text{ar}}$ ) und die Altersunterschiede (zwischen den planktischen Foraminiferen und den Aragoniten) sind eine Kombination aus variierender Aragonitproduktion (aktive Präzipitation) und strömungsabhängigen Transportbedingungen, wobei die Aragonitproduktion von der Wassertiefe, der Entfernung vom Plattformrand und der Aufenthaltszeit der Wassermassen (strömungsabhängig) auf der Plattform gesteuert wird (Demiccò und Hardie, 2002; Broecker und Takahashi, 1966).

Die Aragonitausfällung geschieht im isotopischen Gleichgewicht, wobei die Präzipitationsraten von geochemischen Parametern auf der GBB (im Besonderen von der Aragonitsättigung der Wassermassen) abhängig sind. Die enge Beziehung zwischen Änderungen der Aragonitpräzipitation und Temperatur-Salinitätsverteilung zeigt den Einfluss der Temperatur auf die  $\text{CO}_2$ -Löslichkeit in Meerwasser. Zusätzlicher  $\text{CO}_2$ -Entzug durch Photosynthese (Planktonblüten und bakterielle Aktivität) erhöht die Aragonitsättigung und damit die Aragonitpräzipitation. Aus obigen Parametern für das Holozän abgeleitete relative Änderungen der Oberflächenströmung auf der GBB weisen eine gute Übereinstimmung mit den klimatisch gesteuerten Paläoströmungsintensitäten des Mittelmeerauströmungswassers im Golf von Cadiz auf (Mulder et al., 2002; Heilemann, 2000; Sierro, 1999). Die Zeitintervalle von 6.0-5.1 kyr BP, 3.5-2.7 kyr BP und 1.6-0.7 kyr BP weisen hohe, relative Strömungsgeschwindigkeiten auf, wohingegen zwischen 5.1-3.5 kyr BP, 2.7-1.6 kyr BP und 700-100 yr BP niedrigere relative Strömungsintensitäten vorherrschten.

Variable Strömungsintensitäten, geochemische Parameter und Temperatur-Salinitäts-Bedingungen in den Baha-

Aragonit precipitation on GBB occurs in isotopic equilibrium and precipitation rates are dependent on geochemical parameters (particularly aragonite saturation state) on GBB. The close relation of aragonite precipitation fluctuations and temperature-salinity conditions illustrates the effect of temperature on the  $\text{CO}_2$  solubility in seawater. Additional  $\text{CO}_2$  loss due to bacterial activity and plankton blooms may enhance aragonite precipitation.

Calculated relative paleo-current strengths on GBB agree with calculations made for the Gulf of Cadiz, investigating intensities of the Mediterranean Outflow Water (Mulder et al., 2002; Heilemann, 2000; Sierro, 1999). High current velocities exist during 6.0-5.1 kyr BP, 3.5-2.7 kyr BP, and 1.6-0.7 kyr BP, whereas the time intervals 5.1-3.5 kyr BP, 2.7-1.6 kyr BP, and 700-100 yr BP are characterized by

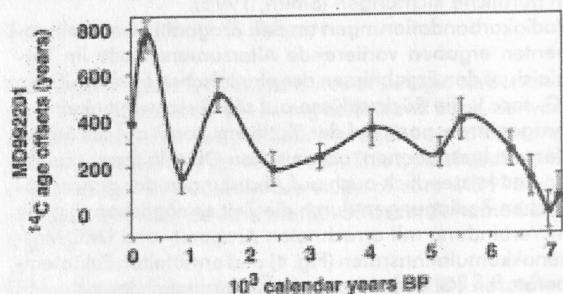


Abb. 3: Altersdifferenzen zwischen Foraminiferen und Aragonitwerten.

Fig. 3: Age offsets between foraminiferal ages and aragonites.

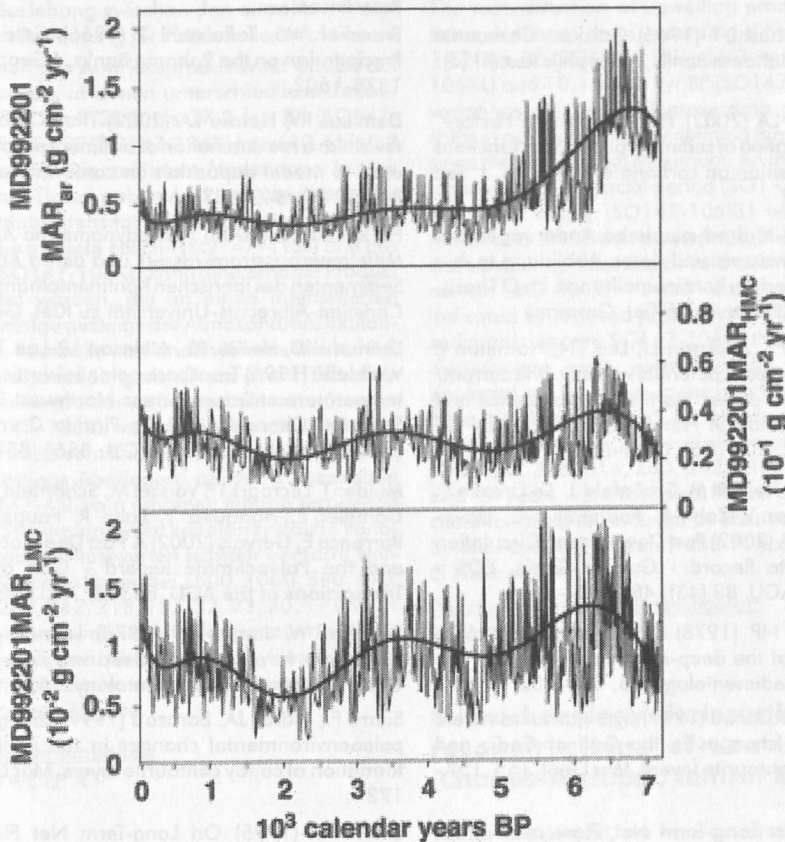


Fig. 4: Mass accumulation rates of aragonite ( $MAR_{ar}$ ) and low magnesium calcite ( $MAR_{LMC}$ )

Fig. 4: Mass accumulation rates of aragonite ( $MAR_{ar}$ ), high-magnesium calcite ( $MAR_{HMC}$ ), and low-magnesium calcite ( $MAR_{LMC}$ )

mas sind durch Änderungen in der Atmosphären- und Ozeanzirkulation gesteuert. Da Wassermassen, die die Bahamas aus südöstlichen Richtungen beeinflussen, ausschließlich der Nordatlantischen Subtropischen Gyre entstammen, deren Zirkulation maßgeblich von Stärke und Position der Westwind- und Passatwindzone abhängen, können die aus dem Sedimentkern MD992201 abgeleiteten relativen Strömungsparameter wertvolle Informationen über den Status und die Dynamik der nordatlantischen atmosphärischen Zirkulation durch den holozänen Zeitabschnitt liefern. Genauerer Wissen über den Status des atmosphärischen Systems (Hoch-/Tiefdruckgebiete, Intertropische Konvergenzzone, Passat-/Westwindzone) ist von großem Interesse für die Rekonstruktion paläoklimatischer Bedingungen.

Das Potential karbonatischer, holozäner Meeresspiegelhochstandssedimente für Studien der Paläoklimatologie und Paläozeanographie ist bis heute größtenteils unbekannt geblieben. Vergleichbare Sedimentkerne aus anderen Ozeangebieten (Indik, Pazifik) würden wertvolle Datensätze zur Modellierung globaler atmosphärischer und ozeanographischer Zirkulationsmuster und Telekonnectionen darstellen.

relatively lower current speeds. Variable current strength, geochemical parameters, and temperature-salinity conditions are functions of changes in atmospheric and oceanic circulation. As water masses affecting GBB are derived from the North Atlantic Subtropical Gyre, driven by the intensity and position of the North Atlantic westerlies and the northeasterly trade winds, deduced current parameters give valuable information about the behavior of the North Atlantic atmospheric circulation through the Mid- to Late Holocene succession. Knowledge of the position and strength of the atmospheric system (low/high-pressure fields, ITCZ, trade wind belt, westerlies) is of major interest to reconstruct paleoclimatic conditions.

The high potential of sediment cores from Holocene highstand wedges has largely been overlooked with respect to paleoclimatology and paleooceanography. Comparable cores from the Indian and Pacific oceans would provide datasets being able to explain the global atmospheric and oceanographic teleconnections and help to improve global circulation models.

**Quellen:**

Broecker WS, Takahashi T (1966) Calcium Carbonate Precipitation on the Bahama Banks, *J Geophys Res*, 71 (6): 1575-1602

Demicco RV, Hardie LA (2002) The "Carbonate Factory" revisited: a reexamination of sediment production functions used to model deposition on carbonate platforms, *J Sed Res*, 72 (6): 849-857

Heilemann K (2000) Hydrodynamische Änderungen des Mittelmeerausstromwassers und deren Abbildung in den Sedimenten des Iberischen Kontinentalhangs, Ph.D Thesis, Christian-Albrechts-University of Kiel, Germany

Leaman KD, Vertes PS, Atkinson LP, Lee TN, Hamilton P, Waddell E (1995) Transport, potential vorticity, and current/temperature structure across Northwest Providence and Santaren Channels and the Florida Current off cay Sal bank, *J Geophys Res*, 100 (C5): 8561-8569

Mulder T, Lecroart TP, Voisset M, Schönfeld J, Le Drezen E, Gonthier E, Hanquiez V, Zahn R, Faugères J-C, Llave-Barranco E, Gervais A (2002) Past Deep-ocean Circulation and the Paleoclimate Record - Gulf of Cadiz, *EOS - Transactions of the AGU*, 83 (43), 481: 487-488

Schlager W, James NP (1978) Low-magnesian calcite limestones forming at the deep-sea floor (Tongue of the Ocean, Bahamas), *Sedimentology*, 25, 675-702

Sierra FJ, Flores JA, Baraza J (1999) Late glacial to recent paleoenvironmental changes in the Gulf of Cadiz and formation of sandy contourite layers, *Mar Geol*, 155, 157-172

Smith NP (1995) On Long-Term Net Flow over Great Bahama Bank, *J Phys Oceanogr*, 25, 679-684

**References:**

Broecker WS, Takahashi T (1966) Calcium Carbonate Precipitation on the Bahama Banks, *J Geophys Res*, 71 (6): 1575-1602

Demicco RV, Hardie LA (2002) The "Carbonate Factory" revisited: a reexamination of sediment production functions used to model deposition on carbonate platforms, *J Sed Res*, 72 (6): 849-857

Heilemann K (2000) Hydrodynamische Änderungen des Mittelmeerausstromwassers und deren Abbildung in den Sedimenten des Iberischen Kontinentalhangs, Dissertation, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Germany

Leaman KD, Vertes PS, Atkinson LP, Lee TN, Hamilton P, Waddell E (1995) Transport, potential vorticity, and current/temperature structure across Northwest Providence and Santaren Channels and the Florida Current off cay Sal bank, *J Geophys Res*, 100 (C5): 8561-8569

Mulder T, Lecroart TP, Voisset M, Schönfeld J, Le Drezen E., Gonthier E, Hanquiez V, Zahn R, Faugères J-C, Llave-Barranco E, Gervais (2002) A Past Deep-ocean Circulation and the Paleoclimate Record - Gulf of Cadiz, *EOS - Transactions of the AGU*, 83 (43), 481: 487-488

Schlager W, James NP (1978) Low-magnesian calcite limestones forming at the deep-sea floor (Tongue of the Ocean, Bahamas), *Sedimentology*, 25: 675-702

Sierra FJ, Flores JA, Baraza J (1999) Late glacial to recent paleoenvironmental changes in the Gulf of Cadiz and formation of sandy contourite layers, *Mar Geol*, 155: 157-172

Smith NP (1995) On Long-Term Net Flow over Great Bahama Bank, *J Phys Oceanogr* 25: 679-684

**2002 abgeschlossene Projekte****Zeitliche Variationen im peruanischen Küstenauftrieb während der letzten 21.000 Jahre**

Die bedeutendsten Küstenauftriebsgebiete erstrecken sich entlang der Westflanken der Kontinente, wo küstenparallele Winde die Ozeanzirkulation beeinflussen. Im Gegensatz zu anderen Gebieten, vollzieht sich vor Peru der Auftrieb nährstoffreichen Tiefenwassers ganzjährig. Paläo-ozeanographische Rekonstruktionen werden hier durch extrem hohe Sedimentationsraten organischen Materials am Meeresboden begünstigt. Im Rahmen des Forschungsprojektes ALPAKKA wurden quartäre Sedimente untersucht, die während der SONNE-147 - Fahrt vor der Küste Perus beprobt wurden. Die Untersuchungen umfassten eine Bestimmung der TC-, TOC-, N-, Karbonat, Opal- und Chlorin-Konzentrationen im Sediment sowie deren Korngrößenzusammensetzung. Über die Analyse von Oberflächenproben konnten typische Sedimentationsmuster für das peruanische Auftriebsgebiet definiert werden. Eine statistische Analyse der Messwerte brachte genauere Er-

**Projects completed in 2002****Temporal variations in upwelling conditions offshore Peru during the last 21 kyr BP**

The major coastal upwelling regions are situated along the west coasts of continents where alongshore trade winds influence the ocean circulation. In contrast to other upwelling areas, the Peruvian coast is characterized by a permanent upwelling throughout the year. The extreme high sedimentation rates in this area are favourable for paleo-oceanographic reconstructions. Within the ALPAKKA research project, Quaternary sediments recovered during the SONNE-147-cruise were analysed with different approaches. Grain size distributions and geochemical contents of TC, TOC, N, carbonate, biogenic silica and chlorines were determined to examine changes in sedimentary composition. By analysing surface samples, sedimentary patterns in the upwelling area could be defined. A statistical approach was used to get better insight in the relations between the different proxy data and their importance for paleo-reconstructions.

kenntnisse zur Beziehung zwischen den einzelnen Proxy-Daten und deren Bedeutung für Paläo-Rekonstruktionen. Die Rekonstruktion der Auftriebsproduktivität basiert auf drei Sedimentkernen, in denen unterschiedliche Zeitabschnitte überliefert sind: 20,8 bis 17,2 kyr BP (SO147-41SL); 16,2 bis 1,5 kyr BP (SO147-106KL) und 10,4 bis 0,8 kyr BP (SO147-4SL). Die zeitlichen Variationen in den gemessenen Proxy-Daten geben Auskunft über Veränderungen der Auftriebsintensität seit dem Letzten Glazialen Maximum. Für die glaziale Epoche (SO147-41SL) und das Späte Holozän (SO147-106KL) kann eine erhöhte Produktivität verzeichnet werden, die an einen intensivierten Küstenauftrieb infolge gesteigerter Atmosphärenzirkulation gekoppelt ist. Intervalle kalt-ariden Klimas wie bei 8,2 kyr BP und während der Jüngeren Dryas sind in reduzierten Produktivitätswerten der Auftriebsedimente überliefert. In Kern SO147-106KL werden die Signale der Paläo-produktivität teilweise vom linearen Trend des deglazialen Meeresspiegelanstiegs überlagert, an der küstennahen Kernstation SO147-4SL vom erhöhten Eintrag terrigenen Materials. Über Spektralanalysen konnten zyklische Variationen in den Produktivitätswerten sichtbar gemacht werden. Markante Perioden liegen bei 1500, 1000, 590, 570, 380, 333, 314, 280, 242, 218, 157, 32, 23, 20, 17 und 11 Jahren. Diese sind nachweislich an solar gesteuerte Klimaschwankungen gekoppelt. Kleinskalige Zyklen zwischen 7 und 14 Jahren markieren in den Auftriebsedimenten die Überlieferung von El Niño.

Projektleiter/Projektmitarbeiter:  
DULLO W-CHR/WOLF A

### **Sclerochronologie an Steinkorallen und die Rekonstruktion von Meeresspiegel-Schwankungen (Chagos-Archipel, zentraler Indischer Ozean)**

Im Rahmen des Chagos-Projektes wurden die stabilen Sauerstoffisotope rezenter Riffkorallen (Porites) aus dem tropischen und subtropischen Indischen Ozean (Chagos Archipel, Seychellen, La Reunion) untersucht, um die natürliche Klimavariabilität im Indischen Ozean auf Zeitskalen von Dekaden bis Jahrhunderten zu dokumentieren. Die hohe zeitliche Auflösung (subsaisonal bis monatlich) der Korallen ermöglicht es, Änderungen im Monsun und der El Niño-Southern Oscillation (ENSO) zu erfassen. Unsere Arbeit hat ausgeprägte räumliche und zeitliche Variationen im  $\delta^{18}\text{O}$  Meerwasser innerhalb des Indischen Ozeans ergeben, die an das hydrologische Gleichgewicht gekoppelt sind. Periodische Variationen von 30 Jahren dominieren Verdunstung (Subtropen, La Reunion) und Niederschlag (Tropen, Chagos Archipel). Weiterhin zeichnen die untersuchten Korallen verschiedene Aspekte des ENSO-Monsun Systems auf, z. B. Regenfall-ENSO Telekonnektionen und Änderungen im Transport des Indonesischen Durchflusses. Dies zeigt das enorme Potential von Korallen aus dem Indischen Ozean, verschiedene Aspekte dieser beiden Phänomene und ihre komplexe Wechselwirkung zu rekonstruieren.

Projektleiter/Projektmitarbeiter:  
DULLO W-CHR, EISENHAUER A/PFEIFFER M

The reconstruction of upwelling productivity is based on three sediment cores recording different times: 20.8 to 17.2 kyr BP (SO147-41SL); 16.2 to 1.5 kyr BP (SO147-106KL) and 10.4 to 0.8 kyr BP (SO147-4SL). The temporal variations of measured proxy data give information on shifts in paleoproductivity defining the pattern of upwelling since the Last Glacial Maximum. An increased productivity is shown for the glacial period (SO147-41SL) and the late Holocene epoch (SO147-106KL) where intensified atmospheric circulation pattern result in strengthened coastal upwelling. Intervals of cold-arid climate like the prominent „8.2 kyr BP - event“ and the Younger Dryas are indicated by reduced productivity values in the upwelling sediments. In core SO147-106KL the signals of paleoproductivity are partly overlapped by the linear trend of deglacial sea level rise, in the nearshore core SO147-4SL by a heightened input of terrigenous material. Using spectral analysis, cyclic variations of 1500, 1000, 590, 570, 380, 333, 314, 280, 242, 218, 157, 32, 23, 20, 17 and 11 years were revealed. Those are related to global climatic variability induced by changes in solar radiation. Smaller cycles, between 7 and 14 years, are attributed to El Niño activity.

Principal investigator/Investigator:  
DULLO W-CHR/WOLF A

### **Sclerochronology of scleractinian corals and reconstructions of sea-level changes (Chagos-Archipel, central Indian Ocean)**

Within this project, we have analysed the stable oxygen isotopes of recent reef corals (Porites) from the tropical and subtropical Indian Ocean (Chagos Archipelago, Seychellen, La Reunion), to document the natural climate variability in the Indian Ocean sector on time scales of decades to centuries. The high temporal resolution (sub-seasonal to monthly) of the corals allows us to analyse changes in the monsoon and the El Niño-Southern Oscillation (ENSO). Our study has shown pronounced spatial and temporal variations in seawater  $\delta^{18}\text{O}$  within the Indian Ocean sector, that are coupled to the hydrological balance. Variations with a period of 30 years dominate evaporation (subtropics, La Reunion) and precipitation (tropics, Chagos Archipelago). Moreover, the corals examined within this project record many different aspects of the ENSO-Monsoon system, e. g. rainfall-ENSO teleconnections and changes in the transport of the Indonesian throughflow. This shows the great potential of corals from the Indian Ocean to reconstruct the many facets of these two systems and their complex interactions.

Principal investigators/investigator:  
DULLO W-CHR, EISENHAUER A/PFEIFFER M





## Modellierung des Paläoklimas und der Paläo-Ozeanologie an der Wende Cenoman/Turon und deren Verifizierung durch geochemische und mikropaläontologische Untersuchungen

Mit einer multidisziplinären Studie von Sedimentabfolgen aus dem oberen Cenoman/unteren Turon wurden mögliche Steuerungsmechanismen für die Bildung von Wechselagerungen im Western Interior Seaway untersucht. Um herauszufinden, inwieweit das Klimasystem auf Veränderungen eines Erdbahnparameters, der Präzession der Äquinoktien, sensitiv reagiert, wurden numerische Klimamodellierungen benutzt.

Entlang einer Traverse vom südlichen Kanada bis ins nördliche Mexiko wurden neun Aufschlüsse beprobt sowie geochemisch (TOC,  $\text{CaCO}_3$ , and  $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$ ) und sedimentologisch untersucht. Unter der Annahme von durchschnittlichen Sedimentationsraten von 2,25 cm/ka zeigen einige der untersuchten Profile Zyklicitäten, die denen von Milankovitch-Periodizitäten sehr ähneln. Die nördlichen Profile (Alberta und Montana) zeigen keine zyklischen Lithologien. Wechsellagerungen finden sich nur in zentralen (Neu Mexiko) und südlichen (Texas und Nuevo Leon) Teilen des Western Interior Seaway. Die Lithologie des zentralen Teils deutet auf Zyklicitäten von ~22 und ~27 ka (Präzession) hin. Die Sedimente im südlichen Teil zeigen Periodizitäten von ~40 und 44 ka (Obliquität). Geochemische Analysen deuten ebenfalls auf Periodizitäten hin, die denen von Milankovitch Parametern ähneln und sich unterscheiden von den sedimentären Zyklen. Profile im südlichen Kanada zeigen zyklische Variationen von 266-288 ka von TOC,  $\text{CaCO}_3$ , and  $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$  und 122 ka Zyklen ( $\text{CaCO}_3$ ). Ein Profil in Neu Mexiko zeigt zyklische Schwankungen des organischen Kohlenstoffs und  $\text{CaCO}_3$ -Gehalts nahe 16 und 22 ka. Ein Profil aus Texas zeigt Schwankungen des  $\text{CaCO}_3$ -Gehaltes, die im Zusammenhang mit Variationen der Obliquität stehen könnten. Die Ähnlichkeit zyklischer Wechsellagerungen an der Wende Cenoman/Turon mit zyklischen Veränderungen der orbitalen Erdbahnparameter deuten auf einen starken Einfluss orbitaler Parameter auf Sedimente des Western Interior Seaway in globalen Warmzeiten hin.

Ein klimatisches Referenz-Modell mit einem kreisförmigen Orbit der Erde um die Sonne, einer Obliquität von  $23,5^\circ$ , und einem 5-fach erhöhten  $\text{CO}_2$  Gehalt gegenüber heute wurde gerechnet. Dieser Kontrolllauf hat Temperaturen mit einem Jahresmittel von  $20,7^\circ\text{C}$  errechnet, d. h.  $6^\circ\text{C}$  über den heutigen. Die Ergebnisse deuten überdies darauf hin, dass die globalen atmosphärischen und ozeanischen Zirkulationsmuster sich grundlegend von den rezenten unterscheiden haben. Die Ergebnisse zeigen, dass subtropische und polare Fronten in der Oberkreide möglicherweise nicht existent waren. Das Fehlen dieser Fronten impliziert, dass sich entweder die Lage oder die Stärke der Westwinde verändert hat. Dies wiederum könnte bedeuten, dass die Oberkreide saisonal nur zwei anstatt der rezenten drei atmosphärischen Zirkulationszellen hatte. Das Modell konnte diese Zwei-Zellen-Zirkulation während

## GCM-modeling and verification of the paleoclimate and paleoceanology Cenomanian/Turonian boundary through geochemical and micropaleontological investigations

A multidisciplinary study of upper Cenomanian-lower Turonian strata of the late Cretaceous Western Interior Seaway explored possible mechanisms for the formation of cyclic bedding sequences seen in the Western Interior Seaway. Numerical climate modeling was used to investigate the sensitivity of the climate to changes of one of the Earth's orbital parameters, the precession of the equinoxes.

Nine sections along a transect from southern Canada through northern Mexico were measured and analyzed, using geochemical (Total organic carbon,  $\text{CaCO}_3$ , and  $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$ ) and sedimentological data. Assuming average sedimentation rates of 2.25 cm/kyr, the stratigraphic sections show Milankovitch-like periodicities, but bedding couplets could not be seen in all of them. The northern sections (Alberta and Montana) do not show any lithological cyclicity. Bedding couplets form only in the central (New Mexico) and southern (Texas and Nuevo Leon) parts of the seaway. Lithological cyclicity with periodicities of ~22 kyr and ~27 kyr (precession) is indicated for the central part. In the southern part, the sediment records indicate periodicities close to 40 kyr and 44 kyr cycles (obliquity). Geochemical analysis has indicated periodicities closely related to Milankovitch parameters. Sections in southern Canada show a cyclicity of 266-288 ka for the  $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$ , total organic carbon and  $\text{CaCO}_3$  parameters and a 122 ka variation of the  $\text{CaCO}_3$  content. One of the New Mexican sections shows cyclic variation of the total organic carbon and  $\text{CaCO}_3$  content with periodicities of 16 ka and 22 ka. The Texan section shows a periodicity of the  $\text{CaCO}_3$  parameter close to the 42 ka obliquity cycle, whereas the Mexican section does not show any geochemical cyclicity.

The resemblance between Milankovitch-type periodicities in the Earth's orbital elements and Late Cretaceous rhythmic bedding sequences at the Cenomanian/Turonian boundary in the Western Interior seaway strongly suggests an orbital influence on sedimentary regimes during non-glacial times.

A reference paleoclimatic model was simulated by a control run with a circular orbit, an obliquity of  $23.5^\circ$ , and  $5 \times$  present day  $\text{CO}_2$ . The control run predicts a global mean annual temperature of  $\sim 20.7^\circ\text{C}$ , almost  $6^\circ\text{C}$  higher than the present mean annual temperature. The results of the control run suggest global atmospheric and oceanic circulation systems that were very different from today. Modeling results suggest that there were no effective subtropical and polar fronts in the ocean. The lack of these frontal systems implies that there were changes in the location and strength of the westerly winds, suggesting that there may have been seasonally two rather than three atmospheric cells per hemisphere at some times of the year. A two-cell/hemisphere circulation was generated by the model during hemispheric winters demonstrating that this is possible when the Earth has warm poles.



des borealen Winters simulieren. Damit wurde gezeigt, dass diese Zirkulation in globalen Warmzeiten möglich war. Ein kompletter Präzessionszyklus mit vier orbitalen Konfigurationen wurde simuliert; 1.) nördliches Frühjahr an Perihel, 2.) nördlicher Winter an Perihel, 3.) nördlicher Herbst an Perihel und 4.) nördlicher Sommer an Perihel. Die Ergebnisse dieser Modelle mit unterschiedlichen orbitalen Konfigurationen deuten darauf hin, dass Veränderungen der Parameter auf orbitalen Zeitskalen eher monatlichen, als jährlichen Veränderungen unterliegen. Zyklische Veränderungen eines Milankovitch-Parameters, der Präzession, verändern die saisonale Verteilung der solaren Einstrahlung auf die Atmosphäre. Dies bedingt saisonale Schwankungen der globalen Temperatur, des Niederschlages, des Oberflächenabflusses und des unterirdischen Abflusses auf den Kontinenten. Die zyklische Ausbildung von Kalkstein/Mergel-Wechselagerungen im zentralen Teil des Western Interior Seaway kann als Folge von Klimaschwankungen gedeutet werden. Entscheidend sind zwei Szenarien: 1.) erhöhter Oberflächenabfluss und 2.) reduzierter Oberflächenabfluss. Der wichtigste Mechanismus für die Bildung sedimentärer Wechselagerungen war eine Sensitivität des Klimasystems in Bezug auf zyklische Veränderungen der Präzession. Hierbei war der wichtigste Parameter der Oberflächenabfluss, welcher sowohl das Abflussverhalten der Flüsse als auch den Sedimenttransport in den Western Interior Seaway beeinflusst hat. Der jährliche Ausstrom an Wasser vom westlichen Nordamerika in den Western Interior Seaway entsprach einer Süßwasserschicht von ~0,30m, wohingegen der jährliche Ausstrom an Wasser aus dem arktischen Ozean eine Schicht von mehr als 1m generierte. Diese großen, von Land kommenden Mengen an Süßwasser waren groß genug, um die Salinität des Oberflächenwassers im arktischen Ozean und im Western Interior Seaway niedrig zu halten. Der Oberflächenabfluss aus den Hochlagen westlich des Western Interior Seaway wurden in drei der vier orbitalen Modelle für die Sommermonate simuliert. Der Oberflächenabfluss ist am geringsten, wenn der boreale Winter mit dem Perihel zusammenfällt. Daher kann das in den Sedimenten vorhandene Präzessionssignal dahingehend interpretiert werden, dass das Signal durch das Wegfallen des hohen Sommerabflusses generiert wird. Das Cenoman/Turon des Western Interior Seaway kann in drei Einheiten gegliedert werden, die sich durch unterschiedliche klimatische, topographische und ozeanographische Faktoren voneinander unterscheiden:

- 1.) Eine nördliche Einheit, in der sich keine Wechselagerung ausbildete. Die Sedimente wurden unter gering salinen (<24) und relativ kühlen Wassertemperaturen gebildet. Dies hatte zur Folge, dass kalkiges Mikroplankton und benthische Foraminiferen nicht existieren konnten. Veränderungen des Oberflächenabflusses aufgrund veränderter Präzession waren gering. Gleichzeitig wurden große Mengen detritischen Materials in den Western Interior Seaway transportiert.
- 2.) Der zentrale Teil reagierte auf Veränderungen der Präzession mit der Bildung sedimentärer Wechselagerung. Die ozeanographischen Bedingungen

One complete precessional cycle was simulated with four orbital runs; 1) northern spring equinox at perihelion, 2) northern winter solstice at perihelion, 3) northern fall equinox at perihelion, and 4) northern summer solstice at perihelion. Although global mean annual changes are slight, there are major monthly variations of these parameters. Precessional Milankovitch cycles result in changes in the distribution of solar radiation at the top of the atmosphere resulting in significant seasonal variations in global temperature and precipitation, and in surface- and subsurface runoff over land.

The cyclic organization of limestone/shale couplets seen in the sedimentological record of the central part of the Western Interior Seaway can be interpreted as reflecting climatic cycles. The most important mechanism for the formation of bedding couplets were changes induced by the precession of the equinoxes. The most important variable was surface runoff, which affected both the discharge of rivers and the amount of sediment transported into the Western Interior Seaway. Annual river discharge from western North America into the seaway was equivalent to a layer of fresh water ~0.3m thick. River discharge into the Arctic Ocean was even greater, equivalent to a layer more than 1m thick each year. These very large supplies of fresh water from land were adequate to maintain low salinity surface waters in the Arctic Ocean and the Western Interior Seaway. High surface runoff from the highlands bordering the Western Interior Seaway to the west occurred during summer in three of the orbital configurations but low surface runoff when northern hemisphere winter is at perihelion. The precession signal seen in the sediment is interpreted as being produced by the elimination of high summer surface runoff when perihelion occurs during northern hemisphere winter.

In summary, the Cenomanian/Turonian Western Interior Seaway can be divided into three units controlled by different climatic, topographic and oceanographic factors:

- 1.) A northern unit where bedding couplets did not develop. Sediments were deposited beneath low salinity (<24), relatively cool waters, excluding the existence of calcareous microplankton and calcareous benthic foraminifers. The variations of surface runoff relating to changes of the precessional parameter were slight. Simultaneously, large amounts of terrigenous material were delivered to the Western Interior Seaway.
- 2.) The central unit responded to changes of the precessional parameter with the formation of bedding couplets. It had relatively warmer saline marine conditions and large-scale carbonate production from calcareous plankton. Due to the narrow and steep drainage basins to the west, changes of the surface runoff regime translated directly to varying sediment loads of rivers.
- 3.) The southern unit was controlled by mechanisms similar to those influencing the central unit, but was open to the Gulf of Mexico. However, sensitivity to changes of the precession of the equinoxes was lower than for the central unit. The properties of the water masses resembled more those of an open ocean and



entsprachen eher normal salinen marinen Bedingungen, was eine verstärkte Karbonatproduktion durch kalkiges Plankton förderte. Aufgrund eines steilen Reliefs der Landmasse im Westen des Western Interior Seaway wurden Veränderungen des Oberflächenabflusses direkt in schwankende Sedimentmengen umgesetzt, welche den Western Interior Seaway erreichten.

- 3.) Der südliche Teil wurde von ähnlichen Mechanismen beeinflusst wie der zentrale Teil, hatte jedoch eine direkte Verbindung zum Golf von Mexiko. Die Sensitivität gegenüber Schwankungen der Präzession war jedoch geringer. Zudem entsprachen die Eigenschaften der Wassermasse denen von offenen Ozeanwassern. Diese wurden in der Kreide wahrscheinlich durch Schwankungen der Obliquität beeinflusst. Ein möglicher Mechanismus für die zyklische Ablagerung von Sedimenten sind Schwankungen der Tiefenlage der Lysokline. Schwankungen der Lysokline hätten eine zyklische Karbonatlösung gefördert.

Projektleiter/Projektmitarbeiter:

HAY WW/FLÖGEL S

### **Russisch-deutsche Zusammenarbeit: System Laptev-See 2000**

Die Arktis ist eines der empfindlichsten Ökosysteme der Welt. Das Wissen um die Prozesse, die das System Arktis steuern, ist immer noch gering. Für die Vorhersage künftiger globaler Klimaszenarien sind die Laptev-See und ihr sibirisches Hinterland von besonderem wissenschaftlichen Interesse. Im Rahmen des multidisziplinären Verbundvorhabens "System Laptev-See 2000" wurden natürliche Hintergründe, globale Auswirkungen und Rückkopplungsmechanismen kurzfristiger Klimaänderungen in der sibirischen Arktis erfasst. In enger russisch-deutscher Zusammenarbeit wurden drei Expeditionen in das sibirische Hinterland, drei Schiffsexpeditionen in die Laptev-See und eine hubschraubergestützte Winterexpedition, zwei große Arbeitstreffen in Russland sowie ein ständiger Austausch von Wissenschaftlern durchgeführt. Von großer Bedeutung war dabei, dass wichtige meeres- und polarkundliche Fachdisziplinen in ein Forschungskonzept integriert werden konnten und dass sich Erfahrungen und Möglichkeiten russischer Institute mit denen deutscher Institute sinnvoll ergänzten. Es wurden z.B. eisreiche Permafrostablagerungen im Gebiet des Lena-Deltas und im Meeresboden der Laptev-See umfassend untersucht. Damit konnten erstmals Umweltinformationen der letzten 45.000 Jahre eines gekoppelten Land-Ozean-Systems der sibirischen Arktis direkt miteinander verknüpft werden. Während der marinen Expeditionen wurde durch den Einsatz moderner Messinstrumente hochauflösend eine Vielzahl von Umweltparametern in der Wassersäule sowie am und im Meeresboden registriert, um das heutige Land-Ozean-System zu charakterisieren.

Begleitend werden seit 1999 Teilaspekte der wissenschaftlichen Fragestellungen des Verbundvorhabens im ebenfalls vom BMBF geförderten "Otto-Schmidt-Labor für

sedimentation was probably controlled by changes in obliquity. Periodic carbonate dissolution produced by fluctuations of the depth of the lysocline may have been responsible for the formation of the rhythmic limestone and marl couplets.

Principal investigator/Investigator:

HAY WW/FLÖGEL S

### **Russian-German Cooperation: Laptev Sea System 2000**

The Arctic is one of the most sensitive ecosystems of the world. Our knowledge of the processes controlling the system of the Arctic is still small. The Laptev Sea and its Siberian hinterland are of particular scientific interest for the prediction of future global climate scenarios.

Natural causes, global impacts and feedback mechanisms of short-term climate changes in the Siberian Arctic have been investigated within the framework of the multidisciplinary joint project "Laptev Sea System 2000". In close Russian-German cooperation three expeditions to the Siberian hinterland, three marine expeditions to the Laptev Sea and one winter expedition supported by helicopters as well as two major workshops in Russia and a continual exchange of scientists were carried out. For this cooperation the fact that important disciplines of marine and polar sciences could be integrated into one research concept and that the experience and possibilities of Russian and German institutes successfully complemented one another was of major importance.

Ice-rich permafrost sequences in the region of the Lena Delta and seafloor sediments of the Laptev Sea have extensively been investigated, for instance. For the first time, therefore, it was possible to directly interrelate environmental data on the land with those on the sea in a coupled land-ocean system of the Siberian Arctic for the past 45,000 years.

During the marine expeditions the use of state-of-the-art measuring devices made it possible to register in high resolution multiple environmental parameters within the water column as well as at and in the seafloor in order to characterize the present-day land-ocean system.

From 1999 individual aspects of the scientific problems investigated in the scope of the joint project have parallelly been worked on within the framework of grant programs of the Otto Schmidt Laboratory for Polar and Marine Research in St. Petersburg, which is also funded by the BMBF.

Principal investigator/Investigators:

KASSENS H/MÜLLER-LUPP T, WEGNER C, HEILEMANN K, VOLKMANN-LARK K



Polar- und Meeresforschung in St. Petersburg“ im Rahmen von Stipendienprogrammen bearbeitet.

Projektleiter/Projektmitarbeiter:

KASSENS H/MÜLLER-LUPP T, WEGNER C, HEILEMANN K, VOLKMANN-LARK

### **Spätquartäre Vereisungen im nördlichen Eurasien und Paläo-Ozeanographie im östlichen Arktischen Ozean**

Ziel des Vorhabens war es, während der Expedition ARK XVII/2 des F/S POLARSTERN (Sommer 2001) Sedimentkerne vom untermeerischen Höhenzug des Gakkelerückens im östlichen Arktischen Ozean zu gewinnen und erste Auswertungen durchzuführen. Die wissenschaftliche Fragestellung bezog sich dabei auf die Geschichte der Vereisungen im nördlichen Eurasien vor dem letzten glazialen Maximum (ca. 20.000 Jahre vor heute) und auf die Veränderlichkeit der Zusammensetzung (Eisberge vs. Meereis) und Geschlossenheit der Eisdecke sowie die steuernden Faktoren (z.B. Atlantikwassereinstrom, Schmelzwassereignisse).

Während der Expedition konnte eine Reihe von Sedimentkernen entlang des Gakkelerückens zwischen ca. 7°W und 76°E entnommen werden. Erste Untersuchungen erfolgten an Bord: Beschreibung der Sedimentkerne (Farbe, Struktur, Textur, Korngrößen), Bestimmung der Sedimentfarbe mit Photospektrometer, semiquantitative Bestimmung des Foraminiferengehalts. Es wurden folgende Arbeiten durchgeführt: Dichtebestimmung, hochauflösende Beprobung (1 cm-Intervalle) der Sedimentkerne PS59/283-1 (480 Proben) und PS59/287-1 (230 Proben), sedimentologische Bearbeitung (in Arbeit).

Mit Hilfe der an Bord photospektrometrisch ermittelten Sedimentfarbe konnte eine erste, vorläufige Korrelation von Sedimentkernen vom östlichen Gakkelerücken durchgeführt werden. Die Bestimmung des Grobfraktionsgehaltes bestätigt diese Korrelation. Dieser weist innerhalb der Sedimentkerne jeweils starke Schwankungen auf, die nur zu einem geringen Teil durch wechselnde Gehalte an biogenen Partikeln hervorgerufen werden. Vielmehr spiegelt sich hierin vermutlich ein stark schwankender Transport von grobem Sedimentmaterial mit Eisbergen wider. In Zeiten flächiger Vereisungen von Nordsibirien müssen Transport und Ablagerung von grobem Material weit intensiver gewesen sein als heute. Es ist zu erwarten, dass mit den während ARK XVII/2 gewonnenen Sedimentkernen ein verbesserter Einblick in die Vereisungsgeschichte Nordsibiriens und in die Umweltveränderungen im Arktischen Ozean während der letzten ca. 300.000 Jahre gelingen kann.

Projektleiter/Projektmitarbeiter:

THIEDE J/ SPIELHAGEN R

### **Late Quaternary glaciations in northern Eurasia and paleoceanography in the eastern Arctic Ocean**

It was the goal of the project to obtain sediment cores from the submarine Gakkeler Ridge in the eastern Arctic Ocean during R/V POLARSTERN expedition ARK XVII/2 (summer 2001) and to perform first evaluations. The scientific goal aimed at the history of glaciations in northern Eurasia before the last glacial maximum (ca. 20,000 years ago) and at the variability of composition (icebergs vs. sea ice) and density of the ice cover, as well as the main factors (e.g., Atlantic Water inflow, meltwater events) for this development.

During the expedition (participants J. Thiede and R. Spielhagen) a number of sediment cores could be obtained along the Gakkeler Ridge between 7°W and 76°E. First investigations were done on board: Description of the cores (color, texture, structure, grain sizes), measurement of the sediment color with a photospectrometer, semiquantitative determination of the abundance of foraminifers. At GEOMAR the following work was performed: Density measurements, high-resolution sampling (1 cm intervals) of sediment cores PS59/283-1 (480 samples) and PS59/287-1 (230 samples), sedimentological analyses (in progress).

On basis of the sediment color, a preliminary correlation of the sediment cores from the eastern Gakkeler Ridge could be performed. Grain size measurements support this correlation. The coarse fraction content shows strong variations along the cores, which can only in part be explained by variable contents of biogenic particles. It is assumed that the grain size variations reflect the variable transport of coarse sediment material with icebergs. During times of extensive glaciations of northern Siberia, transport and deposition of coarse material must have been much stronger than today. From the new data, we expect a better insight into the glacial history of northern Siberia and the environmental changes in the Arctic Ocean during the last 300,000 years.

Principal investigator/Investigators:

THIEDE J/ SPIELHAGEN R



### **Neogene Entwicklung und Variabilität des Tiefwassereinstroms und der Sedimentumlagerung am östlichen Kontinentalrand vor Neuseeland, SW Pazifik (ODP Leg 181)**

Die Untersuchungen konzentrierten sich auf die neogene Abfolge des ODP Site 1123 an der nordöstlichen Flanke des Chatham Rise. Nach sedimentologischen und Tonmineralanalysen herrschen sehr feinkörnige, karbonatreiche pelagische Sedimente vor. Smektit und Illit dominieren die Tonmineralzusammensetzung, Chlorit ist ebenfalls vorhanden, aber der Gehalt an Kaolinit ist nahe der Nachweisgrenze. Der Anteil an Smektit ist im Eozän sehr hoch und nimmt seitdem kontinuierlich ab. Illit und Chlorit nehmen demgemäß zu und zeigen signifikante, sprunghafte Erhöhungen in den Konzentrationen bei 13,5, 9 und 6,5 Millionen Jahren. Die Tonmineralzusammensetzung zeigt nur geringe Schwankungen, was auf sehr gleichförmige Sedimentationsprozesse hinweist, die wahrscheinlich mit langfristigen Entwicklungen im Zusammenhang stehen. So zeigen die zunehmenden Illit- und Chloritgehalte deutliche Parallelen zur Hebungs-geschichte der neuseeländischen Südalpen während des Neogens.

Projektleiter:  
DULLO W-CHR

### **Neogene dynamics of deep-water circulation and sediment redeposition at the eastern New Zealand continental margin, SW Pacific (ODP Leg181)**

The study focused on the Neogene succession at ODP Site 1123 that is located on the northeastern flank of Chatham Rise. Sedimentological and clay mineral analyses indicate very fine-grained carbonate-rich pelagic sediments. Smectite and illite are the main constituents of the clay mineral assemblage, chlorite is also present but the kaolinite content is near the detection limit. The smectite proportions are high during the Eocene and decrease since then. Illite and chlorite are increasing mutually with significant steps at 13.5, 9 and 6.5 million years. Only small fluctuations are obvious in the clay mineral composition, which indicates a uniform sedimentation process, probably driven by long-term environmental changes. The increasing illite and chlorite values show a good correspondence to the tectonic uplift history of the Southern New Zealandian Alps.

Principal investigator:  
DULLO W-CHR

### **2002 begonnene Projekte**

#### **Rekonstruktion des spätpleistozänen bis holozänen Sedimentationsmilieus im Ochotskischen Meer anhand von Foraminiferen-Proxydatensätzen**

Bisherigen Arbeiten im Ochotskischen Meer zeigen eine erhöhte Bildung von ochotskischen Zwischenwassermassen und damit verbunden eine verbesserte Ventilation nordpazifischer Zwischenwassermassen während des Letzten Glazialen Maximums. Analysen von Benthosforaminiferen-Artengemeinschaften aus dem südlichem Ochotskischen Meer lassen darüber hinaus vermuten, dass die Kernschichttiefe des glazialen ochotskischen Zwischenwassers ca. 400-500 m tiefer als heute lag.

Im Rahmen dieser von INTAS geförderten Arbeit wird eine detaillierte Rekonstruktion der Zwischenwasserbildung entlang des Kontinentalhangs E' Sachalins während des Spätpleistozäns und Holozäns angestrebt. Die Analyse der Artenvergesellschaftungen von rezenten Benthosforaminiferen wird erlauben, die ökologischen Präferenzen der Benthos-Vergesellschaftungen in Abhängigkeit von veränderlichen ozeanographischen Randbedingungen zu untersuchen. Diese Ergebnisse dienen zur Kalibrierung der folgenden Analysen an ausgewählten Sedimentkernen mit detaillierten Altersmodellen. Anhand dieser Kerne soll die Entwicklung der klimatischen und ozeanographischen Bedingungen unter besonderer Berücksichtigung von

### **Projects started in 2002**

#### **Reconstruction of the Late Pleistocene to Holocene depositional environment of the Sea of Okhotsk based on foraminiferal proxy data**

Previous studies in the Sea of Okhotsk demonstrated the intensification of deep water formation and the enhanced ventilation of the North Pacific intermediate water masses in the Okhotsk Sea during the Last Glacial Maximum. Benthic foraminiferal assemblages from the southern part of the Sea of Okhotsk in addition suggest that during the last glacial the core of glacially formed intermediate water masses was ca. 400-500 m deeper than today.

In the framework of this INTAS-sponsored fellowship, we attempt to reconstruct in detail the varying intermediate water formation along the Sakhalin continental margin during Late Pleistocene to Holocene times. Recent benthic foraminiferal assemblages will help to relate the ecological preferences of recent benthic foraminiferal assemblages to both modern hydrological conditions and core-top sediment parameters, which is an important prerequisite for all further paleoceanographic reconstructions. These results serve as basis for the analysis of selected sediment cores with detailed age models, aiming at reconstructing the evolution of the Sea of Okhotsk environment with respect to surface and bottom water circulation, changes in productivity, sea ice coverage and sea level change.



wechselnden Produktivitäts-, Meereis- und Meeresspiegelprozessen dokumentiert werden. Das Projekt ist angelegt als enge Kooperation zwischen dem Labor für Paläoökologie und Biostratigraphie des P.P. Shirshov Instituts für Ozeanologie, Russische Akademie der Wissenschaften (IORAS) und der Abteilung für Paläo-Ozeanologie des GEOMAR.

Projektleiter/Projektmitarbeiter:  
BUBENSHCHIKOVA N, NÜRNBERG D, BIEBOW N

The project is carried out in close cooperation between the Laboratory of Paleoecology and Biostratigraphy of the P.P. Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Science (IORAS), and the Department of Paleoceanology, GEOMAR Research Center for Marine Geosciences, Germany.

Principal investigator/Investigator:  
BUBENSHCHIKOVA N, NÜRNBERG D, BIEBOW N

### **Paläo-Aufzeichnungen der El Niño/Southern Oscillation (ENSO) Variabilität in Korallen von Tahiti**

Das ENSO-Phänomen gehört zu den prominentesten bislang nachgewiesenen zyklischen Klimaschwankungen, die eine globale Signifikanz besitzen. Obwohl auf kurzen Zeitskalen und in Modellierungen intensiv untersucht, besteht noch erheblicher Forschungsbedarf bezüglich der langfristigen Variabilität und lateralen Verbreitung des Signals. Korallen bieten sich als ein geeignetes Klimaarchiv zur Untersuchung an, bieten sie doch eine hohe zeitliche Auflösung auf langen Zeitskalen verbunden mit der Möglichkeit einer präzisen Alterskontrolle der verwendeten Datensätze. Mithilfe feinskaliger Beprobungen können so verschiedene klimarelevante Parameter abgeleitet werden wie Paläo-Meeressoberflächentemperaturen, -Verdunstung oder -Niederschläge.

In unserer Studie werden Sauerstoff-Isotopen sowie Strontium/Calcium-Verhältnisse als Proxydaten zur Rekonstruktion des Paläoklimas und der ENSO-Dynamik benutzt. Die Korallenproben stammen von Tahiti, eine Lokation mit einer der instrumentell best-dokumentierten ENSO-Aufzeichnungen. In einer darauffolgenden Synthese sollen die erhobenen Datensätze mit einem weiteren Datensatz aus Indonesien verglichen werden.

Projektleiter/Projektmitarbeiter:  
DULLO W-CHR, EISENHAUER A/CAHYARINI SY

### **OROMA: Operationelle kartographische Erfassung von hydrodynamischen, morphodynamischen und umweltrelevanten Parametern im Radarbereich und optisch sichtbaren Bereich zur Überwachung für das Küstenmanagement**

Die nahe Küstenmorphodynamik, die von großer natürlicher Variabilität begleitet ist, erfordert eine Überwachung durch Küstenbehörden, um die Umwelt zu erhalten. Dazu hat die entsprechende Umweltbehörde ständige menschliche Eingriffe wie Baggerung, Strandaufspülung, Hafendammbau oder andere Küstenschutzmaßnahmen zu beaufsichtigen. Zur Optimierung dieser Tätigkeiten werden keine Daten benötigt, sondern man braucht aktuelle thematische Informationen, um den gegenwärtigen Stand und mögliche Risiken für die Umwelt der Küstenzone

### **Paleo-records of El Niño/Southern Oscillation (ENSO) variability in corals from Tahiti**

ENSO is one of the pronounced signals identified in global climate variability. This phenomenon is most well understood in high resolution time scale data such as annual and interannual. Corals are useful to provide these data on longer time scales as their density banding carries isotopic and chemical tracers, that can be used for present and past reconstructions of climate parameter ( sea surface temperature, evaporation and precipitation) in conjunction with the possibility of obtaining precise age models for the records.

In our study, we will use oxygen isotope data and Sr/Ca ratios in order to reconstruct past climate variability and ENSO dynamics from one of the most prominent ENSO instrument record sites which is located at Tahiti. To date, our work is based on three coral cores. The data obtained will be incorporated in a comparative study together with an Indonesian site.

Principal investigator/Investigator:  
DULLO W-CHR, EISENHAUER A/CAHYARINI SY

### **OROMA: Operational radar and optical mapping in monitoring hydrodynamic, morphodynamic and environmental parameters for coastal management**

Near coastal morphodynamics, being of high natural variability, requires to be monitored by coastal managers in order to preserve the environment. For this, the authority has to manage permanent human intervention such as dredging, beach nourishment, jetty construction or other coastal protection measures. To optimize these actions does not need data, it needs actual thematic information in order to assess the status and possible risks within the environment of the coastal zone. This is necessary for the security in shipping to minimize the risk of accidents. Biological factors need to be surveyed as does oil pollution, which has a negative impact on the natural and recreational value of the area and which endangers the use of coastal waters as a food supply area. Therefore, the objective of OROMA is to present the necessary information on the actual status of the coastal bathymetry, on hydrology and



einzuschätzen. Dieses ist notwendig für die Sicherheit der Schifffahrt, um das Risiko von Unfällen zu minimieren. Durch Ölverschmutzung beeinflusste biologische Parameter müssen überprüft werden, die eine negative Wirkung auf die Natur und den Erholungswert des Gebietes haben und die den Gebrauch von Küstengewässern als Nahrungsquelle gefährden. Deshalb ist das Ziel von OROMA, die notwendigen Informationen über die aktuelle Beschaffenheit der Küstenbathymetrie, der Hydrologie und einige wichtige biologische Parameter wie Chlorophyll a zur Verfügung zu stellen. Dazu werden im Projekt OROMA innovative Werkzeuge für die Kartierung und Präsentation von relevanten Prozessen von relativ großen Seegebieten in naher Echtzeit zur Verfügung gestellt. Das OROMA Team besteht aus 6 Entwicklern sowie 4 Endnutzern von Küstenbehörden und strebt an, das Problem vom Wissen der Grundlagenforschung in aktuelle thematische Informationen zu konvertieren sowie über elektronische Netzwerke zu verbreiten.

Im Projekt OROMA wird die experimentelle Überwachung durchgeführt, um die Effektivität von Überwachungstechnologien auch durch Grundlagenforschung über die involvierten physikalischen Eigenschaften zu erhöhen. Während der experimentellen Überwachungsphase von zwei Jahren Dauer werden Radardaten und optische sowie in situ Daten gewonnen und auf ihre Gültigkeit überprüft. Es werden Daten von Satelliten- und Flugzeugsensoren sowie von mobilen landgestützten Instrumenten verwendet. Die Rohdaten von diesen unterschiedlichen Quellen werden zusammengefügt und auf ein einheitliches Raster abgebildet. Abgeleitete Radarinformationen der Bathymetrie werden parallel zur Schwebstoffkonzentration aus optischen Messungen kartiert. Algorithmen für die Datenzusammenführung, Assimilation und inverse Modellierung werden für die Beurteilung des Zustandes der Küstenregion angepaßt. Ergebnisse müssen dann durch in situ Messungen verifiziert werden. Es wird eine operationelle Technik entwickelt, um Tendenzen und mögliche Risiken der überwachten Prozesse zu erkennen. Thematische Informationen vom Zustand und von den wechselwirkenden Prozessen sollen innerhalb der jeweiligen Experten ausgetauscht werden. Herausgezogene Informationen, die für die Überwachung von Wert sind, werden in Form von thematischen Karten präsentiert. Das Projekt OROMA wird operationelle Werkzeuge zur kartographischen Erfassung von physikalischen Parametern durch wissenschaftlichen Fortschritt erfassen. Integriert werden kostengünstige Abbildungstechniken im Radarbereich und im optischen Bereich, um die Bathymetrie und die Wasserqualität zu beurteilen. Hochauflösende hydrodynamische Oberflächenphänomene werden ebenfalls durch ein landgestütztes Radar vermessen und in die kartographische Erfassung integriert.

Im Projekt OROMA soll eine Präsentation von allen überwachten Parametern in naher Echtzeit erreicht werden. Die Ergebnisse werden als geokodierte thematische Informationen präsentiert und durch elektronische Netzwerke verteilt, um ein schnelles Update und um eine schnelle Zugänglichkeit für die Küstenbehörden zu erreichen. Das OROMA Projekt integriert die Endnutzer in der Küstenüberwachung durch Bereitstellung von

on some important biological factors such as chlorophyll a. For this, OROMA will develop innovative tools for mapping and presenting the processes of interest over large areas in near-real time. The OROMA team, consisting of 6 developers and 4 end users from the coastal management, will pursue the problem of converting scientific-based knowledge into actual information to be distributed via electronic network.

OROMA will conduct experimental monitoring in order to increase the effectiveness of monitoring technologies by increasing the basic knowledge about the physical principles involved. During the experimental monitoring phase, consisting of two years observation, data from radar-, optical- and in-situ instruments will be acquired and validated. Data will be acquired from satellites and aeroplanes as well as from mobile ground based instruments. Raw data from the different sources will be combined and mapped into one common grid. Radar-deduced information on the bathymetry will be mapped in parallel to the concentration of suspended matter acquired from optical observations. Algorithms for data fusion, assimilation and inverse modelling will be adapted for the assessment of the overall coastal status. Results will be verified by ground truth observations. An operational technique to detect trends and possible risks within the monitored processes will be developed. Thematic information on the status and the interacting processes will be exchanged among the experts. Extracted information, which is of value for the management, will be presented in the form of thematic maps. OROMA will develop operational mapping tools of physical parameters by scientific progress. It will integrate cost effective radar and optical mapping techniques for bathymetric as well as for water quality assessment. High resolution hydrodynamic surface features will also be observed by ground based radar and integrated in the mapping.

OROMA will achieve a near-real-time presentation of all monitored parameters. The results will be presented as thematic information on a geo-coded grid and distributed by electronic network to ensure rapid update and to make it quickly accessible for the management. OROMA integrates with the end users, representing the coastal management sector, by providing them with a flow of electronic information. The success of the project and the operational usability of its products will be evaluated on the basis of their feedback (see also [www.brockmann-consult.de/oroma](http://www.brockmann-consult.de/oroma)).

Principal investigator/Investigator:  
HENNING S I/ HERBERS D



elektronischen Informationen. Der Erfolg des Projektes und die operationelle Verwendung der Produkte werden auf der Basis des Rückkoppelungseffektes evaluiert (siehe auch [www.brockmann-consult.de/oroma](http://www.brockmann-consult.de/oroma)).

Projektleiter/Projektmitarbeiter:

HENNINGS I/ HERBERS D

### **Nacheiszeitliche Küstenverlagerung im Umfeld der griechischen Kolonie Selinunt, Südwest-Sizilien**

Im Umfeld der bedeutenden griechischen Kolonialstadt Selinunt werden die Holozän-Stratigraphie und Küstenlinienverlagerung untersucht. Das Projekt findet in enger Zusammenarbeit mit dem Deutschen Archäologischen Institut, Abt. Rom (Dir. Dr. habil. D. Mertens) statt, das seit 1985 die archäologischen Untersuchungen in Selinunt leitet.

Projektleiter/Projektmitarbeiter:

HOFFMANN-WIECK G/HERMANNNS M

### **Einfluss des Golfstroms auf Sedimentationsmilieu und Benthosgemeinschaften in der südlichen Florida-Straße (Pilotstudie GOLDFLOS)**

Das Untersuchungsziel dieser Pilotstudie ist der gegenwärtige Einfluss des Golfstroms auf Benthosgemeinschaften und das Sedimentationsmilieu in der südlichen Florida-Straße. Dabei sollen biotische und granulometrische Proxies für die Intensität von Bodenströmungen, die im Einflussbereich des Mittelmeerausstroms vor Iberien entwickelt wurden, auf ihre überregionale Anwendbarkeit hin getestet werden. Auf einem Transekt nördlich der Cay Sal Bank soll der gegenwärtige Einfluss des Strömungsregimes auf rezente Benthosgemeinschaften und Oberflächensedimente untersucht werden. Die gegenwärtige Hydrographie ist hier bereits gut untersucht, und es liegen Strömungsprofile vor, mit denen biotische und granulometrische Strömungsindikatoren abzugleichen sind. Ferner soll an zwei Sedimentkernen getestet werden, ob sich auch Änderungen der Paläo-Strömungsintensität im Wechsel von Glazial zu Holozän mit diesen Proxies erfassen lassen. Erweist der Test die Anwendbarkeit der genannten Indikatoren, so soll auf den Ergebnissen dieser Pilotstudie aufbauend ein weiterer Fahrtvorschlag erarbeitet werden. Das wissenschaftliche Leitziel ist eine Beschreibung des Golfstrom-Strömungsprofils in der geologischen Vergangenheit, um glaziale Durchfluss- und Wärmetransportraten in der Florida-Straße abzuschätzen.

Projektleiter/Projektmitarbeiter:

KUHNT W, Universität Kiel/ SCHÖNFELD J

### **Holocene coastline-shift in the valleys close to the Greek colony Selinunt, SW-Sicily**

In the valleys close to the important Greek colony Selinunt the Holocene stratigraphy and coastline-changes shall be investigated. The project is carried out in close cooperation with the German Archaeological Institute Rome (Dir. Dr. habil. D. Mertens) leading the archaeological investigations in Selinunt since 1985.

Principal investigator/Investigator:

HOFFMANN-WIECK G/HERMANNNS M

### **Impact of the Gulf Stream on sedimentary environments and benthic foraminiferal associations in the southern Florida Straits (GOLDFLOS pilot study)**

The objective of this pilot study is the recent impact of the Gulf Stream on benthic communities and sedimentary environments in the southern Florida Straits. Biotic and granulometric proxies for the intensity of near-bottom currents have been constrained under the influence of the Mediterranean Outflow at the western Iberian continental margin and are now to be tested for their oceanwide applicability. The recent impact of the Gulf Stream current on benthic communities and bottom sediments will be assessed on a transect to the North of Cay Sal Bank, Bahamas. Today's oceanographic settings are well studied and current velocity sections from previous hydrographic surveys will serve as ground truth data for a calibration of biotic and granulometric current proxies. Sediment cores will be taken and screened for Glacial to Holocene variations of these parameters. Provided the results of the feasibility study are positive, a subsequent research cruise to southern Florida Straits will be proposed. The principle objective will then be a reconstruction of the palaeo-Gulf Stream current section in order to estimate throughflow and heat transport rates in the Florida Straits during the Last Glacial Maximum.

Principal investigator/Investigator:

KUHNT W, Universität Kiel/ SCHÖNFELD J





### **Kurzfristige Temperaturänderungen im atlantischen Warmwasserpool - der Golf von Mexiko (IMAGES-VII PAGE)**

Die dynamische Entwicklung des Westatlantischen Wärmepools (WAWP) steuert in nachhaltiger Weise den ozeanischen Wärmetransfer in hohe nördliche Breiten und bedingt Wechsel in der subpolaren Ozeanographie des Nordatlantiks und Klimaveränderungen in NW-Europa. Im Rahmen des beantragten Projektes konzentrieren sich die Arbeiten auf die spätquartäre Entwicklung der oberflächennahen Ozeanhydrographie im westlichen tropischen-subtropischen Atlantik, speziell im Golf von Mexiko und in der Floridastraße. Beide Gebiete werden durch warme tropische Oberflächenwassermassen nachhaltig beeinflusst, die aus der Karibik durch den Golf von Mexiko und die Floridastraße als Golfstrom in den Nordatlantik abfließen. Trotz der herausragenden Bedeutung des WAWP als Wärmespeicher wurde dem Golf von Mexiko aus paläozeanographischer Sicht bisher nur geringe Beachtung geschenkt.

Die geplanten Untersuchungen konzentrieren sich auf die Bearbeitung zweier langer Sedimentkerne vom DeSoto Canyon und der Floridastraße, die im Rahmen der diesjährigen IMAGES MD-127 (PAGE) Kampagne gewonnen werden. Die Rekonstruktion der Oberflächenhydrographie in der Ursprungsregion des Golfstromsystems während der zwei letzten Glazial/Interglazialwechsel steht im Mittelpunkt der Untersuchungen. Besonders Augenmerk wird dabei auf die schnellen Klimaänderungen während der Dansgaard-Oeschger-Zyklen und Heinrich-Ereignisse gelegt.

Die Klimavariabilität im Golf von Mexiko soll mit einem kombinierten mikropaläontologischen und geochemischen Ansatz hochauflösend rekonstruiert werden. Die paläozeanographischen Proxydatenserien werden dabei relevante Information zur Oberflächentemperatur, zur Thermoklinitiefe, Produktivität, Wassermassenzirkulation und zum Flußeintrag bereitstellen und das Wissen über global-klimatische "Televerbindungen" erweitern.

Projektleiter/Projektmitarbeiter:  
NÜRNBERG D, SCHÖNFELD J

### **Variabilität der Paläo-Oberflächentemperaturen und Schwankungen der Thermokline im karibischen Raum (RASTA)**

Änderungen der ozeanischen, oberflächennahen Wassertemperaturen sind eng an globale Klimawechsel gekoppelt. Exakte Rekonstruktionen der Meeresoberflächentemperaturen während der jüngsten Erdgeschichte sind daher grundlegend für Klimamodelle, da geringfügige Temperaturänderungen entscheidende Auswirkungen auf die ozeanische und atmosphärische Zirkulation, auf die atmosphärischen Feuchtigkeitsgehalte und -temperaturen, auf Wolkenbedeckung und Albedo haben. Obwohl es verschiedene methodische Ansätze gibt, Meeresoberflächentemperaturen zu rekonstruieren, bleibt die Diskussion speziell über die Temperatur-

### **Short-term variations in seasurface temperature in the Atlantic Warm Water Pool - The Gulf of Mexico (IMAGES-VII PAGE)**

The dynamic evolution of the West Atlantic Warm Water Pool (WAWP) effectively drives the oceanic heat transfer towards high northern latitudes and thus, considerably affects the subpolar North Atlantic oceanography and climate change in NW-Europe. Within the proposed study, we will focus on the late Quaternary evolution of the western tropic-subtropical Atlantic sea-surface hydrography, specifically of the Gulf of Mexico and Florida Strait. Both areas are largely influenced by the warm tropical surface waters from the Caribbean Sea, which penetrate into the Gulf of Mexico and subsequently exit to the North Atlantic via Florida Strait as the Gulf Stream. Despite of its central role as vigorous heat reservoir within the WAWP, the Gulf of Mexico was hitherto paid not much attention with regard to paleoceanographic studies.

Based on the investigation of two long sediment-cores from DeSoto Canyon and Florida Strait, which will be recovered during this year's IMAGES MD-127 (PAGE) campaign, we will specifically concentrate on the reconstruction of the sea-surface hydrography in the source area of the Gulf Stream System over the last two glacial-interglacial cycles. Main emphasis is laid on the rapid climate changes during the last glacial called Dansgaard-Oeschger cycles and related Heinrich events.

The proposed study on the high-resolution climatic variability in the Gulf of Mexico area will be approached by combining micropaleontological and geochemical analyses of planktic foraminifers. These paleoceanographic proxy data will provide relevant information on sea-surface temperature (SST), thermocline depth, productivity, ocean circulation, and fluvial freshwater supply, and will allow to increase our knowledge on interhemispheric teleconnections for rapid climate change.

Principal investigators/Investigator:  
NÜRNBERG D, SCHÖNFELD J

### **Palaeo sea surface temperature variability and thermocline depth variations in the Caribbean (RASTA)**

Changes in sea surface temperatures (SST) are closely coupled to global climatic changes. Exact reconstructions of SST during the latest earth history are thus crucial to any climate model, since even small temperature changes significantly bias oceanic and atmospheric circulation, atmospheric moisture content and air temperature, cloud coverage and albedo. Although various methods are currently applied to infer SST, the various reconstructions of the surface ocean thermal condition specifically during the Last Glacial Maximum remain controversial. Recent studies prove the Mg/Ca paleothermometry to be a powerful tool in paleoceanography. Nevertheless, the



verhältnisse des letzten glazialen Maximums kontrovers. Neueste Untersuchungen belegen, daß die Magnesium-Paläothermometrie ein verlässliches Werkzeug zur Bestimmung von Paläo-Oberflächenwassertemperaturen ist. Ein systematischer Abgleich mit anderen, konventionellen Methoden (Faunentransferfunktionen, Sauerstoffisotope) sowie mit der geochemischen Methode des  $U^{K}_{37}$ -Index steht jedoch erst am Anfang. Schwerpunkt der geplanten Untersuchungen ist daher, die bestehenden Datensätze zur Magnesium-Paläothermometrie im Vergleich zu anderen SST-Proxies zu erweitern. Dies beinhaltet neben den Untersuchungen zur eigentlichen Methodik (Mg-Signalbildung, Lösungseinfluß, Temperaturkalibrierungen etc.) die Anwendung der Mg-Paläothermometrie in einem klimarelevanten Meeresgebiet, dessen thermale Geschichte besonders für die letzten glazial/interglazialen Wechsel kontrovers diskutiert wird. Hauptaugenmerk wird somit auf den Terminationen I und II liegen, wobei aber insbesondere die raschen Klimawechsel (Daansgard-Oeschger-Zyklen) während Isotopenstadium 3, sowie Isotopenstadium 2 im Vergleich zur heutigen Situation detailliert untersucht werden sollen.

Projektleiter/Projektmitarbeiter:

NÜRNBERG D, WEFER G/RÜHLEMANN C, Universität Bremen

### **Planktische Foraminiferen im Nordatlantik: ein revidierter Ansatz zu paläoklimatischen Rekonstruktionen**

Schwerpunkt der Studie ist die hochauflösende Rekonstruktion von glazial-interglazialen Klimavariabilitäten im Nordostatlantik und der Norwegen-Grönland-See im Spätquartär. Basierend auf einer zeitlichen Datenauflösung von wenigen hundert bis tausend Jahren liegt der Fokus der Arbeiten auf kurzfristigen ozeanographischen Schwankungen, denen anhand von Veränderungen in der Artenvergesellschaftung planktischer Foraminiferen nachgegangen wird. Neben der klassischen Erhebung der Artenzusammensetzung werden hierbei hauptsächlich alternative, bislang nur vereinzelt benutzte Methoden angewandt. Diese beinhalten die Dokumentation (1) von selten vorkommenden Indexspezies zur Interpretation von Paläoumweltbedingungen; (2) von kleinschaligen Arten wie *T. quinqueloba* (<150 µm) zur Charakterisierung von atlantischem Oberflächenwassereinstrom in die Norwegen-Grönland-See während "untypischer" Zeitintervalle, d.h. außerhalb ausgeprägter Interglaziale; (3) von Kalzifizierungstiefen über stabile Sauerstoffisotopen unterschiedlicher Arten zur Charakterisierung der intra-interglazialen Oberflächenwasser- und Thermoklinenstruktur im Nordatlantik.

Projektleiter/Projektmitarbeiter:

THIEDE J, BAUCH H/KANDIANO E

systematic comparison to conventional SST-methods (foraminiferal transfer functions, oxygen isotopes) and to organochemical methods ( $U^{K}_{37}$ -index) is still in the beginning. Within the project, we attempt to further establish the Mg/Ca paleothermometry and compare it to alternative SST proxies. This comprises the study on the Mg-signal formation, on the impact of carbonate dissolution, and on the establishment of species-specific Mg/T calibrations. We will apply the method to Caribbean sediment records in order to reveal the thermal evolution of this climatically relevant ocean area. Main focus will be laid on the deglacial Terminations I and II, and also on the rapid climatic changes during oxygen isotope stages 3 and 2 (Daansgard-Oeschger cycles).

Principal investigators/Investigator:

NÜRNBERG D, WEFER G/RÜHLEMANN C, Universität Bremen

### **Planktic foraminifers in the North Atlantic region: a revised approach to paleoclimatic reconstructions**

The proposed work will focus on reconstructing glacial-interglacial and centennial to millennial-scale climate variability in the North Atlantic Ocean and Nordic seas during the late Quaternary. Investigations will be based on planktic foraminiferal diversity with emphasis on alternative methods that were not broadly employed before. These include (1) consideration of rare species for paleoenvironmental interpretations; (2) a study of climate variability in the Nordic seas taking into account the relative abundance of small-sized *T. quinqueloba* (size-fraction >100 µm) in order to unveil fluctuations in the advection of Atlantic water masses during intervals other than pronounced interglaciations; (3) an investigation of the surface water structure in the North Atlantic using the stable isotope signature of planktic foraminiferal species having different calcification depth to interpret intra-interglacial climate variability.

Principal investigator/Investigator:

THIEDE J, BAUCH H/KANDIANO E

### **The Mid-Pleistocene climate revolution and its influence on the Nordic seas region**

In the framework of this project the paleoceanographic and paleoclimatic conditions of the Norwegian and the Iceland seas will be investigated for the time interval between 1.5 million and 450,000 years ago. The analyses will focus on measurements of stable oxygen and carbon isotopes as well as on investigations of the iceber-rafted material in order to document variations in ice volume and hydrographic conditions, as well as changes in the amount, composition



## Die mittelpleistozäne Klimarevolution und ihre Auswirkungen auf das Europäische Nordmeer

Im Rahmen dieses Projektes ist die Rekonstruktion der Paläo-Ozeanographie und des Paläoklimas von Norwegen- und Island-See für den Zeitraum ca. 1,5 Millionen bis 450.000 Jahre geplant. Mit dem Schwerpunkt auf der hochaufgelösten Untersuchung stabiler Sauerstoff- und Kohlenstoffisotope sowie der Analyse des eisverfrachteten Materials einschließlich einer Untergliederung der lithogenen Partikel sollen dabei Veränderungen in der Eismassenausdehnung und in den Meeresströmungen sowie Menge, Zusammensetzung und Transportrichtung von durch Eisberge angelieferten Sedimentkomponenten herausgearbeitet werden. Primäres Ziel ist eine detaillierte Analyse des Klimawechsels im mittleren Pleistozän, der zu einem auf der Nordhemisphäre bis heute vorherrschenden Rhythmus von glazialen und interglazialen Klimaphasen geführt hat.

Projektleiter/Projektmitarbeiter:

THIEDE J, BAUCH HA/ HELMKE JP

## Pliozäne Tiefenwasserzirkulation und Carbonatchemie im SE-Pazifik, 6–2.5 Ma (ODP Leg 202)

Ziel unseres Vorhabens ist die zeitlich hochauflösende Rekonstruktion der pliozänen Zwischen- und Tiefenwasserzirkulation und der Carbonatchemie im SE-Pazifik für das Zeitintervall von 6–2.5 Ma. Obwohl der SE-Pazifik eine Schlüsselregion für den Wassermassenaustausch zwischen Südpolarmeer und N-Pazifik ist, bildet er noch einen der größten weißen Flecken auf der paläo-ozeanographischen Weltkarte. Unsere Untersuchungen konzentrieren sich auf 4 Bohrkern von ODP Leg 202 (1236, 1237, 1239, 1241), die ein Tiefenwassertransekt (1300–3200 m) und ein Breitentransekt (6°N–22°S) bilden. Sie erlauben erstmals Rückschlüsse auf horizontale und vertikale Änderungen in der Ausdehnung von Pazifischem Zentralwasser, Antarktischem Zwischenwasser und Zirkumpolarem Tiefenwasser. Benthische  $\delta^{18}\text{O}$ - und  $\delta^{13}\text{C}$ -Kurven sowie Carbonatlösungsprofile sollen die ursächlichen Verkettungen im Nährstofftransport, der Tiefenwasser-Durchlüftung sowie der Carbonat-Erhaltung erfassen, die im Zusammenhang mit drei erdgeschichtlich bedeutenden Ereignissen zu erklären sind: die Schließung des Panama-Seeweges, die früh- bis mittel-pliozäne Warmphase und die Vereisung der Nordhemisphäre seit 3 Ma. Eine zentrale Frage betrifft die Bedeutung des nährstoffreichen, nordpazifischen Rückstromes im Zwischenwasser-Stockwerk und seine Einspeisung in den Antarktischen Strömungsring als bislang unterschätztes Bindeglied in der globalen thermohalinen Zirkulation.

Projektleiter/Projektmitarbeiter:

TIEDEMANN R/ STURM A

and transport direction of ice-rafted sediment components. The main goal will be a detailed study of the major climate revolution during the mid-Pleistocene, i.e., the shift towards a climate system with alternating glacial and interglacial climate modes in the Northern Hemisphere.

Principal investigator/Investigator:

THIEDE J, BAUCH HA/ HELMKE JP

## Pliocene deep water circulation and carbonate chemistry in the SE Pacific, 6–2.5 Ma (ODP Leg 202)

We intend to investigate Pliocene changes in intermediate and deep water circulation and chemistry in the eastern Pacific. The SE-Pacific suffers from large gaps in our knowledge about paleoceanographic changes, although it is a key area for the water mass exchange between Southern Ocean and North Pacific. Our studies will concentrate on four sites from ODP Leg 202 (1236, 1237, 1239, 1241) that cover an intermediate to deep water transect from 1300–3200 m as well as a latitudinal transect from 6°N–22°S. They allow for the first time to reconstruct temporal and spatial changes in circulation and ventilation of Pacific Central Water, Antarctic Intermediate Water, and Circumpolar Deep Water. Benthic  $\delta^{18}\text{O}$ - and  $\delta^{13}\text{C}$ - records as well as carbonate dissolution profiles will be established for the time interval from 6–2.5 Ma to assess the causal relationships between changes in carbonate preservation, nutrient distribution, deep-water circulation and ventilation to understand their linkages to three prominent events in Pliocene earth's history: the final closure of the Isthmus of Panama, the warm early to mid-Pliocene and the onset of the Northern Hemisphere glaciation since 3 Ma. A major target is to examine the impact of the nutrient-rich N-Pacific return flow at intermediate water depth and its injection into the Antarctic Circumpolar Current, which is regarded as an underestimated key element of the global thermohaline circulation.

Principal investigator/Investigator:

TIEDEMANN R/ STURM A



## Laufende wissenschaftliche Projekte

### Current scientific projects

Projektleitung / Mitarbeiter	Projekttitlel		Finan- zierung	Zeitraum
Principal investigator(s) / collaborator(s)	Project title		Funding source	Duration
BRENNER W/ MEEMKEN H J	Dynamik des postglazialen Ökosystems südwestliche Ostsee- Untersuchungen der Wechselwirkungen zwischen Umwelt und Biosphäre anhand organisch-wandiger Mikrofossilien	Dynamic of the postglacial ecosystem southwestern Baltic Sea - investigation of the interaction between environment and biosphere based on organic-walled microfossils	DFG	1999-2003
DULLO W-CHR EISENHAUER A/ PFEIFFER M	CHAGOS 2 Sclerochronologie an Steinkorallen und die Rekonstruktion von Meeresspiegelschwankungen (Chagos-Archipel, zentraler Indischer Ozean)	CHAGOS 2 Sclerochronology of scleractinian corals and reconstruction of sea-level changes (Chagos-Archipel, central Indian Ocean)	DFG	1998-2002
DULLO W-CHR/ BÖHM F	Die Bedeutung stratigraphischer Diskontinuitäten als Zeugen globaler und regionaler paläo-ozeanologischer Ereignisse aus der Sedimentationsgeschichte des Kerguelen Plateaus	The meaning of stratigraphic discontinuity as witnesses of global and regional palaeo-oceanological events from the sedimentation history of the Kerguelen Plateau	DFG	1998-2002
DULLO W-CHR HORN D REHM S CAMOIN G (Cerege/Aix-en- Provence) LAPOINTE P (totalfinalelf/Paris)	KARBOPORE Die oligozän-miozänen Karbonatplattformen und Atollriffe der Philippinen: Porositätsentwicklung und -erhaltungspotential	KARBOPORE The Oligocene-Miocene carbonate platforms and pinnacle reefs of the Philippines: Development and preservation of porosity	DFG	1999-2002
DULLO W-CHR RUPRECHT E/ KÜBLER B PFEIFFER M	SFB 460 Wachstumsraten und Paläotemperaturproxies in Korallen- und Schwamm skeletten	SFB 460 Growth rates and paleotemperature proxies in coral skeletons and sponge skeletons	DFG	1999-2005
DULLO W-CHR SIROCKO F (Mainz)/ WOLF A	ALPAKKA Zeitliche Variationen im Auftriebsgeschehen und El-Niño-Ereignisse vor Peru: Auswirkungen und Überlieferung	ALPAKKA Temporal variations in upwelling and El-Niño events off Peru: Consequences and preservation	BMBF	2000-2002



<b>Projektleitung / Mitarbeiter</b>	<b>Projekttitle</b>	<b>Finan- zierung</b>	<b>Zeitraum</b>
<b>Principal investigator(s) / collaborator(s)</b>	<b>Project title</b>	<b>Funding source</b>	<b>Duration</b>
DULLO W-CHR (International Coordination)/ RÜGGERBERG A	ECOMOUND Rekonstruktion der Entwick- lungsgeschichte der Carbonate Mounds entlang des Europäischen Konti- nentalrandes	ECOMOUND Environmental Controls on Mound Formation along the European Margin	EU 2000-2003
DULLO W-CHR EISENHAUER A/ ZINKE J	GLORIA Globale, klimatisch relevante Proxysignale in massiven Korallen	GLORIA Globally significant climate proxies in massive corals	BMBF 2000-2003
DULLO W-CHR/ SCHÖNFELD J	Känozoische Paläo-Ozeanographie des Südpolarmeeres während der Öffnung der Tasmanischen Ozeanpassage: eine klimatisch- tektonische Kopplung(ODP Leg 189)	Cenozoic paleooceanography of the Southern Ocean during the opening of the Tasmanian Gateway: the climate-tectonic link (ODP Leg 189)	DFG 2000-2003
DULLO W-CHR	Leitantrag KOMEX II	Lead proposal KOMEX II	BMBF 2001-2004
DULLO W-CHR NÜRNBERG D/ REGENBERG M	RASTA Rasche Klimawechsel im westlichen tropischen Atlantik	RASTA Rapid climate changes in the western tropical Atlantic	BMBF 2002-2004
DULLO W-CHR/ CAHYARINI SY	El-Niño Variabilität in Korallen aus Tahiti	El-Niño variability in corals from Tahiti	DAAD 2002-2004
DULLO W-CHR	Leibniz-Preis	Leibniz Award	DFG 2002-2007
HAY WW	Rekonstruktion der Salinität des Ozeans anhand von Massenbilanzen	Reconstruction of the salinity of the ocean based on mass balance	DFG 1998-2002
HAY WW BRÜCKMANN W SPIESS V THIEDE J TIEDEMANN R WEFER G	Pilotstudien für ein Ocean Drilling Stratigraphic Network	Pilot studies for an Ocean Drilling Stratigraphic Network	DFG 1998-2002
HAY WW/ FLÖGEL S	Modellierung des Paläoklimas und der Paläo-Ozeanologie an der Wende Cenoman/Turon und deren Verifizierung durch geochemische und mikropaläontologische Untersuchungen	GCM-modeling and verifica- tion of the paleoclimate and paleooceanology Cenomanian/ Turonian boundary through geochemical and micro- paleontological investigations	DFG 2000-2003
HAY WW DULLO W-CHR/ FLÖGEL S	Globale Karbonatsedimentation - von der mittleren Kreide bis Heute	Global carbonate sedimenta- tion - mid Cretaceous to Recent	DFG 2002-2003



Projektleitung / Mitarbeiter	Projekttitle	Finanzierung	Zeitraum
Principal investigator(s) / collaborator(s)	Project title	Funding source	Duration
HENNINGS I/ HERBERS D	Operationelle kartographische Erfassung von hydrodynamischen, morphodynamischen und umweltrelevanten Parametern im Radarbereich und optisch sichtbaren Bereich zur Überwachung für das Küstenmanagement (OROMA)	EU	2002-2005
HOFFMANN- WIECK G/ HERMANN S M	Nacheiszeitliche Küstenverlagerung im Umfeld der griechischen Kolonie Selinunt, Südwest-Sizilien	Fritz-Thyssen-Stiftung	2002-2003
KASSENS H/ VOLKMANN- LARK K	Otto-Schmidt-Labor für Polar- und Meeresforschung	BMBF	1999-2004
KUHNT W, Universität Kiel/ SCHÖNFELD J	Impact des Golfstroms auf Sedimentationsmilieu und Benthosgemeinschaften in der südlichen Florida-Straße. (Pilotstudie GOLDFLOS)	BMBF	2002-2004
NÜRNBERG D DULLO W-CHR/ BRUGHMANS N	Spätquartäre paläozeanographische und paläoklimatische Rekonstruktionen in der südwestlichen Tasman Sea - Paläoproduktivität, Paläooberflächentemperatur und Terrigenfluss mittels geochemischer Proxydaten (SPATS)	DFG/ ODP	2000-2003
NÜRNBERG D/ SCHÖNFELD J	Kurzfristige Änderungen der Oberflächenhydrographie im westatlantischen Wärmepool - Golf von Mexiko und Florida Straße	DFG/ IMAGES	2002
NÜRNBERG D BIEBOW N/ BUBENSHIKOV N (Moskau)	Spätquartäre Paläo-Ozeanographie im Ochotskischen Meer	INTAS	2002-2003
REIJMER JIG BETZLER C, Hamburg	ZAMBA Hochfrequente miozäne Sedimentationszyklen am leewärtigen Hang der Großen Bahama Bank (ODP Leg 166)	DFG	1999-2002



<b>Projektleitung / Mitarbeiter</b>	<b>Projekttitle</b>	<b>Finan- zierung</b>	<b>Zeitraum</b>
<b>Principal investigator(s) / collaborator(s)</b>	<b>Project title</b>	<b>Funding source</b>	<b>Duration</b>
REIJMER JJG MÜLLER A/ ROTH S	KLIBANK Die Überlieferung hochfrequenter Klimasignale in holozänen Hangsedimenten der westlichen Großen Bahama Bank	KLIBANK High-frequency climate signals in Holocene slope sediments of the western Great Bahama Bank	DFG 2000-2004
REIJMER JJG BETZLER C, Hamburg/ REUNING L	EPSTAB Früh-pliozäner Beginn der Sedi- mentproduktion auf den Karbonat- plattformen der Bahamas und Australiens	EBSTAB Early Pliocene start of sediment production on Australian and Bahamian carbonate platforms	DFG 2001-2003
SCHÄFER P, CAU/ REIJMER JJG SCHÄFER A, Bonn/ WALLRABE-ADAMS H-J, Bonn	OBERKARBONISCHE BECKENSEQUENZEN Globale und regionale Steuerungs- prozesse als Ursache für silizi- klastische und karbonatische Sequenzen im Ober-Karbon des Kantabrischen Beckens (NW- Spanien)	OBERKARBONISCHE BECKENSEQUENZEN Global and regional causes for the siliciclastic and carbonate sequence development in the Upper Carboniferous sediments of the Cantabrian Basin (NW- Spain)	DFG 1999-2003
THIEDE J BAUCH H	QUEEN Umweltbedingungen im nördlichen Eurasien während des Quartärs	QUEEN Quaternary Environment of the Eurasian North	DFG 1996-2002
THIEDE J (AWI) HOFFMANN- WIECK G KUIJPERS A (GEUS DK) LEMKE W (IOW) ENDLER R (IOW)	Wikingerzeitlicher Klima- und Landschaftswandel in den Fjorden des östlichen und westlichen Norse-Siedlungsgebietes, SW- Grönland	Viking-age climatic and landscape changes in the fjords of the Eastern and Western Norse settlement areas, SW-Greenland	GEUS 1998-2003
THIEDE J (AWI) HOFFMANN- WIECK G JAKOBSEN O	Nacheiszeitlicher Landschafts- wandel im Oldenburger Graben (Ostholstein, Schleswig-Holstein)	Postglacial landscape- change in the Oldenburger Graben (Ostholstein, Schleswig-Holstein)	Stiftung Schleswig- Holsteinische Landschaft 1999-2003
THIEDE J SPIELHAGEN RF/ BAUCH D SIMTICH J ERLENKEUSER H (CAU)	SIRRO Der Flusswassereinfluss auf die Eigenschaften der heutigen und spät-quartären Wassermassen in der Karasee	SIRRO Siberian river run-off: Influence on modern and Late Quaternary water mass characteristics in the Kara Sea	BMBF 2000-2003
THIEDE J (AWI, Bremerhaven) BAUCH H/ HELMKE JP	Die mittelpleistozäne Klimarevo- lution und ihre Auswirkungen auf das Europäische Nordmeer	The Mid-Pleistocene climate revolution and its influence on the Nordic Sea region	DFG 2001-2003


**Projektleitung / Projekttitle  
Mitarbeiter**
**Finan-  
zierung**
**Zeitraum**
**Principal  
investigator(s) /  
collaborator(s)**
**Project title**
**Funding  
source**
**Duration**

Principal investigator(s) / collaborator(s)	Project title	Funding source	Duration
THIEDE J (AWI, Bremerhaven) BAUCH H/ KANDIANO E	Planktische Foraminiferen im Nordatlantik - ein neuer Ansatz für Paläoklima-Rekonstruktionen	DFG	2002-2004
TIEDEMANN R NÜRNBERG D/ STURM A	Paläozeanographische Veränderlichkeit im australischen Sektor des Südozeans während der letzten 500.000 Jahre	DFG	1999-2002
TIEDEMANN R WEFER G, (Univ. Bremen)/ SCHÖNFELD J	Reaktion der benthischen Artengemeinschaften und der Oberflächenwasser-Temperaturen am westiberischen Kontinentalrand auf schnelle Klimawechsel	DFG	1999-2002
TIEDEMANN R NÜRNBERG D/ MÜLLER S	Das Ochotskische Meer: Relikt des letzten Glazials und Fenster in das N-pazifische Zwischenwasserstockwerk	DFG/ IMAGES	2001-2002
TIEDEMANN R NÜRNBERG D/ STEPH S GROENEVELD J	Forscherguppe „Einfluss von Ozeanpassagen auf Ozeanzirkulation, Klima und Evolution“ (FOR 451)  Projekt B2: „Einfluss von äquatorialen Ozeanpassagen auf die Bildung von Warmwasser-Pools, Ozeanzirkulation und Klima“	DFG	2001-2003
TIEDEMANN R NÜRNBERG D THIEDE J/ LEMBKE L	KOMEX II-TP 4 Die See von Ochotsk - Zeitlich hochauflösendes Klima-Archiv und paläozeanologisches Fenster in den Pazifik	BMBF	2001-2004
TIEDEMANN R HUELS M ZAHN R KAWAGATA S	Kurzfristige Variabilität von Klima und Ozeanographie des subtropischen NW Atlantiks (Tobago Becken)	DFG	1999-2002
WEFER G NÜRNBERG D/ RUEHLEMANN C	Variabilität der Paläo-Oberflächentemperaturen und Schwankungen der Thermokline im karibischen Raum (RASTA)	BMBF	2002-2004





## 2.4 Marine Umweltgeologie

### Wissenschaftliches Profil

Im Rahmen der generellen Zielsetzung des Forschungszentrums, der Erforschung des Meeresbodens, untersucht die Abteilung *Marine Umweltgeologie* die geologischen, chemischen und biologischen Prozesse an der Grenzschicht zwischen Meerwasser und Sediment.

Die Schwerpunkte der laufenden Forschungsarbeiten konzentrieren sich dabei auf die Prozesse, die an konvergenten Plattenrändern, Subduktionszonen, Flachwassermereen und in der Tiefsee stattfinden. Studiert werden biogeochemische Vorgänge, die beim Freisetzen von sedimentären Porenwässern und bei der Bildung von Gashydrat ablaufen sowie die damit verbundenen Prozesse der Kohlenstoff- und Methanchemie.

Diese Art der Tiefseeforschung kann nur durch die Entwicklung von Instrumenten und Sensoren durchgeführt werden, die für den Einsatz in großen Wassertiefen speziell konzipiert sind. Die Tiefseeeinstrumentierung, Entwicklung neuer und Weiterentwicklung bestehender submariner Observationssysteme sind daher ein Schwerpunkt in der Abteilung *Marine Umweltgeologie*.

Neben der qualitativen Erfassung der biogeochemischen Prozesse in der Tiefsee ist auch eine quantitative Bilanzierung und Modellierung dieser biogeochemischen Prozesse notwendig, um deren Einfluss auf die regionalen und globalen Stoffflüsse erfassen zu können. Insbesondere wird der Einfluss der benthischen Methanflüsse und der Zersetzung von Gashydratlagerstätten auf das heutige und vergangene Klima untersucht.

Ein neuer Schwerpunkt der Abteilung ist die Rekonstruktion der Geschichte des Meerwassers und des Chemismus des Meeresbodens durch den Einsatz von stabilen ( $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ,  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ ,  $^{11}\text{B}/^{10}\text{B}$ ,  $^{44}\text{Ca}/^{40}\text{Ca}$  etc.), radiogenen ( $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ,  $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ ,  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  etc.) und radioaktiven ( $^{226}\text{Ra}_{\text{ox}}/\text{Ba}$ ,  $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$  etc.) Isotopenverhältnissen. Die stabilen und radiogenen Isotopenverhältnisse sind Indikatoren, sogenannte „Proxies“, für Informationen, die nicht mehr direkt bestimmt werden können, wie z.B. für die früheren Oberflächentemperaturen des Meeres, den pH-Wert des Meerwassers und die Herkunft der gelösten und festen Bestandteile im Ozean. Die radioaktiven Isotopenverhältnisse erlauben die Altersdatierungen geochemischer Archive wie Korallen, Mangan-/Eisen-Krusten und Sedimente.

## 2.4 Marine Environmental Geology

### Scientific profile

General objective of the GEOMAR Research Center is the investigation of the deep sea floor. Within this scope the department of *Marine Environmental Geology* analyses the geological, chemical and biological processes at the boundary between seawater and sediments.

The current research concentrates on the processes at convergent plate boundaries, subduction zones, shallow waters and in the deep sea. We analyse biogeochemical processes, which start at the release of sedimentary pore waters and at the formation of gas hydrates, and the according processes of the carbon and methane chemistry.

This way to investigate the deep sea can only be realised by developing instruments and sensors, which are especially constructed for operations in great depths. This deep sea instrumentation, the development of new instruments and the improvement of existent submarine observation systems are therefore one of the most important tasks of the department *Marine Environmental Geology*.

Besides the qualitative inclusion of the biogeochemical processes of the deep sea also quantitative balancing and modelling of these biogeochemical processes is necessary, in order to analyse their influence on regional and global material fluxes. The influence of the benthic methane fluxes and of the decomposition of gas hydrate deposits on recent and present climate is especially investigated.

A new focus of this department lies on the reconstruction of the history of sea water and the chemistry of the ocean floor by using stable ( $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ,  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ ,  $^{11}\text{B}/^{10}\text{B}$ ,  $^{44}\text{Ca}/^{40}\text{Ca}$  etc.), radiogene ( $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ,  $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ ,  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  etc.) and radioactive ( $^{226}\text{Ra}_{\text{ox}}/\text{Ba}$ ,  $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$  etc.) isotope rates. The stable and radiogene isotope rates are indicators, so-called "proxies", for information, which can not be determined directly, such as recent sea water surface temperatures, pH-value of the sea water and the origin of dissolved and solid components of the ocean. These radioactive isotope rates allow the dating of geochemical archives, such as corals, mangan/iron crusts and sediments.



## Forschungsansätze

Innerhalb dieses konzeptionellen Rahmens werden gegenwärtig folgende Forschungsthemen in der Abteilung bearbeitet bzw. werden Gegenstand zukünftiger Forschungsvorhaben sein:

### Proxies für die Veränderlichkeit der marinen Umwelt

Die Meeresoberflächentemperatur, welche an der Schnittstelle zwischen Atmosphäre und Ozean verschiedene chemische und physikalische Parameter des Meerwassers, wie z.B. die Löslichkeit der Treibhausgase  $\text{CO}_2$  und  $\text{CH}_4$ , kontrolliert und daher von entscheidender Bedeutung für das klimatische Geschehen auf der Erde ist, soll durch „Proxies“ rekonstruiert werden. Durch die Messung weiterer „Proxies“, wie die Sauerstoffisotopenverhältnisse und Elementverhältnisse sowie Sr/Ca und U/Ca in gebänderten Korallen, kann die Veränderlichkeit der Meeresoberflächentemperatur als Funktion der Zeit ermittelt und gedeutet werden. Darüber hinaus sind durch die Messung von „Proxies“ auch Aussagen über die Windtätigkeit, Auftriebsereignisse oder Veränderungen der Meeresströmungen möglich.

### Rekonstruktion der Ca-Isotopie der phanerozoischen Ozeane

Verschiedene Modelle und geologische Daten deuten auf deutliche Schwankungen der Calcium-Konzentration des Meerwassers im Laufe der Erdgeschichte hin. Das Projekt soll klären, ob diese Konzentrationsschwankungen mit Änderungen in der Isotopie des im Meer gelösten Calciums einhergingen. Unterschiedliche Calciumisotopie von Senken und Quellen des globalen Calciumkreislaufes lassen solche Änderungen wahrscheinlich erscheinen. Weiter soll versucht werden, aus den Isotopenvariationen Rückschlüsse auf Änderungen in den Calcium-Quellen und -Senken zu ziehen. Dazu werden durch außergewöhnliche Calciumkonzentrationen gekennzeichnete Zeitbereiche, sowie Zeiten reduzierter Karbonatproduktion (Riffkrisen, Massensterben) ausgewählt (z.B. Trias-Jura-Grenze, Oberdevon; Oberjura, Untertrias, Unterperm). Zur Rekonstruktion der Ca-Isotopie werden fossile Kalkschalen verwendet. In einer Untersuchung verschiedener rezenter Biogene soll herausgefunden werden, welche Organismen am besten die Meerwasserisotopie wiedergeben und langfristig speichern können und inwieweit die unterschiedliche Dominanz spezifischer Karbonatproduzenten (z.B. Korallen, Kalkalgen, Bakterien, Plankton, abiogene Kalkbildungen) die globale Meerwasser-Calciumisotopie verändern kann.

## Research approaches

Within this conceptual framework the following areas of research are presently being worked on by the *Environmental Geology Division* or are planned for the future:

### Proxies for the variability of the marine environment

The reconstruction of sea-surface temperatures (SST) which controls the solubility of important greenhouse gases like  $\text{CO}_2$  and  $\text{CH}_4$  is a special research topic. Recent and past SST fluctuations can be reconstructed in addition to stable oxygen isotopes by the measurements of proxies like Sr/Ca and U/Ca in banded corals. Other environmentally important information like wind stress, upwelling activity or variation of ocean currents can be gained by the measurement of such proxies like Ba/Ca, Mn/Ca etc.

### Reconstruction of the Ca isotopic composition of the Phanerozoic oceans

Several models as well as geological data point to significant variations of the calcium concentration of the oceans during Earth history. The project's primary goal is to find out whether these changes in concentration were accompanied by variations in the isotopic composition of dissolved calcium in the oceans. Such variations are likely, due to the different isotopic composition of sources and sinks in the global calcium cycle. Variations in the isotopic composition would allow to draw conclusions about variations in the calcium sources and sinks. Periods that are characterized by exceptional marine calcium concentrations and periods of reduced carbonate production will be investigated (e.g. reef crises, mass extinctions; Triassic-Jurassic boundary, Late Devonian; Late Jurassic, Early Triassic, Early Permian). Fossil skeletal carbonates will be used for the calcium isotope reconstructions. An investigation of diverse modern skeletal carbonates will show which fossils are best suited to record and preserve the marine calcium isotopic composition and will help to discover whether the dominance of specific carbonate producers (like corals, calcareous algae, bacteria, planktonics, abiogenic carbonates) can change the global calcium isotopic composition of the oceans.



### **Eintrag von Methan, Spurengasen und gelösten Stoffen im Bereich tektonischer Plattengrenzen**

Die chemosynthetische  $\text{CH}_4$ -Reoxidation, die Festlegung dieses Treibhausgases als authigenes Karbonat, die Fixierung von  $\text{CH}_4$  als Gashydrat sowie die spontane Freisetzung von Methan als Folge einer klimabedingten Destabilisierung von Gashydraten sind spezielle Themen zu diesem Untersuchungsgebiet. Als Kohlenstoffspeicher rückt hierbei immer mehr die authigene Karbonatbildung in den Blickpunkt, die als Produkt des mikrobiellen Methanabbaus entsteht.

### **Biologische Prozesse und die Rolle der benthischen Organismenvergesellschaftungen an Fluid- und Gasaustritten**

Die Kernfrage dieses Themas betrifft den benthischen Energiefluss, die Chemosynthese von organischem Kohlenstoff, der anhand des Isotopensignals verfolgt werden kann, die taxonomische Bearbeitung dieser Organismen in rezenten Vergesellschaftungen und deren Identifizierung auch in fossilen Ablagerungen, die Pump- und Bioirrigationsleistung von Vent-Organismen und ihr Beitrag zum Stoffaustausch.

### **Modellierungen frühdiagenetischer Prozesse an Vent-Lokalitäten sowie in Tiefsee- und Flachwassermilieus**

Die Erstellung numerischer Modelle, die einzelne Prozessgruppen wie Fluidadvektion, Bioturbation und mikrobiellen Kohlenstoffabbau quantitativ verbinden und die Überprägung saisonaler Änderungen und deren Effekte auf die Redox-Zonierung bzw. die Remineralisierung von partikulärem organischem Kohlenstoff stehen bei diesem Forschungsthema im Vordergrund. Weiter gehören hierzu die mikrobiell gesteuerten Vorgänge der Mobilität von Metallen als Funktion der Redox-Bedingung und deren saisonale Schwankung, die unter anderem auch für den Tiefseemweltschutz eine entscheidende Steuergröße darstellt.

### **Bedeutung der Sedimentbiologie für den bodennahen Stoffaustausch in flüssiger und partikulärer Phase**

Die Bildung, Überprägung, Einbettung und Erhaltung von Umweltparametern sowie die Bilanzierung des Stoffaustausches an der Sediment-Wassergrenzschicht sind die Ziele dieses Forschungsthemas. Hierbei wird als zentrales verbindendes Element der Kohlenstoff betrachtet.

### **Fluxes of methane, trace gases and dissolved elements along tectonic plate boundaries**

Chemosynthetic reoxidation of  $\text{CH}_4$ , i.e. the fixation of carbon as authigenic carbonate, the fixation of methane as gas hydrate and its spontaneous release as a consequence of climatically induced destabilisation of the hydrates are of special interest in this context. The authigenic formation of carbonates, which are the product of the microbial breakdown of methane, more and more becomes the focus of attention as a major reservoir of carbon.

### **Biological turnover and the role of benthic communities on gas and fluid vents**

The overall objective of this theme concerns the benthic energy flux, chemosynthesis of organic carbon, which can be traced via isotopes, taxonomic classification of vent organisms in current communities and their identification in fossil deposits, the effect of pumping and bioirrigation by macro-organisms and their contribution to material exchange at vent sites.

### **Modelling of early diagenetic processes at vent sites as well as in deep-sea and shallow-water environments**

Constructing of numerical models, which combine quantitatively the individual processes such as fluid advection, bioturbation and microbial carbon breakdown, are the main objectives of this research theme. The processes are influenced by seasonal changes and their effect on redox zonation, the remineralisation of particulate organic carbon, microbially induced mobility of metals as a function of redox-parameters and their seasonal fluctuation. These are controlling factors in assessing the environmental impact of deep-sea mining.

### **Significance of sediment biology for near-bottom chemical exchange of dissolved and particulate phases**

Formation, nature and preservation of environmental parameters in the sediment by organisms are the objectives of this theme. The budgets of material exchange at the sediment/water interface with carbon as the central element linking these studies are the main focus.



### Rekonstruktion lang- und kurzfristiger Veränderungen ozeanographischer Parameter unter erdgeschichtlich extremen Umweltbedingungen

Zur Erkennung extremer Umweltbedingungen werden von Proxy-Daten z.B. die Nährstoff-, Sauerstoff- und Temperaturverteilung eines warmen Ozeans aus der Spurenelement- und Isotopenverteilung abgeleitet, oder die Verteilung der Sauerstoff-, Kohlendioxid- und Methan-Gehalte unter glazialen und interglazialen Klimabedingungen rekonstruiert.

### Bildungs- und Zerstörungsmechanismen sowie Massenspeicher langlebiger Treibhausgase

Die Quantifizierung und Identifizierung der Quellen und Senken von geogenem und biogenem Methan und Kohlendioxid und die Nutzung von  $\text{CH}_4$  als nicht-konservativer Tracer zur Verfolgung und Bewegung von Wassermassen werden unter diesem Thema bearbeitet.

### Messung von Ca-Isotopenverhältnissen

Calcium ist eines der wichtigsten Elemente für die marine Geochemie. Fortschritte in der instrumentellen Analytik erlauben nun eine präzise Bestimmung des  $^{44}\text{Ca}/^{40}\text{Ca}$ -Verhältnisses ( $\delta^{44}\text{Ca}$ ). Die Forschungsarbeiten in der Abteilung haben gezeigt, dass der  $\delta^{44}\text{Ca}$ -Wert ein Proxy für die Temperatur als auch die globale Erosion ist. In Zusammenarbeit mit der Universität Bern (PD Th. Nägler) wird diese Methode weiter verfeinert, um später die Oberflächentemperatur des Meerwassers als auch die Veränderung der kontinentalen Verwitterung rekonstruieren zu können.

### Die absolute Datierung baltischer Mn-/Fe-Krusten

Mn-/Fe-Krusten aus der Ostsee sind möglicherweise ein Archiv für die Rekonstruktion der postglazialen Veränderungen der Ostsee und des zirkum-baltischen Raumes. Für die Erstellung von geochemischen Zeitreihen stand bisher jedoch kein absolutes Datierungsverfahren zur Verfügung. In der Abteilung wurde ein Verfahren entwickelt, welches eine Datierung der Krusten mit Hilfe der Elemente Radium und Barium erlaubt ( $^{226}\text{Ra}_\alpha/\text{Ba}$ ). Mit Hilfe des  $^{226}\text{Ra}_\alpha/\text{Ba}$ -Verhältnisses werden jetzt geochemische und isotope-geochemische Zeitreihen erstellt, die Aussagen über die postglaziale Verwitterung, die Besiedlungsgeschichte des baltischen Raumes als auch des postindustriellen menschlichen Einflusses auf die Ostsee erlauben.

### Reconstruction of long- and short-term changes in oceanographic parameters under extreme environmental conditions during the Earth's history

The recognition of extreme environmental conditions through proxy data, e.g. nutrients, oxygen and temperature distributions in a warm ocean using trace elements and isotope ratios are being developed under this theme as well as the reconstruction of oxygen, carbon dioxide and methane concentrations under glacial and interglacial climatic conditions.

### Production and consumption mechanisms as well as the accumulation of long-lived greenhouse gases

Quantification and identification of sources and sinks of geogenic and biogenic methane and carbon dioxide and the use of  $\text{CH}_4$  as transient tracer to back track water masses are the objectives under this topic.

### Measurement of Ca isotope relations

Calcium is one of the most important elements for the marine geochemistry. New developments in the instrumental analysis now allow exact analysis of the  $^{44}\text{Ca}/^{40}\text{Ca}$  relation ( $\delta^{44}\text{Ca}$ ). The research within the department has shown that the  $\delta^{44}\text{Ca}$  rate is a proxy for temperature as well as for the global erosion. Together with the University of Bern (Dr. Th. Nägler) this method is being improved for reconstructing the surface temperature of the ocean waters and also the change in continental decay.

### The absolute dating of Baltic Mn/Fe crusts

Mn/Fe crusts from the Baltic Sea are probably an archive for the reconstruction of the postglacial changes in the Baltic Sea and the Circum-Baltic region. For creating geochemical time series the department developed an absolute method of dating the crusts by the elements radium and barium ( $^{226}\text{Ra}_\alpha/\text{Ba}$ ). The  $^{226}\text{Ra}_\alpha/\text{Ba}$  relation helps to create geochemical and isotope geochemical time series, which allow statements to the postglacial decay, the history of colonization in the Baltic region and to the postindustrial human influence on the Baltic Sea.



### **Veränderung, stoffliche Umwandlung und Neubildung von Mineralien als Folge der marinen Sedimentdiagenese**

Spezieller Untersuchungsschwerpunkt ist die Charakterisierung silikatischer und karbonatischer Phasen. Regionale Schwerpunkte dieser Arbeiten sind gegenwärtig die Kontinentalränder vor Peru, Oregon und Alaska.

### **Flächenbezogene Bilanzierung von Stoffkreisläufen und geostatistische Beziehungen zwischen Primärproduktion und sedimentologischen bzw. geochemischen Kenngrößen**

Die beckenweite Bilanzierung und der regionale Vergleich benthischer Stoffflüsse, die Quantifizierung der Gashydratverteilung an Plattenrändern und die Abschätzung der maximal freisetzbaren Methanmenge sowie Interpretation und räumliche Verteilung von Vent-Lokationen stehen im Vordergrund der GIS-Anwendungen.

### **Biogeochemische Stoffumsetzungen**

Felduntersuchungen und Modellierungen frühdiagenetischer Prozesse und Stoffumsetzungen in der Tiefsee unter Berücksichtigung extremer saisonaler Schwankungen sind Fragestellungen unter diesem Forschungsthema. Zur Einstufung der Bedeutung saisonaler Prozesse werden vergleichende Untersuchungen in mehreren unterschiedlichen Milieus und Vorhaben durchgeführt. Regionale Schwerpunkte dieser Arbeiten sind zur Zeit der Nordostatlantik und die Arabische See.

### **Alteration, chemical transformation and neo-formation of minerals as a consequence of early diagenesis in marine sediment**

The special focus of investigation is the characterisation of silicate and carbonate phases and their modes and environments of formation at continental margin settings such as off Peru, Oregon and Alaska.

### **True area-related material budgets by using a geographical information system: Linking primary production and sedimentological and geochemical parameters**

The special focus of this investigation is the GIS-application for basin wide C-budgets and for regional comparison. The quantification of gas hydrate distribution at plate boundaries, estimating the maximum amount of methane that can be mobilised from hydrate decomposition and the quantification of spatial distribution patterns of vent sites are also being addressed through GIS.

### **Biogeochemical material turnover**

Field projects and modelling of early diagenetic processes are carried out in various deep-sea environments as part of this research initiative. Several projects were especially aimed at the effects of strong seasonality on material turnover. Other environments were investigated for comparison. The North East Atlantic and the Arabian Sea are the target areas for these projects.

## Aktuelle Projekte

### DAAD-Projekt: Sedimente im Yamuna Becken

In diesem indisch-deutschen Projekt soll die Geochemie und die Isotopenzusammensetzung (Sr, Nd) der Sedimente des Yamuna Beckens untersucht werden. Der Yamuna ist ein Nebenfluss des Ganges, der hauptsächlich Sedimente des Himalayas führt. Die Daten, die in diesem Projekt erhoben werden, sollen dazu beitragen, abzuwägen, in welchem Ausmaß die Zusammensetzung der abgelagerten Sedimente von wechselnden Liefergebieten, Klima und tektonischen Einflüssen abhängen. Für die Analysen von Sr und Nd Isotopen war ein indischer Postdoktorand, wie schon 2001, für drei Monate am GEOMAR.

Die Daten des Yamuna Beckens zeigen einen Wechsel in der Isotopie von weniger radiogenen Zusammensetzungen in der Sr Isotopie ( $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0.7379$ ) und radiogeneren Zusammensetzungen in der Nd Isotopie ( $\epsilon_{\text{Nd}} = -15.5$ ) im Pleistozän (den älteren Schichten) zu radiogeneren Sr Isotopen ( $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0.7573$ ) und weniger radiogenem Nd ( $\epsilon_{\text{Nd}} = -16.9$ ) im Holozän (jüngeren Schichten). Dies deutet auf wechselnde Liefergebiete innerhalb der stratigraphischen Abfolge.

Die Zusammensetzung der rezenten Yamuna-Sedimente ist mit denen der Gangesüberschwemmungsebene vergleichbar ( $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0.7802$ ;  $\epsilon_{\text{Nd}} = -17.4$ ), während die Zusammensetzung der älteren Schichten eher den Sedimenten der Tharwüste ( $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0.7322$ ;  $\epsilon_{\text{Nd}} = -13.6$ ) gleicht.

Die Herkunft der Sedimente der Wüste Thar ist ein umstrittener Punkt in der indischen Geologie. Satellitendaten sowie archäologische und paläohydrographische Daten zeigen, dass die Region früher humid war und von vielen Flüssen aus dem Himalaya bewässert wurde. An einem der Flussläufe war die 'Indus Valley' Zivilisation (3500-1500 B. C.) angesiedelt, bevor sie aufgrund eines Klimaumschwungs völlig verschwand. Die Nd- und Sr-Daten von Sedimenten aus der nördlichen und nordöstlichen Thar und den Überschwemmungsebenen von Flüssen, die heute den Himalaya entwässern (Ganges, Yamuna, Sutlej und Ghaggar) zeigen, dass die Sedimente der Thar nicht aus dem niederen Himalaya (Lesser Himalayas) stammen. Auch die Sedimente des höheren Himalayas (High Himalayas Crystalline) zeigen eine andere Isotopensignatur. Die tibetanischen Sedimentablagerungen (Tibetan Sedimentary Sequence) sind aufgrund der Isotopendaten das wahrscheinlichste Liefergebiet für die Sedimente der Thar. Höhere Niederschlagsraten könnten in früheren Zeiten zu höheren Wasserpegeln der Flüsse geführt und somit die Indus Zivilisation in der heutigen Thar ermöglicht haben.

## Show-case projects

### DAAD project: Sediments of the Yamuna Basin

This project investigated the geochemical and isotope (Sr, Nd) composition of the sediments in the Yamuna basin. The Yamuna is a tributary to the Ganges and carries sediments derived mainly from the Himalayas. The data collected in this project will be used to estimate to what extent changes in sediment composition depend on climate change and tectonic events. As last year, an Indian post-doc visited GEOMAR for three months to collect Sr and Nd isotope data.

The data of the Yamuna sediments show a change in Sr and Nd isotopes with time. The Sr isotopes become with time more radiogenic (increase from  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0.7379$  during the Pleistocene to 0.7573 in the Holocene), while at the same time the Nd isotopes become less radiogenic (change from  $\epsilon_{\text{Nd}} = -15.5$  to -16.9). This is a clear indication of changing provenance.

The isotope composition of the younger Yamuna sediments is comparable to the sediments deposited by the Ganges ( $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0.7802$ ;  $\epsilon_{\text{Nd}} = -17.4$ ) whereas the composition of the older sediments is more similar to sediments of the Thar desert ( $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0.7322$ ;  $\epsilon_{\text{Nd}} = -13.6$ ).

The provenance of the sediments of the Thar desert is an open question. Satellite data as well as archaeological and paleohydrological data indicate that the region of the Thar desert was humid in former times receiving water from various rivers draining the Himalayas. The 'Indus Valley Civilization' (Harappan Civilization 3500 to 1500 B. C.) was located on the banks of one of these rivers. Nd and Sr isotope analyses of the sediments of the northern and northeastern Thar and of the flood plains of the rivers that drain the Himalayas today show that the sediments of the Thar are not derived from the Lesser Himalayas. The sedimentary rocks of the High Himalayas show also different isotope signatures and are therefore unlikely sources for these sediments. According to the isotope data, the most likely sources for the sediments of the Thar are the sedimentary rocks of the Tibetan Sedimentary Sequence. Higher rainfall in the frontal Himalayan region could have led to more drainage into the Thar region and could have allowed the survival of the Indus Valley Civilization. These findings question the hypothesis that glacial-fed rivers drained into the Thar region.

## ArcheGeo: Coralline Schwämme als Archive geochemischer und klimatologischer Proxies

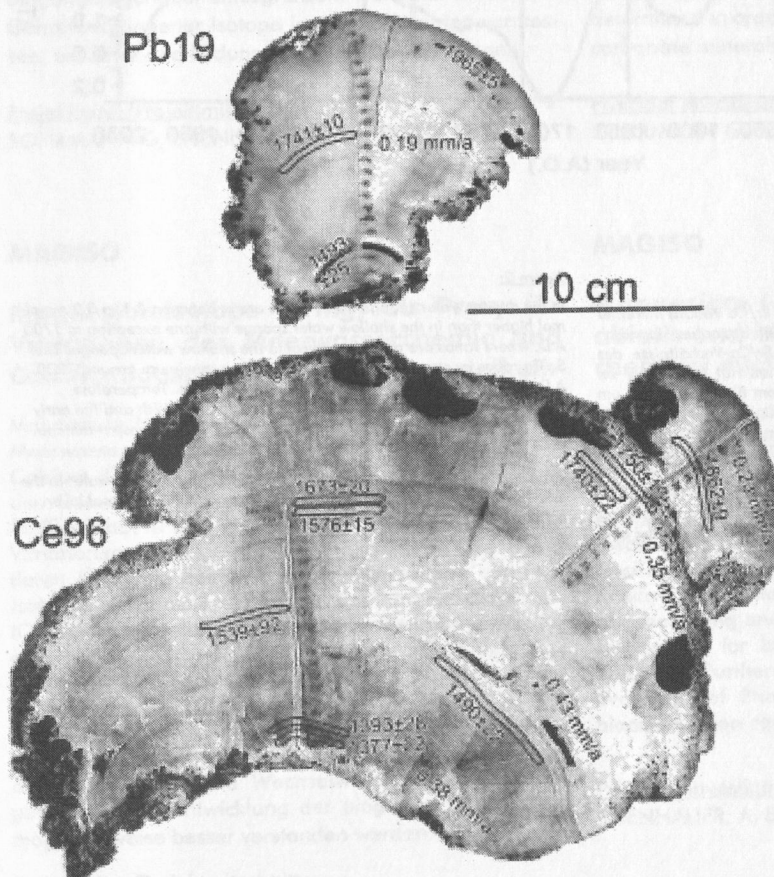
Koralline Schwämme können als Archive für geochemische und klimatologische Variationen verwendet werden, da ihre Isotopen- und Elementprofile nicht durch den "Vital Effekt" bei der Kalkifikation überlagert werden. Es handelt sich hierbei um Schwämme aus unterschiedlichen Wassertiefen (20m und 125m), die es uns erlauben, Temperaturvariationen der homogenen Deckschicht (des "Mixed Layers") und der Thermoklinen der nordwestlichen Karibik zu rekonstruieren.

Die Temperaturentwicklung der letzten 600 Jahre ist in den Sr/Ca-Variationen beider Schwämme (Pb19 und Ce96) deutlich zu erkennen. In beiden Schwämmen liegt das kälteste Intervall im frühen 19. Jh., sowie ein weniger kaltes Intervall um 1650 A.D. (im tieferen Bereich) bzw. um 1700 A.D. (im flacheren Bereich). Dies stimmt zeitlich mit den Hauptkaltphasen der "Kleinen Eiszeit" überein.

## Coralline sclerosponges as archives for geochemical and climatological proxies

Coralline sponges are excellent archives in order to investigate geochemical and climatological variations in the past. Compared to corals or foraminifera, proxy records are not superimposed by the so called "vital effect" during calcium carbonate ( $\text{CaCO}_3$ ) precipitation. Here, we compare Sr/Ca records of two specimens of the sclerosponge *Ceratoporella nicholsoni* from the northwestern Caribbean that grew at different water depths (20m and 125m).

Both Sr/Ca time series help to constrain northwestern Caribbean mixed layer and thermocline water temperature variations throughout the last 600 years corresponding to the time interval of the "Little Ice Age". We find the coldest intervals in the early 19th century and at 1650 A.D. (in the deeper part) or 1700 A.D. (in the shallow sponge). These ages correspond to the main cold phases of the Little Ice Age.



**Abbildung 1:**

Anschnitte der *Ceratoporella nicholsoni* Schwammproben **Pb19** (Pedro Bank, 200 km südwestlich von Jamaika, 17°32'N, 78°57'W) aus einer Wassertiefe von ca. 125 m und **Ce96** (Montego Bay, Nordküste Jamaikas, 18°28'N, 77°57'W) aus einer Wassertiefe von 20 m. Die Punktlinien zeigen die Beprobungstransecte der Sr/Ca Analysen. Die großen Bereiche zeigen die  $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$  bzw.  $^{14}\text{C}$  (Pb19) Beprobungspunkte mit den dazugehörigen Altern (Jahre A.D.). Aus den Datierungen ergeben sich Wachstumsraten von 0.19 (Pb19) und max. 0.43 mm/Jahr (Ce96).

**Figure 1:**

Slabs of the *Ceratoporella nicholsoni* specimens **Pb19** (Pedro Bank, 200 km southwest of Jamaica, 17°32'N, 78°57'W) 125 mbsl (meters below sea level) and **Ce96** (Montego Bay, northcoast of Jamaica, 18°28'N, 77°57'W) 20 mbsl. Dotted lines are sampling transects for Sr/Ca. Marked spots represent sampling areas for the  $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$  and  $^{14}\text{C}$  (Pb19) dating. Labels represent the ages (years A.D.) of this distinct layer. Calculated growth rates are in between 0.19 and 0.43 mm/year of maximum (Ce96).



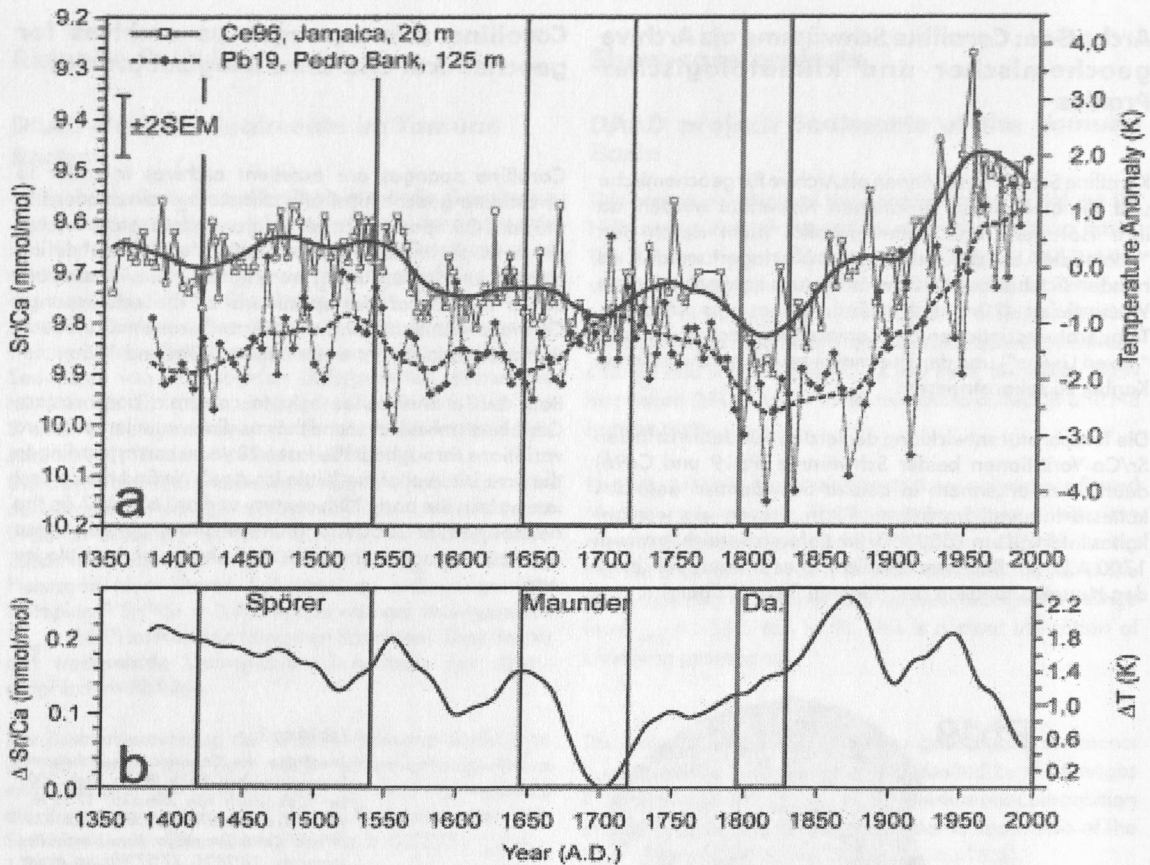


Abbildung 2:

Beide Schwämme zeigen einen nahezu parallelen Sr/Ca Verlauf mit einer kurzen Periode um 1700 A.D., in der die Sr/Ca-Verhältnisse nahezu identisch sind. Mit Ausnahme dieses Bereiches sind die Sr/Ca-Verhältnisse des Tiefwasserschwamms um ca. 0.1 bis 0.2 mmol/mol höher als im Flachwasserschwamm. Die Sr/Ca-Werte steigen vom ältesten Bereich um 1400 A.D. bis zu einem Maximum um ca. 1800 A.D. und fallen dann zum jüngsten Bereich wieder ab. Die zwei Temperaturminima des Flachwasserschwamms im späten 17. und frühen 19. Jahrhundert korrespondieren mit den Maunder- und Dalton-Sonnenflecken-Minima.

Während der Flachwasserbereich im späten 17. Jahrhundert Abkühlung zeigt, sehen wir im tieferen Bereich eine Erwärmung. Diese deutet auf eine Verschiebung der Thermokline unter 125m hin.

Figure 2:

In the deeper water sponge Sr/Ca ratios are in between 0.1 to 0.2 mmol/mol higher than in the shallow water sponge with one exception at 1700 A.D. where ratios are almost identical to the shallow water sponge. The Sr/Ca ratios increase from the oldest parts to a maximum around 1800 A.D. and decrease again towards the youngest parts. Temperature minima of the shallow water sponge around the late 17th and the early 19th century correspond with the Maunder and Dalton sunspot minima.

The cooling of the shallow water and warming of the deeper water in the late 17th century is interpreted as a deepening of the isothermal layer below 125 mbsl.

## 2002 abgeschlossene Projekte

### SO 146 1&2 - GEOPECO

Geophysikalische Experimente am peruanischen Kontinentalrand: Untersuchung von Tektonik, Mechanik, Gashydraten und Fluidtransport

Projektleiter/Projektmitarbeiter:  
KUKOWSKI N, BOHRMANN G

## 2002 begonnene Projekte

### Gashydratkarbonate

In gashydrathaltigen Sedimenten kommt es durch die anaerobe Oxidation von Methan zur Ausfällung von authigenen Karbonatmineralen. Im Projekt werden die petrographischen, mineralogischen und geochemischen Eigenschaften dieser Karbonate untersucht, um die Bildungsbedingungen genauer einzugrenzen. Weiterhin werden die Gehalte radiogener Isotope in den Karbonaten vermessen, um Alter und Bildungsdaten erfassen zu können.

Projektleiter/Projektmitarbeiter:  
BOHRMANN G, EISENHAUER A

## MAGISO

### Magnesiumisotope ( $\delta^{26}\text{Mg}$ ) als Proxy für Variationen der Meerwasserchemie und Calcificationsprozesse im Phanerozoikum

Magnesium (Mg) ist das häufigste Erdalkalielelement im Meerwasser. Es beeinflusst über seine Wechselwirkung mit Calcium (Ca) die biogene und abiogene Calcification in den Ozeanen. Trotz seiner Bedeutung für den marinen Stoffkreislauf ist bisher nur wenig über erdgeschichtliche Variationen der Magnesiumkonzentration im Ozean und deren Ursachen bekannt. Präzise Messungen von Mg-Isotopenverhältnissen ( $\delta^{26}\text{Mg}$ ) mit der "Multiple Collector-ICPMS" an rezenten und fossilen Karbonaten sollen (1) eine genauere Charakterisierung der relevanten Mg-Quellen und Mg-Senken ermöglichen und (2) neue Einblicke in biologische und abiologische marine Calcificationsprozesse ermöglichen. Damit können die Ursachen erdgeschichtlicher Variationen in der Mg-Konzentration der Ozeane und die Wechselwirkung mit der erdgeschichtlichen Entwicklung der biogenen Calcification möglicherweise besser verstanden werden.

Projektleiter/Projektmitarbeiter:  
EISENHAUER A, BOCK B, DULLO W-CHR

## Projects completed in 2002

### SO 146 1&2 - GEOPECO

Geophysical experiments on the Peruvian continental margin: tectonics, mechanics, gas hydrates and fluid transport

Principal investigator/Investigator:  
KUKOWSKI N, BOHRMANN G

## Projects started in 2002

### Gas hydrate carbonates

Due to the anaerobic oxidation of methane, authigenic carbonate minerals are precipitated in gashydrate-bearing sediments. The petrographic, mineralogical and geochemical properties of these minerals are investigated to better constrain modes and pathways of precipitation. Moreover, the uptake and decay of radiogenic isotopes are determined in order to estimate ages and growth rates of carbonate minerals.

Principal investigator/Investigator:  
BOHRMANN G, EISENHAUER A

## MAGISO

### Magnesium ( $\delta^{26}\text{Mg}$ ) isotopes: A proxy for abiotic and biotic calcification and for the chemical evolution of Phanerozoic ocean

Magnesium is the most abundant alkaline earth element in present day ocean water. Marine calcification processes are influenced by interactions between Mg and calcium (Ca). However, variations in the marine Mg budget throughout Earth's history are not well understood. Precise measurements of Mg isotope ratios ( $\delta^{26}\text{Mg}$ ) in recent and fossil carbonates by multiple-collector-ICPMS are expected to allow (1) a better characterization of sources and sinks of oceanic Mg and (2) new insight into the mechanisms responsible for biotic and abiotic marine calcification processes. Furthermore, causal relationships between the evolution of Phanerozoic sea water chemistry and biocalcification can be investigated.

Principal investigator/Investigator:  
EISENHAUER, A, BOCK B, DULLO W-CHR



## Laufende wissenschaftliche Projekte

### Current scientific projects

Projektleitung / Mitarbeiter	Projekttitle		Finan- zierung	Zeitraum
Principal investigator(s) / collaborator(s)	Project title		Funding source	Duration
BOHRMANN G KUHS W	Bildung und Dynamik von Gashydraten in Sedimenten des Hydratrückens (Cascadia - Kontinentalrand): Auswertung von Gashydratproben von ODP Leg 204	Formation and dynamics of gas hydrates in sediments from Hydrate Ridge (Cascadia Margin): Evaluation of ODP Leg 204 gas hydrate samples	DFG	2001 - 2004
BOHRMANN G EISENHAUER A	Gashydratkarbonate	Gas hydrate carbonates	DFG	2002 - 2004
BOHRMANN G WEINREBE W	SFB 574 - Teilprojekt A1 Prozesse an Kontinentalrändern anhand von Abbildungen des Meeresbodens	SFB 574 - subproject A1 Continental margin processes derived by seafloor imaging	DFG	2001 - 2004
BOHRMANN G	OMEGA - Teilprojekt 0 Koordination oberflächennaher mariner Gashydrate: Dynamik eines sensiblen Methanreservoirs	OMEGA - subproject 0 coordination of shallow marine gas hydrates: dynamics of a sensitive methane reservoir	BMBF	2001 - 2003
BOHRMANN G BRÜCKMANN W KIPFSTUHL S	OMEGA - Teilprojekt 2 Bildung und Quantifizierung von Gashydraten: Strukturanalysen von Gashydraten und ihrer Sedimentmatrix	OMEGA - subproject 2 Formation and quantification of gas hydrates: structural analyses of gas hydrates and host sediments	BMBF	2001 - 2003
EISENHAUER A SCHOLTEN J BOHRMANN G	LOTUS - Teilprojekt 3 Chronologie und geochemische Dynamik oberflächennaher Gashydratlager	LOTUS - subproject 3 Chronology and geochemical dynamics of near-surface gas hydrate deposits	BMBF	2001 - 2004
EISENHAUER A GARBE-SCHÖNBERG D PURKL S SCHOLTEN J BOCK B	SFB 574 - Teilprojekt B4 Spurenelement-, Fluid- und Volantilenrecycling: Hinweise von Isotopen- und Spurenelementverteilungen	SFB 574 - subproject B4 Trace-element, fluid and volatile recycling: Evidence from isotope and trace elements	DFG	2001 - 2004
EISENHAUER A BOCK B HANSEN B T	Der globale Ca-Kreislauf und die Temperaturabhängigkeit des Ca-Isotopenverhältnisses in marinen Systemen (CAESAR)	The global Ca-cycle and the temperature dependence of the Ca-isotope ratios in marine systems (CAESAR)	DFG	2001 - 2003



<b>Projektleitung / Mitarbeiter</b>	<b>Projekttitle</b>	<b>Finanzierung</b>	<b>Zeitraum</b>
<b>Principal investigator(s) / collaborator(s)</b>	<b>Project title</b>	<b>Funding source</b>	<b>Duration</b>
EISENHAUER A HANSEN B T LIEBETRAU V	PIRAT (Ei272/12-1) - Mn/Fe-Präzipitate als geochemisches Archiv postglazialer Veränderungen in der Ostsee	DFG	2001-2003
EISENHAUER A SCHOLTEN J BOHRMANN G LIEBETRAU V	LOTUS - Teilprojekt 3, Die Chronologie und geochemische Dynamik von oberflächennahen Gashydratvorkommen	BMBF	2001 -2004
GUST G REHDER G	OMEGA - Teilprojekt 5, Gashydrat Drucklabor	BMBF	2001 -2003
KUKOWSKI N BOHRMANN G	SO 146 1& 2 - GEOPECO Geophysikalische Experimente am peruanischen Kontinentalrand: Untersuchung von Tektonik, Mechanik, Gashydraten und Fluidtransport	BMBF	2000 -2002
PHIPS MORGAN J HORT M WALLMANN K RÜPKE L BARTDORFF O	SFB 574 - Teilprojekt C5 Umfang, Mechanismen und globale Bedeutung der Veränderung von flüchtigen Bestandteilen in Subduktionszonen: Massenbilanzen und Modelle	DFG	2001 -2004
SUESS E WALLMANN K REHDER G DREWS M BLEYER A	OMEGA - Teilprojekt 3, Geochemische Charakterisierung der Bildungspfade und Bestimmung der Zerfallsraten oberflächennaher Gashydrate	BMBF	2001 -2003
SUESS E WALLMANN K FLUEH E	SFB 574 - Teilprojekt Z, Koordination und Logistik	DFG	2001 -2004
WALLMANN K	SO 144 - HYDROARC Hydrothermale Fluidaustritte in der Bransfield Straße	BMBF	2000 -2003



Projektleitung / Mitarbeiter	Projekttitlel		Finan- zierung	Zeitraum
Principal investigator(s) / collaborator(s)	Project title		Funding source	Duration
WALLMANN K BOHRMANN G SUESS E ALOISI G	KOMEX II - Teilprojekt 5, Geologische, geochemische und biologische Untersu- chungen in Cold Seep-Ge- bieten des Ochotskischen Meeres	KOMEX II - subproject 5 Geological, geochemical, and biological investiga- tion of cold seeps in the Sea of Ochotsk	BMBF	2001 -2004
WALLMANN K LUFF R	LOTUS - Teilprojekt 4, Modellierung der Methan- flüsse und biogeochemischen Prozesse in gashydrathal- tigen Oberflächensedimenten	LOTUS - subproject 4, Modelling of methane fluxes and biogeoche- mical processes in hydrate-bearing sur- face sediments	BMBF	2001 - 2004
WALLMANN K SCHMIDT M HENSEN C SCHACHT U NASS K	SFB 574 - Teilprojekt A3, Diagenetische Prozesse in Fore-Arc-Sedimenten: Ansamm- lung und Freilassung von flücht- igen Bestandteilen	SFB 574 - subproject A3, Diagenetic processes in fore-arc sediments: Accumulation and re- lease of volatiles	DFG	2001 - 2004
WALLMANN K SUESS E BOHRMANN G	KOMEX II - Teilprojekt 3, Geologische und geochemische Untersuchungen in ausgewähl- ten Ventgebieten des Ochots- kischen Meeres	KOMEX II - subproject 3, Geological and geochemi- cal investigations in cold seep areas of the Sea of Okhotsk	BMBF	2001- 2004
WEINREBE W BOHRMANN G	OMEGA - Teilprojekt 4, Kartierung und Quantifizierung oberflächennaher Gashydrate und assoziierter Karbonate	OMEGA - subproject 4 Mapping and quantifi- cation of near-surface gas hydrates and related carbonates	BMBF	2001 - 2003
ZABEL M HENSEN C SEITER K	Bilanzierung und Charakterisie- rung benthischer Stoffkreisläufe anhand regionaler Verteilungs- muster - Bedeutung für den ozeanischen Stoffhaushalt	Quantification and characterization of of benthic turnover rates based on their regional patterns - implication for ocean budgets	DFG	2001- 2003
EISENHAEUER A DULLO W-CHR HANSEN B REITNER J	CATO: Rekonstruktion der $\delta^{44}\text{Ca}$ - Isotopie des phanerozoischen Ozeans	CATO: Reconstruction of $\delta^{44}\text{Ca}$ isotope variations in the Phanerozoic ocean	DFG	2001-2004



Projektleitung / Mitarbeiter	Projektitel	Project title	Finan- zierung	Zeitraum
Principal investigator(s) / collaborator(s)			Funding source	Duration
EISENHAUER A BOCK B DULLO W-CHR	MAGISO: Magnesiumisotope ( $\delta^{26}\text{Mg}$ ) als Proxy für abiogene und biogene Calcificationsprozesse und für die chemische Evolu- tion des phanerozoischen Ozeans	MAGISO: Variability of magnesium- isotopes ( $\delta^{26}\text{Mg}$ ) as proxy for abiogenic and biogenic calcification processes in the Phanerozoic ocean	DFG	2002 - 2005



### 3. Sonderforschungsbereich SFB 574 Volatile und Fluide in Subduktionszonen: Klima-Rückkopplung und Auslösemechanismen von Naturkatastrophen

### 3. Collaborative Research Center SFB 574 Volatiles and Fluids in Subduction Zones: Climate Feedback and Trigger Mechanisms for Natural Disasters

#### 3.1 Überblick

Der SFB 574 wurde im Dezember 2000 von der DFG bewilligt und hat am 1. Juli 2001 seine Arbeit aufgenommen. Am SFB sind die vier Abteilungen des GEOMAR sowie das Institut für Geowissenschaften (IfG) und das Institut für Meereskunde (IfM) der Kieler Universität beteiligt.

Der SFB 574 beschäftigt sich mit der lang- und kurzfristigen Entwicklung des Klimas der Erde, mit der geochemischen Entwicklung der Hydrosphäre und Atmosphäre, sowie mit den Ursachen von Naturkatastrophen. All diese Prozesse sind mit dem Rückfluss und den Auswirkungen von Volatilen und Fluiden aus Subduktionszonen verknüpft. Die multi-disziplinäre Analyse der Volatilphasen (hauptsächlich Verbindungen von O, H, C, S und Halogenen) und ihrer komplexen Wirkungen in der Exosphäre ist ein ehrgeiziges Unterfangen, hat jedoch eine der höchsten Prioritäten in den modernen Erdwissenschaften. Der Haupteintrag von Volatilen in die Subduktionszonen geschieht über die Sedimente, die alterierte Ozeankruste und die Tiefsee-Grabenfüllung aus Abtrag von den Kontinentalthängen. Der Ausstoß von Volatilen erfolgt über Fluidaustritte an der Deformationsfront, Schlammdiapire und Gashydrate am Plattenrand, und über magmatische Entgasung am Vulkanbogen. Das eintauchende Material wird in der Subduktionszone transformiert, mobilisiert und in verschiedene Volatilreservoirs und -phasen fraktioniert. Diese Volatilphasen werden entweder durch die obere Platte in die Exosphäre ausgestoßen, an der Front der Kontinentalplatte angelagert, oder in den tieferen Mantel transportiert. Die Tektonik der Subduktion, die Struktur des Plattenrandes und Eigenschaften und Aufbau der abtauchenden Platte bestimmen alle vorrangig das Volatilenbudget, die Volatilentransformationen, und ihre Rückfluss-Wege. Dementsprechend setzt sich das SFB Programm aus drei übergreifenden Themenkreisen zusammen:

- A.** Materialeintrag und tektonisches Verhalten während der Subduktion;
- B.** Transformation und Verteilung der Volatile in verschiedene Reservoirs;
- C.** Volatilentzug durch Magmen und metamorphe Prozesse im fore-arc.

#### 3.1 Summary

The SFB 574 was granted by the DFG in December 2000 and formally started to operate on July 1, 2001. It involves all four departments of GEOMAR as well as the Institute of Geosciences (IfG) and the Institute for Marine Research (IfM) at Kiel University.

The SFB 574 addresses to the long- and short-term development of the Earth's climate, the geochemical evolution of the hydrosphere and atmosphere, and the causes of natural disasters. These processes are all connected with the return flow and impact of volatiles and fluids from subduction zones. The multi-disciplinary analysis of the volatile phases (compounds mainly of O, H, C, S, halogens) and their complex effects on the exosphere, is an ambitious undertaking, and one of the highest priority objectives of modern geoscience. The major volatile input into subduction zone are the sediments, the alteration products of the oceanic crust, and the trench-fill from down-slope mass wasting. The output is via fluid venting at the deformation front, mud diapirism and gas hydrate dynamics at the margin, and magmatic devolatilization at the volcanic arc. Inside the subduction zone the incoming material is transformed, mobilized or fractionated into different volatile reservoirs and phases. These phases are either ejected into the exosphere through the upper plate, accreted to the leading edge of the continental plate, or are transported into the lower mantle. The tectonic style of subduction, the structure of the margin wedge, and the properties and configuration of the down-going plate all exert a first order control on volatile budget, its transformation, and return pathway. Accordingly, the program consists of three overarching themes:

- A.** Material input and tectonic behavior during plate subduction;
- B.** Transformation and partitioning of volatiles into different reservoirs;
- C.** Devolatilization by magmas and metamorphic processes in the fore-arc.



## 3.2 Thema A: Materialeintrag und tektonisches Verhalten während der Subduktion

Sedimente und Vulkangebäude auf der subduzierten Platte und Sedimente, die tektonisch von der überlagernden Platte erodiert werden, treffen im Tiefseegraben zusammen und werden dem subduzierten Paket hinzugefügt; dadurch werden der Exosphäre große Mengen Kohlenstoff, Wasser, Schwefel und Halogene entzogen. Die Darstellung und Quantifizierung dieses Transportsystems ist das Hauptanliegen im Thema A. Die Untersuchung des Wechselspiels von Überlagerungsdruck, Erdbeben, tektonischem Aufbau, Störungsmechanismen, Gesteinsporosität und -konsolidierung, sowie thermischem Regime soll auch die Einschätzung von Naturgefahren verbessern.

### A1: Aus der Ozeanboden-Abbildung abgeleitete Prozesse am Kontinentalrand

Das Teilprojekt A1 beschäftigt sich mit Prozessen, die direkt auf den Meeresboden wirken und seine Topographie, Struktur und Zusammensetzung verändern, wie

- Ablagerung von Sedimenten
- Erosion
- gravitative Massenbewegungen
- Austritte von Gasen und Fluiden aufgrund tektonischer Aktivitäten und Entwässerung des frontalen Keils am unteren Kontinentalhang

Konvergente Kontinentalränder sind die Gebiete der Erdkruste mit dem größten topographischen Relief, gekennzeichnet durch starke morphologische Variation. Aufgrund der konvergenten Bewegung der Platten von mehreren Zentimetern pro Jahr und den daraus resultierenden erosiven und akkretionären Prozessen sind Subduktionszonen dynamische Gebiete, die schnellen Veränderungen unterliegen.

Das erste Untersuchungsgebiet des SFB 574 ist die überwiegend erosive Mittelamerikanische Subduktionszone. Die Fahrt SO-163 des Forschungsschiffes SONNE im Frühjahr 2002 war die erste Ausfahrt im Rahmen des SFB 574 in dieses Arbeitsgebiet. Ziel der Arbeiten waren umfangreiche Vermessungen des Untersuchungsgebietes. Mit einer sorgfältig angelegten Kartierung mit dem neuen Fächerecholot Simrad EM-120 des FS SONNE konnte der vorhandene bathymetrische Datensatz entscheidend erweitert und verbessert werden. Mit dem neuen System konnte eine wesentlich höhere Auflösung erzielt werden. Zusätzlich wurden tiefgeschleppte Systeme eingesetzt. Das TOBI Sidescan Sonar-System des Southampton Oceanography Centre wurde zur Übersichtsvermessung des Gebietes sowie zur Erkennung von Stellen mit Fluid-Austritten und von Bereichen mit gravitativen Massenbewegungen eingesetzt. Zusammen mit den TOBI-Aufnahmen der Fahrt SO-144 aus dem Jahre 1999 liegt jetzt eine Karte eines großen Teils des gesamten Kontinentalrandes von Costa Rica in einer Auflösung in der

## 3.2 Theme A: Material input and tectonic behavior during plate subduction

Sediments and volcanic edifices on the subducting plate, and sediments tectonically eroded off the overriding plate, converge into deep-sea trenches and become incorporated into the subducted package, thereby removing large quantities of carbon, water, sulfur and halogens from the exogenic cycle. Imaging and quantifying this transport system is a major topic under theme A. Investigating interactions between loading stress, earthquakes, tectonic architecture, fault mechanics, rock porosity and consolidation, and thermal regime will also improve the risk assessment for natural disasters.

### A1: Continental margin processes derived by seafloor imaging

Subproject A1 focuses on the processes, which directly affect the seafloor by changing its topography, nature, and compositional characteristics, such as:

- deposition of sediments
- erosion
- downslope transport by mass wasting
- gas and fluid expulsion due to tectonic activity and dewatering of the lower slope wedge.

Convergent plate boundaries are areas of the earth's greatest topographic relief and are characterised by their morphological variation. Because of convergent movements of several centimetres per year and resulting erosional and accretional processes, subduction zones are dynamic areas that are subject to rapid changes.

The initial research area of SFB 574 is the largely erosive subduction zone off Central-America. SO-163 of RV SONNE in spring of 2002 was the first cruise in the framework of the SFB 574 in this area, set about to carry out a comprehensive study of the area of investigation. A carefully planned swathmapping survey with the new Simrad EM-120 multibeam system of RV SONNE extended and enhanced the existing bathymetry data substantially. Due to the newer system a much higher resolution could be achieved. In addition several deep-towed instruments were used. The TOBI sidescan sonar system of the Southampton Oceanography Centre was used for a reconnaissance survey to detect places of active fluid flow and mass wasting. Together with the results of the TOBI survey during the SO-144 cruise in 1999, much of the continental margin from Costa Rica to Southeast Nicaragua with a resolution on the order of 10 m was achieved. In order to image parts of the surveyed area with greater resolution, the newly acquired GEOMAR DTS-1 deep-towed sidescan sonar system was used to map key areas with a resolution of better than one metre. To obtain ground truthing data, direct observations of the seafloor by a TV-sled were carried out. The survey was completed with sampling the seafloor by a TV-guided grab.

The canyon system of the upper slope terminates abruptly

Größenordnung von 10 m vor. Um einige interessante Bereiche mit größerer Auflösung zu kartieren, wurde das neue tief-geschleppte Sidescan Sonar-System DTS-1 von GEOMAR eingesetzt, mit dem einige Gebiete mit einer Auflösung in der Größenordnung von 1 m aufgenommen werden konnten. Zur Verifizierung der akustischen Rückstreuung wurden diese Arbeiten durch visuelle Beobachtungen mit dem Video-Schlitten ergänzt. Vervollständigt wurden die Untersuchungen durch Probennahme mit einem video-gesteuerten Greifer. Das System der eingeschnittenen Canyons am oberen Kontinentalhang endet abrupt am mittleren Hang, wo Bruchbildung einsetzt. Im gleichen Tiefenbereich finden sich Gruppen von kleinen Hügeln (Durchmesser wenige hundert Meter bis zu einem Kilometer, Höhe von unter 100 bis ca. 150 Meter; Abb. A1).

at about mid slope where faulting develops. Roughly coincident with the faulting development, groups of small mounds (few 100 m to 1 km long and less than 100 m to 150 m high) occur along the upper-middle slope (Fig. A1).

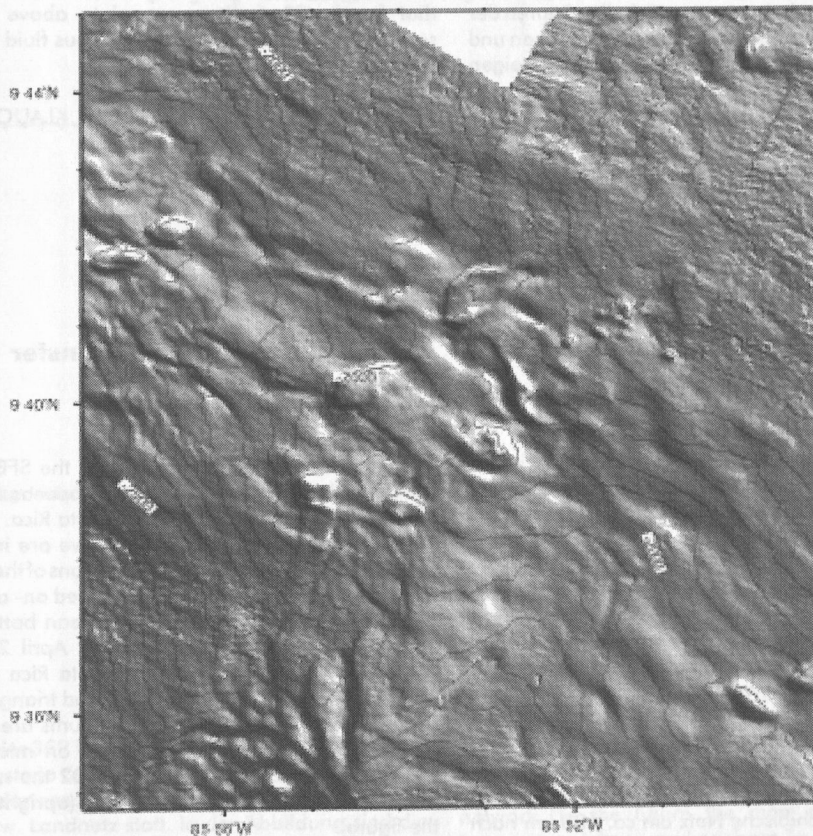


Abb. A1: Bathymetrie des mittleren Kontinentalhangs vor der Nicoya Halbinsel in schattierter Darstellung. Der Zusammenhang zwischen den Karbonat-Hügeln ("carbonate mounds") und den Abschiebungen ist deutlich erkennbar.

Fig. A1: Shaded relief image of the middle continental slope off Nicoya Peninsula showing the relation between carbonate mounds and normal faults.

In den Sidescan-Sonar-Daten sind an diesen Strukturen, die früher als Schlammvulkane interpretiert wurden, keinerlei Anzeichen von Schlammflüssen erkennbar. Aus Video-Beobachtungen mit dem Kameraschlitten sowie aus den Ergebnissen von Dredge-Proben an mehreren Lokationen konnte erkannt werden, dass die Oberfläche der Hügel aus Chemoherm-Karbonaten besteht, die eine charakteristische hohe Rückstreuung in den Sidescan-Sonar-Aufnahmen erzeugen. Diese Hügel ("Mounds") scheinen Austrittsstellen von Fluiden zu sein; in den bisher untersuchten Strukturen wurden überall auch Anzeichen von chemosynthetischen Faunen gefunden. Diese Mounds scheinen in einem räumlichen und genetischen Zusammenhang mit der Bildung von Brüchen zu stehen; hangabwärts, wo der Verwerfungsbetrag zunimmt, sind keine Mounds mehr zu finden.

Der Bereich vor Zentral-Costa Rica ist geprägt durch die Subduktion von Tiefseekuppen (Seamounts). Die obere Platte ist hier gekennzeichnet durch rezente und andauernde Tektonik. Die größten Deformationen sind auf dem Gipfeln der Anhebungen sowie in den Spuren der subduzierenden Seamounts, wo es zu Abrutschungen und Einstürzen kommt. Die Sidescan-Sonar-Aufnahmen zeigen hohe Rückstreuung in den Gipfelbereichen, hier sind authigene Karbonate zu finden. An einigen Stellen wurden entlang der Brüche chemosynthetische Faunen beobachtet; Hinweise darauf, dass die Bildung von Brüchen in der oberen Platte über subduzierenden Seamounts lokal kräftige Fluid-Austritte hervorrufen kann.

#### Projektleiter / Mitarbeiter:

WEINREBE W, RANERO C/HUGUEN C, KLAUCKE I, BIALAS J

### **A2: Kopplung und Massentransfer zwischen unterer und oberer Platte**

#### Einleitung

Der Schwerpunkt des Teilprojektes A2 des SFB 574 ist die Ankopplung und der Massenaustausch zwischen der oberen und unteren Lithosphärenplatte in der zentral-costaricanischen Subduktionszone.

Mit einem passiven seismischen Experiment wird die lokale Seismizität in zwei nebeneinander liegenden Gebieten des costaricanischen Kontinentalrandes je ein halbes Jahr lang untersucht. Ein kombiniertes seismisches Land- und Seenet, bestehend aus 23 Ozeanbodeninstrumenten und 15 Landstationen, wurde im April 2002 nahe der pazifischen Küste Costa Ricas installiert und bis Oktober 2002 betrieben (umgekehrte Dreiecke in der Abbildung A2). In diesem Gebiet werden drei größere "Seamounts" subduziert. Deren Effekt auf die lokale Seismizität wird untersucht. Im Oktober 2002 wurde das amphibische Netz um ca. 100 km nach Südosten versetzt (Dreiecke).

#### Die Erdbeben

In der Abbildung A2 sind die Hypozentren der Erdbeben, die vom Landnetz während der ersten 40 Tage des Beobachtungszeitraumes registriert wurden, dargestellt. Die Daten des Seenetzes befinden sich noch in Bearbeitung. Die Ereignisse werden von den kontinuierlichen Aufzeichnungen der seismischen Stationen mit Hilfe eines LTA/STA-Triggeralgorithmus extrahiert. Da die Landnetze in dicht bevölkerten Regionen mit erhöhter Unruhe liegen, ergeben sich viele Fehltrigger, die durch manuelle Datendurchsicht eliminiert werden müssen.

These mounds, previously interpreted as mud volcanoes, do not show evidence of mud flows in the side scan data. Deep towed camera images and dredging at numerous locations indicate that the surface of the mounds is made of chemoherm carbonates that yield a characteristic high reflectivity in back scatter images. The mounds seem to be areas of fluid discharge and chemosynthetic fauna was observed locally in all of the structures investigated. The mounds are spatially coincident and may be associated to the developments of faults. Their fate may also be related to the faulting: mounds disappear downslope as the fault throw increases.

Data from the areas of active seamount subduction show clear evidence for recent/ongoing tectonism at the uplifted overriding plate. The largest deformation occurs at the summit of the uplift and at the trail of the seamount where sliding and slumping are active. Areas of the summit displaying high backscatter energy are coincident with outcrops of authigenic carbonates. Locally chemosynthetic fauna occurs along fault scarps. Those observations indicate that fracturing of the upper plate above subducting seamounts may lead to locally vigorous fluid flow.

#### Principle investigators / investigators:

WEINREBE W, RANERO C/HUGUEN C, KLAUCKE I, BIALAS J

### **A2: Coupling and mass transfer between upper and lower plate**

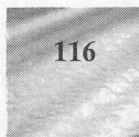
#### Introduction

The main theme of subproject A2 of the SFB 574 is the coupling and mass transfer between upper and lower plate of the subduction zone in central Costa Rica.

With a passive seismic experiment, we are investigating the local seismicity in two adjacent regions of the Costarican margin for half a year each. A combined on- and offshore seismic network, consisting of 23 ocean bottom and 15 landstations, had been deployed in April 2002 in the coastal Pacific region of central Costa Rica and was in operation until October 2002 (reversed triangles in figure A2). In this area three major seamounts are subducted. The effects of seamount subduction on microseismicity shall be investigated. In October 2002 the network was moved about 100 km to the southeast (upright triangles in the figure).

#### The earthquakes

In Figure A2 we show hypocenter data obtained from the onshore network from the first 40 days. The data from the offshore network have not yet been analysed in detail. From the continuous recording of the seismic stations events are extracted by applying a LTA/STA trigger algorithm on the vertical components of the seismograms. Because of the station locations in a heavily populated area many trigger signals are caused by man made noise.



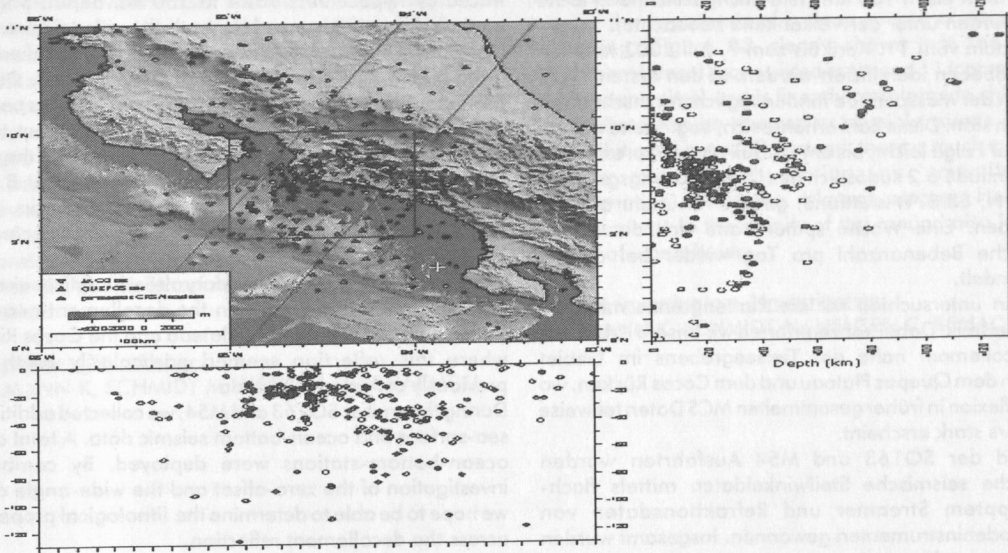


Abb. A2: Verteilung der Erdbebenherde in der Costa Rica Subduktionszone.

Fig. A2: Distribution of earthquake hypocenters at the Costa Rica subduction zone.

Die meisten der 359 Erdbeben, die während der ersten 40 Beobachtungstage des Jaco Landnetzes lokalisiert werden konnten, fanden seeseitig nahe der Küste und direkt unter dem See- bzw. Landnetz statt. In der Abbildung sind die verlässlichsten Hypozentrumsbestimmungen (Einsätze von mindestens 7 Stationen mit einem RMS von max. 0,3) durch farbige Kreise dargestellt, während die weissen Kreise die weniger genau bestimmten Hypozentren zeigen..

Most of the 359 earthquakes located during the first 40 days of operation of the Jaco landstations network happened offshore close to the coast and beneath the network. In the figure the most reliable earthquake hypocenters (phase readings from 7 or more stations, max. residual RMS of 0.3) are highlighted by colored circles, while the white circles indicate the less well located events.

Die Farbe gibt an, in welcher Region ein Erdbeben stattfand (grün bzw. blau für Beben nordwestlich bzw. südöstlich des zentralen Bereichs, rot für den zentralen Bereich, der auch das Messnetz umfasst). Die subduzierte Platte wird durch Hypozentren bis in 130 km Tiefe nachgezeichnet. Flache Beben werden unter der Vulkankette beobachtet.

Im Zeitraum vom 11. April bis zum 7. Juli 2002 konnten 1379 Erdbeben identifiziert werden. In den ersten 1 1/2 Monaten der Messperiode fanden täglich durchschnittlich 11 Beben statt. Diese Zahl erhöhte sich, beginnend am 25. Mai in der Folge leicht, bis am 16. Juli ein stärkeres Beben der Magnitude 6.2 südöstlich des Untersuchungsgebietes bei 8.71N; 83.87W stattfand, gefolgt von mehr als 200 Nachbeben. Eine Woche später hatte sich die durchschnittliche Bebenanzahl pro Tag wieder bei ca. 13 eingependelt.

Weiterhin untersuchten wir die Plattengrenze mit Hilfe aktiver Seismik. Dabei konzentrierten wir unsere Arbeit auf das Decollement nahe des Tiefseegrabens im Gebiet zwischen dem Quepos Plateau und dem Cocos Rücken, wo diese Reflexion in früher gesammelten MCS Daten teilweise besonders stark erscheint.

Während der SO163 und M54 Ausfahrten wurden zusätzliche seismische Steilwinkeldaten mittels flach-geschlepptem Streamer und Refraktionsdaten von Ozeanbodeninstrumenten gewonnen. Insgesamt wurden 39 Ozeanbodenstationen ausgesetzt. Durch die kombinierte Auswertung der Steil- und Weitwinkeldaten, hoffen wir die lithologischen Eigenschaften im Bereich des Decollement bestimmen zu können.

Projektleiter / Mitarbeiter:

FLÜH E, GOLTZ C/ GOBLER J, KLÄSCHEN D, SCHNABEL M, KOPP H, THIERER P O, BERHORST A, GREVEMEYER I

### **A3: Diagenetische Prozesse in Sedimenten der Costa Rica und Nicaragua "fore-arc" Regionen**

Auf den im Jahre 2002 entlang des aktiven Kontinentalrandes vor Costa Rica durchgeführten Expeditionen mit FS SONNE und METEOR wurden zahlreiche "mound-artige" Strukturen entdeckt und beprobt. Die meisten dieser meist flachen Erhebungen haben einen Durchmesser von nur wenigen hundert Metern. Aktive Ausflüsse methanreicher Fluide konnten visuell anhand der spezifischen, benthischen Fauna (*Pogonophora*, *Calyptogena*, Bakterienmatten) und authigener Karbonate sowie anhand von Porenwasseranalysen von ca. 30 Schwerelot- und TV-geführten Multicorer-Kernen nachgewiesen werden. Die neu gewonnenen geochemischen Daten legen die Vermutung nahe, dass die Fluide z.T. aus tiefen Quellen stammen müssen. Vorläufige sedimentologische Analysen der gewonnenen Kerne weisen darauf hin, dass die Mounds im Zusammenhang mit aktivem Schlammdiapirismus entstanden sind. Ein generelles Charakteristikum der Porenfluide ist ihre auffällige Verarmung an Hauptkomponenten wie gelöstem Chlorid, Natrium und Kalium, die auf eine Verdünnung des Meerwassers hinweist. Die eindeutigsten Ergebnisse in dieser Hinsicht kommen von Kernen, die am Mound 11

The color also indicates the region, where an earthquake took place (green and blue belong to the northwestern and southeastern regions outside the network, red to earthquakes within the network). The subducting slab is traced by hypocenters down to 130 km depth. Shallow earthquakes are observed beneath the volcanic arc.

Up to now, 1379 seismic events have been identified in a three month time span from April 11 until July 7. During the first 1 1/2 month an average of about 11 events per day were identified. This number increased slightly up to 13 from May 25 to June 16 when a magnitude 6.2 earthquake happened southeast of our investigation area at 8.71N 83.87W, followed by more than 200 aftershocks. One week later the average number of earthquakes decreased again to about 13.

We investigated the plate boundary also with active seismics. We concentrated our work on the decollement near the trench between the Quepos Plateau and the Cocos Ridge, where this reflection seemed particularly bright on previously collected MCS data.

During the cruises SO163 and M54, we collected additional sea-surface and ocean-bottom seismic data. A total of 39 ocean-bottom-stations were deployed. By combined investigation of the zero-offset and the wide-angle data, we hope to be able to determine the lithological properties across the decollement reflection.

Principle investigators / investigators:

FLÜH E, GOLTZ C/ GOBLER J, KLÄSCHEN D, SCHNABEL M, KOPP H, THIERER P O, BERHORST A, GREVEMEYER I

### **A3: Diagenetic processes in fore-arc sediments of Costa Rica and Nicaragua**

During expeditions with RVs SONNE and METEOR in 2002 along the active continental margin off Costa Rica a large number of mound-shaped structures was identified and sampled. Most of them are a few hundred metres in diameter with only low elevation above the surrounding seafloor. Specific benthic fauna (*Pogonophora*, *Calyptogena*, bacterial mats) and the occurrence of authigenically formed carbonates indicate active fluid flow. Methane-rich fluids were identified by pore water analyses of about 30 gravity cores and TV-guided multicorer cores. The new geochemical data indicate that sediment and fluids at a number of mounds on the Costa Rica and Nicaragua margin are originating from deep sources. Preliminary sedimentological analyses of a number of gravity cores revealed that most of these mounds are created by mud diapirism. In general, fluids are significantly depleted with respect to seawater chloride, sodium, and potassium. Since the pore water depletion is proportional a dilution process offers the most likely explanation. The most intriguing results in this respect come from a number of cores sampled on Mound 11, a small mound-shaped structure, which forms an inconspicuous elevation on the

genommen wurden; einer geringmächtigen Erhebung nordwestlich der Osa Halbinsel in ca. 1000 m Wassertiefe. Die Fluide steigen hier z.T. mit Geschwindigkeiten bis zu 300 cm/yr auf und zeigen somit das deutlichste (am wenigsten mit Meerwasser vermischte) Fluid-Signal im Arbeitsgebiet. Die Herkunft der ausgesüßten Fluide aus größeren Tiefen wird anhand ihrer  $\delta^{18}\text{O}$ -Signatur sowie signifikanter Bor-Anreicherungen (Abbildung A3) unterstützt. Wie weiterhin aus Abbildung A3 ersichtlich wird, scheidet die Zersetzung von Gashydraten als mögliche Ursache für die Verdünnung der Fluide aus. Als wahrscheinlichster Prozess für die Aussüßung gilt die Entwässerung von Tonmineralen (Smektit-Illit Umwandlung). Des weiteren werden diese Beobachtungen durch Wärmestrom-Messungen in der Umgebung des Mounds gestützt, die ebenfalls auf einen Aufstieg warmer Fluide hinweisen.

Projektleiter / Mitarbeiter:

WALLMANN K, SCHMIDT M/ HENSEN C, SCHACHT U

sea floor northwest of the Osa Peninsula at about 1000 m water depth. Here, fluids are expelled at velocities of up to 300 cm/yr showing the purest (least overprinted) geochemical fluid-signal of all sampling sites. Isotope ( $\delta^{18}\text{O}$ ) systematics and significant enrichments in boron support the hypothesis of a deep source of pore water freshening. Figure A3 clearly shows that the boron enrichment is most pronounced at Mound 11 (compared to other mound sites) and is linearly correlated to chlorinity. Gas hydrate can be rejected as possible source of pore water dilution (Figure A3), instead, there is much evidence for clay mineral dehydration (i.e. smectite/illite transformation) being the relevant process. Heat flow measurements in the vicinity of the mound also indicate the rise of warm fluids.

Principle investigators / investigators:

WALLMANN K, SCHMIDT M/ HENSEN C, SCHACHT U

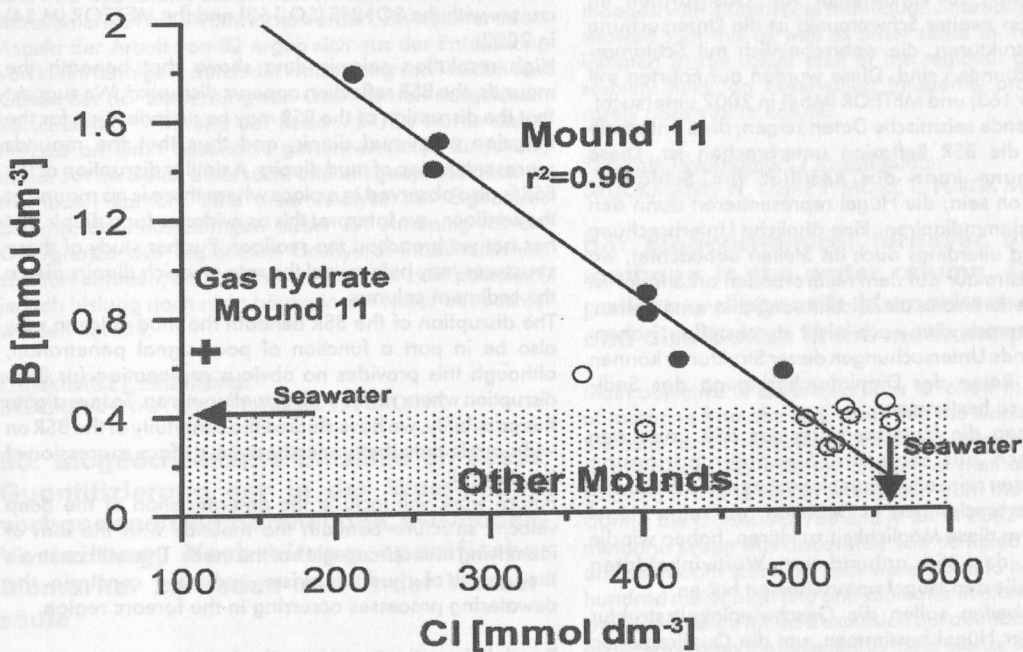


Abb. A3: Bor gegen Chlor Konzentration der Endglied-Fluide verschiedener Mounds sowie der Gashydrat-Proben von Mound 11. Ein linearer Trend zeigt sich nur für die Mound 11 Proben.

Fig. A3: Plot of chloride vs. boron concentrations of the fluid endmembers from various mounds and gas hydrate samples from Mound 11. A linear trend is only visible for the Mound 11 samples.

### 3.3 Thema B: Transformation und Verteilung von Volatilen in verschiedene Reservoirs

Der Rückfluss von Volatilen im Subduktionszonen-Bereich zwischen Fluidaustritten und dem Vulkanbogen wird moduliert durch vergängliche Reservoirs von Methan, Kohlendioxid und Wasser, wie etwa Gashydrate und Schlammvulkane, die durch Entwässerung an konvergierenden Plattenrändern gebildet werden. Die Zeitskalen, über die solche vergänglichen Reservoirs agieren, ihre geobiochemischen Prozesse, und ihre Rolle bei der Destabilisierung der Kontinentalhänge sind die wesentlichen Themen im Bereich B.

#### B1: Seismische Darstellung von Gashydraten und Schlamm diapiren in Sedimenten: Ihre Quantifizierung durch geophysikalische Methoden

Teilprojekt B1 setzt geophysikalische Methoden ein, um den Transport und die Speicherung von Fluiden im Forearc Bereich zu untersuchen. Ein Ziel ist dabei die Analyse der physikalischen Eigenschaften der Hangsedimente und ihre Beziehung zu Vorkommen von Gashydraten im Sediment. Ein zweiter Schwerpunkt ist die Untersuchung von Hügelstrukturen, die wahrscheinlich mit Schlamm diapiren verbunden sind. Diese wurden auf Fahrten mit SONNE (SO 163) und METEOR (M54) in 2002 untersucht. Hochauflösende seismische Daten zeigen, dass unterhalb der Hügel die BSR Reflexion unterbrochen ist. Diese Unterbrechung kann das Resultat von Schlamm diapirintrusion sein; die Hügel repräsentieren dann den Top von Schlamm diapiren. Eine ähnliche Unterbrechung des BSR wird allerdings auch an Stellen beobachtet, wo keine Hügelstruktur auf dem Meeresboden erkennbar ist – wir interpretieren dies als Zeichen von Schlamm diapiren, die den Meeresboden noch nicht durchstoßen haben. Weitergehende Untersuchungen dieser Strukturen können helfen, die Raten der Diapirdurchdringung des Sedimentpakets zu bestimmen.

Zum Teil mag die Unterbrechung des BSR unter den Hügeln auch auf schlechte Signaldurchdringung zurückzuführen sein, allerdings bietet dies keine Erklärung für die Unterbrechungen in Gebieten, wo keine Hügel auftreten. Um diese Möglichkeit zu klären, haben wir die Kontinuität des BSR anhand von Weitwinkeldaten untersucht, die den Hügel unterschossen haben. Künftige Arbeiten sollen die Geschwindigkeitsstruktur unterhalb der Hügel bestimmen, um die Quellregionen der Schlamm diapire zu identifizieren. Dadurch werden Ursachen des Schlamm diapirismus sowie Entwässerungsprozesse im Fore-arc Bereich eingegrenzt.

#### Projektleiter / Mitarbeiter:

RESTON T, RABBEL W/BOHLEN T, DE NIL D, FEKETE N

### 3.3 Theme B: Transformation and partitioning of volatiles into different reservoirs

Transient reservoirs of methane, carbon dioxide and water, such as gas hydrates and mud volcanoes, formed during dewatering at convergent margins modulate the return flow of volatiles in the regime intermediate between subduction zone vents and arc volcanism. The time scales on which these transient reservoir operate, their geobiochemical processes, and their role in the destabilization of the continental slope are major objectives under theme B.

#### B1: Seismic imaging of gas hydrates and mud diapirs in sediments: their quantification using geophysical methods

Subproject B1 concentrates on the use of geophysical methods to study fluid transport and storage processes in the forearc region. One objective is the investigation of the physical properties of slope sediments, and the relationship between this and the presence of hydrate within the sediments. A second focus is the study of mound structures, probably associated with mud diapirism, investigated during cruises with the SONNE (SO 163) and the METEOR (M 54) in 2002.

High resolution seismic data shows that beneath the mounds, the BSR reflection appears disrupted. We suggest that the disruption of the BSR may be an indication for the intrusion of a mud diapir, and thus that the mounds represent the top of mud diapirs. A similar disruption of the BSR is also observed in a place where there is no mound at the seafloor - we interpret this as evidence for a diapir that has not yet breached the seafloor. Further study of these structures may help reveal the rate at which diapirs pierce the sediment column.

The disruption of the BSR beneath the mud volcano may also be in part a function of poor signal penetration, although this provides no obvious explanation for BSR-disruption where no mounds actually outcrop. To investigate this possibility, we have studied the continuity of the BSR on wide-angle data that undershoot the surface expression of the mound.

Future work will include the determination of the deep velocity structure beneath the mounds with the aim of identifying the source region of the mounds. This will constrain the cause of mud diapirism and help constrain the dewatering processes occurring in the forearc region.

#### Principle investigators / investigators:

RESTON T, RABBEL W/BOHLEN T, DE NIL D, FEKETE N

## **B2: Fluid-, Methan- und Sedimentbudget konvergenter Plattenränder – die Bedeutung von Schlammdiapiren und Schlammvulkanismus**

Für das Teilprojekt B2 standen der Aufbau eines geotechnisch-geomechanischen Labors zur Charakterisierung von Sedimenten und die beschleunigte Entwicklung des Hydrate Detection and Stability Determination (HDSD) Messgeräts im Mittelpunkt der Arbeit. Eine erste Version des HDSD wurde in verkürzter Entwicklungszeit zur Einsatzreife gebracht und erstmalig auf der Reise SO165 von FS SONNE zum Hydrat-Rücken vor Oregon erfolgreich eingesetzt. Eine verlängerte und verbesserte Version des HDSD wurde entwickelt und erstmals der geotechnischen Fachöffentlichkeit im Herbst 2002 vorgestellt.

Mitglieder des Teilprojektes B2 nahmen ebenfalls an den Fahrtabschnitten M54/2 und M54/3a der FS METEOR Reise M54 vor Costa Rica und Nicaragua teil. Der Schwerpunkt der Arbeiten an Bord lag in der Beprobung von Schlammdiapiren und der bordseitigen Sedimentcharakterisierung mit Hilfe eines Vollkern Multi-Sensor Kern Loggers sowie der Bestimmung von sedimentphysikalischen Eigenschaften. Die extrusive Entstehung der untersuchten Schlammdiapire – bislang in ihrer Genese unverstandenen morphologischen Erscheinungen am pazifischen Kontinentalrand vor Costa Rica und Nicaragua – konnte durch diese Untersuchungen erstmals klar belegt, und ihre Bedeutung als Entwässerungsphänomen für den Mittelamerika Fore-Arc erhärtet werden. Ein weiterer neuer Aspekt der Arbeit von B2 ergab sich aus der Entdeckung von kleinräumigen, durch die Freisetzung von Fluiden und Gasen bei der Zersetzung von Gashydraten ausgelösten Rutschungen. Während der Reise M54/3a wurde dieser Prozess an einer besonders gut entwickelten Rutschung dieser Art im Detail untersucht und mit geophysikalischen Methoden kartiert. Eine erste Analyse der Ergebnisse belegte, dass Rutschungen dieser Art eindeutig mit der Obergrenze des regionalen Gashydrat-Stabilitätsfeldes zusammenfallen, ein Zusammenhang, der zwar postuliert, jedoch bislang noch nicht häufig in der Natur beobachtet werden konnte.

### Projektleiter / Mitarbeiter:

BRÜCKMANN W, LINKE P/MÖRZ T, TÜRCK M

## **B3: Biogeochemische Umsätze an Seeps, Quantifizierung der in der Wassersäule vorhandenen Methanmengen, C-Isotopen-Verteilung, Verbreitung spezifischer Biomarker im Boden und in der Wassersäule**

Ziel des Teilprojektes B3 ist es, den Weg des Methans aus dem Sediment in die Wassersäule am Kontinentalrand von Mittelamerika zu verfolgen und die Mengen zu quantifizieren. Auf den Ausfahrten SO 163 und M 54 wurden im Jahre 2002 Methan-Seeps lokalisiert und umfangreiche Proben genommen. Die für Seeps cha-

## **B2: Convergent margins fluid, methane and sediment budget: The role of mud diapirs and mud volcanism**

Subproject B2 devoted its efforts on establishing laboratory facilities for geotechnical characterization of sediments and stepped up development of the Hydrate Detection and Stability Determination (HDSD) tool. An initial version of the HDSD was rapidly prototyped and tested in several long-term tank experiments. The tool was successfully deployed during SONNE cruise SO165 to Hydrate Ridge off Oregon in the summer of 2002. An extended and improved version was developed and initially presented in Fall 2002 to the gas hydrate and geotechnical community. Members of subproject B2 also participated in legs M54/2 and M54/3a of the FS METEOR cruise to Costa Rica and Nicaragua. Work on board METEOR focussed on sampling of mud diapirs and on board analysis using a whole-core multi-sensor logging facility and standard index property methods. First analysis of data from this work proved the extrusive nature of a number of mud diapirs, previously not well understood morphological features on the Costa Rica and Nicaragua continental margin which are believed to constitute a major dewatering phenomenon on the Middle-America fore-arc. Another new topic for B2 was the discovery of small-scale slope failures that are related to gas hydrate breakdown controlled release of fluids and gases. During M54/3 one particularly well developed example for this process was discovered, sampled and mapped with geophysical techniques. Shorebased analysis showed that this as well as other slides in the area are initiated at the upper limit of the regional gas hydrate stability field, an observation frequently proposed but rarely observed in nature.

### Principle investigators / investigators:

BRÜCKMANN W, LINKE P/MÖRZ T, TÜRCK M

## **B3: Biogeochemical turnover at seeps, methane in the water column, C-isotope patterns, diagnostic biomarkers at seeps and distribution in the methane plumes**

Main objective of subproject B3 is to follow the pathways of methane from the sediments into the water column at the continental margin off Central America. Furthermore, it is aimed to estimate the amount of methane which is oxidized in the sediment or expelled from the sediments. During the cruises SO 163 and M 54 in 2002 a variety of methane seeps was discovered and sampled at mounds and seamount scars. Mounds were found to be up to one hundred meter high and one kilometer in diameter. There was no evidence for mud expulsion but abundant evidence of methane seepage indicated by the presence of authigenic carbonates and chemosynthetic communities. We use here the term mound in order to stress that the genesis of these structures is unknown. Along the Central American continental margins dozens of mounds exists. During the subduction seamounts on the oceanic plate cause scars in the upper plate. The investigations concentrated on one of



rakteristischen chemoautotrophen Lebensgemeinschaften und authigenen Karbonate wurden an ‚Mounds‘ und ‚Seamount scars‘ angetroffen. ‚Mounds‘ sind Hügel bis zu hundert Metern Höhe und einem Kilometer Durchmesser. Da diese Strukturen großflächige authigene Karbonate und keine Anzeichen für Schlammextrusionen aufweisen, werden sie hier als Mounds bezeichnet. Der Kontinentalrand vor Mittelamerika weist viele Dutzende Mounds auf, von denen einige exemplarisch genauer untersucht wurden. ‚Seamount scars‘ sind Narben im Kontinentalhang, die durch die Subduktion von Vulkanen auf der ozeanischen Platte unter die kontinentale Platte hervorgerufen werden. Die Untersuchungen konzentrierten sich auf eine Struktur namens Jaco Scarp. Exemplarisch sollen an dieser Stelle die Ergebnisse an dem Mound 12 dargestellt werden. Mound 12 hat eine Höhe von 30 m und einen Durchmesser von 500 m. Karbonate und chemoautotrophe Organismen weisen eine charakteristische Verteilung auf (Abb. B3-1). Vermutlich stellen die Bereiche eine zeitliche Abfolge dar: die am längsten durch Methanaustritt beeinflussten Bereiche am Gipfel weisen massive Karbonate auf, die am kürzesten beeinflussten Bereiche deuten durch Bakterienmatten auf Methanvorkommen im Sediment (Abb. B3-2). Der TV-geführte BC-Lander (Benthic Chamber) wurde auf Bakterienmatten abgesetzt. Nach dem Absetzen schließt der Lander autonom mit Hilfe von Kammern Sediment ein und nimmt in zeitlicher Abfolge Wasserproben aus dem überstehenden Wasser. Am Ende der Messphase steigt der Lander samt Proben zur Meeresoberfläche auf, so dass nach der Bergung das Wasser und die Sedimente analysiert werden können. Die Ergebnisse belegen den Ausstrom von methanreichen Wässern, die arm an Chlorid sind (Abb. B3-3). Aus den Konzentrationsänderungen über die Zeit lassen sich Flussraten abschätzen. Erste Berechnungen zeigen, dass der Sauerstoffverbrauch von ca.  $36 \text{ mmol m}^{-2} \text{ d}^{-1}$  sehr hoch ist; also in den weichen, mit Bakterienmatten bedeckten Sedimenten viel Methan umgesetzt wird. Im Gegensatz dazu wird offenbar wenig Methan in den Bereichen mit den zerklüfteten Karbonaten umgesetzt und gelangt damit vermehrt aus dem Boden in die Wassersäule, wo es in höheren Konzentrationen zu messen ist (Fig. B3-4).

Die Ergebnisse der Biomarker und C-Isotope, die mit aufwändigen Analysen verbunden sind, stehen noch aus. Ziel der Untersuchungen der Biomarker ist es, die für die Methanoxidation verantwortlichen Mikroorganismen zu identifizieren. Neuartig ist dabei der Versuch, die Mikroorganismen in der Wassersäule nachzuweisen und anhand der Biomarkerkonzentrationen die Methanumsatzraten abzuschätzen. Die Messung der C-Isotopie von Methan und Kohlendioxid in den Ventfluiden und in der Wassersäule wird Rückschlüsse auf die Menge Methan und die Umsätze zulassen.

Projektleiter / Mitarbeiter:

SUESS E, REHDER G, SCHULZ-BULL D/SAHLING H, MAU S, MANZKE B

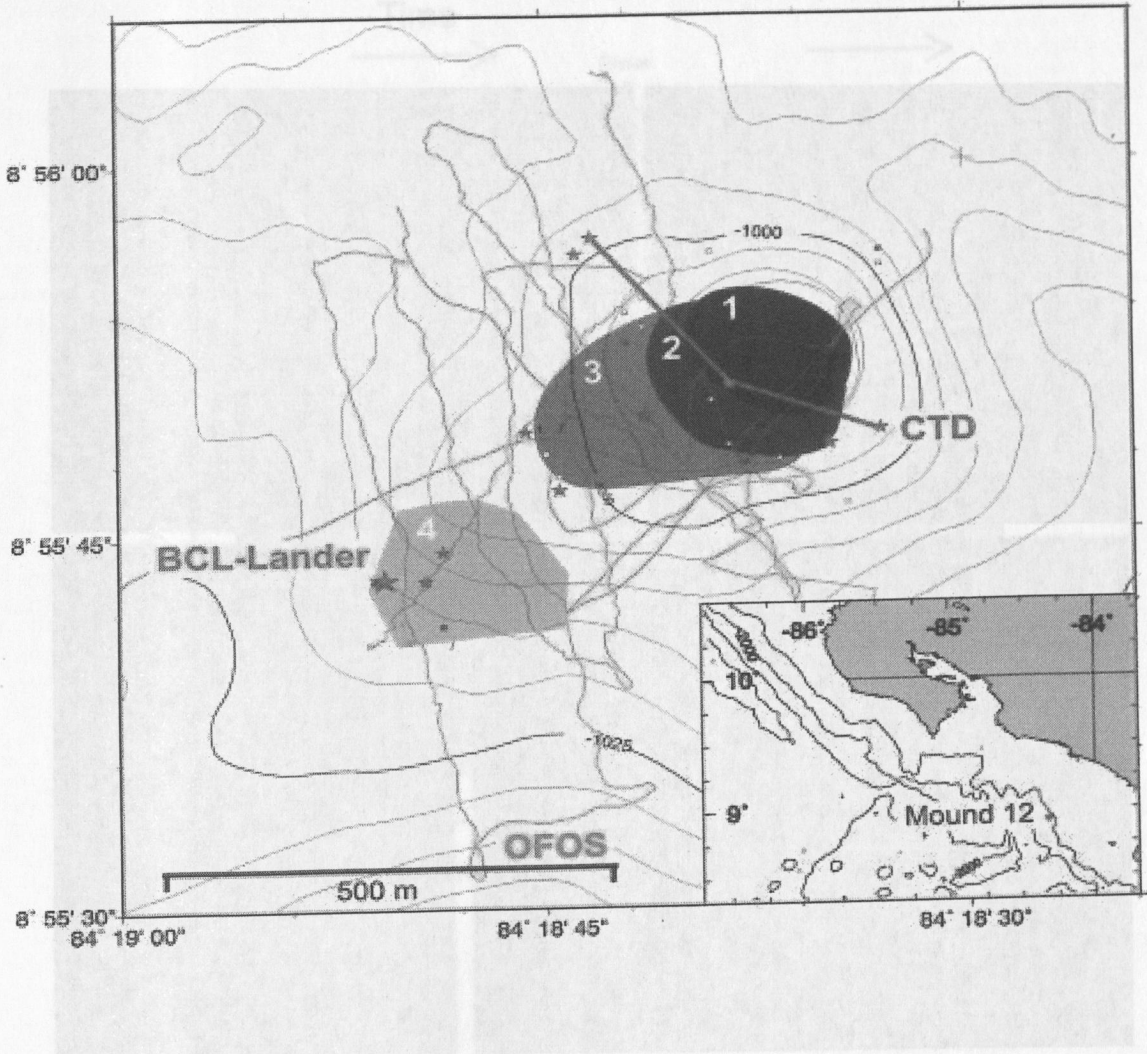
these structures, Jaco Scarp. The major results obtained at Mound 12 are summarized in the following, however, additional investigations were carried out at various other mounds and subducted seamounts.

Mound 12 is about 30 m high and 500 m in diameter. Carbonates and chemosynthetic organisms occur in distinct areas (Fig. B3-1). We assume that these areas represent different stages in the evolution of methane seeps (and the development of a mound): the areas which are influenced for the longest time by methane seepage are characterized by massive carbonates, the youngest areas by bacterial mats (Fig. B3-2). The TV-guided BC-Lander was deployed at bacterial mats. It autonomously encloses sediments and takes sequential water samples from the overlying incubated bottom water. After the deployment time the lander ascends to the sea surface. Aboard, the water and sediment samples can be retrieved and analyzed. The results show the seepage of methane-rich, low-chlorinity fluids (Fig. B3-3). The turnover and flux rates can be estimated from the concentration changes over time. The oxygen consumption was extremely high with values of about  $36 \text{ mmol m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ . Thus, methane is rapidly oxidized in sediments overlaid by bacterial mats. In contrast to the bacterial mats, the turnover of methane is less complete at the sites with fractured carbonates. Therefore, it is released in large amounts into the water column, where it can be detected (Fig. B3-4).

The analyses of the diagnostic biomarker and C-isotopes are still in process. The major objective of these investigations is to identify the microorganisms that mediate methane oxidation. It is attempted to trace biomarker in the water column and to estimate the methane oxidation rates based on the biomarker concentrations. The isotopic composition of methane and carbon dioxide in the vent fluids and the water column will specify the sources of methane. In addition, it will help to estimate the amounts of methane that is released from the seafloor as well as the amount that is oxidized in the water column.

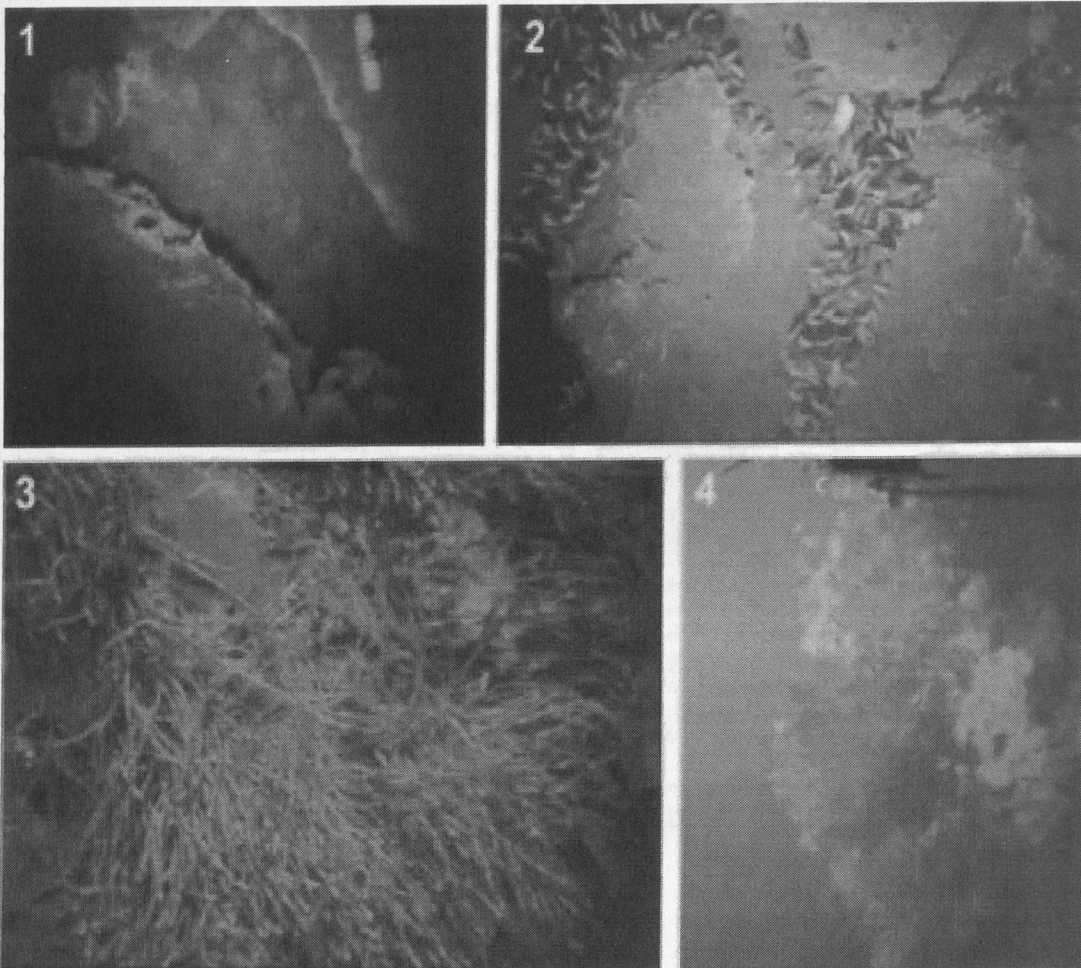
Principle investigators / investigators:

SUESS E, REHDER G, SCHULZ-BULL D/SAHLING H, MAU S, MANZKE B



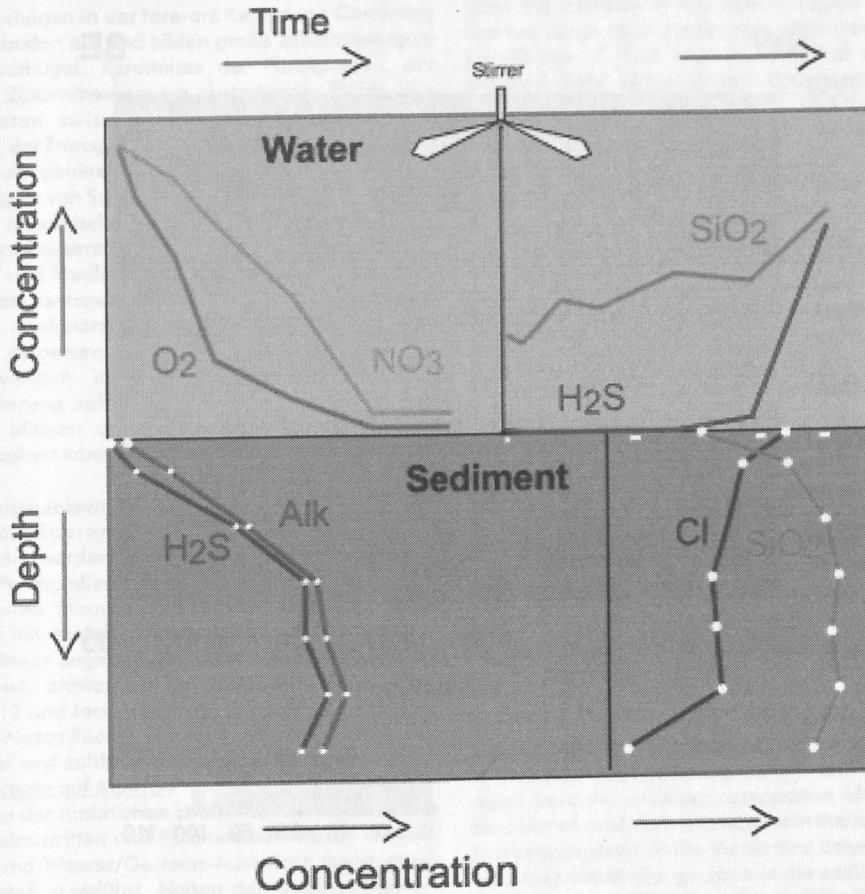
**Abb. B3-1:** Stationen am Mound 12. Die Kartierung mit dem Fotoschlitten OFOS ergab eine fleckenhafte Verteilung von Karbonaten und chemoautotrophen Gemeinschaften: (1) massive Karbonate, (2) zerbrochene Karbonate mit Muscheln der Gattung *Bathymodiolus*, (3) Bakterienmatten, Muscheln der Gattung *Calyptogena* oder *Lamellibrachia*-Kolonien zwischen kleinen Karbonaten, (4) Bakterienmatten in weichem Sediment.

**Fig. B3-1:** Stations at Mound 12. TV-sled (OFOS) mapping revealed the distinct occurrence of carbonates and chemosynthetic organisms: (1) massive carbonates, (2) fractured carbonates with mussels (*Bathymodiolus* sp.), (3) bacterial mats, vesicomid clams, and pogonophoran tube worms with carbonate boulders and pebbles, (4) bacterial mats in soft sediment.



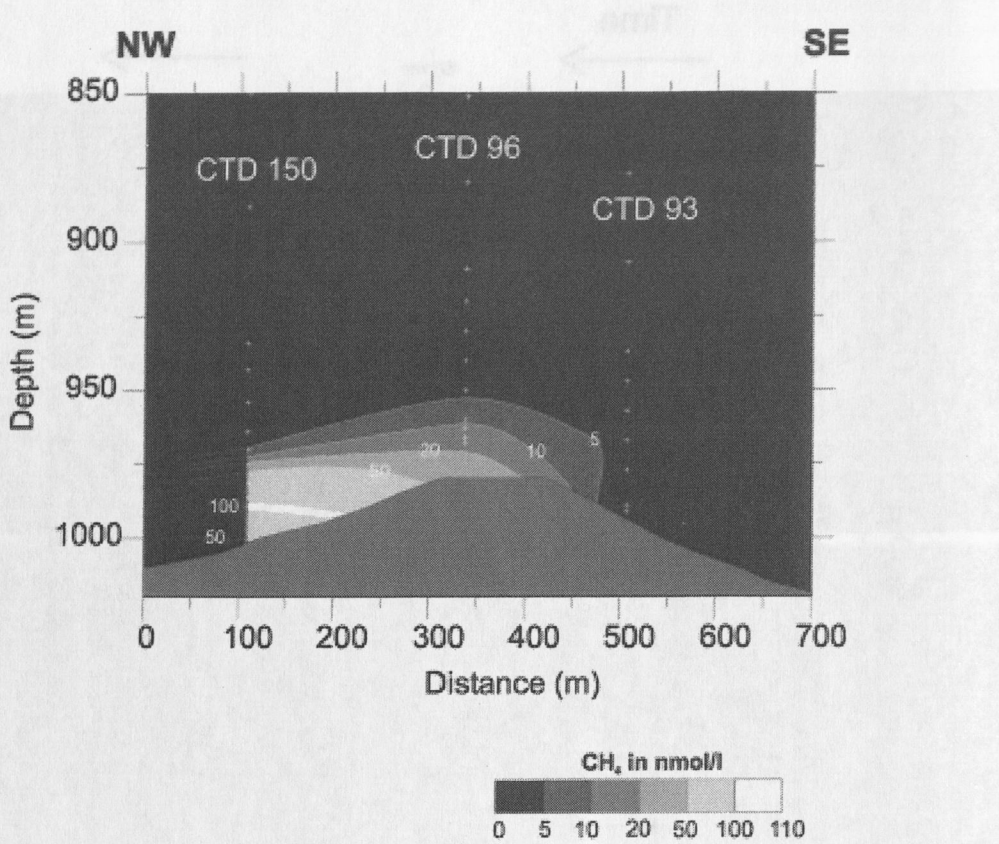
**Abb. B3-2:** Karbonate und chemoautotrophe Organismen am Mound 12 sind charakteristische Anzeiger von Methanaustrittstellen. (1) Massive Karbonate, (2) zerklüftete Karbonate mit Muscheln der Gattung *Bathymodiolus*, (3) Pogonophoren-Kolonien und Karbonate, (4) Bakterienmatten in weichem Sediment.

**Fig. B3-2:** Carbonates and chemosynthetic organisms at Mound 12 characterizes the methane seeps. (1) fractured massive carbonates, (2) fractured carbonates with mussels (*Bathymodiolus* sp.), (3) pogonophoran tube worms (*Lamellibrachia* sp.) with carbonate boulders and pebbles, (4) bacterial mats in soft sediment.



**Abb. B3-3:** Schematische Darstellung der Ergebnisse des BC-Landers abgesetzt auf Bakterienmatten am Mound 12 (M54/3, Stat. 166). Fluide mit geringem Chloridgehalt bringen Methan an die Sedimentoberfläche. Durch die anaerobe Oxidation des Methans entsteht sehr viel Schwefelwasserstoff. Der Sauerstoff und das Nitrat in der Kammer, die das überstehende Wasser einschließt, nehmen rasch durch den Austritt der reduzierten Fluide ab. Für die Effizienz dieses Prozesses sind die Bakterienmatten verantwortlich. Nachdem der Sauerstoff verbraucht ist, steigt auch der Schwefelwasserstoffgehalt in der Kammer. Der Anstieg des Silikats im überstehenden Bodenwasser deutet darauf hin, dass die Fluide advektiv aus dem Boden austreten.

**Fig. B3-3:** Schematic illustration of the BC-Lander that was deployed on bacterial mats at Mound 12 (M54/3, Stat. 166). Low chlorinity fluids bring methane close to the sediment surface. Hydrogen sulfide is produced in the process of the anaerobic oxidation of methane. The concentration of oxygen and nitrate in the chamber water declines rapidly due to the venting of reducing fluids. This process is mediated by the bacterial mats. When oxygen is depleted, hydrogen sulfide increases in the overlying waters. The increase in silica concentration in the chamber water indicates the advective outflow of fluids out of the sediment.



**Abb. B3-4:** Methanreicherungen in der Wassersäule über dem Mound 12. Das Profil zeigt, dass der Austritt von Methan etwas seitlich am Gipfel am höchsten ist (Abb. B3-1). Die vorherrschende Richtung der Bodenströmung ist nach NW.

**Fig. B3-4:** Methane enrichments in the water column above Mound 12. The CTD-Profile indicates that the injection of methane is highest on the flank of the mound. The prevailing direction of the bottom current is to the NW.

#### B4: Spurenelement-, Fluid- und Volatilen-Recycling: Nachweise von Isotopen und Spurenelement-Analysen

Fluide aus kompaktierten und/oder subduzierten Sedimenten steigen in der fore-arc Region vor Costa Rica vom Meeresboden auf und bilden große Schlammdiapire und Karbonathügel. Kenntnisse der Fluidquellen, der chemischen Zusammensetzung austretender Fluide, der Austauschraten zwischen Untergrund, Fluiden und Meerwasser, der Transportwege und der Aufenthaltszeiten der Fluide sind generell wichtig für das Verständnis der Materialbudgets von Subduktionszonen. Essenziell für das Verständnis dynamischer Prozesse in Subduktionszonen ist ebenso eine bessere Abschätzung der Lebensdauer und Alter aktiver und fossiler Austrittsstellen. Spurenelemente und geeignete Isotopensysteme werden in Fluiden und Sedimenten analysiert, die an Vents, Schlammdiapiren und durch dispersen diffusiven Austritt im Fore-arc freigesetzt werden. Insbesondere die U/Th Ungleichgewichtsdatering authigener Minerale (z.B. Karbonate, Baryt) von aktiven und fossilen Fluidaustritten und Schlammdiapiren kann deren dynamische Eigenschaften eingrenzen.

Erste Ergebnisse zeigen, dass Fluide verschiedener Mounds anhand der Spurenelementkonzentrationen klar unterschieden werden können; dies weist auf unterschiedliche Fluidquellen für Mound 10 und Mound Culebra einerseits sowie Mounds 11, 12 und Jaco Scar Fluide andererseits hin. Mound 10 und Mound Culebra befinden sich über einem Segment der abtauchenden Platte mit glattem Relief, entstanden am Ostpazifischen Rücken. Mound 11, 12 und Jaco Scar hingegen befinden sich über dem Cocos-Nazca Rücken Segment, charakterisiert durch rauhes Relief und zahlreiche subduzierte Seamounts.

##### <sup>222</sup>Rn Messungen auf M54/3a

Radioisotope der natürlichen Uran-Thorium Zerfallsreihe werden Fluidaustritten und Porenwässern durch Wasser/Sediment- und Wasser/Gesteins-Austausch sowie durch alpha Rückstoß zugeführt. Neben der Quellzusammensetzung bestimmt hauptsächlich die Transportdauer von der Reaktionszone zum Austritt an der Sedimentoberfläche die Konzentration der Radioisotope im austretenden Fluid. Durch Messungen von z.B. <sup>224</sup>Ra (T = 3.6 d), <sup>222</sup>Rn (T = 3.8 d), <sup>228</sup>Ra (T = 5.7 a), <sup>210</sup>Pb (T = 22 a) und <sup>226</sup>Ra (T = 1600 a) können Aufenthaltszeiten und Ausflussraten austretender Fluide abgeschätzt werden.

Mit CTD, Bottom Water Sampler, VESP-MUC und TV-MUC wurden auf M 54/3a Proben für Radionuklidmessungen gewonnen. Für die <sup>222</sup>Rn Analyse wurde 1 Liter Wasser in einen Extraktionsapparat gefüllt und ein nicht mit Wasser mischbares Scintillationsmittel (MaxiLight) hinzugefügt. Die Probe wurde 1,5 Stunden geschüttelt und die organische Phase in eine niedrig-diffusive LS-Ampulle umgefüllt, die 3 Stunden zur Einstellung des isotopischen Gleichgewichts gelagert wurde. Zwei Flüssigkeits-Scintillationszähler (Guardian und Triathler) standen für die <sup>222</sup>Rn Messung an Bord zur Verfügung. Die Zählzeiten betragen 3 Stunden. An einer Stelle an Mound 12 konnten mit VESP-MUC Advektionsraten der Fluide bestimmt werden. Dieses Gerät ermöglicht die Bestimmung der Änderung der Radio-

#### B4: Trace-element, fluid and volatile recycling: Evidence from isotopes and trace elements

Fluids from compressed and/or subducted sediments ascend from the seafloor of the forearc region off Costa Rica forming large mud diapirs and carbonate mounds. The knowledge of fluid sources, chemical composition of expelled fluids, exchange rates between basement, fluids and seawater, transport pathways, and residence times of fluids are of general importance for the understanding of material budgets in subduction zones. Also, a better understanding of the life span and the ages of active and fossil vent sites is fundamental in order to understand the dynamic processes in subduction zones. Trace elements and suitable isotope systems are analyzed in fluids and sediments expelled by vents, mud diapirs, and by disperse and diffusive seepage in the forearc region. In particular, U/Th disequilibrium dating of authigenic minerals (e.g., carbonates, barites) related to active or fossil vents and mud volcanoes will help to constrain their dynamic properties.

First results show that fluids from different mounds can clearly be distinguished by means of trace element abundances suggesting different fluid sources for Mound 10 and Mound Culebra than for Mounds 11, 12, and Jaco Scar fluids. Mound 10 and Mound Culebra are located above the incoming oceanic plate segment with a smooth relief generated at the EPR. In contrast, Mounds 11, 12, and Jaco Scar are located on top the Cocos-Nazca Ridge segment characterized by a rough relief with numerous seamounts being subducted.

##### <sup>222</sup>Rn measurements during M54/3a

Radioisotopes of the natural uranium-thorium decay chains are supplied to vent fluids and pore waters by water/sediment-, water/rock-interaction and by alpha recoil. Apart from the chemical composition of the sources the concentration of the radionuclides in the vent fluids depend to a larger extend on the transit time between the reaction zone and the discharge zone at the sediment surface. By measuring e. g. <sup>224</sup>Ra (T = 3.6 d), <sup>222</sup>Rn (T = 3.8 d), <sup>228</sup>Ra (T = 5.7 a), <sup>210</sup>Pb (T = 22 a) and <sup>226</sup>Ra (T = 1600 a), information on vent fluid residence times and discharge rates can be estimated.

During M 54/3a samples for radionuclide measurements were obtained by means of CTD, Bottom Water Sampler, VESP-MUC and TV-MUC. For <sup>222</sup>Rn analysis one litre of water was filled in an extraction apparatus and a water-immiscible scintillation cocktail (MaxiLight) was added. The sample was shaken for 1.5 hours and the organic phase was transferred into a low diffusive LS-vial which was stored for isotope equilibration three hours. Two liquid scintillation counters (Guardian and Triathler) were available for on-board <sup>222</sup>Rn measurements. Samples were counted for three hours.

From one location at mound 12 it was possible determine the advection rates of the fluids using the VESP-MUC. This device allows the determination of changes of radioisotope concentrations with time. The VESP-MUC was positioned on a Bathymodiolus field and was deployed for 130 min. From the increase of the <sup>222</sup>Rn concentrations with time

isotopenkonzentration mit der Zeit. Das VESP-MUC wurde 130 Minuten lang über einem Bathymodiolus Feld positioniert. Aus der Zunahme der <sup>222</sup>Rn Konzentration mit der Zeit ergibt sich ein <sup>222</sup>Rn Fluss von etwa 42 mBq/l (Abb. B4-1). Nimmt man eine <sup>222</sup>Rn Konzentration von etwa 1 mBq/l an, lässt sich ein advektiver Fluidstrom von etwa 2 cm/a errechnen.

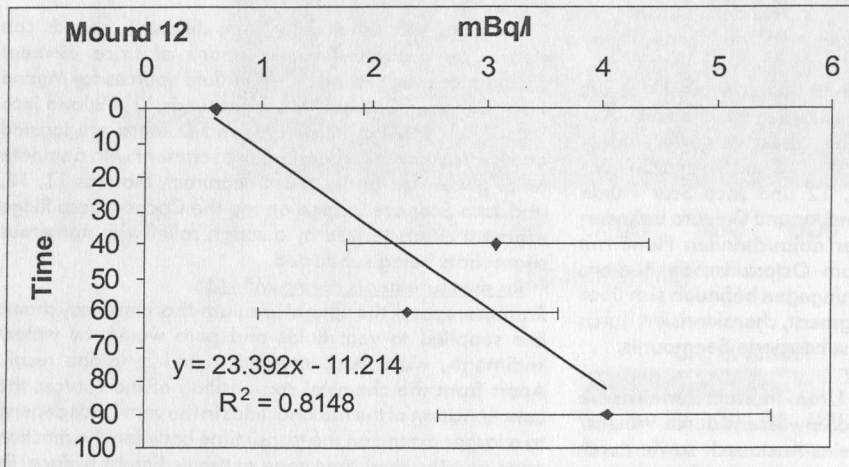
a<sup>222</sup>Rn flux of about 42 mBq/l was estimated (Fig. B4-1). Using a <sup>222</sup>Rn concentration of about 1 mBq/l an advective fluid flux of about 2 cm/a can be calculated.

**Principle investigators / investigators:**

EISENHAUER A, GARBE-SCHÖNBERG D/HENSEN C, WALLMANN K, SCHOLTEN J

**Projektleiter / Mitarbeiter:**

EISENHAUER A, GARBE-SCHÖNBERG D/HENSEN C, WALLMANN K, SCHOLTEN J



**Abb. B4-1:** Änderung der <sup>222</sup>Rn Konzentration mit der Zeit. Aus dem Anstieg der Konzentration kann eine Fluid Advektionsrate von etwa 2 cm/a abgeschätzt werden.

**Fig. B4-1:** Changes of <sup>222</sup>Rn concentrations with time. From the increase in the concentrations a fluid advection rate of about 2 cm/a can be estimated.

### 3.4. Thema C: Volatilsfreisetzung durch Magmen und metamorphe Prozesse im Fore-Arc

Der wesentliche Ansatz unter Thema C ist die Bestimmung der Massenanteile der Volatile, die in Subduktionszonen in den Mantel subduziert werden, metamorphe Umwandlungen durchlaufen, in die Kruste eingelagert und letztlich in die Atmosphäre und Hydrosphäre entlassen werden. Der Volatileintrag mit der subduzierten ozeanischen Kruste wird im Zuge Hochdruck-metamorpher Reaktionen freigesetzt; der Volatilausstoß wird anschließend kontrolliert durch die Dynamik der Bildung, des Transports und der Eruption von Magmen. Numerische Modelle werden entwickelt, um die Prozesse des Volatildurchsatzes durch Subduktionszonen zu untersuchen.

#### C1: Metamorphe Devolatilisierung und Elementtrain Paläosubduktionszonen

Das Teilprojekt C1 hat bisher seine Arbeit auf die Gabbro- zu-Eklogit-Transformation und den Einfluss einer fluidinduzierten Eklogitisierung auf den Spurenelementhaushalt von Eklogiten konzentriert: In Sambia sind Gabbros und Eklogite als isolierte Hügel (10-100 m) entlang einer 200 km langen und 40 km breiten Zone aufgeschlossen. Dieses Gebiet ist Teil einer Suturezone, wobei die mafischen Gesteine Relikte der subduzierten ozeanischen Kruste darstellen. Graduelle Übergänge der prograden Transformation vom Gabbro zum Eklogit sind durch Ungleichgewichtstexturen, hervorgerufen durch unvollständig abgelaufene Mineralreaktionen, erhalten. Es wurden keinerlei Hinweise auf prograde blauschiefer- oder amphibolitfaziale Mineralparagenesen gefunden. Im Gegenteil, die feinkörnigen Verwachsungen, bestehend aus Omphazit, Granat, Disthen und Quarz, die magmatischen Plagioklas verdrängen, implizieren, dass die Eklogitisierung der magmatischen Ausgangsgesteine (Gabbros) direkt, ohne zwischenzeitliche metamorphe Reaktionen vorstatten ging. Die Eklogitisierung erfolgte bei 630-690 °C und 26-28 kbar. Sie war begleitet von einem kanalisiertem Fluidfluss, der zur Ausbildung von Adern mit einer peak-metamorphen Mineralparagenese führte.

Die Spurenelementgehalte sowie die Nd- und Hf-Isotopen der mafischen Gesteine sind vergleichbar mit denen mittelozeanischer Rückenbasalte. Überraschenderweise weisen einige Proben eine Fraktionierung der LREE von den HFSE auf. Dieses Phänomen ist nicht auf magmatische Prozesse zurückführbar, sondern muss durch die Metamorphose entstanden sein. Da die durch Sm-Nd (relativ mobil) und Lu-Hf (relativ unmobil) gewonnenen Granat-Gesamtgesteins Alter identisch sind, kann davon ausgegangen werden, dass die LREE Fraktionierung bei der Eklogitisierung erfolgte. Der Prozess der Eklogitisierung

### 3.4. Theme C: Devolatilization by magmas and metamorphic processes in the fore-arc

The main objectives under theme C are to evaluate the mass balance of volatiles that are subducted into the mantle, pass through metamorphic transformations, get incorporated into the crust, and finally are released into the hydrosphere and atmosphere at subduction zones. Volatile input via subducted ocean crust is released in the course of high-pressure metamorphic reactions; subsequent volatile output is controlled by generation, transport and eruption dynamics of magmas. Numerical models are designed to investigate the processes of volatile cycling through subduction zones.

#### C1: Metamorphic devolatilization and element losses in paleo-subduction zones.

Subproject C1 work was focussed so far on the gabbro-to-eclogite transformation and the influence of fluid induced eclogitisation on the trace element contents of eclogites: Isolated outcrops (10-100 m hills) of gabbros and eclogites occur closely associated in a 200 km long and up to 40 km wide area in central Zambia. This area represents a suture zone with the mafic rocks being relics of subducted oceanic crust. Gradual stages of prograde transformation from gabbro to eclogite are preserved by the disequilibrium textures of incomplete reactions. No evidence for prograde blueschist or amphibolite facies mineral assemblages was found in the eclogites. Instead, fine-grained intergrowths of omphacite, garnet, kyanite, and quartz replacing plagioclase indicate the direct eclogitisation of gabbroic precursors without any significant intervening metamorphic reactions. Eclogitisation took place at 630-690°C and 26-28 kbar and was accompanied by a channelised fluid flow that produced veins of the peak metamorphic assemblage. The mafic rocks resemble mid-ocean ridge basalts in their trace element and Nd and Hf isotope compositions. However, some samples display a fractionation of the LREE from the HFSE, an effect that cannot be of magmatic origin but must have occurred during metamorphic reactions. Garnet-whole rock ages determined from the Sm-Nd (relatively mobile) and Lu-Hf (relatively immobile) systems are identical, implying that the LREE were fractionated during eclogitisation. The eclogitisation process was limited by fluid availability, and the flow of fluids through the rock is the most likely mechanism of LREE fractionation in the rocks. Fluid-rock interactions modelling reveals that the fractionated rocks must have reacted with an amount of fluid equal to 25 to 80% of their mass to create the most fractionated REE patterns. The lower gabbroic part of the oceanic crust is an unlikely source of the required large



war durch die Anwesenheit einer fluiden Phase limitiert, und folglich sollte auch die LREE Fraktionierung mit der Fluidinfiltration zusammenhängen. Modellierungen der Gesteins-Fluid-Wechselwirkung ergaben, dass die Gesteine mit einem Fluidanteil von etwa 25 bis 80 % ihrer Masse reagieren müssen, um die extremen Fraktionierungen erzeugen zu können. Der untere Bereich der Ozeankruste scheidet als Fluidquelle für die benötigten Fluidmengen aus, daher wird von serpentinisiertem Mantel als Fluidquelle ausgegangen. Obwohl alle mafischen Gesteine Sambias subduziert wurden, konnten nur die Gabbros zu Eklogiten umgewandelt werden, die unter eklogitfaziellen Bedingungen von Fluiden infiltriert wurden. Konsequenterweise interpretieren wir die sambischen Eklogite und ihre eklogitfaziellen Adern als Relikte von Fluidbewegungsbahnen durch die subduzierte ozeanische Kruste. Folglich sind sie ein direkter Hinweis auf einen kanalisierten Fluidfluss und Elementtransport im Slab.

Projektleiter / Mitarbeiter:  
SCHENK V, RAASE P/JOHN T

## **C2: Umsatz von Fluiden und klimaaktiven Volatilen an konvergenten Plattenrändern anhand der Untersuchung mafischer Vulkangesteine und ihrer Schmelzeinschlüsse**

Um den Stoffaustausch durch Subduktionszonen besser zu verstehen, erforschen wir die Volatilen und Tracer von Fluid-Freisetzungprozessen in primitiven Laven von Zentralamerika. Wir untersuchen zwei Traversen senkrecht zum Subduktionsbogen, eine durch die Zentralkordillere von Costa Rica und eine durch das nordwestliche Segment des Arcs in Nicaragua, mit Schwerpunkt auf den quartären Eruptionsprodukten.

Subduktions-Parameter in Nicaragua und Costa Rica unterscheiden sich stark. Unter Nicaragua wird ältere Ozeankruste (ca. 20-25 Ma), gebildet am ostpazifischen Rücken, im steilen Winkel ( $\sim 70^\circ$ ) subduziert, während unter Costa Rica jüngere Ozeankruste (ca. 15-20 Ma) des Cocos-Nazca-Spreizungszentrums einschließlich der Galápagos Hotspot-Spur mit flacherem Winkel abtaucht ( $\sim 30^\circ$ ). Diese Parameter beeinflussen entscheidend die Zusammensetzung, Quelle und Menge an Fluiden, die in den Mantelkeil eingetragen werden, ihn aufschmelzen und die Arc-Magmen generieren.

Um die Rolle der Volatilen und Fluiden bei der Bildung primitiver Arc-Magmen zu bewerten, kombinieren unsere Untersuchungen Analysen mafischer vulkanischer Gesteine auf ihre Haupt- und Spurenelementkonzentrationen mit Sr-Nd-Pb Isotopengeochemie und Analysen der Volatil-Gehalte von Schmelzeinschlüssen in Einsprenglingsphasen (vorwiegend Olivin).

Sr-Nd-Pb Isotopenverhältnisse der Magmen in Nicaragua zeigen eine geringe Variation senkrecht zum aktiven Subduktionsbogen ( $\sim 15$  km) und belegen eine subduzierte Sediment-Komponente. Auch in der Zentralkordillere von Costa Rica scheint nur eine geringe Variation der Isotopenzusammensetzungen senkrecht zum Arc zu bestehen ( $\sim 80$  km), wodurch sich diese von Inselbögen

volume of fluid and therefore we postulate that serpentinised lithospheric mantle was the fluid source. Although all mafic rocks from our study area were subducted, only those gabbros that were infiltrated by fluid under eclogite facies conditions were eclogitised. Thus, Zambian eclogites and their veins represent relict fluid pathways through subducted oceanic crust and provide direct evidence for channelised fluid flow and element transport within a slab.

Principle investigators / investigators:  
SCHENK V, RAASE P/JOHN T

## **C2: Constraints on the fluxes of fluids and climatically-active volatile components at convergent margins from the study of mafic volcanic rocks and melt inclusions**

In order to better understand elemental cycling through subduction zones, we are examining volatiles and tracers of fluid-release processes in primitive lavas from Central America. We are investigating two transects perpendicular to the arc through the Cordillera Central in Costa Rica and the northwestern segment of the arc in Nicaragua, focusing on the Quaternary eruptive products. Subduction parameters in Nicaragua and Costa Rica provide two starkly contrasting situations. Older ocean crust (ca. 20-25 Ma) formed at the East Pacific Rise is being subducted beneath Nicaragua at a steep angle of  $\sim 70^\circ$ , whereas younger crust (ca. 15-20 Ma) from the Cocos-Nazca Spreading Center containing the Galápagos hotspot track is subducting beneath central Costa Rica at a shallow angle of  $\sim 30^\circ$ . These parameters play an essential role in determining the type, source, and amounts of fluids that are fluxed into the mantle wedge leading to melting to form arc magmas.

Our studies combine analyses of mafic volcanic rocks for major- and trace-element concentrations, Sr-Nd-Pb isotope geochemistry, and volatile contents from melt inclusions in phenocryst phases (primarily olivine) in order to evaluate the role of volatiles and fluids in the formation of primitive arc magmas. In Nicaragua, Sr-Nd-Pb isotope ratios vary little across the active arc ( $\sim 15$  km) and show evidence for a subducted sediment component. In the Cordillera Central of Costa Rica, there also appears to be little isotopic variation across the arc ( $\sim 80$  km), which is in contrast to other volcanic arcs with similar slab dips and wide volcanic zones perpendicular to the trench (e.g. Izu-Bonin). These preliminary results suggest that subduction of the Galápagos hotspot track and tectonic erosion of both the Caribbean Large Igneous Province and accreted Galápagos hotspot terranes from the Pacific margin of Costa Rica may play a major role in controlling the composition of the arc rocks in central Costa Rica. Preliminary melt inclusion data shows no differences in the abundance of  $H_2O$ , S and F between Costa Rica and Nicaragua, but Cl contents are distinctly higher in Costa Rica, consistent with a Galápagos component in the source.

Principle investigators / investigators:  
HOERNLE K, VAN DEN BOGAARD P/NICHOLS H, SADOFSKY S

mit breiten Vulkanzonen und ähnlich flachen Subduktionswinkeln unterscheidet (z.B. Izu-Bonin). Diese vorläufigen Ergebnisse zeigen, dass Subduktion der Galápagos-Hotspotspur und tektonische Erosion sowohl der Karibischen LLP und Galápagos Hotspot-Terranes die am pazifischen Costa Rica akkretiert wurden, die Zusammensetzung der Arc-Gesteine in Zentral Costa Rica wesentlich beeinflussen. Erste Schmelzeinschluss-Daten zeigen keinen signifikanten Unterschied in den  $H_2O$ -, S, und F-Gehalten zwischen Costa Rica und Nicaragua. Cl-Gehalte sind jedoch deutlich höher in Costa Rica, und reflektieren die Galapagos-Komponente in der Quelle.

**Projektleiter / Mitarbeiter:**

HOERNLE K, VAN DEN BOGAARD P/ NICHOLS H, SADOFSKY S

### **C3: Stille Volatilfreisetzung an Subduktionszonenvulkanen: Globale Auswirkungen auf Atmosphärenchemie und Klima**

Die Kenntnis von der Menge der Volatilen und deren Zusammensetzung, die durch die stille Entgasung von Vulkanen freigesetzt werden, ist immer noch sehr stark eingeschränkt. Das C3-Projekt untersucht die Volatilenflüsse aus der permanenten vulkanischen Entgasung und deren Einfluss auf den Atmosphäreneintrag, auf das Klima, auf die vulkanischen Gefahren und auf die Umwelt.

Unser Konzept umfasst a) die Untersuchung von prä-eruptiven Fluidzusammensetzungen in flachen Magmenreservoirs von historischen Eruptionen von permanent entgasenden Vulkanen, b) den Vergleich dieser Daten mit Fluidproben, die direkt aus den Fumarolen derselben Vulkane gewonnen wurden und c) die Messung von Gesamtflüssen der Volatilen in die Atmosphäre durch Fumarolen und permanente Schlotentgasung. Um die Bestimmung der Flüsse aller relevanten Elemente durchzuführen, kombinieren wir die gewonnenen Daten aus den direkten Gasbeprobungen der Fumarolen (Giggenbach Flaschen und getrocknete Spurengasproben) mit Flussmessungen von  $SO_2$  im Plume eines jeden Vulkans durch Fernerkundung mit mini-DOAS (Differential Optical Absorption Spectrometry). Hierbei wird Schwefel als Referenzelement mit mini-DOAS und in den Giggenbach Lösungen gemessen und folglich für die Skalierung der Flüsse aller anderen Haupt- und Spurenkomponten in den vulkanischen Emissionen benutzt.

Unsere Forschung konzentriert sich auf die Volatilemissionen der nicaraguanischen Vulkane, wobei wir dort 6 Vulkane auf deren Emissionen untersucht haben. Drei dieser Vulkane haben Fumarolen, die es ermöglichen, Fluide direkt zu beproben. Um kurzfristige und saisonale Variationen in der Fluidzusammensetzung und der Entgasungsrate zu eliminieren, wurden wiederholte Zeitreihenmessungen durchgeführt, die jeweils über mehrere Tage andauerten. Am Ende dieser Phase wird es uns möglich sein, ein erstes Tagesbudget der Volatilenflüsse durch stille Entgasung in der nicaraguanischen Subduktionszone aufzustellen.

Um die Entgasungsprozesse besser zu verstehen, werden

### **C3: Quiescent volatile emissions of subduction zone volcanoes: Global impact on atmospheric chemistry and climate**

The amount and composition of volatiles emitted by permanent volcanic degassing are still very poorly constrained. Subproject C3 concerns the fluxes of volatiles from permanently degassing volcanoes and their role for atmospheric loading and climate, and for volcanic hazards and environmental impact.

Our concept is to a) investigate the pre-eruptive fluid compositions in shallow magma reservoirs from historic eruptions of the permanently degassing volcanoes, and to b) compare with direct fluid samples from fumaroles at the same volcanoes, and to c) measure overall fluxes of volatiles into the atmosphere by fumarolic and permanent vent degassing. In order to attain fluxes of all elements of interest, we combine data on fluid compositions attained by direct gas sampling at fumaroles (Giggenbach bottles and dried trace gas samples) with remote sensing flux measurements of  $SO_2$  in the plume of each volcano using mini-DOAS (Differential Optical Absorption Spectrometry). Sulfur is used as a reference element which is measured both with the mini-DOAS and in the Giggenbach solutions, and is thus used to scale the fluxes of all other major and trace components in the volcanic emissions.

Our research in the first SFB phase focusses on the volatile emissions from six volcanoes in Nicaragua, three of which have fumaroles suited for direct fluid sampling. In order to address short-term and seasonal variations in fluid compositions and degassing rates, we have performed repeated time series measurements each lasting several days. At the end of this phase, we will be able to compile a first present-day budget of volatile fluxes of the Nicaraguan subduction zone segment through silent degassing.

In order to better understand the degassing processes, also the sub-surface volatile compositions of selected historic eruptions are investigated using a combination of paragenetic melt and fluid inclusions in minerals. The reconstructed pre-eruptive situation is the assumed initial composition for the fluid samples collected at the fumaroles or measured in the volcanic plumes.

**Principle investigators / investigators:**

HANSTEEN T, SACHS P/FRISCHE M, GAROFOLO K

unterirdische Volatilzusammensetzungen von ausgetretenen historischen Eruptionen mit Hilfe einer Kombination aus paragenetischen Fluid- und Schmelzeinschlüssen in Mineralen untersucht. Die rekonstruierte, prä-eruptive Situation ist die vermutete initiale Zusammensetzung der Fluidproben, die in den Fumarolen gesammelt, oder aber in den vulkanischen Plumes gemessen wurden.

Projektleiter / Mitarbeiter:

HANSTEEN T, SACHS P / FRISCHE M, GAROFOLO K

#### **C4: Erfassung der Gasfreisetzung und der Entgasungsdynamik pleistozäner bis rezenter explosiver Vulkanbogen-Eruptionen**

Wir haben die Stratigraphie der Ablagerungen hoch-explosiver Vulkaneruptionen der letzten etwa 50.000 Jahre entlang des zentral-nicaraguanischen Segments der mittelamerikanischen Vulkanfront etabliert. Die stratigraphische Abfolge ändert sich von Süd nach Nord über 150 km entlang der Vulkanfront und umfasst insgesamt elf rhyolithische und zwei stark chemisch zonierte plinianische Fallablagerungen, sowie mindestens zwei basaltische plinianische Fallablagerungen, alle mit  $VE \geq 5$ . Diese Ablagerungen wurden von mindestens sechs Vulkanen eruptiert, die meisten sind Calderen. Petrologische Untersuchungen zeigen, dass die meisten Eruptionen durch Nachschub mafischen Magmas in eine krustale Magmakammer ausgelöst wurden. Unsere detaillierte Isopachen- und Isoplethen-Kartierung der Ablagerungen ermöglicht die Bestimmung der eruptierten Magmamassen von typischerweise  $10^{11}$ - $10^{12}$  kg, sowie der Masseneruptionsraten (in der Größenordnung  $10^8$  kg/s) und der Eruptionssäulenhöhen (25-38 km), welche ein tiefes Eindringen von Asche und magmatischen Gasen in die Stratosphäre belegen (Abb. C4-1).

Die hochblasigen Pyroklasten bestehen aus Matrixglas und Einsprenglingskristallen mit Glaseinschlüssen. Glaseinschlüsse repräsentieren Schmelze, die von in der Magmakammer wachsenden Kristallen eingeschlossen wurde und ihren ursprünglichen Volatilgehalt behalten hat, als sie bei der Eruption abgeschreckt wurde. Matrixglas hingegen repräsentiert Schmelze, die bei der Entlastung zu atmosphärischem Druck weitgehend entgaste. Die Differenz in der Volatilkonzentration zwischen Glaseinschlüssen und Matrixglas wird als der Volatilanteil interpretiert, der bei der Eruption freigesetzt wurde (Abb. C4-2). Bisher haben wir S, Cl und F Konzentrationen aller eruptiven Einheiten mit der Mikrosonde analysiert; weitergehende Volatilanalysen sind in Arbeit. Das Produkt aus Differenz in der Volatilkonzentration und eruptierter Magmamasse ergibt die Masse der jeweiligen Volatilphase, die durch hohe Eruptionssäulen in die Stratosphäre injiziert wurde. Für klimaaktive Volatile wie S und Cl erhalten wir typische Werte in der Größenordnung  $10^8$  kg, die binnen weniger Stunden freigesetzt wurden. Einzelne Vulkaneruptionen dieser Größenordnung haben nachweisliche Klimaeffekte über mehrere Jahre. In Nicaragua fanden solche Groberuptionen in Intervallen von durchschnittlich etwa alle 1000 Jahre statt. Unsere Kombination strati-

#### **C4: Gas-release record and degassing dynamics of Pleistocene to Recent explosive arc-volcanism**

We have established a stratigraphy of deposits from highly explosive eruptions of the last approximately 50,000 years along the central Nicaraguan segment of the Central American Volcanic Arc. The stratigraphic succession changes from south to north along 150 km of the volcanic front, and, in total, comprises eleven rhyolitic and two strongly compositionally zoned Plinian pumice units, and at least two basaltic Plinian scoria units, all of  $VE \geq 5$ . These deposits were erupted from at least six, mostly caldera-type volcanoes. Petrological studies suggest that most of these eruptions were triggered by mafic replenishments of crustal magma chambers. Extensive isopach and isopleth mapping allowed us to determine erupted masses typically of order  $10^{11}$  to  $10^{12}$  kg, as well as eruption parameters such as mass discharge rates (typically of order  $10^8$  kg/s) and eruption column heights (25-38 km), indicating injection of ash and magmatic gases deep into the stratosphere (Fig. C4-1).

The highly vesicular pyroclasts are composed of matrix glass and phenocrysts containing glass inclusions. Glass inclusions represent melt trapped by phenocrysts growing in the magma chamber that preserved its volatile content when quenched upon eruption. Matrix glass, however, represents melt that degassed during decompression to atmospheric pressure. The difference in volatile concentrations between glass inclusions and matrix glasses is interpreted as the fraction of volatiles that degassed during eruption (Fig. C4-2). So far, we have analyzed S, Cl and F concentrations by microprobe for all eruptive units; analyses of other volatile phases are under way. The product of volatile concentration difference and erupted magma mass yields the mass of each volatile phase injected into the stratosphere via high eruption columns. We obtain typical erupted masses of order  $10^8$  kg for climatically active volatiles such as chlorine and sulfur, released within a few hours. Single volcanic events of that magnitude have climate effects demonstrably lasting several years. In Nicaragua, large-magnitude eruptions occurred at average intervals of order  $10^3$  years. Our combination of stratigraphic, volcanological and petrological approaches allows to determine volatile fluxes of single eruptions as well as the time-averaged flux from a subduction-zone segment.

Principle investigators / investigators:

FREUNDT A, SCHMINCKE H-U / KUTTEROLF S, WEHRMANN H

graphischer, vulkanologischer und petrologischer Methoden ermöglicht die Bestimmung der Volatil-freisetzungsraten sowohl einzelner Eruptionen wie auch zeitlich gemittelt für ein ganzes Subduktionszonensegment.

Projektleiter / Mitarbeiter:  
 FREUNDTA, SCHMINCKE H-U / KUTTEROLFS, WEHRMANN  
 H

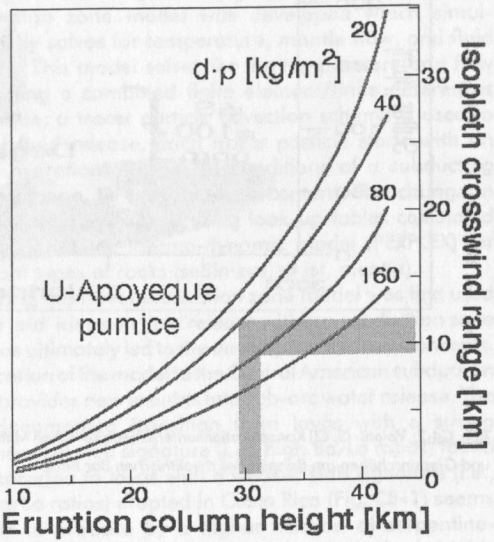
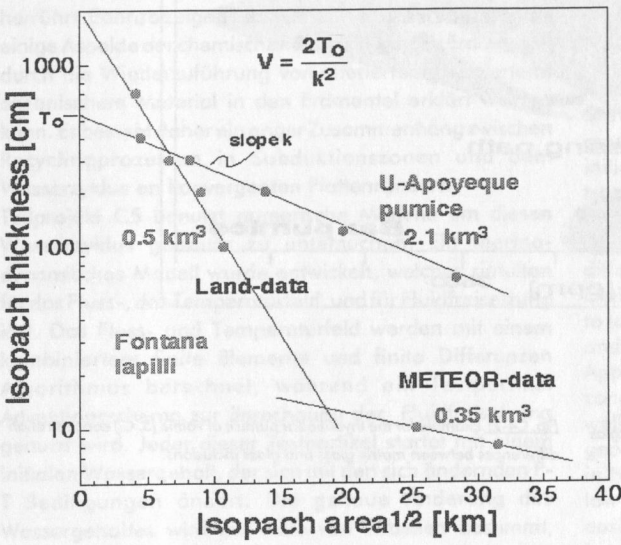


Abb. C4-1: Isopachen- und Isoplethen-Karten basieren auf Messungen in 60-100 Aufschlüssen pro Ablagerung im Gelände. (links) Isopachenflächen ergeben das eruptierte Tephra-volumen, das in eruptierte Magmamasse umgerechnet werden kann. (rechts) Die Halbbreite der Isoplethenflächen quer zur Windrichtung wird zur Bestimmung der Höhe der Eruptionssäulen benutzt.

Fig. C4-1: Isopach and isopleth maps were constrained by measuring 60-100 outcrops per deposit in the field. (left) Isopach areas are used to determine erupted tephra volume, which can be converted to erupted magma mass. (right) Isopleth crosswind widths are used to constrain eruption column heights.

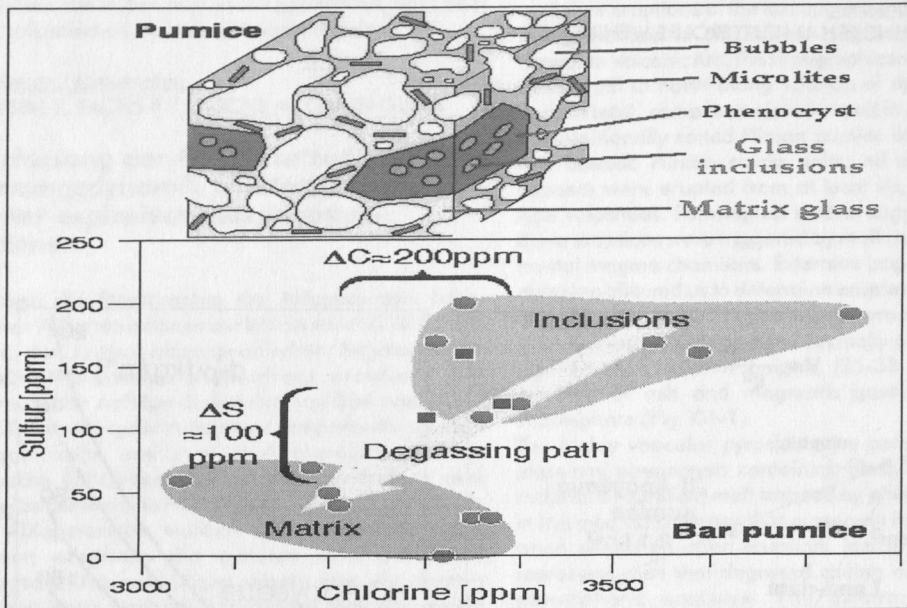


Abb. C4-2: Volatil- (S, Cl) Konzentrationsunterschiede zwischen Matrixglas und Glaseinschüben am Beispiel des rhyolithischen Bar Bims.

Fig. C4-2: Example for the tholyitic Bar pumice of volatile (S, Cl) concentration differences between matrix glass and glass inclusions.

## C5: Massebalancen und Modelle

Im Teilprojekt C5 werden mit Hilfe von numerischen Modellen die Prozesse untersucht, die den Umsatz von Wasser in Subduktionszonen regulieren. Zudem wird der Einfluss von Subduktionszonen auf die geogenen Kreisläufe von Wasser, Kohlendioxid, Sauerstoff und Schwefel mit Hilfe von Boxmodellen bestimmt.

### Ausmaß, Mechanismen und globale Auswirkungen auf den Umsatz der Volatile in Subduktionszonen

In dieser Arbeitsgruppe des Teilprojektes C5 werden Hydrierungs- und Dehydrierungsprozesse an konvergenten Plattengrenzen mittels numerischer Methoden untersucht. Hydrierungs- und Dehydrierungsprozesse in der subduzierten Platte spielen eine wichtige Rolle für das Volatilenrecycling in Subduktionszonen. Die Hydrierung von ozeanischer Lithosphäre beginnt an mittelatlantischen Rücken durch hydrothermale Hoch- und Niedrigtemperatur-Alteration und setzt sich während der Alterung des neuen Ozeanbodens langsam fort. Zudem nimmt mit zunehmendem Alter der ozeanischen Kruste die Dicke

## C5: Mass balances and models

In subproject C5, numerical modeling is applied to better understand the mechanisms regulating the turnover of water in subduction zones. Moreover, the geochemical evolution of oceans and atmosphere is simulated considering the turnover of volatiles in subduction zones.

### Extent, mechanisms and global implications of volatile turnover in subduction zones

This part of the subproject C5 aims at using numerical models to better understand hydration and dehydration processes at convergent margins. Hydration and dehydration reactions in the subducting plate play an important role in element recycling at subduction zones. Hydration of oceanic crust begins at mid ocean ridges through high-T and low-T hydrothermal alteration and slowly continues as the seafloor ages. During plate's residence at the seafloor sediments are continuously deposited onto it adding material containing both pore and chemically bound water. Finally, there is increasing speculation that, as the plate bends during subduction,

der Sedimente langsam zu. Diese enthalten sowohl Porenals auch chemisch gebundenes Wasser. Des Weiteren wird spekuliert, dass Normalverwerfungen nahe des Grabens in der sich dort biegender Platte Wegsamkeiten für Seewasser darstellen, und auf diese Weise Wasser in den kalten lithosphärischen Mantel zu bringen und ihn so zu hydrieren/serpentinisieren.

Während der Subduktion ozeanischer Kruste werden durch verschiedenste Prozesse Fluide aus der Sedimentschicht, der Kruste, und dem Mantel freigesetzt. Diese aufsteigenden Fluide erreichen den Mantelkeil, erniedrigen dort den Schmelzpunkt und begünstigen so Schmelzprozesse. Es wird allgemein angenommen, dass die spezielle chemische Zusammensetzung von Inselbogenmagmen durch den bevorzugten Transport von fluidmobilen Elementen von der abtauchenden Platte in den Mantelkeil herrührt. Ebenso zeigen die meisten neueren Studien, dass einige Aspekte der chemischen Entwicklung des Erdmantels durch die Wiederzuführung von alteriertem (hydriertem) ozeanischem Material in den Erdmantel erklärt werden kann. Es besteht daher ein enger Zusammenhang zwischen Recyclingprozessen in Subduktionszonen und dem Wasserzyklus an konvergenten Plattenrändern.

Teilprojekt C5 benutzt numerische Modelle um diesen Wasserzyklus genauer zu untersuchen. Ein thermodynamisches Modell wurde entwickelt, welches simultan für das Fluss-, das Temperaturfeld, und für Fluidfreisetzung löst. Das Fluss- und Temperaturfeld werden mit einem kombinierten finite Elemente und finite Differenzen Algorithmus berechnet, während ein Testpartikel Advektionsschema zur Berechnung der Fluidfreisetzung genutzt wird. Jeder dieser Testpartikel startet mit einem initialen Wassergehalt, der sich mit den sich ändernden P-T Bedingungen ändert. Die genaue Änderung des Wassergehaltes wird mit Hilfe von Tabellen bestimmt, welche von einem thermodynamischen, petrologischen Modell (PERPLEX) für verschiedene Gesteinsarten (Sediment, Kruste, Mantel) berechnet wurden.

Die Anwendung des Modells auf die zentralamerikanische Subduktionszone liefert neue Erkenntnisse über Fluide, welche unter der vulkanischen Front aus der subduzierten Platte freigesetzt werden. So kann die gut bekannte Änderung von Laven mit starker chemischer Subduktionssignatur in Nicaragua (hohe Ba/La Werte) zu Laven mit schwächerer Subduktionssignatur in Costa Rica (hohe Ba/La Werte) durch verschiedene Fluidquellen in der abtauchenden Platte erklärt werden (Abb. C5-1). Unter Nicaragua wird eine stark gefaltete, hydrierte/serpentinisierte ozeanische Platte subduziert, welche hauptsächlich Wasser aus serpentinisiertem Mantel freisetzt. Unter Costa Rica wird hauptsächlich Wasser in der basaltischen Kruste der weniger stark gefalteten Platte frei (Abb. C5-2). Dies bedeutet, dass die Änderung in der Faltung der abtauchenden Platte entlang des zentralamerikanischen Kontinentalrandes einen starken Einfluss auf Fluidfreisetzung in den Mantelkeil und somit auf die chemische Zusammensetzung der produzierten Schmelzen hat.

Es wird außerdem die Rückführung von Seewasser in den Erdmantel untersucht. Die Modellierung der Effizienz von

neuelementen normal faults provide the conduits for sea-water to reach the coldest lithospheric mantle and significantly hydrate it.

During subduction, fluids are released from the sediment, crustal, and mantle portions of the downgoing plate. These rising fluids flux the mantle wedge where they are believed to trigger arc melting. It is now commonly accepted that arc lava chemistry shows a subduction component originating from preferential transport of fluid mobile elements from the slab into the arc melting region. Likewise, most recent studies agree that subduction related recycling of altered, i.e. hydrated, oceanic lithosphere is necessary to explain some aspects of the mantle's chemical evolution. Element recycling within the subduction factory is therefore intimately linked to the subduction zone's water cycle.

C5 uses numerical models to further constrain water cycling at convergent margins. A thermo-dynamic subduction zone model was developed which simultaneously solves for temperature, mantle flow, and fluid release. This model solves for the temperature and flow field using a combined finite element/finite differences technique; a tracer particle advection scheme is used to model fluid release. Each tracer particle starts with an initial hydration. As the P-T conditions of a subducting tracer change, so may its water content. The change in hydration is determined using look-up tables calculated with a petrologic thermo-dynamic model (PERPLEX) for different types of rocks (sediment, crust, mantle).

Exploring this novel subduction zone model was first used to test 'old' ideas on fluid release within a subduction zone and has ultimately led to the development of new concepts. Application of the model to the Central American subduction zone provides new insights into sub-arc water release. The well-documented transition from lavas with a strong geochemical slab signature (i.e., high Ba/La ratios) found in Nicaragua to lavas with a weaker slab signature (i.e., low Ba/La ratios) erupted in Costa Rica (Fig. C5-1) seems easiest to produce by a higher fraction of serpentine-hosted fluids released from the deeply faulted, highly serpentinized lithosphere subducting beneath Nicaragua than from the less deeply faulted, thicker, amphibolitic oceanic-crust and oceanic-plateau lithosphere subducting beneath Costa Rica (Fig. C5-2). This conclusion gives a prominent role to the changing along-arc pattern of slab bending-linked hydration for explaining arc lava composition along arc trends in Central America.

Furthermore, the deep recycling of water into the lower mantle is being studied. Exploring the modeled efficiency of water release beneath an arc reveals that serpentinized mantle is the best (i.e. most stable) lithology to transfer chemically bound water to greater mantle depths. In fact, an old and cold slab may retain up to 90% of its water stored in lithospheric serpentinites during the primary stages of sub-arc slab dewatering making serpentine the dominant 'transport' lithology for recycling sea water and sea water-hosted trace elements back into the lower mantle.

These findings show that serpentinized mantle may play an important role for slab - arc element transfer and the chemical evolution of Earth's mantle.

Wasserfreisetzung in der abtauchenden Platte zeigt, dass subduzierter, serpentinisierter Mantel das chemisch stabilste "Transportgestein" ist, um Wasser in den Erdmantel zu bringen. So kann eine alte, kalte ozeanische Platte bis zu 90% ihres initialen "Mantelwassers" während der Entwässerung unter der vulkanischen Front behalten. Dieses macht den serpentinisierten Mantel zu dem wichtigstem "Transportgestein" um Seewasser und seewassergelöste Spurenelemente in den tieferen Mantel zu recyceln.

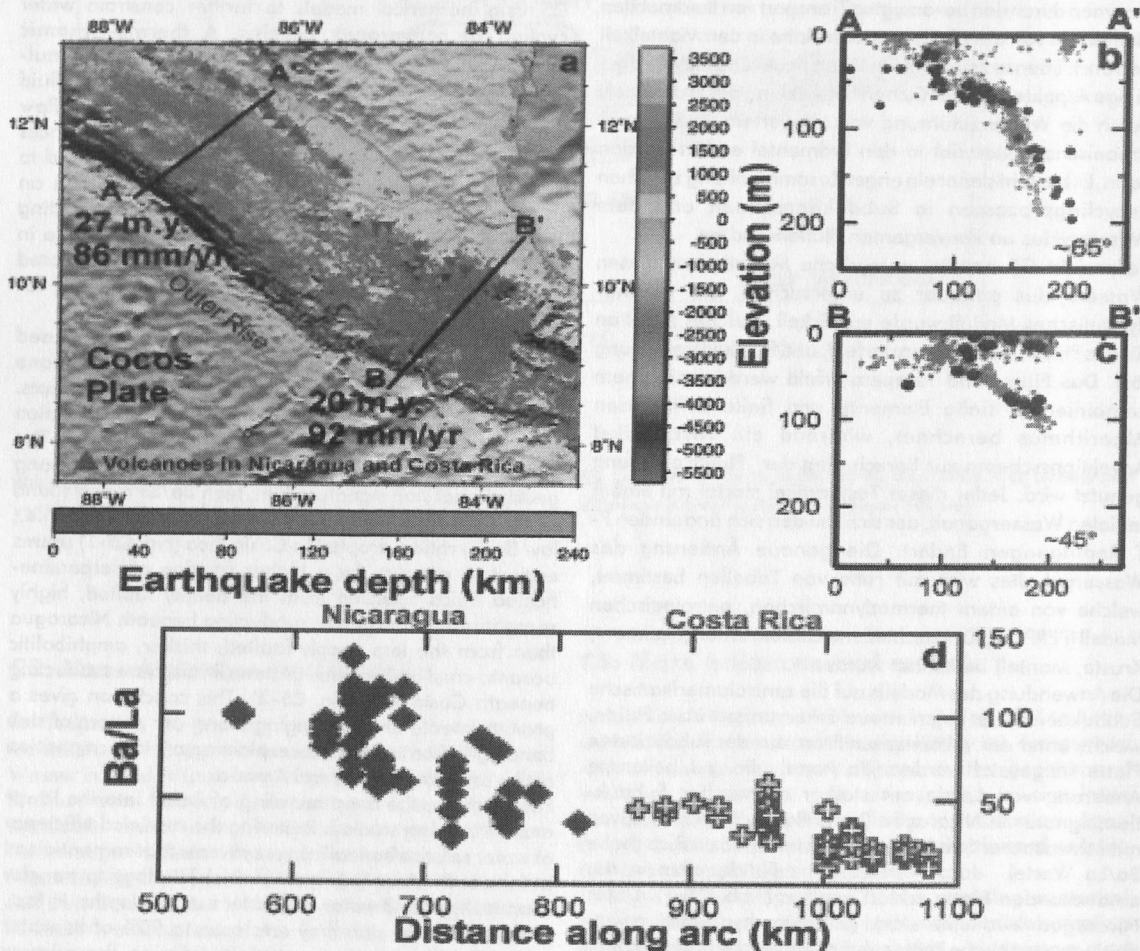


Abb. C5-1: Die sich entlang der mittelamerikanischen Subduktionszone ändernde Intensität normaler Verwerfungen korreliert mit chemischen Änderungen der Laven der Vulkanfront. Vulkanite in Nicaragua zeigen ein starkes geochemisches Plattensignal (z.B. hohes Ba/La), während dieses Signal in Vulkaniten Costa Riccas fehlt (z.B. niedriges Ba/La).

Fig C5-1: Changing degree of outer rise normal faulting along the Central American arc correlates with trends in arc lava chemistry. Nicaraguan arc lavas show a strong geochemical slab signal (e.g. high Ba/La) while Costa Rican arc lavas lack such a slab contribution (e.g. low Ba/La).

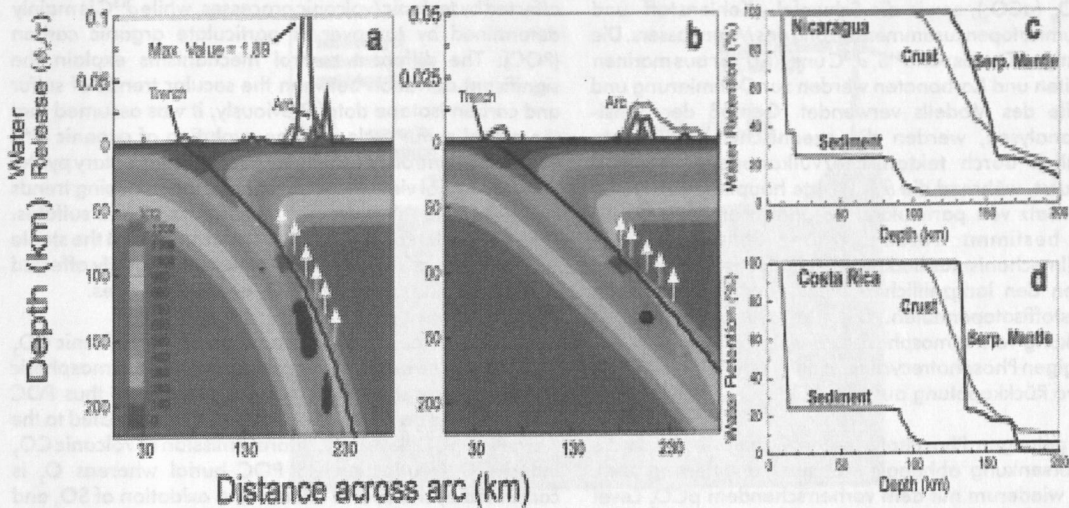


Abb. C5-2: Dehydrierung der Platte unter (a) Nicaragua und (b) Costa Rica. Schwarze Linien zeigen Deserpentinisierung der Platte. Lithosphärische Serpentinite sind die dominante Fluidquelle unter dem Vulkanbogen von Nicaragua; kristalle Entwässerung dominiert die Fluidfreisetzung unter Costa Rica.

Fig C5-2: Slab dehydration beneath (a) Nicaragua and (b) Costa Rica. Black contour lines show slab deserpentinization. Lithospheric serpentinites are the dominant sub-arc fluid source beneath Nicaragua; crustal dewatering dominates fluid release beneath Costa Rica.

## Modellierung der globalen Volatilenkreisläufe mittels geochemischer Boxmodelle

In der geochemischen Arbeitsgruppe des Teilprojektes C5 wurde ein neues Boxmodell (Abb. C5-3) für die globalen Schwefel-, Sauerstoff- und Magnesiumkreisläufe entwickelt, und veröffentlicht (Hansen & Wallmann 2003), es wurde an ein früher entwickeltes Kohlenstoff-Kalzium-Strontium Modell gekoppelt (Wallmann 2001).

Das Modell berechnet die Schwefelmassen in den Ozeanen, in Evaporitgesteinen, im sedimentärem Pyrit, in der Ozeankruste und im Mantel. Die betrachteten Schwefel-flüsse sind zurückzuführen auf die Versenkungsprozesse und die Verwitterung von Evaporiten und sedimentärem Pyrit, den vulkanischen Ausstoß von Schwefelgasen, ursprünglich aus dem Mantel stammend, und den subduzierten Vorrat sowie auf die Alteration der Ozeankruste und der Serpentinisierung der ozeanischen Peridotite (Abb. C5-4). Die Sauerstoffflüsse werden vom Schwefelverbrauch, dem Kohlenstoffkreislauf und den Eisenredoxprozessen abgeleitet. Die Model-Outputs sind

## Modeling of global volatile cycles on geological time scales

In the geochemical cycle part of C5, a new box model (Fig. C5-3) for the global cycles of sulfur, oxygen, and magnesium has been developed and published (Hansen & Wallmann, 2003) and coupled with a previously developed carbon-calcium-strontium model (Wallmann, 2001).

The model accounts for sulfur masses in the ocean, in evaporite rocks, in sedimentary pyrite, in oceanic crust, and in the mantle. Sulfur fluxes considered are burial and weathering of evaporites and sedimentary pyrite, volcanic emission of sulfur gases originating from the mantle and subducted reservoirs, alteration of oceanic crust and serpentinization of oceanic peridotites (Fig. C5-4). Oxygen fluxes are derived from sulfur turnover, carbon cycling, and iron redox processes. Model outputs are seawater concentrations of  $\text{SO}_4$ , Ca, Mg, Sr,  $\text{CO}_2$ , and  $\text{HCO}_3$ , atmospheric partial pressures of  $\text{O}_2$  ( $p\text{O}_2$ ) and  $\text{CO}_2$  ( $p\text{CO}_2$ ), as well as the sulfur, carbon, and strontium isotopic composition of seawater. The secular trends of  $\delta^{34}\text{S}$ ,  $\delta^{13}\text{C}$ , and  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  recorded in marine evaporites and carbonates



die Meerwasserkonzentrationen von  $\text{SO}_4$ , Ca, Mg, Sr,  $\text{CO}_2$  und  $\text{HCO}_3^-$ , der atmosphärische Partialdruck von  $\text{O}_2$  ( $p\text{O}_2$ ) und  $\text{CO}_2$  ( $p\text{CO}_2$ ), sowie die Schwefel-, Kohlenstoff- und Strontiumisotopenzusammensetzung des Meerwassers. Die langfristigen Trends von  $\delta^{34}\text{S}$ ,  $\delta^{13}\text{C}$  und  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  aus marinen Evaporiten und Karbonaten werden zur Optimierung und Kontrolle des Modells verwendet. Gemäß der Sensitivitätsanalysen, werden die ozeanischen  $\delta^{34}\text{S}$  Werte wesentlich durch tektonische/vulkanogene Prozesse beeinflusst, während die  $\delta^{13}\text{C}$  Werte hauptsächlich durch den Umsatz von partikulärem organischem Kohlenstoff (POC) bestimmt werden. Dieser unterschiedliche Kontrollmechanismus bedingt eine auffällige Abweichung zwischen den langzeitlichen Trends der Schwefel- und Kohlenstoffisotopendaten. Die Abhängigkeit der POC-Versenkung vom atmosphärischen  $p\text{O}_2$  mittels des Redox abhängigen Phosphatrecycling bedingt eine wirkungsvolle negative Rückkopplung auf dem  $p\text{O}_2$ .

Ferner gelangen Phosphate in den Ozean, wodurch die POC-Versenkung abhängig von der Verwitterung wird, welche wiederum mit dem vorherrschendem  $p\text{CO}_2$  Level in Verbindung steht. Während die Abgabe von vulkanogenem  $\text{CO}_2$  die  $\text{O}_2$  Produktion, durch POC-Versenkung, verstärkt, wird  $\text{O}_2$  bei gleichzeitiger Abgabe und Oxidation von reduzierten Schwefelverbindungen aus dem Mantel verbraucht. Diese Kopplung zwischen tektonischen/vulkanogenen Prozessen und der POC-Versenkung bildet eine Stabilisierung des  $p\text{O}_2$ . Infolgedessen fallen die errechneten  $p\text{O}_2$  Werte zwischen die engen Grenzwertebereiche von 0.17 - 0.25 atm während des gesamten Modellverlaufes. Änderungen im  $p\text{O}_2$  werden im wesentlichen durch die Änderungen der tektonischen Aktivität, der Erosionsraten und der Größe der exponierten Karbonatflächen bestimmt. Das Modell zeigt, dass bei der Karbonatverwitterung, im Gegensatz zur Silikatverwitterung, eine positive Rückkopplung zum atmosphärischen  $p\text{CO}_2$  durch verstärkte Versenkung und Recycling von pelagischen Karbonaten an Subduktionszonen besteht.

**Projektleiter / Mitarbeiter:**

MORGAN J P, HORT M, WALLMANN K/HANSEN K, RÜPKE L

are used for model optimization and control. According to sensitivity analysis, oceanic  $\delta^{34}\text{S}$  values are considerably affected by tectonic/volcanic processes, while  $\delta^{13}\text{C}$  is mainly determined by turnover of particulate organic carbon (POC). The different control mechanisms explain the significant deviation between the secular trends of sulfur and carbon isotope data. Previously, it was assumed that the global sulfur cycle and the evolution of oceanic  $\delta^{34}\text{S}$  values are controlled by the turnover of sedimentary pyrite. This traditional view could not explain the opposing trends in the isotopic values of marine carbonates and sulfates. The new model shows that both the turnover and the stable isotopic composition of marine sulfur are strongly affected by the emission of volcanic  $\text{SO}_2$  at arc volcanoes.

Moreover, the new model demonstrates that volcanic  $\text{CO}_2$  and  $\text{SO}_2$  fluxes have a strong impact on the atmospheric  $p\text{O}_2$  level. Phosphate supply to the ocean and thus POC burial depend on weathering which is in turn related to the prevailing  $p\text{CO}_2$  level. Therefore, emission of volcanic  $\text{CO}_2$  induces  $\text{O}_2$  production via POC burial whereas  $\text{O}_2$  is consumed by the coeval release and oxidation of  $\text{SO}_2$  and other reduced sulfur compounds from the mantle. This coupling between tectonic/volcanic processes and POC burial provides additional stabilization of  $p\text{O}_2$ . Consequently, predicted  $p\text{O}_2$  values fall into a narrow range of 0.17 - 0.25 atm during the entire model period. Changes in  $p\text{O}_2$  are mainly driven by changes in tectonic activity, erosion rates, and size of exposed carbonate areas.

Finally, the new model indicates that carbonate weathering, unlike silicate weathering, establishes a positive feedback on atmospheric  $p\text{CO}_2$  via enhanced burial and recycling of pelagic carbonates at subduction zones.

**Principle investigators / investigators:**

MORGAN J P, HORT M, WALLMANN K/HANSEN K, RÜPKE L

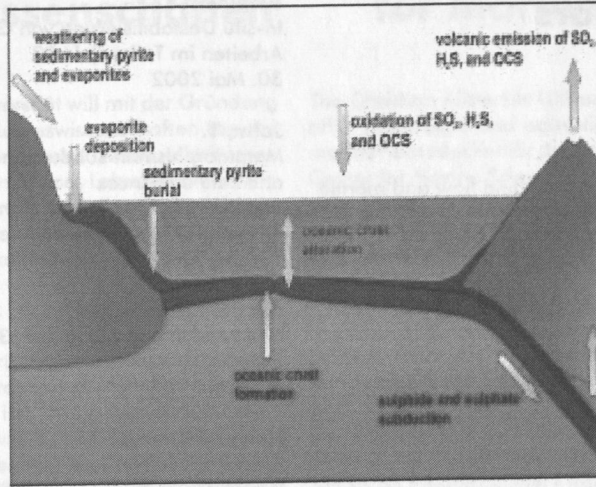


Abb. C5-4: Der geologische Schwefelkreislauf auf geologischer Zeitskala.

Fig. C5-4: The geological sulfur cycle operating on geological time scales.

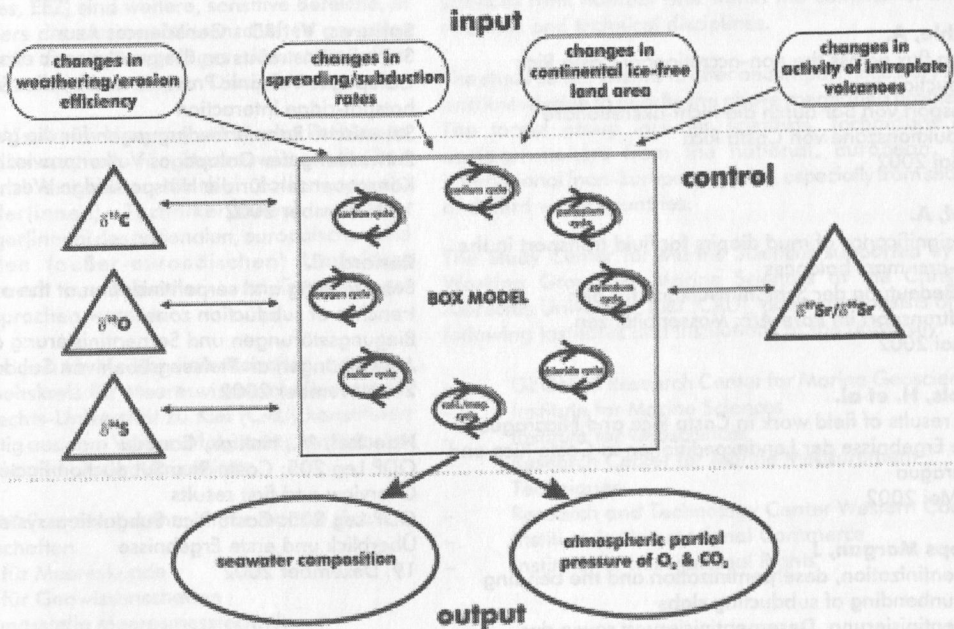


Abb. C5-3: Aufbau des Box Modells: Eingabe Parameter, Kontroll- und Optimierungsmechanismen, gekoppelte Volatilkreisläufe aus Untermodellen, Ausgabewerte.

Fig. C5-3: Box Model set-up; input parameter, control and optimization mechanisms, coupled volatile cycles of submodels, output values



## 3.5 SFB Seminare

## 3.5 SFB Seminars

### Rüpke, Lars

Numerical modelling of heat flow, fluid flow and mantle convection in subduction zones  
Numerische Modellierung von Wärmestrom, Fluidtransport und Mantelkonvektion in Subduktionszonen  
10. Januar 2002

### Alverado, G.

Geology and geodynamics of Costa Rica  
Geologie und Geodynamik von Costa Rica  
24. Januar 2002

### Ranero, C.

Geology and geophysics of the Pacific Central American Fore-Arc: An overview  
Geologie und Geophysik des pazifischen zentralamerikanischen Fore-arcs: ein Überblick  
7. Februar 2002

### Straub, S.M.

Chlorine, fluorine and boron fluxes in the Izu-Bonin Arc  
Chlor, Fluor und Bor Flüsse im Izu-Bonin Inselbogen  
21. Februar 2002

### Deyhle, A.

Boron flux across the non-accretionary Costa Rica subduction zone  
Transport von Bor durch die nicht-akkretionäre Subduktionszone von Costa Rica  
2. Mai 2002

### Kopf, A.

The significance of mud diapirs for fluid transport in the fore-arc: mass balances  
Die Bedeutung der Schlammvulkane für den Fluidtransport im Fore-Arc: Massenbilanzen  
3. Mai 2002

### Nicols, H. et al.

First results of field work in Costa Rica and Nicaragua  
Erste Ergebnisse der Landexpeditionen in Costa Rica und Nicaragua  
16. Mai 2002

### Phipps Morgan, J

Serpentinization, deserpentinization and the bending and unbending of subducting slabs  
Serpentinisierung, Deserpentinisierung sowie das Biegen und Nicht-Biegen von abtauchenden Platten  
23. Mai 2002

### Mörz, T. et al.

In-situ destabilisation of gas hydrates and other work in subproject B2  
In-situ Destabilisierung von Gashydraten und andere Arbeiten im Teilprojekt B2  
30. Mai 2002

### John, T.

Metamorphism in subduction zones: phase equilibria and field evidences  
Metamorphose in Subduktionszonen: Phasengleichgewichte und Feldbefunde  
13. Juni 2002

### Mau S. et al.

First results from SONNE 163 cruise off Costa Rica  
Erste Ergebnisse der SONNE 163 Reise vor Costa Rica  
27. Juni 2002

### Hensen, C. et al.

Diagenesis in fore-arc sediments: data and models  
Diagenese in Fore-Arc Sedimenten: Daten und Modelle  
11. Juli 2002

### Artemov, Y., Sevastopol

Gas bubble detection, visualization and quantification by hydroacoustic systems: A new approach for the Parasound system  
Erkennung, Darstellung und Quantifizierung von Gasblasen durch hydroakustische Systeme: Ein neuer Ansatz für das Parasound System  
7. November 2002

### Sallares, V. IRD - Geosciences Azur

Seismic constraints on the geodynamic evolution of the Galapagos Volcanic Province and implications for hotspot-ridge interaction  
Seismische Rahmenbedingungen für die geodynamische Entwicklung der Galapagos Vulkanprovinz und Konsequenzen für die Hotspot-Ridge Wechselwirkungen  
12. November 2002

### Ranero, C.

Bend faulting and serpentinitization at the outer rise - trenches of subduction zones  
Biegestörungen und Serpentinisierung an den Aufwölbungen an Tiefseeegräben von Subduktionszonen  
21. November 2002

### Haeckel, M., Halifax, Canada

ODP Leg 205: Costa Rica Subduction Factory - Overview and first results  
ODP Leg 205: Costa Rica Subduktionssystem - Überblick und erste Ergebnisse  
19. Dezember 2002



## 4. Studienzentrum für Meereswissenschaften

Die Christian Albrechts-Universität will mit der Gründung ihres Studienzentrums für Meereswissenschaften aus der großen Fülle der meeresbezogenen wissenschaftlichen Disziplinen Wissen vermitteln. Dieses Lehrangebot soll im Bereich der wissenschaftlichen, kursorientierten Weiterbildung angesiedelt werden und richtet sich an Wissenschaftler(innen) und Techniker(innen).

Die enorme Entwicklung des Fachwissens auf dem Gebiet der Meereswissenschaften in sowohl technischer wie auch wissenschaftlicher Sicht berührt bisher einen kleineren Personenkreis, der in den traditionell meeresbezogenen Disziplinen eingebunden ist: Wissenschaftler(innen), Meerestechniker(innen) sowie Schifffahrts- und Hafenexpert(innen). Durch die rapide Entwicklung der Technologie sowie die seewärtige Territorialexpansion ist eine interdisziplinäre Ausweitung dieses Wissenschaftsgebietes auf den wirtschaftlichen, juristischen und umweltrelevanten Bereich und auf öffentlich-rechtliche und private Entscheidungsträger anzustreben. Tankerunglücke oder die intensive touristische Nutzung der Küstenzone als zwei zentrale Beispiele verdeutlichen die komplexe Verquickung der hierbei geforderten unterschiedlichen Disziplinen. Rohstoffgewinnung und Endlagerung im Offshore-Bereich innerhalb und besonders außerhalb der exklusiven Wirtschaftszonen (Exclusive Economic Zones, EEZ) sind weitere, sensitive Bereiche, in denen besonders die marinen Wissenschaften an erster Stelle innerhalb des Kettengefüges der verknüpften wissenschaftlichen und technischen Disziplinen stehen.

Notwendiges Wissen im Umgang mit diesen Problemen will das Studienzentrum für Meereswissenschaften vermitteln und anbieten. Hierbei sollen sowohl Wissenschaftler(innen), Techniker(innen) und Entscheidungsträger(innen) des nationalen, europäischen und internationalen (außer-europäischen) Umfeldes, insbesondere auch aus Schwellen- und Entwicklungsländern angesprochen werden.

Das Studienzentrum für Meereswissenschaften, getragen durch den Arbeitskreis für Meereswissenschaften an der Christian Albrechts-Universität zu Kiel (CAU) konstituiert sich gegenwärtig aus dem Verbund folgender Institute und Einrichtungen in und an der Universität:

- GEOMAR Forschungszentrum für marine Geowissenschaften
- Institut für Meereskunde
- Institut für Geowissenschaften
- Forschungsstelle Meeresmesstechnik
- Forschungs- und Technologiezentrum Westküste
- Institut für Weltwirtschaft
- Institut für Internationales Recht

## 4. Study Center for Marine Sciences

The Christian Albrechts University of Kiel (CAU) wishes to offer knowledge and education in the broad variety of marine related scientific disciplines by setting up the Study Center for Marine Sciences. The range of lectures is to be established in the field of scientific course-oriented supplementary training and will be directed towards scientists and technicians.

Only a small group of persons, that is traditionally tied into the marine-oriented disciplines, has until now come into contact with the enormous development of special knowledge in the field of marine sciences both in technical and scientific aspects: scientists, marine technicians, shipping and harbour experts. Due to the rapid technological development and the seaward expansion of territories and claims an interdisciplinary extension of this scientific field to the economic, legal and environmental area and to decision-makers, incorporated under public and private law is to be envisaged. Tanker disasters and the intense tourist usage along the coastal zone as two examples make clear the complex combination of the various disciplines that are required here. Exploration and exploitation of living and non-living resources and permanent waste disposal in the offshore region within and also outside the exclusive economic zones (EEZ) are some additional, sensitive areas in which the marine sciences rank number one within the complex of linked scientific and technical disciplines.

The study center wishes to offer and impart necessary skills and knowledge to handle the above mentioned problems. The target group includes scientists, technicians and decision-makers from the national, European, and international (non-European) circles, especially from second and third world countries.

The Study Center for Marine Sciences supported by the Working Group for Marine Sciences at the Christian Albrechts University, Kiel (CAU), presently consists of the following institutes and institutions at the university:

- GEOMAR Research Center for Marine Geosciences
- Institute for Marine Sciences
- Institute for Geosciences
- Research Center for Marine Measurement Techniques
- Research and Technology Center Western Coast
- Institute for International Commerce
- Institute for International Rights



Als externe Partner sind involviert:

- Max-Planck-Institut für ausländisches öffentliches Recht und Völkerrecht, Heidelberg
- Forschungsanstalt der Bundeswehr für Wasserschall und Geophysik, Kiel

External partners that are involved:

- Max-Planck-Institute for International Public Rights and International Law, Heidelberg
- Federal Armed Forces Underwater Acoustics and Marine Geophysics Research Institute, Kiel

## Gliederung und Aufgaben

In dem derzeit angestrebten, aber noch erweiterbaren Ausbau des Studienzentrums sind zwei Hauptkomponenten vorgesehen, die sich auf zwei Bereiche der meeresbezogenen, wissenschaftlichen Aus- und Fortbildung konzentrieren. Die Ausbildungsinhalte sollen so flexibel angelegt sein, dass sie jederzeit einem sich ändernden wissenschaftlichen und gesellschaftsrelevanten Bedarf angepasst und erweitert werden können.

### 1. Fortbildung für Meereswissenschaftler(innen) aus Schwellenländern und Ländern der Dritten Welt

Die große Wissenslücke auf allen Gebieten der Meereswissenschaften zwischen den Technologie-Ländern und den Ländern der Dritten Welt spiegelt sich in zahlreichen Anfragen aus diesen Ländern nach einer qualifizierten Ausbildung in den Industrienationen oder dem betreffenden Anfrageland wider, die auf ein Grundstudium, in dem ein MA oder MSc erreicht wurde, aufbauen. Andererseits stoßen Forschungsvorhaben aus den Industrieländern in diesen Ländern häufig auf Misstrauen und nicht selten auch auf Ablehnung aus Unkenntnis über die wissenschaftlichen Sachverhalte, oder eine Forschungserlaubnis wird nur verknüpft mit einer direkten Lehrtätigkeit erteilt. Beides ist vor allem in einem mangelnden Wissenstransfer begründet, den es entscheidend zu verbessern gilt. Darüber hinaus fordert die neue politische Situation im Osten Europas, einschließlich GUS, ein verstärktes Engagement in der interdisziplinären Verbundausbildung.

Das Studienzentrum für Meereswissenschaften sieht hier eine wichtige Aufgabe, die Lücke dieses Ausbildungsbedarfs durch angepasste Lehrangebote zu schließen. Das Studienzentrum kann und will eine Erhöhung der Quoten-zahl für Stipendien für Studierende aus diesen Ländern beantragen. Vom Bundesministerium für Wirtschaftliche Zusammenarbeit und den Fördereinrichtungen wie Carl-Duisberg-Gesellschaft, Deutscher Akademischer Austauschdienst (DAAD) und Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) sind Hilfen im Vorfeld zugesagt worden.

Im Rahmen dieser Ausbildung soll insbesondere der von der UNESCO eingeschlagene Weg „training through research“ beachtet und verfolgt werden, der, neben Kurstätigkeit während gemeinsamer Forschungsfahrten, auch eine gezielte Betreuung von Einzelprojekten vorsieht, die jederzeit mit Entwicklungs- oder Untersuchungs-4.aufträgen verknüpft sein können. Dadurch wird gewähr-

## Structure and tasks

Within the presently envisaged scope of the study center there are two major components which focus on two aspects of marine education and advanced training. The curricula should be flexible to be adapted and expanded according to changing demands or clientele.

### 1. Advanced training for marine scientists from countries developing their marine scientific potential

The deficiency of marine scientific knowledge between high-tech countries and countries which are developing their marine scientific capabilities is reflected in the number of applications for research grants from scientists of these countries to provide funds for being trained. This fact stresses the need for establishing a training center which offers curricula on post-graduate and post-doc level. On the other hand research proposals often face the conflict of being refused or unnecessarily complicated in these countries due to knowledge in marine science. In many cases permissions are only granted in connection with the offer of a training grant. Therefore, the transfer of scientific knowledge into these countries is of high priority.

The study center wants to focus on the major task of minimising this deficiency in offering special curricula which cover these demands. The study center tries to increase the number of grants provided by the funding agencies like the Carl-Duisberg-Society, the German Academic Exchange Service (DAAD), and the German Association for Technical Cooperations (GTZ). The Bundesministerium für Wirtschaftliche Zusammenarbeit (Federal Ministry of Economic Cooperations) has indicated its support concerning these activities.

Within the scope of this training program we want to follow the method of "training through research" as it is proposed by the UNESCO, which combines short courses and research, mainly in connection with joint research cruises. These activities are building the base for subsequent single research projects e.g. PhD work. They are to be linked with the development of programs or research commissions. Through this approach it is guaranteed that students from countries developing their marine scientific potential are integrated into current research activities and will have the chance to receive an academic degree. First courses have been realised in 1999 in Kiel, Poland and the Baltic States.



leistet, dass Studierende aus Schwellenländern (einschließlich Osteuropa und GUS) und Ländern der Dritten Welt direkt in laufende Forschungsprojekte eingebunden werden und sie durch ihre eigene Arbeit die Möglichkeit zur Erlangung eines akademischen Grades haben. Erste Kurse fanden im Jahre 1999 in Kiel, Polen und den Baltischen Staaten statt.

## 2. Interdisziplinäre Fortbildung für Meereswissenschaftler(innen), Wissenschaftler(innen) angrenzender Nachbardisziplinen und Entscheidungsträger(innen)

Die Meereswissenschaften beeinflussen durch ihre Untersuchungsergebnisse die sich wandelnden Forschungsansätze der Nachbardisziplinen.

Aus dem bestehenden Verbundlehrcurs ECOMAR werden sowohl die wissenschaftlichen als auch die technologischen, juristischen und betriebswirtschaftlichen Aspekte beim Einsatz umweltverträglicher mariner Technologien behandelt. Neben den angrenzenden Fachrichtungen besteht in den Diskussionen um das neue Seerecht ein Informationsbedarf für Juristen und Volks- bzw. Betriebswirtschaftler(innen). Das Studienzentrum für Meereswissenschaften will interdisziplinäre Gedankengänge zur Entwicklung dieser Perspektiven aufgreifen. Der Standort Kiel besitzt die vielfältigste Konzentration meereswissenschaftlich bezogener Disziplinen an einem Ort innerhalb Europas, um z.B. in die Diskussion um die Entwicklung des Seerechts eingreifen zu können.

Im Sommer und Herbst 1998 haben die im Studienzentrum beteiligten Einrichtungen wieder erfolgreich einen dreiwöchigen Kurs zu dem Thema „Umweltschutz der Küstemeere: Monitoring“ für Teilnehmer(innen) aus Asien durchgeführt, der von der Carl-Duisberg-Gesellschaft finanziert wurde.

Das Kursangebot richtete sich betont an den Nicht-Fachmann und Entscheidungsträger, um für den zunehmend an Bedeutung gewinnenden Lebensraum des Küstestreifens - gerade im Hinblick auf die unaufhaltsam steigende Bevölkerungszahl - die wissenschaftliche Grundlage für die Nutzung seiner unterschiedlichsten Ressourcen zu vermitteln.

Die Lehrangebote im Studienzentrum nehmen einen zeitlich sehr variablen Rahmen ein. Es ist ebenso von Kolloquia, Seminar- und Vortragsveranstaltungen wie berufs begleitenden Lehrveranstaltungen als auch vollständigen Aufbaustudien von bis zu maximal drei Jahren auszugehen. Alle Lehrangebote richten sich an Wissenschaftler(innen) und auch Techniker(innen) sowohl des europäischen Umfeldes wie auch aus Entwicklungs- und Schwellenländern.

## 2. Interdisciplinary advanced training for marine scientists and scientists from related disciplines and decision-makers

Marine science influences the neighbouring research disciplines by their results and their changing research activities.

The established training module ECOMAR stresses scientific, technological, environmental, economical, and legal aspects of new marine technologies and their application. This kind of funding will be a major contribution also in the near future for the basic funding and to develop further curricula. Marine scientific discussions also exist within the complex framework of the new law of the sea for lawyers in the field of international law, for economists, and for business managers. The study center wants to take up and promote an interdisciplinary reasoning for the development of these perspectives. Kiel has the broadest educational platform in marine sciences in Europe which underlines the high professional potential to take part in the discussion and the development of the new law of the sea.

Again we successfully performed a training course of three weeks for participants from Asia, entitled "Environmental protection of coastal seas: Monitoring" during summer and autumn of 1998. This course was funded by the Carl Duisberg Society.

The courses are preferentially structured for non-specialists and decision-makers in this field to communicate basic scientific concepts with respect to the growing importance of the biotopes of the coastal zone in relation e.g. to growing populations, sea-level changes, and the use of living and non-living resources.

The curricula of the study center are variably organised concerning the time frame. We would like to incorporate distinct lectures, seminars and colloquia as well as occupational training and complete post-graduate training of up to three years duration. All curricula will address to students, scientists and technicians from European countries and from countries developing their marine capabilities.



## 5. Graduiertenkolleg „Dynamik globaler Kreisläufe im System Erde“

Das Graduiertenkolleg „Dynamik globaler Kreisläufe im System Erde“ bestand an der Universität zu Kiel vom 1. April 1992 bis zum 31.12.2002. Die zentralen erdwissenschaftlichen Problemfelder *Transportprozesse, Speicher und Klima-Entwicklung, insbesondere die Wechselbeziehungen und Abhängigkeiten von Lithosphäre, Hydrosphäre und Atmosphäre* wurden genau untersucht. Im Mittelpunkt standen disziplinübergreifende Forschung und neue Unterrichtsinhalte in den traditionell getrennten Fachrichtungen Geophysik, Mineralogie, Petrologie, Geologie, Paläontologie und Ozeanographie. Die Arbeiten des Graduiertenkollegs waren in drei Bereiche untergliedert:

*Im Themenkreis A: Stoffkreisläufe im System Mantel-Kruste-Atmosphäre mit Schwerpunkt Intraplattenmagmatismus* waren Aufstieg, Dekompression und partielles Schmelzen von Manteldiapiren (Plumes), Aufstieg und Veränderung von Magmen durch Fließvorgänge, Aufnahme von Krusten- und Mantelgesteinen und Fließ-, Kristallisations- und Eruptionsvorgänge in Magmen vordringliche Forschungsziele.

*Im Themenkreis B: Stoffkreisläufe im System Ozean-Kruste, insbesondere entlang von Subduktionszonen* standen Krustenrecycling und -dynamik sowie Fluid-, Stoff- und Wärmetransport im Vordergrund der Forschung.

*Im Themenkreis C: Variation der Stoffkreisläufe im System Ozean-Atmosphäre mit Schwerpunkt Klimaschwankungen* wurden vorrangig folgende Themenkreise bearbeitet: Wie addieren oder subtrahieren sich die biologische und thermodynamische Pumpe im atmosphärisch-ozeanischen CO<sub>2</sub>-Kreislauf? Wie groß und wie schnell sind die wechselseitigen Steuerungsmechanismen zwischen hohen und niederen Breiten bei natürlichen Klimaschwankungen auf der Erde in der jüngsten erdgeschichtlichen Vergangenheit? Wie wirken sich Gasemissionen von Vulkaneruptionen auf die Entwicklung des Klimas aus?

Fünfundzwanzig Dissertationen wurden erfolgreich abgeschlossen und lieferten wichtige Ergebnisse zu folgenden Themenbereichen:

- Geodynamische Prozesse von Ozeaninseln (Gran Canaria, La Palma und Osterinsel) in den Forschungsbereichen Vulkanologie und Petrologie, Geophysik, Hydrogeologie und Paläontologie,
- Geodynamische Prozesse an konvergenten Plattenrändern in den Forschungsbereichen Geophysik und Geochemie,

## 5. Graduate School “Dynamics of global cycles within the system Earth”

The graduate school “Dynamics of global cycles within the system Earth” was established at the University of Kiel on April 1, 1992 and lasted until December 31, 2002. Research projects focused on major problems in the geosciences related to “transport and storage processes, evolution of the Earth’s climate, and interaction between lithosphere, hydrosphere and atmosphere”. Emphasis was on inter-disciplinary research with new teaching contents in traditionally separated fields of geosciences: Geophysics, mineralogy, petrology, geology, paleontology and oceanography. The research projects at the graduate school encompassed three main areas:

*Topic A: Fluxes in the system mantle-crust-atmosphere, especially related to intraplate magmatism, dealt with decompression and partial melting of mantle plumes, ascent and differentiation of magmas, processes of magma flow and crystallisation and stability of volcanic edifices.*

*Topic B: Fluxes in the system ocean-crust, focussing on subduction zones, included dynamics of crustal recycling, geochemical fluxes, fluid transport and heat fluxes.*

*Topic C: Variability of fluxes in the system ocean-atmosphere, especially climate fluctuations, addressed the following questions: How do biological and thermodynamic processes control the atmospheric-oceanic CO<sub>2</sub>-cycle? How do the control mechanisms between high- and low-latitudes interact with natural climatic fluctuations during the recent past? How do volatiles affect the climate during volcanic eruptions ?*

Twenty-five doctoral theses have been completed successfully within the graduate school on a variety of topics:

- Evolution of ocean islands (Gran Canaria, La Palma and Easter Island), including research in volcanology and petrology, geophysics, hydrogeology and paleontology,
- Geodynamic processes at converging plate boundaries, including studies in geophysics and geochemistry,





- |   |   |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Geodynamische Prozesse an Mittelozeanischen Rücken im Forschungsbereich Petrologie,</li> <li>• Numerische Modellierung von Paläoklima, Bioturbation, Porenwasserdrücken in Sedimenten, Fließprozessen von submarinen Lavaströmen und Lithosphärenflexur,</li> <li>• Benthische und frühdiaagenetische Stoffflüsse in Wassersäule und Sediment,</li> <li>• Eintrag vulkanischer Gase in die Atmosphäre,</li> <li>• Austausch von Treibhausgasen zwischen Ozean und Atmosphäre,</li> <li>• Bilanzierungen der Energien von Naturkatastrophen.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Geodynamic processes at mid-ocean-ridges, deduced from petrological investigations of mid-ocean-ridge basalts,</li> <li>• Numeric modeling of paleoclimate, bioturbation, pore water pressure in sediments, submarine lava flows and lithospheric flexure,</li> <li>• Benthic and early diagenetic fluxes in the water column and in the sediment,</li> <li>• Input of volcanic gases into the atmosphere,</li> <li>• Exchange of greenhouse gases between ocean and atmosphere,</li> <li>• Energy balances of natural hazards.</li> </ul> |
|---|---|

Insgesamt waren 13 Dozent(inn)en der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel (CAU) und des GEOMAR Forschungszentrums am Graduiertenkolleg beteiligt:

Speaker: Prof. Dr. Hans-Ulrich Schmincke, Ph.D (GEOMAR); Dr. Gerhard Bohrmann (GEOMAR), Prof. Dr. Wolf-Christian Dullo (GEOMAR), Prof. Dr. Anton Eisenhauer (GEOMAR), Dr. Karsten Haase (Institut für Geowissenschaften), Prof. Dr. Kaj Hoernle, Ph.D. (GEOMAR), Dr. Matthias Hort (GEOMAR), Prof. Dr. Peter Janle (Institut für Geophysik), Dr. Peter Sachs (GEOMAR), Prof. Dr. Michael Sarnthein (Institut für Geowissenschaften), Prof. Dr. Karl Stattegger (Institut für Geowissenschaften), Prof. Dr. Erwin Suess, Ph.D. (GEOMAR), Dr. Klaus Wallmann (GEOMAR).

Innerhalb des Graduiertenkollegs wurden durch Ringvorlesungen, Seminare und Treffen ein ständiger Gedankenaustausch und eine hohe Diskussionsbereitschaft gefördert. Um einen aktuellen Wissensstand der Stipendiat(inn)en sicherzustellen, hielten Wissenschaftler(innen) aus in- und ausländischen Universitäten und Forschungsinstituten Gastvorträge am Graduiertenkolleg. Durch diese Veranstaltungen wurde die Verzahnung des Graduiertenkollegs mit den wissenschaftlichen Abteilungen der Universitätsinstitute und des Forschungszentrums GEOMAR verstärkt.

In total, 13 professors and senior researchers of the Christian Albrechts University, Kiel (CAU), and the Research Center GEOMAR participated in the graduate school:

Speaker: Prof. Hans-Ulrich Schmincke, Ph.D. (GEOMAR); Dr. Gerhard Bohrmann (GEOMAR), Prof. Dr. Wolf-Christian Dullo (GEOMAR), Prof. Dr. Anton Eisenhauer (GEOMAR), Dr. Karsten Haase (Institute for Geosciences), Prof. Dr. Kaj Hoernle, Ph.D. (GEOMAR), Dr. Matthias Hort (GEOMAR), Prof. Dr. Peter Janle (Institute for Geophysics), Dr. Peter Sachs (GEOMAR), Prof. Dr. Michael Sarnthein (Institute for Geosciences), Prof. Dr. Karl Stattegger (Institute for Geosciences), Prof. Dr. Erwin Suess, Ph.D. (GEOMAR), Dr. Klaus Wallmann (GEOMAR).

The graduateschool curriculum included lectures, seminars, meetings, workshops and field-trips, with emphasis on the development of new ideas and on promoting interdisciplinary discussions. Many leading scientists from all over the world gave lectures and short courses as guests of the graduate school. These visits provided a broad forum for discussion, which also benefited the entire scientific community at the Christian Albrechts University, Kiel (CAU), and the GEOMAR Research Center .



## 6. Expeditionen und Geländearbeit Expeditions and field work

### 6.1 Schiffsexpeditionen Cruises

Forschungsschiff / Research vessel	Fahrtziel, Thema / Investigated area, research topic	Zeitraum / Duration	Häfen / Ports	GEOMAR <u>Fahrleiter(innen)</u> und <u>Fahrteilnehmer(innen)</u> / GEOMAR <u>chief scientists</u> and participants
FS METEOR	M 52/1 Margasch marine Gas Hydrates of the Black Sea	02.01.- 01.02	Istanbul - Istanbul	Gerhard Bohrmann
FS SONNE SO 162	Peruanischer Kontinental- rand INGGAS Test	21.02.- 12.03.	Valparaiso - Callao-Balboa	<u>Tim Reston</u> Dirk Kläschen, Ernst Flüh, Ingo Klaucke, Ingolf Bode, Jörg Bialas, Klaus-Peter Steffen, Monika Breitzke, Thorsten Schott, Caroline Huegen
FS SONNE SO-163-1	Gewässer vor Costa Rica, Pazifik: SUBDUCTION, SFB-574	13.03.- 20.04.	Balboa (Panama) - Caldera (Costa Rica)	<u>Wilhelm Weinrebe</u> Rolf Hamann, Caroline Huguen, Ingo Klaucke, Thomas Nadler, César Ranero, Heiko Sahling, Thorsten Schott, Peter Oliver Thierer
RV JOIDES RESOLUTION	ODP Leg 202 Southeast Pacific Paleoceanographic Transects	29.03.- 30.05.	Valparaiso - Panama	Ralf Tiedemann (co-chief scientist), Arne Sturm
RV ALEXANDER VON HUMBOLDT	Isländische Gewässer Passive seismic recordings off Iceland	05.04.- 18.04.	Rostock- Rostock	<u>Jason Phipps Morgan</u> Frederik Tilmann Viola Gaw
FS SONNE SO 163-2	Gewässer vor Costa Rica SUBDUCTION SFB 574	21.04.- 21.05.	Caldera - Balboa	<u>Ernst R. Flüh</u> Ivonne Gabriela, Arroyo Hidalgo, Arnim Berhorst, Germaine Denise de Nil, Maria Noemi Fekete, Jürgen Peter Gößler, Sibylle Grandel, Rolf Hamann, Heidrun Kopp, Susan Mau, Virginie Marie Noelle Pierre Lars Planert, Gregor J. Rehder, Peter O. Thierer, Ralf Schnabel, Karen Stange, Klaus-P. Steffen, Tanja Woronowicz



Forschungsschiff / Research vessel	Fahrtziel, Thema / Investigated area, research topic	Zeitraum / Duration	Häfen / Ports	GEOMAR <u>Fahrleiter(innen)</u> und <u>Fahrtteilnehmer(innen)</u> / GEOMAR <u>chief scientists</u> and participants
RV SONNE	Cruise SO164 „RASTA/GOLDFLOS“ Caribbean Sea	22.05.- 28.06	Balboa - Balboa Panama- Guadeloupe	<u>Dirk Nürnberg</u> , Joachim Schönfeld, Wolf- Christian Dullo, Silke Steph, Nastasja Brughmans, Jeroen Groeneveld, Sergej Neufeld, Sebastian Fessler
FS AKADEMIK LAVRENTYEV	LV 29 „KOMEX“ Ochotskisches Meer	Leg 1: 25.05.- 27.06.  Leg 2: 27.06.- 07.08.	Vladivostok - Pusan - Pusan  Pusan - Pusan - Vladivostok	Nicole Biebow (Tethys Geoconsulting GmbH), Katharina Georgeleit, Janne Repschläger, Klaus Wallmann, Bettina Domeyer Nicole Biebow (Tethys Geoconsulting GmbH), Sebastian Fessler (A-Z Dienstleistungen), Katharina Georgeleit, Reinhard Kozdon, Lester Lembke
FS SONNE	SO 165-1 „OTEGA I / LOTUS / OMEGA“	28.06. 03.08.	Balboa - San Diego - Portland	Olaf Pfannkuche
RV MARION DUFRESNE	IMAGES VIII (PAGES) Gulf of Mexico, Florida Strait	01.07.- 31.07.	Cancun - Tampa - Havanna - Belem	Dirk Nürnberg (principal investigator), Joachim Schönfeld, Jeroen Groeneveld
RV JOIDES RESOLUTION	ODP Leg 204 Gas Hydrates Hydrate Ridge	06.07.- 04.09.	San Francisco - San Diego	Gerhard Bohrmann
RV JAN MAYEN	Storrega Slide INGGAS	07.07.- 20.07.	Tromsö - Tromsö	<u>Ernst R. Flüh</u> Caroline Huegen, Dirk Kläschen, Ingo Klauke, Ingolf Bode, Jörg Bialas, Klaus-P. Steffen, Monika Breitzke, Patrick Caujan, Thorsten Schott, Timothy Reston
RV JAN MAYEN	Storrega Slide HYDRATECH	07.07.- 20.07.	Tromsö - Tromsö	<u>Ernst R. Flüh</u> Matthias Zillmer, Thomas Leyt- häuser
RV METEOR M54/1B	Gewässer vor Costa Rica VOLATILES/ SFB 574	14.07.- 10.08.	Balboa- Caldera	<u>Volkhard Spieß</u> Caroline Huguen, Denise de Nil, Maria Noemi Fekete, Michael Schnabel
FS POSEIDON	Reise 292 „ACES - ECOMOUND“ Kaltwasserkorallen im NE Atlantik	15.07.- 04.08.	Reykjavik - Galway	Andres Rüggeberg
RV BJARNI SÆMUNDSSON	Isländische Gewässer Passive seismic recordings off Iceland	24.07.- 30.07.	Reykjavik - Reykjavik	<u>Torsten Dahm</u> Frederik Tilmann



<b>Forschungsschiff /</b> <b>Research vessel</b>	<b>Fahrtziel, Thema /</b> <b>Investigated area,</b> <b>research topic</b>	<b>Zeitraum /</b> <b>Duration</b>	<b>Häfen /</b> <b>Ports</b>	<b>GEOMAR <u>Fahrleiter(innen)</u></b> <b>und <u>Fahrtteilnehmer(innen)</u> /</b> <b>GEOMAR <u>chief scientists</u></b> <b>and participants</b>
FS SONNE	Reise 165-2 Fluids and Subduction Hydrate Ridge 2002	04.08 - 21.08.	Portland - San Francisco	<u>Anton Eisenhauer,</u> Warner Brückmann
FS LUDWIG PRANDTL	„OROMA“ Lister Tief, Deutsche Bucht	05.08. - 16.08.	List - List	Ingo Hennings, Dagmar Herbers
FS METEOR	M 54/2 Fluids and Subduction Costa Rica 2002	13.08. - 07.09.	Caldera - Caldera	Klaus Wallmann
FS ALEXANDER VON HUMBOLDT	Cruise No. 44/02/06 „Late Holocene Variability of the West Greenland Current and the Collapse of the Western Settlement of the Norse“ Fjords of Western Greenland	23.08. - 22.09.	Reykjavik - Greenland - Rostock	Gerd Hoffmann-Wieck
FS METEOR	M 54/3A „Fluids and Subduction 2002“	10.09.- 28.09.	Caldera- Caldera	<u>Ernst Suess</u> Warner Brückmann
RV BELLOWS	Fazies-Kartierung Große Bahama Bank	16.09.- 22.09.	Miami - Bahamas	John Reijmer, Lars Reuning, Sven Roth
RV VIDAL GORMAZ	Zentral-Chile 32-42° S GAS HYDRATES Offshore Chile	23.09.- 14.10.	Valparaiso Valparaiso	<u>Juan Diaz</u> <u>Emilio Vera</u> César R. Ranero
FS LUDWIG PRANDTL	„OROMA“ Lister Tief, Deutsche Bucht	26.09.- 03.10.	Havneby - Havneby	Dagmar Herbers
FS METEOR M54/3B	Gewässer vor Costa Rica VOLATILES / SFB 574	30.09.- 11.10.	Caldera - Curaçao	<u>Ernst R. Flüh</u> Heidrun Kopp, Jürgen P. Göbler, Michael Poster, Petra Liersch, Tanja Woronowicz, Wolfgang Queisser
FS METEOR M56/1	Kongo	18.11.- 05.12.	Abidjan - Libreville	<u>Volkhard Spieß</u> Caroline Huguen, Jörg Bialas, Lars Planert, Maria N. Fekete, Monika Breitzke, Thorsten Schott
FS METEOR	56/2 Kongo Marine Gashydrate	06.12.- 29.12.	Libreville - Kapstadt	Gerhard Bohrmann
FS SONNE	ZEALANDIA cruise 168	08.12.- 16.01.03	Sydney - Christchurch	<u>Kaj Hoernle,</u> Reinhard Werner, Folkmar Hauff, Miriam Rehder, Sylvia Krolikowska, Silke Vetter, Sibylle Noé



## 6.2 Geländearbeit

### Field work

Arbeitsgebiet / Investigated area	Zeitraum / Duration	Teilnehmer(innen) / participants
Nicaragua, Costa Rica	15.02. - 24.03.	Paul van den Bogaard
Nicaragua, Costa Rica	16.02. - 24.03.	Kaj Hoernle
Nicaragua	17.02. - 16.05.	Armin Freundt, Hans-Ulrich Schmincke, Steffen Kutterolf, Heidi Wehrmann
Nicaragua	27.02. - 15.03.	Hans-Ulrich Schmincke
Merapi, Indonesien	13.03. - 04.04.	Matthias Hort, Ralf Seyfried
Nicaragua	24.03. - 05.04.	Thor Hansteen, Kristin Garofalo, Matthias Frische
U.S.A / Illinois	24.03. - 12.04.	Kaj Hoernle
Kanarische Inseln	20.03. - 31.03.	Hans-Ulrich Schmincke
Eifel	11.04. - 14.04.	Hans-Ulrich Schmincke
Harz Gebirge / Harz Mountains	26.04. - 28.04.	John JG Reijmer
Martinique	11.05. - 24.05.	Hans-Ulrich Schmincke, Mari Sumita
La Palma, Kanaren	21.05. - 04.06.	Thor Hansteen
La Palma, Kanaren	21.05. - 02.07.	Tor Sigvald Johansen
La Palma, Kanaren	28.05. - 04.06.	Kaj Hoernle, Paul van den Bogaard
La Palma, Kanaren	29.05. - 04.06.	Folkmar Hauff
Oldenburger Graben/ Schleswig-Holstein	01.06. - 30.06.	Olaf Jakobsen, S. Pahl
Eifel	04.06. - 13.06.	Hans-Ulrich Schmincke
Westerhever Watt/ Westerhever tidal flats	17.06. - 19.06.	John JG Reijmer
Kanarische Inseln	26.06. - 17.07.	Hans-Ulrich Schmincke, Mari Sumita
Island	14.07. - 25.08.	Christel van den Bogaard, Kaj Hoernle
Island	17.07. - 31.07.	Paul van den Bogaard
Eifel	24.07. - 27.07.	Hans-Ulrich Schmincke



Arbeitsgebiet / Investigated area	Zeitraum / Duration	Teilnehmer(innen) / participants
Island	12.08. - 23.08	Kaj Hoernle
Japan	01.09. - 30.09.	Ulrich Schmincke, Mari Sumita
Merapi, Indonesien	20.09. - 10.10.	Matthias Hort, Malte Vöge
Madeira	24.09. - 01.10.	Kaj Hoernle, Paul van den Bogaard
Japan	06.10. - 09.10.	Hans-Ulrich Schmincke, Mari Sumita
La Réunion und Seychellen (Indischer Ozean)	12.10. - 28.10.	Jens Zinke, Miriam Pfeifer
Selinunt, Sizilien	13.10. - 02.11.	Gerd Hoffmann-Wieck, Olaf Jakobsen, M. Hermanns
Japan	18.10. - 21.10.	Hans-Ulrich Schmincke, Mari Sumita
Nicaragua	13.11. - 28.11.	Thor Hansteen, Kristin Garofalo, Matthias Frische





## 7. Wissenschaftliche Beiträge Scientific contributions

### 7.1 Publikationen Publications

#### 7.1.1 Bücher und Themenhefte Books and special issues

Dullo W-Chr, editor (2002) Milestones in Geosciences. International Journal of Earth Sciences/ Geologische Rundschau vol. 91

Kassens H, Biebow N, Dullo W-Chr, Galimov E, Cherkashov G, Hubberten H-W, Kotlyakov V, Lisitzin AP, Negendank JWF, Pryamikov S, Thiede J, Troyan V, (eds.) (2002) Climate Drivers of the North. Terra Nostra, 2002/3: 120

Mueller M, Meissner B, Weinrebe W (2002) TerraMarIS - Terrestrial and Marine Information System. Marine Geography, Joe Breman (ed.), ESRI Press, California: 87-95

Müller-Lupp T (2002) Short- and long-term environmental change in the Laptev Sea/Siberian Arctic during the Holocene. Reports on Polar and Marine Research 424: 85

Reijmer JJG, editor (2002) Carbonate Margin Development (Bahama transect, ODP Leg 166). Spec. issue Marine Geology 185 (1/2): 176

Reston TJ, Bialas J (2002) INGGAS-Test - SO162 - Cruise Report. GEOMAR Report 103: 114

Shipboard Scientific Party (2002) Leg 204 Preliminary Report. ODP Prelim. Rpt. (Online). Available from World Wide Web: [http://www-odp.tamu.edu/publications/prelim/204\\_prel/204PREL.PDF](http://www-odp.tamu.edu/publications/prelim/204_prel/204PREL.PDF)

Thiede J, Oerter H, (eds.) (2002) Die Expedition ANTARKTIS XVII/2 des Forschungsschiffes POLARSTERN 2000. Ber Polar Meeresf 404: 245

Thiede J, Shipboard Scientific Party (2002) POLARSTERN ARKTIS XVII/2 CRUISE REPORT: AMORE 2001 (Arctic Mid-Ocean Ridge Expedition). Ber Polar Meeresf 421: 390

Zinke J, von Storch H, Müller B, Zorita E, Rein B, Mieding B., Müller H, Lücke A, Schleser GH, Schwab MJ, Negendank JFW, Kienel U, González-Ruoco JF, Dullo W-Chr, Eisenhauer A (in press) Evidence for the climate during the Late Maunder Minimum from proxy data and model simulations available within KHZ. Springer

#### 7.1.2 Wissenschaftliche Aufsätze Scientific Papers (peer-reviewed)

Abratis M, Schmincke H-U, Hansteen TH (2002) Composition and evolution of submarine volcanic rocks from the central and western Canary Islands. International Journal of Earth Sciences/ Geologische Rundschau vol. 91 (4): 562-582

Andresen N, Reijmer JJG, Droxler AW (in press) Timing and distribution of calciturbidites around a deeply submerged carbonate platform in a seismically active setting (Pedro Bank, Northern Nicaragua Rise, Caribbean Sea). Subm. to International Journal of Earth Sciences/Geologische Rundschau

Aloisi G, Bouloubassi I, Heijs S K, Pancost R D, Pierre C, Sinninghe Damsté J S, Gottschal J C, Forney L J, Rouchy J M (2002) CH<sub>4</sub>-consuming microorganisms and the formation of carbonate crusts at cold seeps. Earth and Planetary Science Letters 203: 195-203

Apel M, Kiessling W, Böhm F, Lazarus D (2002) Radiolarian faunal characteristics in Oligocene sediments of the Kerguelen Plateau, Leg 183, Site 1138. Proc ODP Sci Res 183, paper 002

Are F, Reimnitz E, Kassens H (in press) Cryogenic processes of arctic land-ocean interactions. - III International Conference on Arctic Margins

Baranov BV, Werner R, Hoernle K, Tsoy I, Bogaard Pvd, Tararin I (2002) Evidence for Compressionally-Induced High Subsidence Rates in the Kurile Basin (Okhotsk Sea). Tectonophysics 350: 63-97

Barash MS, Yushina IG, Spielhagen RF (2002) Reconstructions of the Quaternary paleohydrological variability by planktonic foraminifera (North Atlantic, Reykjanes Ridge). Oceanology, 42 (5): 44-756 (in Russian with English abstract)

Bauch D, Erlenkeuser H, Winckler G, Pavlova G., Thiede J (2002) Carbon isotopes and habitat of polar planktic foraminifera in the Ochotsk Sea: the "Carbonate Ion Effect" under natural conditions. Marine Micropaleontology 45(2): 83-99





- Bauch D, Erlenkeuser H, Stanovoy V, Simstich J, Spielhagen R (in press), Freshwater distribution and brine waters in the southern Kara Sea in summer 1999 as depicted by  $\delta^{18}\text{O}$  results. In: *Proceedings in Marine Science, Siberian River Run-off in the Kara Sea: Characterization, Quantification, Variability and Environmental Significance*, Stein R, Fahl K, Fütterer DK, Galimov E (eds.), 2002
- Bialas J, Flueh ER, Phipps Morgan J, Schleisiek K, Neuhaeuser G (2002) Ocean Bottom Seismology in the Third Millennium. In: Beranzoli L, Favali P, and Smiraglio G (eds.), *Science Technology Synergy for Research in the Marine Environment: Challenges for the XXI Century Develop.* in *Mar. Tech.*, 12, Elsevier Science B.V., 37-44
- Blomeier D, Reijmer JJG (2002) Facies architecture of a Lower Jurassic carbonate platform slope (Jbel Bou Dahar, High Atlas, Morocco). *Journal Sedimentary Research*, 72 (4), 463-476
- Böhm F, Haase-Schramm A, Eisenhauer A, Dullo W-Chr, Joachimsky MM, Lehnert H, Reitner J (2002) Evidence for preindustrial variations in the surface water from coralline sponges. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 3/3 10.1029/2001 GC000264
- Bogaard Chvd, Schmincke H-U (2002) Linking the North Atlantic to Central Europe: A high-resolution Holocene tephrochronological record from Northern Germany. *Journal of Quaternary Science* 17 (1): 3-20
- Bogaard Chvd, Dörfler W, Glos R, Nadeau M-J, Grootes P, Erlenkeuser H (2002) Two tephra layers bracketing late Holocene palaeoecological changes in Northern Germany. *Quaternary Research* 57: 314-324
- Brachert TC, Forst MH, Pais JJ, Legoinha P, Reijmer JJG (2003) Lowstand carbonates, highstand sandstones ? *Sedimentary Geology* 155: 1-12
- Brewer P G, Paull C, Peltzer, E T., Ussler W, Rehder G Friederich G (2002) Measurements of the fate of gas hydrates during transit through the ocean water column. *Geophys. Res. Lett.* 29 (22), 10.1029/2002GL014727
- Brewer P G, Peltzer ET, Friederich G, and Rehder G (2002) Experimental determination of the fate of rising  $\text{CO}_2$  droplets in seawater. *Environ Sci Technol* 26: 5441-5446
- Bohrmann G, Jung C, Heeschen K, Weinrebe W, Baranov B, Cailleau B, Heath R, Hühnerbach V, Hort M, Masson D, and Trummer I (2002) Widespread fluid expulsion along the seafloor of Costa Rica convergent margin. *Terra Nova* 14 (2), 69-79
- Bohrmann G, Suess E, Greinert J, Teichert B, and Naehr T (2002) Gas hydrate carbonates from Hydrate Ridge, Cascadia Convergent Margin: indicators of near-seafloor clathrate deposits. *Fourth Int. Conf. Gas Hydrates, Yokohama, Japan*: 102-107
- Buchner E, Seyfried H, Bogaard Pvd (2003)  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  laser probe age determination confirms the Ries impact crater as the source of glass particles in Graupensand sediments (Grimmelfingen Formation, North Alpine Foreland Basin). *Int J Earth Sci (Geol Rundsch)* 92: 1-6
- Cooke PJ, Spiegler D, Crundwell MP, Nelson CS (2002) Bolboforma as Monitors of Cenozoic Palaeoceanographic Changes in the Southern Ocean. Poster Abstract IPC 2002
- Cooke PJ, Nelson CS, Crundwell MP, Spiegler D (2002) Bolboforma as monitors of Cenozoic palaeoceanographic changes in the Southern Ocean. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 188: 73-100
- Dahm T, Thorwart M, Flueh ER, Braun Th, Herber R, Favali P, Beranzoli L, D'Anna G, Frugoni F, Smiraglio G (2002) Ocean Bottom Seismometers Deployed in Tyrrhenian Sea. *EOS Transactions*, 83 (29): 309, 314-315
- Darby DA, Bischof JF, Spielhagen RF, Marshall SA., Herman SW (2002) Arctic ice export events and their potential impact on global climate during the late Pleistocene. *Paleoceanography*, 17 (2): 10.1029/2001PA000639
- De Geer G (Originally published 1913, *Geologische Rundschau* 3: 457-471; Translated by Dullo W-Chr, Hay WW, 2002) Geochronology of the last 12,000 years. *International Journal of Earth Sciences/Geologische Rundschau* vol. 91: 100-110
- Dietzel M, Gussone N, Eisenhauer A (in press) Precipitation of aragonite by membrane diffusion of gaseous  $\text{CO}_2$  and the coprecipitation of  $\text{Sr}_2+$  and  $\text{Ba}_2+$  (10 to 50°C), *Geochim Cosmochim Acta*
- Dmitrenko IA, Hölemann J, Kirillov SA, Berezovskaya SL, Eicken H, Ivanova D, Kassens H (2002) Transformation of baroclinic tidal internal waves under the influence of an ice cover on the Laptev Sea shelf. *Doklady Akademii Nauk* 385 (2): 1-6
- Dmitrenko IA, Hölemann JA, Kirillov SA, Berezovskaya SL, Kassens H (in press) The impact of the sea level barotropic variations on the current regime of the eastern Laptev Sea. *Doklady Earth Science, MAIK Nauka*
- Dmitrenko IA, Hölemann JA, Tyshko KP, Churun VN, Gribanov VA, Kassens H, Kirillov SA (in press) The role of the flaw polynya in the formation of the oceanographical conditions on the shelf of the Laptev Sea. *Oceanology (in Russian)*
- Duggen S, Hoernle K, Bogaard Pvd, Rüpke L, Phipps-Morgan J (2003) Deep Roots of the Messinian Salinity Crisis. *Nature* 422: 602-606
- Dullo W-Chr, Bernoulli D, Franke W (2002) Preface. In: *Milestones in Geosciences. International Journal of Earth Sciences/Geologische Rundschau* vol. 91: 1



- Eisenhauer A, Wischow D, Wyrwoll KH, Collins L, Zhu ZR, Heiss GA, Dullo W-Chr, Hansen BT (in press) Thermometry of Modern and Fossil Corals from the Abrolhos Islands and the Ningaloo Reef, Western Australia. *Chemical Geology*.
- Erlenkeuser H, Cordt H-C, Simstich J, Bauch D, Spielhagen RF (in press) DIC stable carbon isotope pattern in the surface waters of the southern Kara Sea, *Proceedings in Marine Sciences*
- Exon N, Kennett J & Leg 189 Shipboard Scientific Party (2002): Drilling reveals climatic consequences of Tasmanian Gateway opening. *EOS* 83 (23), 253, 258-259
- Flueh ER, Klaeschen D, Bialas J (2002) Options for multi-component seismic data acquisition in deep water. *First Break*, 20 (12): 764-769
- Franz S-O, Tiedemann R (2002) Depositional changes along the Blake-Bahama Outer Ridge deep water transect during marine isotope stages 8 bis 10 - links to Deep Western Boundary Current. *Marine Geology* 189: 107-122
- Freundt A (2003) Entrance of hot pyroclastic flows into the sea: Experimental observations. *Bull Volcanol* 65: 144-164
- Fruehn J, Reston T, von Huene R, Bialas J (2002) Structure of the Mediterranean Ridge accretionary complex from seismic velocity information. *Mar Geol* 186 (1-2): 43-58
- Geldmacher J, Hanan BB, Blichert-Toft J, Harpp K, Hoernle K, Hauff F, Werner R, Kerr AC (in press). Hafnium isotopic variations in volcanic rocks from the Caribbean Large Igneous Province and Galápagos hotspot tracks *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*
- Gorbarenko S, Nürnberg D, Derkachev AN, Astakhov AS, Southon JR, Kaiser A (2002) Magnetostratigraphy and tephrochronology of the upper Quaternary sediments in the Okhotsk Sea: Implication of terrigenous, volcanogenic and biogenic matter supply. *Marine Geology* 183: 107-129
- Greiner J, Bannert B, Aloisi G, Abegg F, Blinova V (2002) Visual Seafloor Observation. In: Bohrmann G & Schenck S (eds.) (2002) Cruise Report ME52-1 MARGASCH, GEOMAR Report 108: 84-98
- Greiner J, Keir R, Führhapter K, Mählich B, Poser M, Klauke I (in press) Hydroacoustic gas detection, ADCP measurements, methane analyses by GC, ocean floor observations and bathymetric mapping. OTEGA Cruise SO 165 1 & 2 in 2002, GEOMAR Report 112
- Greiner J, Bohrmann G, Elvert M (2002) Stromatolitic fabric of authigenic carbonate crusts in 4850 m water depth, Aleutian accretionary margin: Results of anaerobic methane oxidation by archaea at cold seeps. *International Journal of Earth Sciences/ Geologische Rundschau* vol. 91: 698-711
- Greiner J, Bollwerk S, Derkachev A, Bohrmann G, Suess E (2002) Massive barite deposits and carbonate mineralization in the Derugin Basin, Sea of Okhotsk: Precipitation process at cold vent sites. *Earth and Planetary Science Letters* 203: 165-180
- Greiner J, Weinrebe W, Gimpel P, Brockhoff J (2002) Detailed bathymetric mapping and side scan surveys in the investigation of cold fluid vent sites and associated gas hydrate occurrences. *The Hydrographic Journal* 106: 15-19
- Gürs K, Spiegler D, 2001. Regional Neogene North Sea Basin Stages (Langenfeldian). *Aardk. Mededel.* 11:21-24
- Gurenko AA, Schmincke H-U (2002) Orthopyroxene-bearing tholeiites from the Iblean Plateau (Sicily): constraints on magma origin and evolution from glass inclusions in olivine and orthopyroxene. *Chem Geol* 183: 305-331
- Gurenko AA, Chaussidon M, Schmincke H-U (2002) Magma ascent and contamination beneath one intraplate volcano: Evidence from S and O isotopes in glass inclusions and their host clinopyroxenes from the Miocene basaltic hyaloclastites southwest of Gran Canaria (Canary Islands). *Geochim Cosmochim Acta* 65: 4359-4374
- Gutowski M, Breitzke M, Spiess V (2002) Fast static correction methods for high-frequency multichannel marine seismic reflection data: A high-resolution seismic study of channel-levee systems on the Bengal Fan. *Marine Geophysical Researches*, 23: 57-75
- Halmer MM, Schmincke H-U, Graf HF (2002) The annual volcanic gas input into the atmosphere, in particular into the stratosphere: global data set for the past 100 years. *J Volcanol Geotherm Res* 115: 511-528
- Han X, Xianlong J, Shufeng S, Fietzke J, Eisenhauer A (in press) Rhythmic Growth of Pacific Ferromanganese Nodules and their Milankovitch Climatic Origin. *Earth and Planetary Science Letters*
- Haase-Schramm, A., Böhm, F., Eisenhauer, A., Dullo, W.-Chr., Joachimski, M.M., Hansen, B., Reitner, J. (in press) Sr/Ca ratios and oxygen isotopes from sclerosponges: temperature history of the Caribbean mixed layer and thermocline during the Little Ice Age. *Paleoceanography*
- Hansteen TH, Troll VR (2003) Oxygen isotope composition of xenoliths from the oceanic crust and volcanic edifice beneath Gran Canaria (Canary Islands): consequences for crustal contamination of ascending magmas. *Chem Geol* 193:181-193
- Hartz S, Jakobsen O, Hoffmann-Wieck G, (in press): Geoarchäologie im Oldenburger Graben – Genese und steinzeitliche Besiedlung einer ehemaligen Fjordlandschaft in der westlichen Ostsee. *Offa-Bücher* 82



- Hauff F, Hoernle K, Schmidt A (in press) The Sr-Nd-Pb composition of Mesozoic Pacific oceanic crust (Site 1149 and 801, ODP Leg 185): Implications for alteration of ocean crust and the input into the Izu-Bonin-Mariana subduction system. *Geochem Geophys Geosystems*
- Hay WW, Söding E, DeConto RM, Wold CN (2002) The Late Cenozoic uplift - climate change paradox. *International Journal of Earth Sciences (Geologische Rundschau)*, 91: 746-774
- Hay, WW (2002) A new view of Cretaceous paleoceanography. In Michalik J (ed.), *Tethyan/Boreal Cretaceous Correlation*, VEDA Publishing House of the Slovak Academy of Sciences, Bratislava, Slovak Republic: 11-37
- Hay, WW (2002) *Geology. Science Year 2002, World Book Encyclopedia Annual Science Supplement*, 249-251
- Helmke JP, Schulz M, Bauch HA (2002) Sediment-color record from the Northeast Atlantic reveals patterns of millennial-scale climate variability during the past 500,000 years. *Quaternary Research* 57: 49-57
- Helmke JP, Bauch HA (2002) Glacial-interglacial carbonate preservation records in the Nordic Seas. *Global and Planetary Change* 33: 15-28
- Hennings I, Metzner M, De Loor GP (2002) The influence of quasi resonant internal waves on the radar imaging mechanism of shallow sea bottom topography. *Oceanologica Acta* 25: 87-99
- Herr B, Fuller M, Sumita M, Bogaard Pvd, Schmincke H-U, Heider F (2002) Tie-points for the global geomagnetic polarity time scale during the middle Miocene from the Mogan Group on Gran Canaria and ODP Site Leg 157. *International Journal of Earth Sciences / Geologische Rundschau* vol. 91: 642-660
- Heuser A, Eisenhauer A, Gussone N, Bock B, Hansen B T Nögler TF (2002) Measurement of calcium isotopes ( $\delta^{44}\text{Ca}$ ) using a multicollector TIMS technique. *Int J Mass Spec* 220: 387-399
- Hippler D, Schmitt AD, Gussone N, Heuser A, Stille P, Eisenhauer A, Nögler TF (in press) Ca isotopic composition of various standards and seawater, *Geostandard Newsletter*
- Hönisch B, Bijma J, Russell A D, Spero H J, Palmer M R, Zeebe R E, Eisenhauer A (in press) The influence of symbiont photosynthesis on the boron isotopic composition of foraminifera shells. *Marine Micropaleontology*
- Hoernle K, Bogaard Pvd, Werner R, Lissinna B, Hauff F, Alvarado G, Garbe-Schönberg D (2002) The Missing History (16-71 Ma) of the Galápagos Hotspot: Implications for the Tectonic and Biological Evolution of the American Geology 30: 795-798
- Hoernle K, Tilton G, Le Bas M, Duggen S, Garbe-Schönberg D (2002) The geochemistry of oceanic carbonatites. *Contrib Mineral Petrol* 142, 520-542
- Hort M, Seyfried R, Vöge M (in press) Radar Doppler velocity of volcanic eruptions: Theoretical considerations and quantitative documentation of changes in eruptive behaviour at Stromboli volcano, Italy. *Geophys J Int*
- Johnson CC, Sanders D, Kauffman EG, Hay WW, (2002) Patterns and processes influencing Upper Cretaceous reefs. In: W. Kiessling, E. Flügel, and J. Golonka (eds.), *Phanerozoic Reef Patterns*, SEPM Special Publication No. 72, 549-585
- Kamenetsky VS, Davidson P, Mernagh TP, Crawford AJ, Gemmill JB, Portnyagin MV, Shinjo R (2002) Fluid bubbles in melt inclusions and pillow-rim glasses: high-temperature precursors to hydrothermal fluid? *Chemical Geology* 183: 349-364
- Kandiano ES, Bauch HA (2002) Implications of planktic foraminiferal size fractions for the glacial-interglacial paleoceanography of the polar North Atlantic. *Journal of Foraminiferal Research* 32 (3): 245-251
- Kenyon NH, Klauke I, Millington J, and Ivanov MK (2002) Sandy submarine canyon-mouth lobes on the western margin of Corsica and Sardinia, Mediterranean Sea. *Mar Geol*, 184: 69-84
- Kokfelt T, Hoernle K, Hauff F (in press) U-series isotope systematics of the Iceland Plume. *Earth and Planetary Science Letters*
- Kokfelt TF, Hoernle K, Hauff F, Werner R (in press) Upwelling and melting of the Iceland plume from radial variation of  $^{238}\text{U}$ - $^{230}\text{Th}$  disequilibria in postglacial volcanic rocks. *Earth and Planetary Science Letters*
- Kopp H (2002) BSR occurrence along the Sunda margin: evidence from seismic data. *EPSL* 197: 225-235
- Kopp H, Klaeschen D, Flueh ER, Bialas J, Reichert C (2002) Crustal structure of the Java margin from seismic wide-angle and multichannel reflection data. *J Geophys Res*, 107, B2, 10.1029/2000JB000095
- Kopp H, Kukowski N (in press) Backstop geometry and accretionary mechanics of the Sunda margin. *Tectonics*
- Kopp H, Kopp C, Phipps Morgan J, Flueh ER, Weinrebe W, Morgan WJ (in press) Fossil hotspot-ridge interaction in the Musicians seamount province: Geophysical investigations of hotspot volcanism at volcanic elongated ridges. *J Geophys Res*



- Krastel S, Schmincke H-U, Jacobs CL, Le Bas TP, Rihm R, Alibés B (2002) Large-scale slides on the flanks of the Canary Islands. In: Mienert J, Weaver P (eds.) *European margin sediment dynamics – Sidescan sonar and seismic images*. Springer, Berlin Heidelberg New York: 293-296
- Krastel S, Schmincke H-U, Jacobs CL, Rihm R, Le Bas TP, Alibés B (2002) Submarine landslides around the Canary Islands. *J Geophys Res* 106: 3977-3998
- Krastel S, Schmincke H-U (2002) Crustal structure of Gran Canaria, Canary Islands, deduced from active seismic tomography. *Journ Volc Geotherm Res* 115: 153-177
- Krastel S, Schmincke H-U (2002) The channel between Gran Canaria and Tenerife: constructive processes and destructive events during the evolution of volcanic islands. *International Journal of Earth Sciences/ Geologische Rundschau* vol. 91: 629-641
- Lacasse C, Bogaard Pvd (2002) Enhanced airborne dispersal of silicic tephra during the onset of Northern Hemisphere glaciations, from 6 to 0 Ma records of explosive volcanism and climate change in the subpolar North Atlantic. *Geology* 30: 623-626
- Liebetrau V, Eisenhauer A, Gussone N, Wörner G, Hansen B T, Leipe T (2002):  $^{226}\text{Ra}$  excess/Ba growth rates and U-Th-Ra-Ba systematic of Baltic Mn/Fe crusts. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 66: 73-83
- Luff R, Wallmann K (in press) Fluid flow, methane fluxes, carbonate precipitation and biogeochemical turnover in gas hydrate-bearing sediments at Hydrate Ridge, Cascadia Margin: Numerical modelling and mass balances. *Geochimica et Cosmochimica Acta*
- Lundstrom CC, Hoernle K, Gill J (in press) U-series disequilibria in volcanic rocks from the Canary Islands: plume versus lithospheric melting. *Geochimica et Cosmochimica Acta*
- Maurer F, Reijmer J J G, Schlager W (in press) Quantification of input and compositional variations of calciturbidites in a Middle Triassic pelagic succession (Seceda, Western Dolomites, Southern Alps). *International Journal of Geosciences / Geologische Rundschau*
- Müller-Lupp T, Bauch HA, Erlenkeuser H (2002) Seasonal and interannual variability of Siberian river discharge in the Laptev Sea inferred from stable isotopes in modern bivalves. *Boreas* 32: 292-303
- Mulder T, Lecroart P, Voisset M, Schönfeld J, Le Dizen E, Gonthier E, Hanquiez V, Zahn R, Faugères JC, Hernandez-Molina FJ, Llave-Barranco E, Gervais A (2002) Studying Past Deep-ocean Circulation and the Paleoclimate Record in the Gulf of Cadiz. *EOS* 83: 481-488
- Mutterlose J, Brumsack H, Flögel S, Hay WW, Klein C, Langrock U, Lipinski M, Ricken W, Söding E, Stein R, Swientek O (in press) The Greenland-Norwegian Seaway: a key area for understanding Late Jurassic to Early Cretaceous paleoenvironments. *Paleoceanography*
- Naumov VB, Portnyagin MV, Tolstikh ML, Yarmolyuk VV (in press) Composition of magmatic melts of the South Baikal Volcanic Province: A melt inclusions study in olivines of trachybasalts. *Geochemistry International*
- Nørgaard-Pedersen N, Spielhagen RF, Erlenkeuser H, Grootes PM, Heinemeier J, Knies J (in press) The Arctic Ocean during the Last Glacial Maximum: Atlantic and Polar domains of surface water mass distribution and ice cover. *Paleoceanography*
- Nürnberg D, Brughmans N, Schönfeld J, Ninnemann U, Dullo W-Chr (in press) Marine productivity, terrigenous flux and sea surface temperatures around Tasmania - Implications for glacial/interglacial changes in the Subtropical Convergence Zone (ODP Leg 189). *AGU Antarctic Research Series*
- Paull C K, Brewer P G, Ussler III W, Peltzer E T, Rehder G, and Clagu, D (2002) An experiment demonstrating that marine slumping is a mechanism to transfer methane from seafloor gas-hydrate deposits into the upper ocean and atmosphere: *Geo-Marine Letters* (DOI 10.1007/s00367-002-0113-y)
- Paull C, Ussler III W, Maher N, Greene H G, Rehder G, Lorenson T, Lee H (2002) Pockmarks off Big Sur, California. *Marine Geology* 181: 323-335
- Pfeifer K, Hensen C, Adler M, Wenzhöfer F, Weber B, Schulz H D (2002) Modeling of subsurface calcite dissolution regarding respiration and reoxidation processes in the equatorial upwelling off Gabon. *Geochim Cosmochim Acta* 66(24): 4247-4259
- Phipps Morgan J, Morgan WJ (in press) Two-stage melting and noble gases: part 1, high He/Ne and He/Ar in MORB and low He/Ne and He/Ar in OIB,  $G^3$
- Phipps Morgan J (2002) When the Earth moved. *Nature*, 417: 487-488
- Portnyagin MV, Simakin SG, Sobolev AV (2002) Fluorine in primitive magmas of the Troodos ophiolite (Cyprus): analytical approach and main results. *Geochemistry International*, 2002, (7): 691-699
- Purkl S, Eisenhauer A (in press) Determination of Radium Isotopes and  $^{222}\text{Rn}$  in a groundwater affected coastal area of the Baltic Sea and the underlying sub-sea floor aquifer. *Marine Chemistry*



- Purkl S, Eisenhauer A (in press) A rapid method for the a-spectrometric analysis of Radium isotopes in natural waters using Ion-selective membrane technology. *J Appl Iso*
- Purkl S, Eisenhauer A (2003) Solid-Phase Extraction Using Empore™ Radium Rad Disks to Separate Radium from Thorium. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry* 256(3): 473-480
- Rehder G, Collier R W, Heeschen K, Kosro P M, Barth J, Suess E (2002) Enhanced marine CH<sub>4</sub> emissions to the atmosphere off Oregon caused by coastal upwelling. *Global Biogeochem Cycl* 16 (3), 10.1029/2000GB001391
- Rehder G, Brewer P, Peltzer E, Friederich G (2002) Enhanced lifetime of methane bubble streams within the deep ocean. *Geophys Res Lett* 29 (15), 10.1029/2001GL13966
- Rehkämper M, Frank M, Hein J R, Porcelli O, Halliday A, Ingri J, Liebetrau V (2002) Variation in seawater and hydrogenetic, diagenetic and hydrothermal ferromanganese deposits – *Earth Planet Sci Lett* 197: 65-81
- Reijmer J J G (2002) Introduction PRCP/ODP Leg 166 Special Volume Carbonate margin development (Bahama Transect, ODP Leg 166). In: Reijmer J J G (ed.), Carbonate margin development (Bahama transect, ODP Leg 166), Special volume *Marine Geology* 85 1/2: vii-xii.
- Reijmer J J G, Betzler C, Kroon D, Tiedemann R, Eberli GP (2002) Bahamian carbonate platform development in response to paleoceanographic changes. *International Journal of Earth Sciences / Geologische Rundschau* vol. 91: 482-489
- Rendle RH, Reijmer J J G (2002) Evolutionary slope development on the western, leeward margin of Great Bahama Bank during the Quaternary. In: Reijmer J J G (Ed.) Carbonate margin development (Bahama transect, ODP Leg 166). Special volume *Marine Geology* 185: 143-164
- Rendle RH, Reijmer J J G (in press) Effects of Quaternary sea-level fluctuations on the mineralogy and grain-size characteristics of periplatform sediments (western, leeward margin of Great Bahama Bank). *Sedimentology*
- Reston TJ, von Huene R, Dickmann T, Klaeschen D, Kopp H (2002) Frontal accretion along the western Mediterranean Ridge: the effect of Messinian evaporites on wedge mechanics and structural style. *Marine Geology*, 186 (1-2): 59-82
- Reston TJ, Weinrebe W, Grevemeyer I, Flueh ER, Mitchell NC, Kirstein L, Kopp C, Kopp H, and participants of METEOR 47/2 (2002) A rifted inside corner massif on the Mid-Atlantic Ridge at 5°S. *Earth Planet Sci Letters*, 200: 255-269
- Reuning L, Reijmer J J G, Betzler C (2002) Sedimentation cycles and their diageneses on the slope of a Miocene carbonate ramp system (Bahamas, ODP Leg 166). In: Reijmer J J G (ed.) Carbonate margin development (Bahama transect, ODP Leg 166). *Mar Geol* 185 (1-2): 121-142
- Rickert D, Schlüter M, Wallmann K (2002) Dissolution kinetics of biogenic silica in the water column. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 66: 439 - 455
- Romero O, Hense C (2002) Oceanographic control of biogenic opal and diatoms in surface sediments of the South Western Atlantic. *Marine Geology* 186: 263 - 455
- Ruepke L, Phipps Morgan J, Hort M, Connolly J (2002) Are the regional variations in Central American arc lavas due to differing basaltic versus peridotitic slab sources of fluids? *Geology* 30 (11): 1035-1038
- Sadofsky SJ, Bebout GE (2003) Degrees of retention of volatiles and trace elements in subducted clastic rocks: implications for convergent-margin chemical cycling. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 4, doi:10.1029/2002GC000412
- Scheibner C, Reijmer J J G, Marzouk AM, Speijer RP, Kuss J (in press) From platform to basin: The evolution of a Paleocene carbonate margin (Eastern Desert, Egypt). *International Journal of Earth Sciences/ Geologische Rundschau*
- Schmidt R, Bogaard Chvd, Merkt J, Müller J (2002) A new lateglacial chronostratigraphic tephra marker for the southeastern Alps: The Naples Yellow Tuff (NYT) in Längsee (Austria) in the context of pollen and microstratigraphic records. *Quaternary International* 88: 45-56
- Schmidt R, Schmincke H-U (2002) From seamount to oceanic island, Porto Santo, central East-Atlantic. *International Journal of Earth Sciences/ Geologische Rundschau* vol. 91: 594-614
- Schmincke H-U, Fraedrich W (2002) Beeinflussen Vulkane das Klima? *Geographie Heute* 201: 28-31
- Schmincke H-U (2002) Tanz auf dem Vulkan. Goethe und die Entfaltung der Vulkanologie als Wissenschaft. *Grafik M Sumita*. In: Steininger F, Kossatz-Pompé A (eds.) *Kleine Senckenberg Reihe* 44:119-176 Schweitzerbart'sche Verlagsbuchhandlung
- Schmincke H-U (2002) Introduction to Kiel Graduate School papers. *International Journal of Earth Sciences/ Geologische Rundschau* vol. 91: 559-561
- Schönfeld J (2002) A new benthic foraminiferal proxy for near-bottom current velocities in the Gulf of Cadiz, northeastern Atlantic Ocean. *Deep-Sea Research I* 49: 1853-1875
- Schönfeld J (2002) Recent benthic foraminiferal assemblages in deep high-energy environments from the Gulf of Cadiz (Spain). *Marine Micropaleontology* 44: 141-162



- Spiegler D (2001) Bolboforma Biostratigraphy in the Neogene Glauconitic Sands of Belgium. *Aardk. Mededel.*, 11: 61-67
- Spiegler D (2001) Bolboformen aus dem Miozän der Forschungsbohrung Nieder Ochtenhausen (Niedersachsen, Nord-Deutschland). *Geol Jahrbuch, A 152*: 175-193
- Spiegler D, Erlenkeuser H (2001) O- und C-Isotope im Biogenkarbonat von Foraminiferen und Bolboformen aus dem Miozän der Forschungsbohrung Nieder Ochtenhausen (Niedersachsen, Nord-Deutschland). *Geol Jahrbuch, A 152*: 461-493
- Spezzaferri S, Mutti M, Spiegler D (2001) Integrated planktonic foraminifera Bolboforma and carbon isotope stratigraphy in a mid/early late Miocene carbonate ramp setting from the Arceide area (Sicily). *Marine Micropaleontology* 43: 223-238
- Stronck N, Schmincke H-U (2002) Evaluation of palagonite: crystallization, chemical changes and element budget. *Geochem Geophys Geosyst* 2, paper no. 2000GC000102
- Stronck N, Schmincke H-U (2002) Palagonite - a review. *International Journal of Earth Sciences/ Geologische Rundschau* vol. 91: 680-697
- Suess E (2002) The evolution of an idea: From avoiding gas hydrates to actively drilling for them. *JOIDES Journal*, 28 (1): 45-50
- Suess E (2002) Eine Verbindung aus Methan und Wasser. *Nova Acta Leopoldina*, NF 85 (323), 125-148
- Swart PK, Thorrold S, Rosenheim B, Eisenhauer A, Harrison CGA, Grammer M, Latkoczy C, (in press) Intra-annual Variation in the Stable Oxygen and Carbon and Trace Element Composition of Sclerosponges. *Paleoceanography*
- Teichert B, Eisenhauer A, Haase-Schramm A, Bock B, Linke P (in press) U/Th Systematics and Ages of Authigenic Carbonates from Hydrate Ridge, Cascadia Convergent Margin: Recorders of Fluid Composition and Sealevel Changes. *Geochim Cosmochim Acta*
- Teichmüller M, Teichmüller R (Originally published 1952, *Geologische Rundschau* 42: 265-296; Translated by Hay WW, 2002) The chemical and structural metamorphosis of coals *International Journal of Earth Sciences/ Geologische Rundschau* vol. 91: 75-99
- Textor C, Sachs PM, Graf HF, Hansteen TH (in press) The 12900 years Laacher See eruption: Estimation of volatile yields and simulation of their fate in the plume. *Geol Soc London Spec Publ*
- Thiede J, Haas C, Jokat W, Mühe R, Snow J, Spielhagen R (2002) Om vulkanerne i det Arktiske Ocean: Resultater av AMORE – 2001 togtet. *Varv* 2002 (4): 39-48
- Thiede J (2000) Paläoklimaänderungen in der jüngsten geologischen Vergangenheit – Raten und Maße natürlicher Klimawechsel. In: Wolfrum J, Wittig S (Eds) *Energie und Umwelt. Wo liegen optimale Lösungen?* Springer-Verlag, Berlin: 9-26
- Thiede J, Drachev SS, Shevchenko VV (2002) Expedition AMORE 2002 in die zentrale Arktis (in russisch). *Nature (Priroda)* 5: 47-51
- Troll V, Schmincke H-U (2002) Magma mixing and crustal recycling recorded in ternary feldspar from compositionally zoned peralkaline ignimbrite "A", Gran Canaria, Canary Islands. *J Petrol* 43: 243-270
- Trummer I, Flueh ER, and the Paganini Working Group (2002) Seismic constraints on the crustal structure of Cocos Ridge off the coast of Costa Rica. *N Jb Geol Paläont Abh* 225 (1): 25-37
- Tütken T, Eisenhauer A et al. (2002) Glacial-interglacial cycles in Sr and Nd isotopic composition of Arctic marine sediments: changes in sediment provenance triggered by the Barents Sea ice sheet. *Marine Geology* 182 (3-4): 351-372
- Urbanski M, Vöge M, Seyfried R, Rüpke L, Petersen T, Hanebuth T, Hort M (2002) 15 days of continuous activity survey at Stromboli volcano/Italy in late September 2000: Doppler radar, seismicity, infrared, soil humidity, and mapping of the crater region. *International Journal of Earth Sciences/ Geologische Rundschau* vol. 91: 712-721
- Utzmann A, Hansteen TH, Schmincke H-U (2002) Trace element mobility during sub-seafloor alteration of basaltic glass from ODP-Site 953 (off Gran Canaria). *International Journal of Earth Sciences/ Geologische Rundschau* vol. 91: 661-679
- Wallmann K, Aghib F S, Castradori D, Cita M B, Suess E, Greinert J, Rickert D (2002) Sedimentation and formation of secondary minerals in the hypersaline Discovery Basin, eastern Mediterranean. *Marine Geology* 186: 9-28
- Wallmann K (in press) Changing the global ocean's nutrient inventory and productivity: A model perspective. *Global Biogeochemical Cycles*
- Walter TR, Schmincke H-U (2002) Rifting, recurrent landsliding and structural re-organization on NW Tenerife, (Canary Islands). *International Journal of Earth Sciences/ Geologische Rundschau* vol. 91: 615-628
- Walther C, Flueh E (2002) Remnant of the ancient Farallon Plate breakup: A low-velocity body in the lower oceanic crust off Nicoya Peninsula, Costa Rica - evidence from wide-angle seismics. *Geophys Res Lett* 29 (19), 1939, doi:10.1029/2002 GL015026



- Wastegard S, Hall VA, Hannon GE, Bogaard Chvd, Pilcher JR, Sigurgeirsson M, Hermanns-Augardóttir M (2003) Rhyolitic tephra horizons in North-western Europe and Iceland from the 800s AD; a potential alternative for dating first human impact. *The Holocene* 13 (2): 277-283
- Wegner C, Hölemann JA, Kirillov S, Tuschling K, Abramova E, Kassens H (in press) Suspended particulate matter on the Laptev Sea shelf (Siberian Arctic) during ice-free conditions. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*
- Werner R, Tararin IA, Hoernle K, Lelikov EP (in press) Petrology and geochemistry of submarine volcanism from the northeastern part of the Kurile Basin: Evidence for interaction of basic magma with continental crust. *Gondwana Research Special Issue*
- Winckler G, Aeschback-Hertig W, Holocher J, Kipfer R, Levin I, Poss C, Rehder G, Suess E, Schlosser P (2002) Noble gases and radiocarbon in natural gas hydrates. *Geophys Res Lett* 29 (10), 10.1029/2001GL014013 . (Correction printed in 29 (15), 10.1029/2002GL015735 (2002))
- Winkler A, Wolf-Welling TCW, Statterger K, Thiede J (2002) Clay mineral sedimentation in high northern latitude deep-sea basins since the Middle Miocene (ODP Leg 151, NAAG). *International Journal of Earth Sciences/Geologische Rundschau* vol. 91 (1): 133-148
- Yañez G, Cembrano J, Pardo M, Ranero CR, Selles D (2002) The Challenger-Juan Fernández-Maipo major tectonic transition of the Nazca-Andean subduction system at 33°-34°S: geodynamic evidences and implications. *Journal of South American Earth Sciences* 15: 23-38
- Zillmer M, Müller G (2002) Seismic reflections from the crystalline crust below the Continental Deep Drilling Site KTB: Modelling and inference on reflector properties. *J Geophys Res* 107, No. B9, 2180, doi:10.1029/2001JB000843
- Zillmer M, Kashtan BM (2002) Traveltime approximation for a reflected wave in a homogeneous anisotropic elastic layer. *Geophys J Int* 151: 172-183
- Zinke J, Reijmer JJG, Thomassin BA (2001) Seismic architecture and sediment distribution within the Holocene barrier reef-lagoon complex of Mayotte (Comoro Archipelago, SW Indian Ocean). In: Camoin, G. (ed.), *Palaeo-3 special volume "PRCP Conference"*, 175: 343-368
- Zinke J, Reijmer JJG, Thomassin BA (in press) Systems tracts sedimentology in the lagoon of Mayotte associated with the Holocene transgression. *Sedimentary Geology*
- Zinke J., Reijmer JJG, Thomassin BA, Dullo W-Chr (in press) Faunal response to the Holocene transgression in the lagoon of Mayotte (Comoro Archipelago, SW Indian Ocean). *Facies*
- Zinke J, Reijmer JJG, Thomassin BA, Dullo W-C, Grootes PM, Erlenkeuser H (in press) Postglacial flooding history of Mayotte island (Comoro Archipelago, SW Indian Ocean). *Marine Geology*
- ### 7.1.3. Berichte Reports
- Abegg F, Brückmann W, Drews M, Eisenhauer A, Greinert J, Hohnberg H-J, Liebetrau V, Luff R, Mudrack H, Petersen A, Treude T, Schenck S (2002) Sampling of gas hydrates and investigation of their internal structure, in RV SONNE Cruise Report S0165 OTEGA I - 2002 (eds. Pfannkuche O, Eisenhauer A, Linke P, Utecht C), GEOMAR Report, Band 112: 123-126
- Ahrendt K, Thiede J (2002) Naturräumliche Entwicklung Sylt – Vergangenheit und Zukunft. In: Daschkeit A, Schottes P (eds.) *Klimafolgen für Mensch und Küste am Beispiel der Nordseeinsel Sylt*: 69-112, Springer-Verlag, Berlin
- Bohrmann G, Schenck S (2002) RV METEOR Cruise Report M52/1, Marine gas hydrates of the Black Sea (MARGASCH), Istanbul-Sevastopol-Istanbul (January 2 – February 1, 2002). GEOMAR Report 108: 202
- Brückmann W, Luff R, Abegg F, Albrecht I, Liebetrau V (2002) Sediment coring and physical properties In: RV SONNE Cruise Report S0165 (OTEGA I - 2002), Balboa - San Diego - Portland - San Francisco June 29 – August 21, 2002, in RV SONNE Cruise Report S0165 OTEGA I - 2002 (eds. Pfannkuche O, Eisenhauer A, Linke P, Utecht C), GEOMAR Report, Band 112: 108-113
- Brückmann W, Christian H (2002) In-situ Measurements with GSPT, SONNE cruise RV SONNE Cruise Report S0165 (OTEGA I - 2002), Balboa - San Diego - Portland - San Francisco June 29 – August 21, 2002, In RV SONNE Cruise Report S0165 OTEGA I - 2002 (eds. Pfannkuche O, Eisenhauer A, Linke P, and Utecht C), GEOMAR Report, Band 112: 114-199
- Dmitrenko I, Hölemann J, Kirillov S, Berezovskaya S, Ivanova D, Eicken H, Kassens H (2002) The impact of sea ice on the periodic shallow water dynamics in the Laptev Sea (Siberian Arctic). *Ice in the Environment: Proceedings of the 16th IAHR International Symposium on Ice, Dunedin, New Zealand, 2nd-6th December 2002*: 77-83
- Hennings I (2002) On the use of radar imagery for coastal sea bed changes and its potential in identifying submerged hazards. In: Begni G (ed) *Observing our environment from space - New solutions for a new millennium*: 57-64. Lisse: Balkema
- Hennings I, Metzner M (2002) Radar imaging mechanism of the sea bed in coastal waters and the influence of quasi resonant internal waves. In: Turla T (ed) *Hydro 2002 Documentation*: 316-325



- Hoernle K, Duggen S, Geldmacher J, Klügel A and scientific party: Cruise No. M 51, Leg 1 Vulkanismus Ostatlantik-Mittelmeer, in: Hemleben C, Hoernle K, Jørgensen BB, Roether W (eds.), 2001: Ostatlantik-Mittelmeer-Schwarzes Meer, Cruise No. 51, METEOR-Berichte, Universität Hamburg, 03-1: 3-35
- Hoffmann-Wieck G, Jensen JB and the Shipboard Scientific Party (in press): A. v. Humboldt-Cruise Nr. 44/02/06, Reykjavik – Greenland – Rostock, 23. August – 22. September 2002: Late Holocene Variability of the West Greenland Current and the Collapse of the Western Settlement of the Norse. GEOMAR-Report
- Hoffmann-Wieck G, Nakoinz O (2002): Geoarchäologische Untersuchungen im Gebiet der Ostseeförde Schlei (westliche Ostsee). In: Kersten Krüger & Carl Olaf Cederlund (eds.): Maritime Archäologie heute; Tagungsband: Dritte Internationale Tagung der Maritimen Archäologie im Ostseeraum: 126-134, Rostock 2002
- Hoffmann-Wieck G, Nakoinz O (in press): Die Schlei als ein bedeutendes geo-archäologisches Archiv der Landesgeschichte Schleswig-Holsteins. In: Achim Daschkeit & Horst Sterr (eds.): Aktuelle Ergebnisse der Küstenforschung, 20. Tagung des Arbeitskreises Küsten und Meere 30.05.-01.06.2002 in Kiel, Berichte, Forschungen des Forschungs- und Technologiezentrums Westküste
- Kassens H, Tuschling K (2002) Einrichtung einer Kooperativen Fakultät für Angewandte Polar- und Meereswissenschaften an der Staatlichen Universität St. Petersburg. Mitteilungen zur Kieler Polarforschung 18: 19
- Lassen SJ, Jensen KG, Roncaglia L, Kuijpers A, Kunzendorf H, Hoffmann-Wieck G, Konradi P (in press): Late Holocene Atlantic bottom water variability in Igaliku Fjord, South Greenland, reconstructed from foraminifera, The Holocene
- Mikkelsen N, Hoffmann-Wieck G, Sveinbjörndóttir A, (2002): Climate Variability and Disappearance of the Norse from South Greenland; Proceedings of the 4th International POLLICHIA-Symposium 24.-26.06.2001: Perspectives of Modern Polar Research and 175<sup>th</sup> Anniversary of Georg von Neumayer. In: Mitteilungen der Pollichia (Jahrbuch für Natur und Landschaft), Band 88 (Supplement): 77-80, Bad Dürkheim
- Mörz T, Brückmann W, Linke P, Türk M (2002) Hydrate Detection and Stability Determination (HDSD) - a Tool For In Situ Hydrate Destabilization In RV SONNE Cruise Report S0165 OTEGA I - 2002 (eds. Pfannkuche O, Eisenhauer A, Linke P, Utecht C) GEOMAR Report, Band 112: 98-103
- Seibold E, Thiede J (2002) Marine Geowissenschaften. Jahrb Akad Wiss Lit Mainz 52: 175-181
- Shoji H, Hachikubo A, Miyamoto A, Hyakutake K, Abe K, Bohrmann G, Kipfstuhl S (2002) Construction of a pressure cell for visual observations on formation processes of globular gas hydrate. Fourth Int. Conf. Gas Hydrates, Yokohama, Japan: 939-843
- Spiegler D, Eiserhardt KJ (2002) First Evidence of Colonial Bicorniferidae (Bryozoa incertae sedis). In: Guers K (ed.) Northern European Cenozoic Stratigraphy; Proc. 8th Biannual Meeting RCNNS/RCNPS, LANU Flintbek: 7-14
- Spiegler D (2002) Correlation of Marine Miocene Bolboforma Zonation and Uvigerina Zonation in Northern Germany. In Guers K (ed.) Northern European Cenozoic Stratigraphy; Proc. 8th Biannual Meeting RCNNS/RCNPS, LANU Flintbek: 133-141
- Suess E, Bohrmann G, Rickert D, Kuhs W, Torres M, Trehu A, Linke P (2002) Properties and fabric of near-surface hydrates at Hydrate Ridge, Cascadia Margin. Fourth Int. Conf. Gas Hydrates, Yokohama, Japan: 740-744
- Suess E, Bohrmann G (2002) Brennendes Eis: Vorkommen, Dynamik und Umwelteinflüsse von Gashydraten. In: Expedition Erde, Beiträge zum Jahr der Geowissenschaften, (ed. Wefer G), Universität Bremen, 108-116
- Suess E, Linke P (2002) Der Ozean unter dem Meeresboden – Kalte Quellen als Oasen der Tiefsee. In: Expedition Erde, (ed. Wefer G), Universität Bremen, 64-75
- Thiede J, Haas C, Jokat W, Mühe R, Spielhagen R, Snow J (2002) Expedition to the volcanoes of the Arctic seafloor. German research (DFG) 1/2002: 4-9
- Thiede J (2002) Das Alfred-Wegener-Institut am Wissenschaftsstandort Bremerhaven. Jahrbuch Wittheit zu Bremen 2001/2002: 21-28
- Thiede J (2001) Leonard Johnson and his impact on research in the polar regions. Mit POLLICHIA 88 (Suppl): 23-28
- Trehu AM, Bangs NL, Arsenault MA, Bohrmann G, Goldfinger C, Johnson JE, Nakamura Y, Torres ME (2002) Complex subsurface plumbing beneath southern Hydrate Ridge, Oregon continental margin, from high-resolution 3-D seismic reflection and OBS Data. Fourth Int. Conf. Gas Hydrates, Yokohama, Japan: 90-96
- Weiß M, Hansteen TH, Lechtenberg F (2002) Shallow level magma chamber evolution prior to the 1999 Cerro Negro eruption, Nicaragua: SYXRF analyses of melt inclusions. Hasylab Jahresbericht 2002:927-928.





## 7.2 Abgeschlossene Habilitationen, Dissertationen und Diplomarbeiten Completed habilitations, doctoral and Master theses

### Habilitationen Habitations

Freundt, Armin  
*Transport- und Ablagerungsmechanismen pyroklastischer Dichteströme*  
*Transport and emplacement processes of pyroclastic density currents*

Hör, Oliver  
*Entwicklung einer ausfallsicheren Funkkommunikation zur Übertragung und Visualisierung von Mess- und Bilddaten eines Vulkanwarnsystems*  
*Development of a reliable radio communication for transmission of radar as well as video data of a volcano observation system*

### Dissertationen Doctoral theses

Bollwerk, Sandra  
*Baryt-Präzipitate an kalten Fluidquellen*  
*Baryte precipitates associated with cold vents*

Duggen, Svend  
*Spatial and temporal geochemical evolution of igneous rocks in the Alborán Region (westernmost Mediterranean): Implications for the origin of Mediterranean-style back-arc basins and the Messinian Salinity Crisis*  
*Räumliche und zeitliche geochemische Entwicklung der magmatischen Gesteine in der Alborán Region (westlichstes Mittelmeer): Bedeutung für die Entstehung mediterraner Back-Arc Becken und die Ursachen der Messinischen Salinitätskrise*

Flögel, Sascha  
*Modellierung des Paläoklimas und der Paläoozeanologie an der Wende Cenoman/Turon und deren Verifizierung durch geochemische und mikropaläontologische Untersuchungen*  
*GCM-modeling and verification of the paleoclimate and paleoceanology Cenomanian/Turonian boundary through geochemical and micropaleontological investigations*

Heeschen, Katja U.  
*Processes and Fluxes Controlling Methane in Different Marine Settings: Continental Margins of Cascadia and Costa Rica and the Weddell Basin*  
*Prozesse und Flüsse von Methan in verschiedenen Regionen des Ozeans: an den Kontinentalrändern vor Cascadia und Costa Rica sowie im Weddellmeer*

Haris, Abt  
*Seismische AVO-Analysen der akkretierten Sedimente in der Cascadia-Subduktionszone*  
*Seismic AVO analysis of accreted sediments at the Cascadia subduction zone*

Kaiser, André  
*Ozeanographie, Produktivität und Meereisverbreitung um die See von Ochotsk während der letzten ca. 300.000 Jahre*  
*Oceanography, productivity and sea-ice distribution in the Sea of Okhotsk during the last 300,000 years*

Kandiano, Evgenia  
*Die Dynamik der Meeresoberfläche im polaren und subpolaren Nordatlantik während der letzten 500.000 Jahre*  
*Dynamics of the Ocean Surface in the Polar and Subpolar North Atlantic over the last 500,000 years*

Karpen, Volker  
*Fluidentwässerung an verschiedenen Seepsystemen: Verteilung, Flussrate und Einfluss auf die Partikelresuspension*  
*Fluid discharge at different seep environments: distribution, flow rate, and influence on particle resuspension*

Pfeiffer, Miriam  
*Räumliche und zeitliche Veränderungen in der hydrologischen Balance anhand von Befunden in Porites-Korallen aus dem westlichen und zentralen Indischen Ozean*  
*Spatial and temporal variations in the hydrological balance recorded in Porites corals from the western and central Indian Ocean*

Purkl, Stefan  
*Entwicklung und Anwendung neuer analytischer Methoden zur schnellen Bestimmung von kurzlebigen Radiumisotopen und Radon im grundwasserbeeinflussten Milieu der Ostsee*  
*Development and application of new analytical methods for the rapid determination of short-living radium isotopes and radon in a groundwater affected environment of the Baltic Sea*

Teichert, Barbara M. A.  
*Authigenic carbonates from cold seep environments at the Cascadia accretionary prism, Oregon: Archives of fluid venting*  
*Authigene Karbonate aus der Umgebung von kalten Fluid- und Gas-Quellen am Cascadia Akkretionskeil, Oregon: Archive für Fluid-Austritte*



Trummer, Irmgard

*Auswertung und Interpretation von Scherwellen, aufgenommen auf einem seismischen Weitwinkelprofil, Malpelo Rücken, östliches Panama-Becken*  
*S-wave processing and interpretation of wide-angle seismic refraction data, Malpelo Ridge, Eastern Panama Basin*

Walter, Thomas

*Instabilität von Vulkanflanken - Analyse der Kollapsmechanismen am Beispiel der Kanarischen Inseln*  
*Structural collapse: The sources and effects of volcano flank instability, a case study from the Canary Islands*

Wegner, Carolyn

*Variabilität im Land-Schelf-System der Arktis - Sedimenttransport auf dem Laptev-See-Schelf (Sibirische Arktis)*  
*Variability of the land-ocean system in the Arctic - sediment transport on the Laptev Sea shelf (Siberian Arctic)*

Wolf, Anja

*Zeitliche Variationen im peruanischen Küstenauftrieb seit dem letzten glazialen Maximum - Steuerung durch globale Klimadynamik*  
*Temporal variations in coastal upwelling off Peru since the Last glacial Maximum - controlled by global climate dynamics*

Kozdon, Reinhard (Laborarbeit)

*Kurzfristige Änderungen im Sedimentationsgeschehen des westlichen Ochotskischen Meeres während des Holozäns - Implikationen für den NE-sibirischen Raum*  
*Short-term changes in the depositional environment of the western Sea of Okhotsk during the Holocene - Implications for NE-Siberia*

Kozdon, Reinhard

*Das Grímsnes-Vulkanfeld in Suðurland, Südisland*  
*The Grímsnes-lava field in Suðurland, Südisland*

## Diplomarbeiten Master theses

Bauch, Thorsten (Laborarbeit)

*Sedimentationszyklen am Hang einer pliozänen Karbonatplattform (Site 1006, ODP Leg 166, Bahama Transect)*  
*Sedimentation cycles and the Pleistocene carbonate slope (Site 1006, ODP Leg 166, Bahama Transect)*

Bauch, Thorsten (Kartierarbeit)

*Sequenzstratigraphischer Aufbau der Karbonat Mud Mounds der Caliza Masiva und St. Emiliano Formation im Bereich Villamanin (Kantabrisches Gebirge, NW Spanien)*  
*High resolution sequence stratigraphic analysis of Carbonate Mud Mounds (Caliza Masiva and St. Emiliano Fm., Cantabrian Mountains, NW Spain)*

Collatz, Claudia

*Der Einfluss von magmatischer Entgasung auf die Konvektion in Magmakammern*  
*The influence of magmatic degassing on convection in magma chambers*

Hanenkamp, Elke

*Lithologie, Sedimentologie und Entstehung von Schuttstromablagerungen*  
*Lithology, sedimentology and the origin of debris flow and deposits*



## 7.3 Laufende Habilitationen, Dissertationen und Diplomarbeiten Habilitations, doctoral and Master theses in progress

### Habilitationen Habilitations

Brückmann, Warner

*Sedimentphysikalische und sedimentologische Kontrolle der Entwicklung mikro- und mesoskaliger Deformationsstrukturen in rezenten Akkretionssystemen*  
*Development of micro- to mesoscale deformation structures in active accretionary prisms: sediment mass physical property and sedimentological control*

Nürnberg, Dirk

*Die Anwendbarkeit von Mg/Ca und Sr/Ca in planktischen Foraminiferen als Proxies in der Paläozeanographie*  
*Constraints on using Mg/Ca and Sr/Ca of planktonic foraminifera as proxies in paleoceanography*

Reijmer, John JG

*Sedimentationszyklen in Karbonatplattformsystemen der niedrigen Breiten*  
*Sedimentation cycles in low latitude carbonate platform systems*

Straub, Susanne

*Elementrecycling in Subduktionszonen*  
*The recycling of elements in volcanic arcs*

### Dissertationen Doctoral theses

Bartdorff, Oliver

*Geochemische Evolution von Ozeanen und Atmosphäre im Phanerozoikum*  
*Geochemical evolution of oceans and atmosphere in the Phanerozoic*

Berhorst, Arnim

*Seismische Reflexions- und Refraktionsmessungen am aktiven Kontinentalhang von Nicaragua*  
*A seismic reflection and refraction survey of the active Nicaraguan margin*

Brughmans, Natasja

*Spätquartäre paläozeanographische und paläoklimatische Rekonstruktionen in der südwestlichen Tasman See - Paläoproduktivität, Paläooberflächentemperatur und Terrigenfluss mittels geochemischer Proxydaten (SPATS)*  
*Paleoceanographic and paleoclimatic evolution in the southwestern Tasman Sea during the Pleistocene to Quaternary - Implications for paleoproductivity, paleo-sea surface temperature, and terrigenous flux from geochemical proxy data*

Fekete, Noemi

*Seismische Untersuchungen von Schlammvulkanen an dem Costa Rica - Nicaragua Kontinentalrand*  
*Seismic investigation of mud volcanoes of the continental margin off Costa Rica - Nicaragua*

Frische, Matthias

*Spurengase in Fumarolen von Subduktionszonen-Vulkanen in Nicaragua*  
*Trace Gases in Fumaroles from Subduction Zone Volcanoes in Nicaragua*

Garofalo, Kristin

*Zusammensetzung der Fumarolen-Fluide von Subduktionszonen-Vulkanen in Nicaragua*  
*Composition of fumarolic fluids from subduction zone volcanoes in Nicaragua*

Gaw, Viola

*Das Porcupine-Becken als natürliches Labor zur Untersuchung der Symmetrie und zeitlichen Entwicklung der Extensionstektonik bis hin zum kontinentalen Aufbrechen: Abbildung und Analyse reflexionsseismischer Daten*  
*The Porcupine Basin as natural laboratory for analysis of symmetry and temporal development of extensional tectonics up to continental breakup: Imaging and analysis of MCS Data*

Jacobsen, Olaf

*Holozäner Landschaftswandel im Oldenburger Graben vor dem Hintergrund postglazialen Meeresspiegelanstiegs und anthropogener Einflüsse*  
*Holocene landscape-changes in the Oldenburger Graben against the background of postglacial sea-level rise and anthropogenic impact*

Johansen, Tor Silvald

*Zeitskalen der Schmelzentwicklungsprozesse unter der Cumbre Vieja Riftzone auf La Palma (Kanarische Inseln) anhand von U-Serien Ungleichgewichten*  
*Scaling of melt evolution processes under the Cumbre Vieja rift zone at La Palma (Canary Islands) with U-series disequilibria*

Krabbenhöft, Anne

*Die Struktur der Subduktionszone vor Peru*  
*Structure of the Peruvian continental margin from wide angle seismic data*



Krolikowska, Sylwia

*Niedrig-Temperatur Alteration in 14-28 Ma alter ozeanischer Kruste an der Australisch-Antarktischen Diskordanz (ODP Leg 187)*

*Low temperature alteration in 14-28 Ma oceanic crust of the Australian Antarctic Discordance (Ocean Drilling Program, Leg 187)*

Kübler, Bettina

*Wachstumsraten und Paläotemperaturproxies in Korallenskeletten und Schwammenskeletten*

*Growth rates and paleotemperature proxies in coral skeletons and sponge skeletons*

Lembke, Lester

*Die holozäne bis spätleistozäne Veränderlichkeit von Klima und Ozeanographie im Ochotskischen Meer*

*Holocene to late Pleistocene variability of climate and oceanography in the Okhotsk Sea*

Leythäuser, Thomas

*Strukturelle Untersuchung des Kontinentalrandes westlich von Iberien mit Hilfe von Steil- und Weitwinkelreflexionsdaten*

*Investigation of the structure of the West Iberian margin using near-vertical and wide-angle reflection data*

Lissina, Britta

*Die magmatische Entwicklung Panamás*

*The magmatic evolution of Panamá*

Lohmann, Frank

*Eingrenzen von Entrainmentprozessen im Erdmantel mittels analoger Laborexperimente und numerischer Simulationsrechnungen*

*Constraining mantle entrainment processing through laboratory analogue and numerical modelling*

Mau, Susann

*Methane fluxes and turnover from active fluid-expelling structures along the Costa Rican and Nicaraguan continental margins (SFB 574, B3)*

*Methan Ausstoß und Umsetzung an aktiven Fluidaustrittsstrukturen entlang des Kontinentalrandes von Costa Rica und Nicaragua (SFB 574, B3)*

Meemken, Hans-Jörg

*Dynamik des postglazialen Ökosystems südwestliche Ostsee: Untersuchung der Wechselwirkung zwischen Umwelt- und Biosphäre anhand organisch-wandiger Mikrofossilien*

*Dynamics of the postglacial Baltic Sea ecosystem: investigation of environment and biosphere with organic-walled microfossils*

Nichols, Holly

*Geochemische Variationen quer zum Mittelamerikanischen Vulkanbogen: Ein Vergleich der Sr-Nd-Pb Isotopie und Spurenelemente von Eintrag und Ausstoß der Subduktionszone*

*Across arc geochemical variations in the Central American Volcanic Arc: a Sr-Nd-Pb isotope and trace element comparison of input and output in the subduction zone*

Papenberg, Cord

*Seismische Untersuchungen von gashydratspeichernden Sedimenten am südlichen Hydratrücken, Cascadia Kontinentalrand*

*Seismic studies of gas hydrate bearing sediments at southern Hydrate Ridge, Cascadia Continental Margin*

Park, Cornelia

*Umweltaspekte der Laacher See Eruption*

*Environmental impact of the late Pleistocene Laacher See volcano eruption*

Petersen, Jörg

*Seismic quantification of gas hydrates at northern Hydrate Ridge, Cascadia Continental Margin*

*Seismische Quantifizierung von Gashydraten am nördlichen Hydratrücken, Cascadia Kontinentalrand*

Planert, Lars

*Geophysikalische Untersuchungen zur Rückensegmentierung am Mittelatlantischen Rücken bei 5° Süd*

*Geophysical experiments to investigate ridge segmentation at the Mid-Atlantic Ridge near 5° South*

Regenberg Marcus

*Rasche Klimawechsel im westlichen tropischen Atlantik*

*Rapid climate changes in the western tropical Atlantic*

Rehm, Stefan

*Die miozänen Karbonate in Zeit und Raum on- und offshore SW Palawan, Philippinen*

*The Miocene Carbonates in time and space on- and offshore SW Palawan, Philippines*

Reuning, Lars

*Früh-pliozäner Beginn der Sedimentproduktion auf den Karbonatplattformen der Bahamas und des Queensland Plateaus*

*Early Pliocene start of sediment production on carbonate platform margins (Bahamas and Queensland Plateau)*

Roth, Sven

*Die Überlieferung hochfrequenter Klimasignale in holozänen Hangsedimenten der westlichen Großen Bahama Bank*

*Holocene high-frequency climate records on the leeward slope of Great Bahama Bank*

Rüggeberg, Andres

*Bildungsbedingungen der neogenen Carbonate Mounds (Porcupine Becken)*

*Formation and environmental controls of Neogene carbonate mounds (Porcupine Seabight)*

Rüpke, Lars

*Untersuchungen der Dynamik des Erdmantels*

*Studies of mantle dynamics*



Schnabel, Michael

*Physical properties of the Costa-Rican plate boundary obtained from seismic studies*  
*Die physikalischen Eigenschaften der Costa-Ricanischen Plattengrenze aus seismischen Messungen*

Steph, Silke

*Auswirkung der Hebung Panamas auf die Isotopensignaturen der oberflächennahen Wassermassen in der Karibik und dem angrenzenden E-Pazifik, 4-7.5 Ma.*  
*Effect of Panama uplift on changes stable isotope signatures in surface water masses in the Caribbean Sea and the adjacent E-Pacific, 4-7.5 Ma.*

Sturm, Arne

*Paläo-Ozeanologie und Karbonatlösung im australischen Sektor des Südpolarmeeres während der letzten 500 ka.*  
*Paleoceanology and carbonate dissolution in the Australian sector of the Southern Ocean during the last 500 ka.*

Thierer, Peter

*Subduktionsprozesse seewärts Chile: Seismologische Untersuchungen des zentralen chilenischen Kontinentalrandes*  
*Subduction processes off Chile: Seismological investigations on the central Chilean continental margin*

Urbanski, Nico-Alexander

*Fragmentierung von Magma bei plinianischen Eruptionen*  
*Fragmentation of magma during Plinian eruptions*

Vespermann, Dirk

*Hydrovulkanische Entwicklung von küstennahen, pleistozänen Tuffringen und Tuffkegeln auf Lanzarote, Kanarische Inseln*  
*Hydrovolcanic evolution of nearshore, Pleistocene tuffrings and tuffcones on Lanzarote, Canary Island*

Wehrmann, Heidi

*Entgasungsdynamik explosiver Vulkane in Nicaragua*  
*Degassing dynamics of explosive volcanoes in Nicaragua*

Yuda, Sri Yudawati

*El Niño Variabilität in Korallen aus Tahiti*  
*El Niño variability deduced from corals of Tahiti*

## Diplomarbeiten

### Master theses

Arndt, Sven

*Entstehung von basaltischen Lapilli*  
*Formation of basaltic lapilli*

Bode, Ingolf

*Charakterisierung der Eigenschaften eines Vulkan radar Doppler Observationssystems*  
*Characterization of a volcano Doppler radar observation system*

Kneib, Tim (Kartierung)

*Geologie des Piz Mezzaun, Oberengadin, Schweiz*  
*Geology of the Piz Mezzaun, Oberengadin, Switzerland*

Kokfelt, Ulla

*Rekonstruktion der spätglazialen und holozänen Klimaentwicklung in der ostsibirischen Region anhand von Untersuchungen an Pollen, Sporen und Grünalgen an einem Sedimentkern aus dem Ochotskischen Meer*  
*Late glacial and Holocene marine pollen/spore and green algae records from the Sea of Okhotsk: Implications for terrestrial climate development and Amur River run-off*

Müller, Stefan (Laborarbeit)

*Variabilität von Umweltbedingungen und Ozeanographie im Ochotskischen Meer während der letzten 900.000 Jahre*  
*Environmental and oceanographic changes in the Sea of Okhotsk during the past 900,000 years*

Ryba, Astrid

*Der quartäre Ignimbrit Arico auf Teneriffa I*  
*The Quaternary ignimbrite Arico on Tenerife I*

Schneider v. Deimling, Jens

*Der quartäre Ignimbrit Arico auf Teneriffa II*  
*The Quaternary ignimbrite Arico on Tenerife II*

Spruch, Andrea (Kartierung)

*Geologie des Piz Gualduna, Oberengadin, Schweiz*  
*Geology of the Piz Mezzaun, Oberengadin, Switzerland*

Suiting, Ines

*Strukturelle, vulkanische und kompositionelle Evolution des Costa Giardini Diatremes (Monti Iblei, Sizilien)*  
*Structural, volcanic and compositional evolution of the Costa Giardini diatreme (Monti Iblei, Sicily)*

Weiss, Michael

*Magmakammerprozesse und eruptive Entgasung am Cerro Negro Vulkan, Nicaragua - Rahmenbedingungen von den Eruptionen 1995 und 1999*  
*Magma chamber processes and eruptive degassing at Cerro Negro volcano, Nicaragua - constraints from the 1995 and 1999 eruptions*

Wellmann, Anna

*Geologie des Dolomit von Scharl, Oberengadin, Schweiz*  
*Geology of the Dolomit von Scharl, Oberengadin, Switzerland*

Westphal, Lars

*Der quartäre Ignimbrit Arico auf Teneriffa III*  
*The Quaternary ignimbrite Arico on Tenerife III*

Zernack, Anke

*Stratigraphie und Ursprung von feinkörnigen Tufflagen (Hauptbritzbank) der plinianischen Laacher See-Eruption*  
*Stratigraphy and origin of fine-grained tuff layers (Hauptbritzbank) of the Plinian Laacher See eruption*



## 7.4 Teilnahme an wissenschaftlichen Kongressen: Vorträge und Poster Participation in scientific congresses: Lectures and posters

### **Aberdeen/UK: Benthic Dynamics Conference, March 24 - 30**

Linke P, Pfannkuche O: Vortrag: Video-guided deployment of benthic observations

### **Ascona, Switzerland: Coccolithophores - from molecular processes to global impact, February 10 - 15**

Hay WW: Vortrag: Coccolith fluxes during the Mesozoic and Cenozoic

### **Baku/Azerbaijan: 7th Int. Conference on Gas in Marine Sediments, October 7 - 12**

Abegg F: Vortrag: Structure and distribution of gas hydrates in marine sediments

Bohrmann G: Vortrag: Mud volcanoes and gas hydrates in the Black Sea - Initial results from METEOR cruise MARGASCH M52/1

Bohrmann G, Tréhu A, and ODP Leg 204 shipboard scientific party: Vortrag: Drilling gas hydrate on Hydrate Ridge, Cascadia Continental Margin

Matveeva T, Wallmann K, Biebow N and Soloviev V: Poster: Gas hydrates of the Okhotsk Sea: Field results from the KOMEX-2002 cruise

### **Barcelona, Spain: 2nd JEODI Meeting, January 7**

Thiede J: Vortrag: Arctic Drilling Vessel Initiative

### **Berlin: "system erde" - Erlebnistage Geowissenschaften, Europa-Center, 16. - 20. Januar**

Thiede J: Vortrag: Eiskalte Entdeckungen - Die Pole unserer Erde

### **Berlin: "Faszination Wissenschaft" Konrad-Adenauer-Stiftung, 12. Juni**

Thiede J: Vortrag: Meere: Wasserreservoir und Lebensraum - Perspektiven der Meeresforschung

### **Biloxi, USA: Oceans 2002, October 2002**

Greinert J: Lecture: Side-scan sonar investigations and hydroacoustic 'bubble' quantification in an area of surface-near gas hydrate occurrences: Recent studies from hydrate ridge, offshore Oregon

### **Busdorf (S.-H.): Schiffahrtsarchäologisches Kolloquium, Verein für Busdorfer Geschichte, 29. Mai**

Hoffmann-Wieck G: Vortrag: Geoarchäologische Untersuchungen im Gebiet der Schlei

### **Cambridge, United Kingdom: International Society for Reef Studies, European Meeting, September 4 - 7**

Zinke J, Dullo W-Chr, Eisenhauer A: Vortrag: Little Ice Age sea surface temperature variability recorded in a Madagascar coral record

### **Celle: Frühjahrstagung der Deutschen Wissenschaftlichen Gesellschaft für Erdöl, Erdgas und Kohle e.V., 22. - 23. April**

Thiede J: Vortrag: AMORE im Eis des Nordpolarmeeres

### **Darmstadt - Frankfurt: Sediment 2002, 29. - 31. Mai**

Rüggeberg A, Dorschel B, Dullo W-Chr: Vortrag: Paläozeanographie eines Kaltwasser-Karbonat-Hügels westlich von Irland

Müller A, Reijmer JJG, Roth S: Vortrag: Die Kleine Eiszeit an der Großen Bahama Bank

Reuning L, Bauch T, Reijmer JJG, Betzler C: Vortrag: Semi-precession cycles at the slope of the Early Pliocene Great Bahama Bank

Roth S, Reijmer JJG: Vortrag: Die Sonne und das Sediment

Scheibner C, Speijer RP, Marzouk AM, Monechi S, Reijmer JJG, Kuss J: Vortrag: Paleoecology and integrated stratigraphy of the Paleocene-Eocene transition in a carbonate platform-to-basin transect (Galala Mountains, Egypt)

### **Davos, Schweiz: Goldschmidt Konferenz 2002, 18.-23. August**

Böhm F, Eisenhauer A, Gussone N, Heuser A, Haase-Schramm A, Dietzel M, Reitner J, Vacelet J: Vortrag: Fractionation of  $^{44}\text{Ca}/^{40}\text{Ca}$  between aragonite and calcite

Dietzel M, Gussone N and Eisenhauer A: Vortrag: Precipitation of aragonite by membrane diffusion of gaseous  $\text{CO}_2$  and the coprecipitation of  $\text{Sr}^{2+}$  and  $\text{Ba}^{2+}$  ( $10^\circ$  to  $50^\circ\text{C}$ )



Eisenhauer A, Gussone N, Dietzel M, Heuser A, Bock B, Böhm F, Spero H J, Lea D W, Bijma J, Zeebe R and Nägler T F: Vortrag: Kinetic effects on calcium isotope ( $\delta^{44}\text{Ca}$ ) fractionation in calcium carbonate

Gussone N, Eisenhauer A, Haug G, Tiedemann R, Müller A, Heuser A, Bock B and Nägler T F: Vortrag:  $\delta^{44}\text{Ca}$ ,  $\delta^{18}\text{O}$  and Mg/Ca ratios reveal sea surface temperature (SST) and sea surface salinity (SSS) Variations during the emergence of the Central American Isthmus

Hippler D, Gussone N, Darling K, Eisenhauer A, Nägler T F: Vortrag: NPS  $\delta^{44}\text{Ca}$  in *N. pachyderma* (left): a new SST-proxy in polar regions

Liebetrau V, Eisenhauer A, Frei R, Bock B, Kronz A, Hansen B T, Baker J, and Leipe T: Vortrag: Pb- and Nd-isotope records of baltic Mn/Fe-precipitates: Evidence for anthropogenic pollution and temporal variation of circum Baltic weathering during the Little Ice Age

Phipps Morgan J: Vortrag: Are the rare gases within MORB contained within melt-inclusion like bubbles that preserve a record for the underlying melting column?

Phipps Morgan J, Morgan WJ: Vortrag: Modelling the joint rare gas, solid isotope, and trace element evolution of a multi-component mantle

Ruepke L, Phipps Morgan J, Hort M: Vortrag: What causes the geochemical diversity of arc lavas

Ruepke L, Phipps Morgan J, Hort M: Vortrag: Does slab serpentinitisation and deserpentinitisation create the primary HIMU mantle component?

### **Dunedin, New Zealand: Ice in the Environment: 16th IAHR International Symposium on Ice, December 2-6**

Dmitrenko I, Hölemann J, Kirillov S, Berezovskaya S, Ivanova D, Eicken H, Kassens H: Vortrag: The impact of sea ice on the periodic shallow water dynamics in the Laptev Sea (Siberian Arctic)

### **Essen: Ressource Wasser: 12. Tag für Wissenschaft und Wirtschaft, 7. Oktober**

Linke P: Methanhydrat – ökonomisches und ökologisches Potenzial am Tiefseeboden

### **Florissant, Colorado, USA: Workshop on Cretaceous Climate and Ocean Dynamics, July 14 - 18**

Hay WW: Vortrag: Speculations on circulation of the Cretaceous ocean

Flögel S, Hay WW, DeConto RM, Söding E: Vortrag: On the impact of Milankovitch forcing on the sedimentary record of the Western Interior Seaway

### **Groningen, The Netherlands: 21st Meeting of Arctic Ocean Sciences Board (AOSB XXI), April 21 - 23**

Kassens H: Vortrag: Pan-Arctic shelf basin interactions: Laptev Sea System

### **Halle (Saale): Leopoldina Symposium, "Klimawechsel vor dem Einfluss des Menschen", 25. - 27. Oktober**

Hay WW: Vortrag: The development of climate during the Mesozoic and Cenozoic, and increasing complexity of climate change: New developments during the last ten years

Haug GH, Tiedemann R, Schulz M: Vortrag: What caused the onset of major northern hemisphere glaciation 3 million years ago?

Thiede J, QUEEN Teams: Vortrag: Der nordhemisphärische Eisschild im Letzten Glazialen Maximum

Dullo W-Chr, Böhm F: Vortrag: Spätholozäne Klimatrends nach Wachstumsringen in Korallen und Schwämmen

### **Hamburg: 80. Jahrestagung der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft, 8.-12. September**

Abratis M, Hansteen Th, Klügel A, Schmincke, H-U: Vortrag: Overlapping shield- and post-shield volcanic activity in the submarine sections of La Palma and El Hierro, Canary Islands

Hauff F, Werner R, Christie D M, Hoernle K: Vortrag: Morphological and Sr-Nd-Pb isotopic variations along the Cocos-Nazca Spreading Center (CNS) from 85°W to 92.5°W

Klügel A, Hansteen TH: Poster: Widespread magma intrusion beneath the active La Palma rift zone (Canary Islands)

Kokfelt T F, Hoernle K, Hauff F: Vortrag: Mapping out the Iceland plume head using ( $^{230}\text{Th}/^{238}\text{U}$ ) disequilibria

Lissinna B, Hoernle K, van den Bogaard P: Poster: Migration of arc volcanism through time in Panamá: Subduction erosion or shallowing of the subduction angle?

### **Hamburg: 11th International Conference on Physics of Estuaries and Coastal Seas PESC, 17. - 20. September**

Bauch D, Harms I, Erlenkeuser H, Hübner U: Vortrag: The use of Vortrag  $\delta^{18}\text{O}$  as a tracer for river water in Arctic Shelf Seas

### **Hannover: 62. Jahrestagung der Deutschen Geophysikalische Gesellschaft (DGG), 03. -08. März**

Berhorst A, Flueh ER, McIntosh KD, Ranero CR, Ahmed I, Silver EA, Strauch W: Poster: The crustal structure of the Convergent Nicaraguan margin from a combined reflection and refraction study



Breitzke M, Bialas J, INGGAS Working Group: Poster: Development of a Multichannel Digital Deep Tow Seismic Streamer System

Flueh E, Bialas J, Walther C, Fekete N, Thierer PO, Charvis P, Collot JY, Sallares V: Poster: SO159 – Salieri: Krustenstruktur des Carnegie-Rückens und des ecuadorianischen Kontinentalrandes

Haris A, Klaeschen D, Flueh E: Poster: Amplitude-preserving migration using seismogram operators

Hort M, Seyfried R: Vortrag: Dopplerradarmessungen im Dombereich des Vulkan Merapi, Indonesien

Papenberg C, Petersen J, Klaeschen D, Flueh E: Poster: Multisystem acquisition of a BSR signature on hydrate ridge off the Oregon continental margin

Petersen J, Papenberg C, Klaeschen D, Flueh E: Poster: Gas hydrate occurrence at hydrate ridge off the Oregon continental margin – A well-log calibrated Ocean Bottom Seismometer (OBS) study

Schindwein V, Boennemann C, Reichert C, Grevenmeyer I, Flueh E: Poster: Three-dimensional seismic refraction tomography of the crustal structure at the ION site on the Ninetyeast Ridge, Indian Ocean

Ruepke L, Phipps Morgan J, Hort M: Vortrag: Was verursacht die geochemischen Variationen an konvergenter Plattengrenzen? Ein dynamisches Modell

Weinreb W, Klauke I, Bohrmann G: Vortrag: DTS-1: Ein tiefgeschlepptes Side-Scan-Sonar System für hochauflösende Kartierungen des Meeresbodens. Erfahrungen vom ersten Einsatz während der Fahrt M52/1 mit FS METEOR im Schwarzen Meer

#### **Hannover: 5. Wissenschaftliches Kolloquium zum Schwerpunktprogramm „Bildung, Transport und Differentiation von Silikatschmelzen“, 10. bis 11. Oktober**

Johansen T S, Hauff F, Hoernle K, Kokfelt T F: Vortrag: First results of field work and geochemical investigations of the Cumbre Vieja rift zone, La Palma (Canary Islands)

Kokfelt T F, Hoernle K, Hauff F, Werner R: Vortrag: What's going on beneath Iceland: Geochemistry of Neo-volcanic rocks

Van den Bogaard C, Hoernle K: Vortrag: Die Bedeutung der sizilianischen Schmelzen in der Krustenbildung Islands

#### **Helgoland: 4. Interdisziplinäre Dinoflagellaten-Tagung, 19. - 21. September**

Brenner W: Poster: Organisch-wandige Mikrofossilien – Indikatoren für Veränderungen im Ökosystem Ostsee

#### **Honolulu, USA: AGU Ocean Sciences Meeting 2002, February 11 - 15**

Hensen C, Pfeifer K, Schulz H D, Schwenk T, Zabel M, Boetius A: Vortrag: Non-steady state diagenesis in Argentine Basin sediments: reconstruction of sedimentary events by numerical modeling of pore water and solid phase geochemical data

Seiter K, Zabel M, Hensen C: Vortrag: Regionalization and quantification of benthic silicate fluxes along the continental margin off West-Africa and Chile

Wegner C, Hölemann JA, Dmitrenko I, Kirillov S, Kassens H: Poster: Sediment transport on arctic shelves - evidence from one-year monitoring in the Laptev Sea (Siberian Arctic)

#### **Houston, USA: American Association of Petroleum Geologists 2002 Annual Meeting, March 10 - 13**

Rehm SK, Horn D, Camoin GF, Lapointe P, Dullo W-Chr: Poster: Miocene carbonate platform development in the Philippines: Comparison of offshore data and new outcrops in SW Palawan.

Reijmer J J G, Zinke J, Thomassin BA: Vortrag: Mixed terrigenous-carbonate lagoonal infill during the Holocene transgression (Mayotte, Comoro Archipelago, SW Indian Ocean)

Rendle RH, Reijmer J J G: Poster: Quaternary slope development of the western, leeward margin of Great Bahama Bank

Roth S, Reijmer J J G, Müller A, Pfeiffer M: Poster: High-resolution sedimentologic variations in a holocene sedimentary wedge (leeward margin, Great Bahama Bank)

#### **Kaliningrad, Russia: BALTICA 7, April 21 – 27**

Brenner W: Vortrag: Organic walled microfossils from the Baltic Sea, indicators of environmental change

#### **Kassel: 7. Kasseler Symposium Energie-Systemtechnik 2002, 14.-15. November**

Suess E: Vortrag: 10.000 Milliarden Tonnen Methan – Energie aus der Tiefsee?

#### **Kiel: Statusseminar Gas Hydrates in the Geosystem, GEOMAR, 6.-7. Mai**

Abegg F, Freitag J, Bohrmann G, Kipfstuhl S, Brückmann, W: Vortrag: Structures of gas hydrates (OMEGA)

Abegg F: Poster: Structures of gas hydrates

Bohrmann G and METEOR 52/1 cruise participants: Poster: Mud volcanoes and gas hydrates in the Black Sea – an important linkage to the methane cycle





Bohrmann G, Suess E, Kuhs WF, Rickert D, Gunkel T, Techmer K, Heinrich T, Abegg F, Linke P, Wallmann K: Poster: Properties of sea floor methane hydrates at Hydrate Ridge, Cascadia Margin

Breitzke M, Bialas J, INGGAS Working Group: Vortrag: A deep-towed digital multichannel seismic streamer for very high resolution studies of marine subsurface structures - system development and first results of RV Sonne cruise SO162 (INGGAS Test).

Brückmann W, Linke P, Mörz T, Türk M, Poser M: Vortrag: In-situ characterization of gas hydrates

Mörz T, Brückmann W, Linke P, Türk M, Poser M: Vortrag: HDSD - Hydrate detection and stability determination - A tool for in-situ gas hydrate destabilisation

Reston TJ, Gajewski, D, Huebscher C, Flueh ER, Bialas, J, Villinger H, Theilen, F and the INGGAS Working Group: Vortrag: An introduction to INGGAS: INTeGrated Geophysical characterisation and quantification of GAS hydrates.

### **Kiel: Conference on Climate Drivers of the North, 8. - 11. Mai**

Abelmann A, Matul A, Nimmergut A, Nürnberg D, Tiedemann R: Vortrag: Radiolarians in the Sea of Okhotsk - tracers for past hydrographic and biological conditions

Abramova E, Ivanova D, Tuschling K, Dmitrenko I, Hölemann J, Akhmetshina I, Wegner C: Diel vertical migrations of mesozooplankton in the Laptev Sea inferred from acoustic backscatter signal: long- and short-term variations

Artyomova AV, Gorbarenko SA, Leskov VY, Psheneva OY, Zhuravlenko OA, Biebow N, Tiedemann R: Poster: Late Pleistocene and Holocene paleoceanography of the Okhotsk Sea based on diatom, geochemical and lithological data

Bauch HA, Kassens H, Müller-Lupp T, Polyakova YI, Drachev S, Meyer H, Niessen F: Vortrag: Evidence from the Laptev Sea shelf for the transformation of a late glacial permafrost landscape into a marine depositional environment

Bauch D, Erlenkeuser H, Winckler G, Pavlova G, Thiede J: Vortrag: The polar planktic foraminifera *Neogloboquadrina pachyderma* (sinistral) in the Okhotsk Sea: carbon isotopes, habitat and the "Carbonate Ion Effect" under natural conditions

Biebow N, Obzhairov A, Winckler G, Sosnin V, Salyuk A, Suess E: Poster: Seasonal variability of methane degassing at the sea floor and methane input into the atmosphere - Results from the joint Russian-German project KOMEX

Bollwerk SM, Greinert J, Wallmann K, Bohrmann G, Eisenhauer A, Suess E: Poster: Pore water chemistry of vent fluids associated to massive barite deposits in the Derugin Basin, Sea of Okhotsk

Dmitrenko IA, Hölemann JA, Berezovskaya SL, Kirillov SA, Eicken H, Kassens H: Vortrag: The drivers of Siberian arctic shallow seas hydrography within the scale of seasonal and interannual variability

Gorbarenko S, Leskov V, Gvozdeva IG, Bosin A, Biebow N, Tiedemann R, Nürnberg D: Vortrag: High-frequency surface environmental and sedimentary changes in the Okhotsk Sea during the Late Pleistocene: geochemical, paleontological and lithological evidence

Greinert J, Bollwerk SM, Derkachev A, Bohrmann G, Suess E: Vortrag: Massive barite deposits and carbonate mineralization in the Derugin Basin, Sea of Okhotsk: Precipitation process at cold vent sites

Hölemann JA, Wegner C, Dmitrenko I, Kirillov S: Poster: Transport dynamics on the Laptev Sea shelf: timing of seasonal processes as a control for interannual variability

Kaiser A, Nürnberg D, Tiedemann R: Poster: Glaciation history in NE Siberia - Implications from IRD and stable oxygen isotope records

Kandiano E, Bauch H, Müller A, Helmke J: Poster: North Atlantic sea surface temperature variability during the last two glacial-interglacial cycles

Kassens H, Hölemann JA, Pryamikov S, Thiede J, Troyan V, Tuschling K: Vortrag: Otto Schmidt Laboratory for polar and marine research

Kobabe S, Wagner D, Schröder H, Damm E, Kassens H, Pfeiffer M: Vortrag: Methane contents in different compartments of the Laptev Sea -preliminary results

Kokfelt U, Tiedemann R, Nürnberg D, Kaiser A, Kozdon R, Biebow N: Poster: Holocene vegetation change and Amur River run-off based on the analysis of pollen, spores and chlorococcalean algae in core LV28-4-4 from the Sea of Okhotsk

Kozdon R, Tiedemann R, Nürnberg D, Kaiser A, Kokfelt U, Biebow N, Röhl U: Poster: A high resolution Holocene geochemical record from the Sea of Okhotsk - Implications for climate change in the Siberian hinterland

Lembke L, Tiedemann R, Nürnberg D, Biebow N, Kaiser A, Kokfelt U, Kozdon R: Poster: Benthic foraminiferal  $\delta^{13}\text{C}$  anomalies in gravity core GE 99-24: evidence for extreme Holocene paleomethane venting off NE Sakhalin?

Leskov VY, Gorbarenko SA, Artemova AV, Biebow N, Tiedemann R, Nürnberg D: Poster: Sea-ice change in the Okhotsk Sea and its paleoceanographical consequences during Last Glaciation-Holocene; evidence from ice rafted debris and diatoms



- Müller-Lupp T, Bauch H, Erlenkeuser H: Vortrag: Modern and past records of shelf hydrography in the Laptev Sea
- Nürnberg D, Kaiser A, Tiedemann R, Biebow N: Vortrag: Paleoceanographic studies in the Sea of Okhotsk - Implications for the glaciation history of NE-Siberia
- Nürnberg D, Tiedemann R, Kaiser A, Kozdon R, Lembke L, Biebow N, Roehl U: Vortrag: Orbital to sub-orbital paleoceanographic and paleoclimatic changes in the Sea of Okhotsk
- Nürnberg D, Tiedemann R: Poster: Long-term environmental evolution in the Sea of Okhotsk - Evidence from a long IMAGES core
- Nürnberg D, Tiedemann R, Kaiser A, Kozdon R, Lembke L, Biebow N, Röhl U: Poster: Orbital to millennial-scale to century-scale paleoceanographic and paleoclimatic changes in the Sea of Okhotsk
- Obzhairov AI, Vereshchagina OF, Shakirov RB, Salyuk AN, Suess E, Biebow N, Lobanov VB: Vortrag: Methane distribution in the water column of the Okhotsk and Japan seas
- Portnyagin M V, Hoernle K, Avdeiko G, Mironov N, Werner G: Vortrag: The role of deep fluids in magma generation in the Kurile-Kamchatka arc: An overview of goals, approaches and recent results of KOMEX Subproject 2
- Psheneva OY, Gorbarenko SA, Artyomova AV, Leskov VY, Matul A, Nürnberg D, Biebow N: Poster: Species and abundance changes of benthic foraminifera in core LV27-2-4 (far NW Okhotsk Sea)
- Salyuk A, Obzhairov A, Li B, Biebow N, Suess E: Vortrag: Hydroacoustic flare imaging and estimation of the methane flux from an active natural methane vent area on the northern Sakhalin slope
- Sosnin V, Tishchenko P, Biebow N: Poster: Diapycnal entrainment of shelf waters into intermediate depths across the Sakhalin continental slope (Sea of Okhotsk)
- Thiede J, Kassens H, Bauch H, Tuschling K, Biebow N, Spielhagen RF, Hölemann JA, Hubberten H.-W: Vortrag: Ten years of Russian German cooperation in geosciences
- Tiedemann R, Nürnberg D, Kozdon R, Lembke L, Kaiser A, Kokfeldt U: Vortrag: Holocene multidecadal to centennial climate variability in the Sea of Okhotsk
- Spielhagen RF, Nørgaard-Pedersen N, Erlenkeuser H, Vogt C, Weiel D: Vortrag: History of Eurasian ice sheets reflected in Arctic deep-sea sediments
- Wegner C, Hölemann JA, Dmitrenko I, Kirillov S, Niessen F, Kassens H: Vortrag: Seasonal sediment dynamics on the Laptev Sea shelf - Implications for sediment budget calculations
- Wegner C, Hölemann JA, Dmitrenko I, Kirillov S, Klagge T, Mörz T, Kassens H: Poster: Acoustic Doppler Current Profiler - a tool for the determination of sediment transport dynamics on arctic shelves
- Kiel: Jahrestagung 2002 des Arbeitskreises "Geographie der Meere und Küsten", 30. Mai - 6. Juni**  
Hoffmann-Wieck G: Vortrag: Geoarchäologische Untersuchungen im Gebiet der Ostseeförde Schlei
- Kiel: HYDRO 2002: 13<sup>th</sup> International Conference and Exhibition of the Hydrographic Society and the DhyG , 8. - 10. Oktober**  
Hennings I: Vortrag: Radar imaging mechanism of the sea bed in coastal waters and the influence of quasi resonant internal waves
- Weinrebe W, Greinert J: Vortrag: Sounding ocean floor morphology at continental margins to understand geodynamic history
- Kiel: ELAC Multibeam User Conference, October 11**  
Greinert J: Vortrag: The use of hydroacoustic systems for 'bubble research' at gas hydrate-related cold vents: Examples from a recent cruise to Hydrate Ridge
- Kiel: MUC'2002, 11. Oktober**  
Weinrebe W, Greinert J: Vortrag: Major research projects of GEOMAR in 2002-2003
- Kiel: OMEGA/Lotus Statusseminar, 25.-26. November**  
Abegg F: Vortrag: Porengefüge von Gashydraten
- Brückmann W, Mörz T: Vortrag: In situ - Eigenschaften von gashydrathaltigen Sedimenten
- Brückmann W, und Fahrtteilnehmer SO165/2: Vortrag: SO165 Leg 2 - OTEGA I/2
- Köln: DVGW-Jubiläumsveranstaltung, 14. März**  
Suess E: Vortrag: Gashydrat: Eine Verbindung aus Gas und Wasser - Energieträger der Zukunft?
- Köln: GAT-Tagung, 12.-13. November**  
Suess E: Vortrag: Gashydrat: Eine Verbindung aus Gas und Wasser, Energieträger der Zukunft?
- København, Denmark: Dansk Polar Center, March 19, 2002**  
Thiede J: Vortrag: Perspectives of geoscience and deep Arctic research



**London, UK: Oceanology, March 4 - 8**

Greinert J: Vortrag: The need of detailed bathymetric mapping and side scan surveys for the investigation of cold fluid vent sites and associated gas hydrate occurrences: Examples from previous work and an outlook into the future

Linke P: Vortrag: Deployment of deep-diving ROVs for the survey of marine gas hydrate deposits: An example conducted with ROPOS on board the German RV SONNE

**London/UK: Tracts, Plays and Fairways along the Tethyan Margin, March 25 - 27**

Scheibner C, Speijer RP, Marzouk AM, Monechi S, Reijmer JGG, Kuss J: Vortrag: Integrated stratigraphy and paleoecology of the Paleocene-Eocene transition in a carbonate platform-to-basin transect (Galala Mountains, Egypt)

**London/UK: British Micropaleontological Society's Foraminifera Group Spring Meeting, May 3**

Schönfeld J: Vortrag: Benthic foraminifera scaling flux and decomposition of organic material in slope to deep-sea sediments from the northeastern Atlantic

Steph S, Tiedemann R: Poster: Role of Panama uplift on ocean circulation and climate: Did the Caribbean Warm Pool develop during the late Miocene (5.5 Ma)?

**London/UK: Applied Biostratigraphy, Joint Meeting of the American Association of Stratigraphic Palynologists (AASP), the Micropalaeontological Society (BMS) and the North American Micropaleontology Section of SEPM (NAMS), September 11 - 13**

Speijer RP, Scheibner C, Kuss J, Mackensen A, Marzouk AM, Monechi S, Morsi AM, Müller C, Reijmer JGG: Vortrag: Integrated stratigraphy of the Paleocene-Eocene transition in platform to basin sediments in Egypt

**Maasholm: Fortbildungsveranstaltung der Deutschen Gesellschaft für Kartographie, des Deutschen Vereins für Vermessungswesen und des Landesverbands für Diplomingenieure für Vermessungswesen in Schleswig-Holstein, 25. Mai**

Hoffmann-Wieck G: Vortrag: Geoarchäologische Untersuchungen im Gebiet der Schlei

**Mar del Plata, Argentina: International Conference IAPSO/IABO (International Association of the Physical Sciences of the Oceans), October 21 - 26**

Thiede J, Spielhagen RF, Bauch HA, Nørgaard-Pedersen N: Vortrag: Late Cenozoic Arctic Ocean paleoenvironments, extreme habitats in an ice-covered ocean under the variable influence of ice sheets on the surrounding continents

**Martinique: Montagne Pelée 1902 - 2002, May 14**

Schmincke H-U, Sumita M: Vortrag: Ocean Island flank collapse processes and debris

**Menlo Park, USA: JOI/NSF Middle America Workshop, , Dezember 3 - 5**

Brückmann W, Suess E, Wallmann K, Hensen C: Vortrag: Fluid flow characteristics of mounds on the Costa Rica Margin.

**Mombetsu, Japan: 17th International Symposium on Okhotsk Sea and Sea Ice, February 24 - 28**

Biebow N, Tiedemann R, Nuernberg D, Kaiser A, Pedersen U, Gorbarenko S: Vortrag: Environment, stratigraphy and general pattern of sediment deposition in the Sea of Okhotsk - Results of the joint Russian-German project KOMEX

**Moscow/Russia: 3rd Workshop "Siberian River Run-off (SIRRO)", May 12 - 15**

Bauch D, Erlenkeuser H, Harms I, Hübner U, Stanovoy V: Vortrag: Freshwater and brine water in the Kara Sea depicted by stable oxygen isotopes

**München: 5. Bayergas-Symposium, 4.-5. Juli**

Suess E: Vortrag: Methanhydrate: Verbindungen aus Gas und Wasser - Energieträger der Zukunft?

**Nice, France: European Geophysical Society, XXVII. General Assembly, April 21 - 26**

Berhorst A, Flueh ER, McIntosh KD, Ranero CR, Silver EA, Walther CHE, Dolan J, Strauch W: Poster: The crustal structure of the Convergent Nicaraguan margin from a combined reflection and refraction study

Bialas J, Broser A, Zillmer M, and the M52-1 shipboard party: Poster: High resolution wide angle seismics of a mud volcano - Crimea, Black Sea

Breitzke M, Bialas J, INGGAS Working Group: Poster: A deep-towed digital multichannel seismic streamer for very high-resolution studies of marine subsurface structures

Brückmann W, Hunze S, Bucker S: Vortrag: LWD and other special tools in convergent margins drilling - Examples from Nankai, Costa Rica, and Barbados

Brückmann W, Hunze S, ODP Leg 196 Scientific Party: Poster: Logging-while-drilling in the frontal part of the Nankai and Barbados accretionary prisms - physical characteristics of the decollement zone revealed

Brughmans N, Nürnberg D: Poster: Quaternary paleoceanographic and paleoclimatic evolution of the Tasmanian Seaway (SW Pacific, ODP Leg 189)



- Charvis P, Flueh ER, Michaud F, Collot JY, Gailler A, Agudelo W, Bialas J, Anglade A, Berhorst A, Bethoux N, Broser A, Calahorrano A, Fekete N, Gutscher MA, Hello Y, Liersch P, Müller M, Osorio Naranjo JA, Ravaut C, Sallares V, Steffen KP, Thierer PO, Walther C, Yatres B: Poster: Wide-angle seismic data and bathymetric survey of the Carnegie Ridge and Ecuador Margin: The French-German Salieri Cruise
- Dahm T, Braun T, Thorwart M, Flueh ER: Poster: Is local seismicity on the ocean floor of the Thyrrenian Sea related to volcanic activity?
- Dorman L, Sauter A, Deshon H, Schwartz S, Newman A, Protti M, Dixon T, Flueh E: Poster: Seismic attenuation in the subduction zone off Costa Rica
- Dullo W-C: Convener: Session: Study of past climates: Climate variability and forcing during the past millennium
- Flögel S, DeConto RM, Söding, E, Hay WW: Poster: Impact of precession of the equinoxes on the sediment record - Western Interior Seaway of North America
- Gaw V, Reston TJ, Klaeschen D, Ranero CR, Stubenrauch A, Walker I: Poster: The structure of the Porcupine Basin: reprocessing of deep penetration seismic reflection profiles
- Gussone N, Eisenhauer A, Dietzel M, Heuser A, Spero H, Bijma J, Böhm F, Nægler T F: Vortrag: Model for kinetic effects on Ca isotope fractionation in inorganic aragonite and cultured foraminifera (*Orbulina universa* and *globigerinoides sacculifer*)
- Haase-Schramm A, Böhm F, Eisenhauer A, Dullo W-C: Vortrag: Caribbean mixed layer and thermocline temperatures during the Little Ice Age: Reconstructions with sclerosponges
- Hay WW, Flögel S, DeConto RM, Söding, E: Vortrag: Reference model for Late Cretaceous climate
- Kübler B, Nyberg J, Haase-Schramm A, Dullo W-C: Vortrag: Reconstruction of paleoclimate with the help of sclerosponge data sets
- Liebetrau V, Eisenhauer A, Frei R, Kronz A, Bock B, Baker J, Hansen B T, Leipe T: Vortrag: Baltic Mn/Fe precipitates: isotope records (Pb, Nd, Sr) and high resolution element profiles as indicator of climatic changes and anthropogenic influences during the last 1600 years
- Michaud F, Collot JY, Gutscher MA, Charvis P, Flueh E, Santana E: Poster: Large fields of sub-circular depressions on the Carnegie Ridge flanks discovered during the French-German Salieri Cruise
- Mörz T, Hay WW, Camerlenghi A, Brückmann W: Vortrag: Quantitative West Antarctic ice sheet history of the last 10 Ma
- Nürnberg D, Brughmans N, Schönfeld J, Ninnemann U: Poster: Proxy data as indicators for the Quaternary paleoceanographic and paleoclimatic evolution in the Tasmanian Seaway (SW Pacific)
- Pfeiffer M, Dullo W-C, Eisenhauer A: Vortrag: Southern Indian ocean forcing of equatorial climate variability: evidence from corals
- Phipps Morgan J, Reston T, Ranero CR: Vortrag: Causal link between flood basalts and large impacts" - were the K-T and P-Tr impactors "Verneshots" fired from terrestrial plume-fed CO2 guns?
- Reston, TJ: Vortrag: The structure evolution and mechanics of the western Mediterranean Ridge
- Reston TJ, Perez-Gussinye M, Ranero CR, Leythaeuser T, Phipps-Morgan J, D. Sawyer D: Vortrag: Breakup at the West Galicia rifted margin.
- Rüggeberg A, Dorschel B, Dullo W-C: Poster: Reconstruction of the paleoenvironment of a carbonate mound in the Porcupine Seabight, west off Ireland
- Söding E, Flögel S, DeConto RM, Hay WW, Fisher C: Poster: Late Cretaceous runoff into the Arctic Ocean and Western Interior Seaway of North America
- Thierer PO, Flueh ER, Kopp H, Tilmann F, Gaedicke C, Schreckenberger B: Poster: SPOC-Experiment: wide-angle profiling and seismological network off Central Chile (October - December 2001)
- Trummer I, Flueh ER, Klaeschen D, Bialas J, Charvis Ph: Poster: Crustal structure of Malpelo ridge, inferred from forward modelling of P-waves and converted S-waves
- Wagner T, Beckmann B, Floegel S, Hofmann P, Sinninghe Damsté J: Poster: Coniacian-Santonian (OAE3) black shale formation and African climate variability: a reference section from the eastern tropical Atlantic at orbital time scales (ODP Site 959, off Ivory Coast/Ghana)
- Zinke J, Dullo W-Chr, Eisenhauer A: Poster: Late Maunder minimum sea surface temperature variability recorded in a Madagascar coral record
- Paris: "International Global Ocean Exploration" (IGOE) Workshop, May 13 - 15**  
Thiede J Rapporteur
- Perth, Australia: Forams 2002, February 4 - 8**  
Scheibner C, Speijer RP, Marzouk AM, Monechi S, Reijmer JGG, Kuss J: Vortrag: Integrated stratigraphy and paleoecology of the Paleocene-Eocene transition in a carbonate platform-to-basin transect (Galala Mountains, Egypt)



**Potsdam: ICDP/DSDP-ODP Schwerpunktprogramm-Kolloquium 2002, 6.-8. Juni**

Söding, E, Hay WW: Poster: The ODSN database: A concept to maintain a global chronostratigraphic framework for DSDP/ODP/IODP sites

Brückmann W, Tobin H, Hunze S, ODP Leg 196 Shipboard Scientific Party: Vortrag: Bohrungen in die seismogene Zone vor Japan - Stand der IODP Planung und erste Ergebnisse des ODP Leg 196 (Nankai Trough)

Hunze S, Wonik T, Brückmann W: Poster: Kompaktion im Nankai Akkretionskeil/Japan anhand von Logging While Drilling Bohrlochmessungen (Leg 196)

Mörz T, Thiede J, Brückmann W, Hay WW: Vortrag/Poster: Approach to a quantitative Antarctic ice sheet history of the last 10 Ma: Is the West really so different from the East?

Reuning L, Reijmer JGG, Betzler C: Poster: Sedimentation cycles and their diagenesis on the slope of a Miocene carbonate ramp (Bahamas, ODP Leg 166)

Snow JE, Michael P, Thiede J, Langmuir C, Jokat W, Dick H, Teilnehmer der Fahrten USCGC HEALY 02-01, PFS POLARSTERN ARK XVII/2: Vortrag: Die internationale Expedition "AMORE 2001": Erste Erforschung des Arktischen Gakkelrückens

**Potsdam/Berlin: DEUQUA-Tagung: "Klima - Mensch - Umwelt" 2002, 26. - 28. August**

Müller-Lupp T, Erlenkeuser H, Bauch HA: Vortrag: Schalen rezenter und fossiler arktischer Muscheln als Datenspeicher für paläohydrographische Veränderungen in der Laptev-See während des Holozäns

Thiede J, Internationale QUEEN-Teams: Vortrag: Spätquartäre Wechselwirkungen zwischen dem Nordpolarmeer und Nordsibirien: Ergebnisse des Internationalen QUEEN-Programms

**Reykjavik, Iceland: 37th European Marine Biology Symposium, August 5 - 9**

Abramova E, Tuschling K, Hölemann JA, Dmitrenko I, Ivanova D, Akhmetshina I, Wegner C: Vortrag: Diel vertical migrations of zooplankton in the Laptev Sea shelf waters

**San Francisco, USA: American Geophysical Union Fall Meeting, December 6 - 10**

Abelmann A, Matul A, Nimmergut A, Nürnberg D, Tiedemann R: Poster: Pleistocene changes in Sea of Okhotsk hydrography and productivity

Bauch D, Darling K, Simstich J, Bauch HA, Erlenkeuser H, Kroon D: Poster: Genetic evidence reveals species Dependent  $^{18}O$   $\delta$  shift in *Neoglobobadrina pachyderma* (dextral) between glacial and interglacial times

Berhorst A, Flueh ER, McIntosh KD, Ranero CR, Ahmed I, Silver EA, Strauch W: Poster: The crustal structure of the convergent Nicaraguan margin from a combined reflection and refraction study

Bialas J, Breitzke M, Kostrov A, INGGAS Working Group: Poster: A very high resolution deep-towed multichannel seismic survey in the Yaquina Basin off Peru - Technical design of the new deep-tow streamer

Breitzke M, Bialas J, Kostrov A, INGGAS Working Group: Poster: A very high resolution deep-towed multichannel seismic survey in the Yaquina Basin off Peru - First data processing results

de Abreu L, Schönfeld J, Abrantes F, Shackleton NJ, Hall MM: Poster: Sub millennial-scale climate variability off the Western Iberian margin during the penultimate glacial period (MIS 6)

Dorman LM, Sauter AW, Schwartz S, Deshon H, Newman A, Protti M, Bilek S, Flueh ER, Dixon T: Poster: Seismic attenuation in the subduction zone of Costa Rica

Flüh E, Kopp H, Kukowski N: Poster: Accretionary mechanics and multiple backstops along the central Sunda margin

Gaw V, Reston TJ, Klaeschen D, Ranero CR, Stubenrauch A, Walker I: Poster: Prestack depth migration reveals the deep structure of the Porcupine Basin (W of Ireland): detachment tectonics and possible mantle serpentinisation

Gennerich H, Grevemeyer I, Heesemann B, Heesemann M, Kaul N, Müller M, Schneider J, Wallmann K, Villinger H: Vortrag: First measurements with a 6m long violin-bow marine heat probe off Costa Rica

Grevemeyer I, Kopf AJ, Gennerich H, Kaul N, Heesemann M, Iler MM, Schneider J, Wallmann K, Weinrebe W, Villinger H: Vortrag: Hydrogeology of Mound Culebra mud volcano offshore Nicaragua: preliminary results from hot flow surveying

Grobys JW, Huebscher CP, Gajewski D, Bialas J: Poster: High-resolution velocity-depth functions from a BSR Field at the Yaquina Basin off Peru

Gussone N, Langer G, Eisenhauer A, Heuser A, Riebesell U, Böhm, F: Vortrag: Temperature-dependent Ca isotope fractionation in Calcitic phyto- and zooplankton (*Emiliania huxleyi* and *Orbulina universa*)

Helmke JP, Bauch HA, Mazaud, M, Röhl, U: Poster: Evidence for a change in iceberg-drift patterns in the Nordic seas during the mid-Pleistocene revolution

Heuser A, Eisenhauer A, Pearson P N, Böhm F, Gussone N: Vortrag: A reconstruction of seawater  $\delta^{44}Ca$  from foraminifera records of the western equatorial Pacific Ocean



- Hippler D, Gussone N, Darling K, Eisenhauer A, Nägler T F: Lecture:  $\delta^{44}\text{Ca}$  in *N. pachyderma* (left): A Promising Tool for SST-Reconstruction in High-Latitude Oceans
- Hort M, Seyfried R, Ratdomopurbo A, Sulistio A, Brodscholl A, Voegelé M, Ruepke L: Vortrag: Doppler radar observations at Merapi volcano, Indonesia: Insight into eruption mechanisms
- Huguenot C, Ranero CR, Weinrebe W, Sahling H, Bohrmann G, Klauke I: Poster: Upper plate tectonics and fluid flow along the Middle America convergent margin
- Kassens H, Bauch HA, Drachev S, Niessen F: Vortrag: The history of offshore permafrost in the Siberian Arctic
- Klauke I, Weinrebe W, Bohrmann G: Poster: Use of high resolution-sidescan sonar in the study of near-surface marine gas hydrates and associated features
- Kopp H, Klaeschen D, Flueh ER, Ranero CR, Thierer PO, Tilmann F, Gaedicke C: Vortrag: Ridge subduction along the central Chilean margin: Insights from seismic and bathymetric studies
- Krabbenhoft A, Bialas J, Kopp H: Poster: Subduction processes along the Peruvian Margin revealed by wide angle seismic studies
- Kukowski N, Hampel A, Bialas J, Huebscher C, Bourgeois J: Poster: Bathymetric data reveal the impact of rough, sediments-free Nazca Plate on Peruvian Margin mass transfer and mechanics
- Leythaeuser T, Reston TJ, Minshull T, Perez-Gussinye M, Ranero CR, Sawyer D: Poster: Breakup at the west Galicia rifted margin: waveform inversion, depth imaging and structural reconstructions.
- Liebetrau V, Eisenhauer A, Frei R, Bock B, Kronz A, Hansen B T, Leipe T: Vortrag: Little Ice Age recorded in Mn/Fe-precipitates by Pb and Nd isotopes
- Lissinna B, Hoernle K, van den Bogaard P: Poster: Northern migration of arc volcanism in western Panamá: Evidence for subduction erosion?
- Malone MJ, Martin JB, Ninnemann US, Nürnberg D, White T: Vortrag: The oxygen isotopic composition and temperature of Southern Ocean bottom waters during the last glacial maximum
- McAdoo BG, Minder J, Moore JC, Ranero CR, Weinrebe W: Poster: Submarine landslides, seafloor roughness, and tsunami hazard on convergent margins
- Müller-Lupp T, Bauch HA, Erlenkeuser H: Poster: Oxygen isotopes in bivalve shells record hydrological changes in the Siberian land-shelf connection on annual timescales
- Netzeband GL, Minshull TA, Huebscher CP, Bialas J: Poster: Full wave form inversion of high frequency OBH-data from the Yaquina Basin off Peru
- Nürnberg D, Brughmans N, Schönfeld J, Ninnemann U: Poster: Late Quaternary paleoceanographic and paleoclimatic changes in the Tasmanian Seaway (ODP Leg 189)
- Phipps Morgan J, Ruepke L, Ranero CR, Hort M: Poster: Some geophysical and geochemical consequences of slab serpentinisation at subduction zones
- Ranero CR, Villaseñor A, Phipps Morgan J: Poster: Faulting at the incoming ocean plate and earthquakes in the slab of subduction zones
- Reichert CJ, Barckhausen U, Bartsch HG, Block M, Boennemann C, Diaz-Naveas J, Flueh ER, Delisle G, Gaedicke C, Kopp H, Krawczyk CM, Kus J, Ladage S, Ranero CR, Schreckenberger B, Stoll JB, Urbina O, Wiedicke-Hornbach M: Poster: Subduction variability along the active Chilean Margin
- Reston TJ, Phipps Morgan J: Poster: The sub-continental geotherm and magmatism at rifted margins
- Seiter K., Hensen C, Zabel M, Schröter J: Vortrag: Characterization of benthic biogeochemical provinces - An approach of reliable budgeting of benthic nutrient flux rates on a global scale
- Steph S, Tiedemann R, Haug GH: Poster: Changes in the Caribbean subsurface water mass signature during the Mio-Pliocene shoaling of the Panamanian Seaway
- Stern L, Peltzer E T, Durham W B, Kirby S H, Circone S, Brewer P G, Rehder G: Vortrag: Dissolution of hydrocarbon gas hydrates in seawater at 1030 m; effects of porosity, structure, and compositional variation as determined by high-definition video and SEM imaging
- Thierer PO, Tilmann F, Flüh E, Kopp H, Gossler J: Vortrag: SPOC experiment: First results from seismological studies along the Central Chilean Margin
- Voelker AH, Lebreiro S, Schönfeld J, Abrantes FF: Poster: Dansgaard-Oeschger cyclicity in the eastern Gulf of Cadiz: Synchronicity between surface and deep water response and Greenland temperature?
- Weinrebe W, Bohrmann G, Ranero CR, Masson D, Huguenot C, Sahling H, Huehnerbach V, Klauke I: Poster: Multiscale high-resolution mapping of the Pacific continental margin off Costa Rica - first results of the cruise SO-163
- Zinke J, Dullo W-Chr, Eisenhauer A: Poster: Sea surface temperature and seawater oxygen isotope variability recorded in a Madagascar coral record



### Sendai (Japan): Annual Meeting of the Volcanological Society of Japan, October 15

Schmincke H-U, Sumita M: Vortrag: Evolution of oceanic islands and their submarine aprons

### Shanghai, China: Sino-German Youth Workshop on the Western Pacific Marginal Seas, September 24 - 28

Steph S, Tiedemann R, Haug GH: Vortrag: Links between ocean gateways and warm pool formation: An example from the Caribbean

### Sigulda, Latvia: C-Flux and Climate Change: The Nordic Contribution to a Panarctic Perspective, November 7

Kassens H, System SPotPLS: Vortrag: Land-shelf-ocean coupling in the Siberian Arctic: evidence from the Laptev Sea

### Spiez, Switzerland: 6th QUEEN Workshop, Quaternary Environment of the Eurasian North (Queen), May 24 - 28

Bauch HA, Kassens H, Müller-Lupp T, Polyakova Yel, Kuzmina S, Meyer H, Drachev S, Niessen F, Thiede J (Chairman): Vortrag: The late glacial permafrost landscape of the western Beringian landmass: Evidence from the Laptev Sea shelf

Müller-Lupp T, Bauch HA, Erlenkeuser H: Poster: Modern and paleoenvironmental changes in the Laptev Sea: evidence from isotope profiles of living and fossil bivalves

Spielhagen R, Norgaard-Pedersen N, Erlenkeuser H, Vogt C, Weiel D: Vortrag: History of Eurasian ice sheets reflected in Arctic deep-sea sediments

### Strasbourg, France: 11th EUG, April 8 - 12

Thiede J, Dowdeswell JA: Vortrag: Environments and their Late Quaternary history of the Eurasian shelf seas and the adjacent deep Arctic Ocean (QUEEN)

### Tromsø, Norway: 4th European ODP Forum, ECOD, April 10 - 12

Bauch H, Members of the QUEEN Steering Committee: Vortrag: Quaternary Environment of the Eurasian North (QUEEN)

Helmke JP, Bauch HA, Mazaud, M: Vortrag: Evidence for a mid-Pleistocene shift of iceberg drift pattern in the Nordic seas

Kassens H: Vortrag: Polar margins as sensitive recorders

Kassens H, Hölemann JA, Pryamikov S, Thiede J, Troyan V, Tuschling K: Vortrag: Otto Schmidt Laboratory for polar and marine research

Snow JE, Michael P, Thiede J, Dick H, Jokat W, Langmuir C: Vortrag: Drilling targets of Gakkel Ridge, Arctic Ocean

Thiede J: (Chairman) Vortrag: AURORA BOREALIS for the Arctic exploration

### Toulouse, ISAG, 16. - 18. September

Kopp H, Flüh E, Thierer PO, Klaeschen D, Tilmann F, Gaedicke C: Poster: Geophysical investigations of the central Chilean continental margin

Sallares V, Charvis P, Flüh E: Poster: Wide-angle seismic constraints on the evolution of Galápagos Hotspot - Cocos-Nazca spreading center interaction

### Vienna, Austria: The Third International Congress "Environmental Micropaleontology and Meiobenthology (EMMM)", September 1 - 6

Kandiano E, Bauch HA, Helmke J: Sea surface temperature in the North Atlantic during the last 500,000 years: Circumventing of the no-analogue problem

### Washington, D.C., USA: American Geophysical Union Spring Meeting, May 28 - 31

Zinke J, Dullo W-Chr, Eisenhauer A: Vortrag: Late Maunder minimum sea surface temperature variability recorded in corals

### Würzburg: GEO 2002; "Planet Erde: Vergangenheit, Entwicklung, Zukunft", 1. - 5. Oktober

Böhm F, Gussone N, Heuser A, Deyhle A, Haase-Schramm A, Eisenhauer A, Dullo W-Chr., Reitner J: Vortrag: Isotopic composition of calcium and boron in modern sclerosponge skeletons

Dullo W-Chr, Freiwald A: Vortrag: The modern deep-water coral reefs off NW-Europe: The largest reef province in the world

Kokfelt U, Tiedemann R, Nürnberg D, Biebow N, Kozdon R, Kaiser A, Lembke L: Poster: Centennial climatic changes in the Sea of Okhotsk during Holocene based on Pollen analysis and geochemical proxy records

Müller C, Scheibner C, Speijer RP, Kuss J, Mackensen A, Marzouk AM, Monechi S, Reijmer JJG: Vortrag: Paleocene-Eocene thermal maximum records from a carbonate platform-to-basin transect (Galala Mountains, Egypt)

Müller-Lupp T, Erlenkeuser H, Bauch HA: Vortrag: Schalen rezenter und fossiler arktischer Muscheln als Datenspeicher für paläohydrographische Veränderungen in der Laptev-See während des Holozäns

Thiede J: Vortrag: Deep-sea strata as keys to variations of the earth system and ocean drill holes as telescopes to inner space



Thiede J, Bauch HA: Vortrag: Quaternary environment of the Eurasian North (QUEEN) – a programme of the European Science Foundation (ESF)

Reuning L, Bauch T, Reijmer JJG, Betzler C: Vortrag: Are sea-level and paleoceanographic changes equal players controlling carbonate platform development?

Roth S, Reijmer JJG: Vortrag: Holocene climate variations deduced from carbonate platform production

Rüggeberg A, Dorschel B, Dullo W-Chr: Poster: Using benthic foraminiferal assemblages and grain-size analysis for paleoceanographic reconstructions from a cool-water carbonate mound in the Porcupine Seabight.

Söding E, Hay WW, Brenner W, Brückmann W, Cepek M, Spiess V, Thiede J, Tiedemann R, Wefer G: Vortrag: New paleontological and chronostratigraphical tools in the ODSN Database

Wallmann K: Vortrag: Die Rolle der Subduktionszonen im geologischen Wasserkreislauf der Erde

Zinke J, Dullo W-Chr, Eisenhauer A: Vortrag: Late Maunder minimum sea surface temperature variability recorded in a Madagascar coral record

#### **Yokohama, Japan: Fourth International Conference on Gas Hydrates; Mai 19 - 23**

Bohrmann G, Suess E, Greinert J, Teichert B and Nähr T: Poster: Gas hydrate carbonates from Hydrate Ridge, Cascadia convergent margin. Indicators of near-seafloor clathrate deposits

Suess E, Bohrmann G, Rickert D, Kuhs W, Torres ME, Trehu A, Linke, P: Lecture: Properties and fabric of near-surface methane hydrates at Hydrate Ridge, Cascadia margin





## 7.5 Gastvorträge von GEOMAR-Personal Invited scientific talks

Bauch HA

Potential and limit of benthic stable isotope records for interpreting past climates

Kiel: Sonderforschungsbereich 313, 12. Juni

Bohrmann G

Gashydrate – Energiequelle der Zukunft?

Göttingen, Förderkreis Planetarium Göttingen, 5. März

Bohrmann G

Methanhydrate/ Gashydrate

Köln, WPK Wissenschafts- Pressekonferenz in Köln, 6. Juni

Flögel S

Paleoclimate modeling and the formation of source rocks.

Boulder, USA: Platte River Associates, Inc.

Greinert J

Vom Gas zum Gestein – Methan, Methanhydrat und Kalk

Kiel, GeoThema der Woche, November

Hansteen TH

Monitoring of volatile emissions from Nicaraguan volcanoes

Managua, Nicaragua: Amenazas geológicas y sistemas de monitoreo y alerta en Nicaragua, 19.-22. November

Hort M

Aus der Subduktionszone in die Atmosphäre: Modellierung und Monitoring geodynamischer Prozesse

Hamburg, Inst. für Geophysik, 10. Januar 2002

Hort M

Warmgehende Leitungen im System Erde

Oldenburg, Inst. für Rohrleitungsbau, 11 Juni

Hort M

Explosive volcanism: The path of volatiles into the atmosphere

Kiel, GEOMAR, 2. Juli

Hort M

Explosive volcanism: The path of volatiles into the atmosphere

Frankfurt, Inst. Geologie, 20. Dezember

Hay WW

The development of climate

Tulsa, USA: University of Tulsa, 16.-17. Oktober

Hay WW

Causes of the Cenozoic cooling trend

Tulsa, USA: University of Tulsa, 16.-17. Oktober

Hay WW

Speculations on circulation of the Cretaceous ocean

Tulsa, USA: University of Tulsa, 16.-17. Oktober

Hay WW

Kompaktkurs: Paleoclimatology and paleoceanology  
Utrecht, The Netherlands: Netherlands Research School of Sedimentary Geology: 4.-6. November

Hensen C

Fluid characteristics and fluxes at different continental margin environments of the South Atlantic and eastern equatorial

Bremen, Metrol, MPI Bremen

Hofmann P, Wagner T, Beckmann B, Flögel S.

A millennial- to centennial-scale record of African climate variability and organic carbon accumulation in the Coniacian-Santonian eastern tropical Atlantic (Ocean Drilling Program Site 959, off Ivory Coast and Ghana)  
London, UK: Organic Carbons Conference, The Geological Society

Hoffmann-Wieck G

Geoarchäologische Forschungsprojekte an der schleswig-holsteinischen Ostseeküste: Schlei- und Oldenburger Graben

Ahrensburg: Vortragsreihe des Vereins Jordsand, 17. Januar

Hoffmann-Wieck G

Auf den Spuren unserer Vorfahren – geoarchäologische Untersuchungen im Schlei- und Oldenburger Graben

Kiel: Naturwissenschaftlicher Verein Schleswig-Holstein, 6. Februar

Hoffmann-Wieck G

Aktuelle Projekte der Geologisch-Archäologischen Arbeitsgruppe

Kiel: Kolloquium, Institut für Ur- und Frühgeschichte der CAU Kiel, 22. Februar

Hoffmann-Wieck G

Die Geologisch-Archäologische Arbeitsgruppe GeoArc und ihre Projekte

Kiel: GEOMAR-Kolloquium, 8. August

Hoffmann-Wieck G

Wikinger in Grönland und an der Schlei – aktuelle geoarchäologische Forschungsprojekte

Kiel: "Geothemen der Woche", 2. Oktober

Kasten S., Hensen C., Boetius A., Schneider R., Spiess V.  
Geochemical relicts of gas hydrate dissociation in sediments of pockmark sites of the Congo Fan  
Statusseminar Gashydrate, GEOMAR, 6. Mai

Liebetrau V

Isotope records of Baltic Mn/Fe-precipitates (U, Th, Ra, Pb, Nd): A radiometric archive of anthropogenic pollution and climate changes during the last 2000 years  
Würenlingen, Paul Scherrer Institut

Müller-Lupp T

Kurz- und langfristige Umweltveränderungen in der Laptev-See (sibirische Arktis)

Kiel: Polartag 2002, 13. Dezember



## Nürnberg D

Das Ochotskische Meer - Ein hochsensibles Klimaarchiv im nordpazifischen Raum

Maasholm: Naturerlebniszentrum, Maasholmer Meereskundliche Vorträge, 20. August

## Schmincke H-U

Wie entsteht ein Vulkan?

Bargteheide Grundschule, 22. April

## Schmincke H-U

Nature versus nurture. Externes und internes Forcing in Vulkan-Magmasystemen

Uni Göttingen, Institut Geowissenschaften, 24. April

## Schmincke H-U, Sumita M

Evolution of the Canary Islands

Sapporo (Japan), Geol. Survey, 2. September

## Schmincke H-U

Triggering mechanisms of volcanic eruptions

Tskuba (Japan) Geol. Survey, 13. Oktober

## Schmincke H-U

Volcanism and climate

Uni Kobe (Japan), Dept Petrology and Volcanology, 10. November

## Schmincke H-U

Temporal, chemical and structural evolution of oceanic islands

Hokkaido University, Sapporo (Japan), 16. November

## Spielhagen RF

Aufbau und Zerfall der Eisschilde im nördlichen Europa und Asien - Hinweise aus arktischen Tiefseeablagerungen

Kiel: Polartag, 13. Dezember

## Steph S, Tiedemann R, Haug GH:

Die Schließung des Panama-Seeweges: Auswirkungen auf Ozeanzirkulation und Klima

Braunschweig: Institut für Geowissenschaften, TU-Braunschweig, 29. Oktober

## Suess E

Methanhydrate: Eine Verbindung aus Gas und Wasser - Energieträger der Zukunft?

Bern, Universität Bern, 22. April

## Suess E

Methanhydrate: Eine Verbindung aus Gas und Wasser - Energieträger der Zukunft?"

Reutlingen, Naturkundemuseum Reutlingen, 19. Dezember

## Thiede J

Eiskalte Entdeckungen - moderne Polarforschung

Kiel: GEOMAR Forschungszentrum Kiel, 18. Dezember

## Thiede J

Entwicklung des Weltklimas

Kiel: Hermann Ehlers Akademie, 21. Januar

## Thiede J

Moderne Polarforschung in Nord und Süd - Neue wissenschaftliche Herausforderungen

Bremerhaven: Bremerhavener Dialog der Friedrich-Ebert-Stiftung, 26. Februar

## Thiede J

Nordpolarmeer und Nordsibirien im Spätquartär

Warnemünde: Institut für Ostseeforschung, 5. Juni

## Thiede J, Flemming BW, Rahmstorf S

Klimawandel: Was können wir dafür?

Bremen: "planet erde" Wissenschaftssommer, 26. August

## Thiede J

Das Eis im Wandel der Zeiten

Bremen: Geisteswissenschaften im Dialog, 26. August

## Thiede J

Eiskalte Entdeckungen - Neueste Erkenntnisse der

Polarforschung zur Klimaentwicklung

Bad Dürkheim: Jahresversammlung der POLLICHA, 3. November

## Thiede J

Moderne Polarforschung - Eiskalte Welten

Kiel: Hermann Ehlers Akademie, 5. November

## Thiede J

Der sibirische Permafrost- Anzeiger und Archiv für den Klimawechsel

Berlin: Landesvertretung von Rheinland-Pfalz, 21. November

## Thiede J

Eiskalte Entdeckungen - moderne Polarforschung

Kiel: Geomar Forschungszentrum, 18. Dezember

## Tiedemann R

Die Schließung der Panama Meerenge - ein bedeutender Schritt für unser heutiges Klima.

Eckernförde, Altes Kreishaus: Schleswig-Holsteinische Universitäts-Gesellschaft, 14. Februar

## Wallmann K

Modeling of methane turnover at cold vent sites.

Bremen, Workshop on methane fluxes in ocean margin sediments: Microbial and geochemical controls,

MPI Bremen

## Wallmann K

The Cenozoic-Mesozoic carbon-calcium-strontium-sulfur cycles

Münster, Workshop on modeling system earth in the Late Paleozoic

University Münster

## Wallmann K

Die Geochemische und Isotopische Evolution der Ecosphäre

University Münster



## 7.6 Kolloquien und Workshops Colloquia and workshops

### Von GEOMAR-Personal durchgeführte Workshops Workshops organized by GEOMAR staff

Abegg, F

SO 165-2: Gashydrate ohne Geochemie  
Kiel: MUG-Kolloquium, 4. Dezember

Bohrmann G

M52/1 MARGASCH – first results  
Hamburg: GHOSDABS – Meeting, 14.-15. März

Bohrmann G, Tréhu A

Poster: ODP Leg 204: Drilling Gas Hydrates on Hydrate Ridge, Cascadia Continental Margin  
Potsdam: ICDP – ODP – Kolloquium, 6.-8. Juni

Freundt A

Volatiles and fluids in subduction zones: The volcanic pathways  
Kiel: Inst. für Meereskunde 22. November

Greinert, J

Visual and Hydroacoustic Investigations of Gas Bubbles: Detection and Quantification of Natural and Man-made Methane Expulsions  
Bremen: IRCCM, IUB Bremen, November

Greinert, J

Visual and Hydroacoustic Investigations of Methane Gas Bubbles: Detection and Quantification  
Bremen: METROL kick-off Meeting, MPI Bremen, Dezember

Linke, P, Pfannkuche, O, Gust, G, Sommer, S, Gubsch, S, Poser, M, Greinert, J

Status of development of long-term observatories for gas hydrate research within the collaborative project LOTUS  
Kiel: Gashydrate im Geosystem, Statusseminar, 6.-7. Mai

Linke, P

Neue Gashydrate-Expedition mit dem deutschen Forschungsschiff SONNE  
Kiel: GEOthema der Woche, 3. Juli

Linke, P

Probleme und Potenziale für die wirtschaftliche Entwicklung der Meerestechnik  
Kiel: Fachkonferenz Maritime Innovationen, 29.-30. August

Suess, E

Methanhydrate: Verbindung aus Gas und Wasser – Energieträger der Zukunft?  
Aachen: Kolloquium RWTH Aachen, 8. Januar

Suess, E

Methanhydrate – die Energie der Zukunft?  
Dresden: Kolloquium TU Dresden, 9. Januar

Suess, E

Methanhydrate: Verbindungen aus Gas und Wasser – Energieträger der Zukunft?  
Frankfurt: Gemeinsames Kolloquium des Geologisch-Paläontologischen Instituts und dem Institut für Mineralogie der Johann Wolfgang Goethe-Universität, 13. Februar

Suess, E, Schlüter, M

Temporal and Spatial Variability of Fluid Flow  
Bremen: IUB Workshop, 11.-12. November

Suess, E

Methanhydrate: Verbindungen aus Gas und Wasser – Energieträger der Zukunft?  
Heidelberg: Weihnachtskolloquium der Chemischen Gesellschaft zu Heidelberg, 13. Dezember

van den Bogaard C, Hoernle K

Die Bedeutung der silizischen Schmelzen in der Krustenbildung Islands  
1<sup>st</sup> Workshop Arbeitskreis „Geowissenschaftliche Islandforschung“  
Frankfurt, 17.-18. Januar

van den Bogaard C

Tracking silicic melts on Iceland: The relevance for crustal formation  
2<sup>nd</sup> Workshop Arbeitskreis „Geowissenschaftliche Islandforschung“  
Frankfurt, 14.-15. November



## 8. Zentrale wissenschaftliche Einrichtungen, Laboratorien und Großgeräte

## 8. Central scientific services, laboratories and large-scale facilities

### 8.1 Zentrale wissenschaftliche Einrichtungen

### 8.1 Central scientific services

#### 8.1.1 Bibliothek und marin-geowissenschaftliches Informationszentrum

#### 8.1.1 Library and marine geoscientific information center

##### Fachliche Schwerpunkte der Bibliothek

Der fachliche Schwerpunkt der Bibliothek liegt auf den Teilgebieten der marinen Geowissenschaften. Spezielle Berücksichtigung finden zusätzlich die Fächer Mineralogie, Petrologie und Vulkanologie, seismisches Prozessing und Meerestechnologie. Daneben werden allgemeine Nachschlagewerke und Grundlagenliteratur angeschafft. Inzwischen hat die Bibliothek einen Bestand von ca. 16.880 Bänden erreicht. Dazu gehören Monographien, d.h. Bücher oder selbständige Titel aus Berichtsreihen, und Bände von Zeitschriften und Jahrbüchern. Etwa 200 Fortsetzungswerke - Zeitschriften und Berichtsreihen - gehen regelmäßig ein. Dazu kommen Jahrbücher, Jahresberichte fachlich verwandter Institute und Informationsschriften vom Newslettertyp.

##### Specialisation of the GEOMAR library

Specialisation of the library are the different areas of marine geosciences. In addition, the disciplines of mineralogy, petrology and volcanology, seismic processing and marine technology are equally present. Also, general references works and basic scientific literature are acquired. At present, a stock amounting to approx. 16,880 volumes has been collected, which includes monographs, serial works with independent titles, and volumes of periodicals. About 200 periodicals reach the library regularly, complemented by year books and annual reports of institutions with related scientific profiles, information material and newsletters.

##### Literaturvermittlung durch Kooperation

In Kiel arbeitet die Bibliothek eng zusammen mit den Bibliotheken des Instituts für Meereskunde (IfM), des Instituts für Geowissenschaften (IfG), der Forschungsanstalt der Bundeswehr für Wasserschall und Geophysik sowie mit der Universitätsbibliothek. Die Kooperation mit der Bibliothek des IfM wurde hinsichtlich der künftigen Zusammenlegung der Institutionen verstärkt.

##### Library exchange

In Kiel, interlibrary loan connects the GEOMAR library with several partners, the libraries of the Institute for Marine Sciences (IfM), the Institute for Geosciences (IfG), the Federal Armed Forces Underwater Acoustics and Marine Geophysics Research Institute, Kiel, and the University Library. Cooperation with the library of the Institute for Marine Sciences has been extended regarding the future merging of both institutions.

Außerhalb von Kiel sind für den Literaturaustausch die Bibliotheken der "Arbeitsgemeinschaft Meereskundlicher Bibliotheken" (AMB) von Bedeutung, besonders die des Max-Planck-Instituts für Meteorologie (Hamburg), des Instituts für Ostseeforschung (Rostock-Warnemünde) und des Alfred-Wegener-Instituts in Bremerhaven. Als Grundlage dient das gemeinsame AMB-Zeitschriftenverzeichnis, das als online-Datenbank auch allen Interessierten für Recherchezwecke zur Verfügung steht. Bestellungen werden nur über die beteiligten Bibliotheken angenommen und durch telefonische Kontakte oder über die AMB-Mailing-Liste unkonventionell und schnell bearbeitet.

Outside Kiel, channels of cooperation exist between GEOMAR and other marine science libraries through the "Working Group of Marine Libraries" (AMB), especially the libraries of the Max-Planck-Institute for Meteorology (Hamburg), the Institute for Baltic Sea Research (Rostock-Warnemünde) and the Alfred-Wegener-Institute, Bremerhaven. The basis for this cooperation is the AMB Journal Catalogue, which is accessible for search in the Internet. Loan and copy requests are only accepted through the participating libraries and processed respectively through the AMB-mailing-list. Another successful possibility of literature and information exchange provides the membership in the "Working Group of Geoscientific and Environmental Science Libraries".

Weiterhin ist die GEOMAR-Bibliothek Mitglied im "Arbeits-



kreis Geo- und Umweltbibliotheken", wodurch ebenfalls eine sehr erfolgreiche Möglichkeit des Literatur- und Informationsaustausches mit Hilfe einer Mailing-Liste besteht.

Auf internationaler Ebene betreibt die Bibliothek diesen Austausch über Mailing-Listen mit den Bibliotheken der "European Association of Aquatic Sciences Libraries and Information Centers" (EURASLIC) und der "International Association of Aquatic and Marine Science Libraries and Information Centers" (IAMSLIC).

### Literatursuche

Die Katalogisierung, die Zeitschrifteninventarisierung und die Ausleihe wurden mit der integrierten Bibliothekssoftware "Libero" fortgeführt, so dass jetzt alle Medien im Webkatalog nachgewiesen sind.

Der Web-Katalog, der inzwischen frei zugänglich ist, ermöglicht die Recherche am Arbeitsplatz, wobei sofort zu erkennen ist, wenn ein Buch verliehen ist. Neben allgemein üblichen Optionen, wie das Zusammenstellen, Ausdrucken oder Herunterladen von Titelsammlungen bietet der Web-Katalog eine im zweimonatigen Rhythmus erscheinende Neuerwerbungsliste und Einblick in das eigene Benutzerkonto mit der Möglichkeit, verliehene Bücher vorzubestellen und nicht verliehene Bücher zu reservieren. Über das Internet stehen außerdem verschiedene andere Bibliothekskataloge zur Verfügung. Die für GEOMAR wichtigsten sind: das AMB-Zeitschriftenverzeichnis, die Zeitschriftendatenbank der Bundesrepublik Deutschland (ZDB), der UB-Zentralkatalog, der Gemeinsame Verbundkatalog (des Gemeinsamen Bibliotheksverbundes, GVK), der Karlsruher Virtuelle Katalog (KVK) und auf internationaler Ebene für Zeitschriften die IAMSLIC Z39.50 Distributed Library.

Die UB Kiel und der Gemeinsame Bibliotheksverbund (GBV) bieten die Möglichkeit, online Fernleihbestellungen aufzugeben. Dieser Service wird von der GEOMAR-Bibliothek genutzt, er verkürzt die Rücklaufzeiten um etwa zwei Wochen. Alle GEOMAR-Mitarbeiter(innen) und auch andere Benutzer(innen) der Bibliothek können diesen Dienst in Anspruch nehmen, sofern sie ein Fernleihkonto bei der UB Kiel haben.

Seit 1999 bietet die UB Kiel in Zusammenarbeit mit der GEOMAR-Bibliothek und der Bibliothek des Instituts für Geowissenschaften den Zugriff auf die geowissenschaftliche Datenbank GeoRef mit einer 4-Platz-Version im Internet an. Der Zugang ist beschränkt auf den Universitätscampus und auf GEOMAR.

Internet-Zugang mit allen Optionen bieten den Leserinnen und Lesern zwei Rechner in der Bibliothek, wovon der eine außerdem zum Lesen von CD-ROM-Veröffentlichungen benutzt werden kann, wie z.B. die Zeitschrift "Geophysics on CD-ROM" (GEOROM).

Ebenso stehen ein Microfiche-Lesegerät und ein Fotokopiergerät zur Verfügung.

#### Verantwortlich:

Angelika Finke, Tel. 0431/600-2505

e-mail: [afinke@geomar.de](mailto:afinke@geomar.de)

Internationally, the GEOMAR library pursues information and literature exchange by special mailing-lists with the libraries of the "European Association of Aquatic Sciences Libraries and Information Centers" (EURASLIC) and of the "International Association of Aquatic and Marine Science Libraries and Information Centers" (IAMSLIC).

### Literature search

The cataloguing of the holdings, online accession of serial numbers' entries and loan inside GEOMAR were continued with the integrated library software "Libero". The Web-Catalogue, meanwhile free accessible, provides search in the library's holdings for readers at their working place and recognition of titles on loan. Added to usual options like compiling, printing and downloading of titles' lists, the Web-Catalogue offers to view the Bulletin of new books online and the access to the reader's own loan account and the possibility to advance orders on lent books respectively to reserve books in the shelves.

Through the internet, several libraries' catalogues are accessible as well, of which the most important for GEOMAR are: the AMB Journal Catalogue, the Journal Data Bank of Germany (ZDB), the Kiel Union Catalogue (UB Web-OPAC), the UNION Catalogue of the Joint Libraries Network (GVK), the Karlsruhe Virtual Catalogue (KVK) and world-wide for journals the IAMSLIC Z39.50 Distributed Library.

UB Kiel and the Joint Libraries Network (GBV) offer the possibility to order interlibrary loans online. The GEOMAR library takes advantage of this service, which shortens the turn-around-time by about two weeks. GEOMAR staff and students as well as other users of the library may use this possibility, if they have an interlibrary loan account at the University Library in Kiel.

Since 1999, the University Central Library together with the GEOMAR library as well as the library of the Institute for Geosciences offer access to the geoscientific database GeoRef via Internet. Access to this four-user-net-version is only permitted at the university campus and at GEOMAR.

For library users two computers provide Internet access with all options, and one of them can as well be used to read CD-ROM publications like the journal "Geophysics on CD-ROM" (GEOROM).

Furthermore, a microfiche reader and a copy-machine are available.

#### Responsible person:

Angelika Finke, phone: +49/431/600-2505

e-mail: [afinke@geomar.de](mailto:afinke@geomar.de)



## 8.1.2 Lithothek

Im GEOMAR Forschungszentrum lagern insgesamt ca. 8.700 m Sedimentkerne. Darunter etwa 4.900 m Sedimentkernmaterial aus der Rohstoffexploration im Roten Meer (PREUSSAG-Sammlung). Dazu kommen Festgesteine von marinen vulkanischen Inseln und Rücken, Korallenproben, Sedimentfallenproben, Seewasser- und Porenwasserproben. Diese Proben werden für jetzige und zukünftige Untersuchungen bereitgestellt. Um insbesondere die jüngsten Ereignisse des Holozäns dokumentieren zu können, werden die Sedimentoberflächenproben in Kühlräumen konserviert. Proben für Forschungsarbeiten werden zur Verfügung gestellt ebenso wie Proben zu Lehrzwecken und zur Ausstellung in Museen in begrenzter Menge. Der Lithothekservice wird von technischem Personal unterstützt und ist verantwortlich für:

- Bearbeitung eingehender und ausgehender Sedimentkerne und Proben
- Archivierung des marinen Probenmaterials
- Dokumentation verfügbarer Proben in Datenbanken (PANGAEA)

Die Lithothek unterstützt den wachsenden Einsatz von zerstörungsfreien Messmethoden zur Gewinnung hochauflösender Zeitreihen an marinen Sedimenten und die Dokumentation des physikalischen Zustandes des Meeresbodens. Das zur Lithothek gehörende Kernlabor ist für digitale Kernphotographie, Kernbeschreibungen, physikalische Messungen an Kernen, Beprobungen und Farbspektroskopie an Sedimentkernen eingerichtet. Die Lithothekhalle dient dem Aufbau und dem Test von Probenentnahmegaräten, der Bereitstellung von Probenmaterial für Analysen sowie der Vorbereitung von Expeditionen. Mobile Einrichtungen, wie z.B. Container, stehen für Ausfahrten auf Anfrage allen Forschungseinrichtungen zur Verfügung und beinhalten zur Zeit:

- Container mit Kernentnahmegaräten (Großkastengreifer, Schwerelot, Kernschneidemaschine)
- Container für das Multisensor-Kernlogging (zerstörungsfreie Messung von Kompressionswellengeschwindigkeit, Dichte und magnetischer Suszeptibilität)

Für digitale Fotos von Sedimentkernen stehen moderne Geräte zur Verfügung. Die Digitalaufnahmen besitzen eine Auflösung von annähernd 700 mm pro Pixel. Mit normaler Bildverarbeitungssoftware (z.B. PHOTOSHOP) können die Bilder betrachtet und bearbeitet werden. Zusammen mit den Kernbeschreibungen sind die digitalen Bilder in einer Datenbank archiviert und können über das Internet abgerufen werden.

Proben werden normalerweise innerhalb von drei Wochen nach Genehmigung verschickt. Gegenwärtig liegen die Kosten bei USD 10,- pro Standardprobe aus allen Ozeanbecken für Forschungsprogramme, die nicht von der DFG oder dem BMBF gefördert werden.

### Verantwortlich:

Dr. Gerhard Bohrmann, Tel. 0431/600-2319  
e-mail: gbohrmann@geomar.de

## 8.1.2 Lithothek (Core repository)

The GEOMAR Lithothek holds a collection of more than 8,700 m of sediment samples. This includes 4,900 m of cores from the Red Sea (PREUSSAG-collection). Additionally, samples of hard rocks, corals, sediment traps, seawaters and pore waters are stored. These samples are available for current and future research projects. Cold storage is available for sections of box cores to especially preserve the Holocene sediment record. Samples are provided for research as well as for educational purposes and museum displays in limited quantities.

The Lithothek service is supported by technicians and is responsible for:

- Processing incoming and outgoing sediment cores and samples
- Archiving marine sample material
- Documenting available samples in a data bank (PANGAEA)

The Lithothek supports the increasing use of non-destructive devices for high resolution logging of marine sediments obtaining information about physical properties. The core laboratory is set up for digital core photography, core descriptions, measurements, sampling and processing of samples. The Lithothek facility is used for the development and testing of sampling devices, storage of sample material, analysis and the staging of expeditions.

The following sea-going facilities are available on request:

- Container for coring equipment (box corer, gravity corer, core cutter)
- Container for multi-sensor core logging (non-destructive measurements of P-wave velocity, density, magnetic susceptibility)

Digital images of sediment cores are produced. The resolution of the images is up to approximately 700 mm per pixel. Pictures can be viewed and processed with conventional image software (e.g. PHOTOSHOP). Core descriptions and images are archived in a data base and can be distributed via the Internet.

Current charges are USD 10.- per standard sample from all ocean basins for research programmes not supported by the DFG or BMBF.

### Responsible person:

Dr. Gerhard Bohrmann, phone +49/431/600-2319  
e-mail: gbohrmann@geomar.de



### 8.1.3 Rechen- und Prozessingzentrum

Die elektronische Datenverarbeitung (EDV) sowie die Informationstechnologie (IT) stellen für die moderne Wissenschaft Schlüsseltechnologien dar, die den Fortschritt entscheidend mitbestimmen. Diese Technologien müssen möglichst umfassend an jedem Arbeitsplatz zur Verfügung stehen. Die wesentliche und wichtigste Aufgabe eines Rechenzentrums in der Wissenschaft besteht deshalb heute darin, den Zugriff auf diese Möglichkeiten skalierbar für die Anforderungen des einzelnen Arbeitsplatzes zu gewährleisten. Im Zeitalter der Vernetzung bedeutet dies, dass nicht alle Möglichkeiten an jedem Arbeitsplatz vorhanden, aber von jedem Arbeitsplatz aus nutzbar sein müssen.

Diese Anforderungen bestimmen die Hauptaufgaben der Zentralen Einrichtung RECHENZENTRUM:

- Betrieb der lokalen Vernetzung
- Anbindung des lokalen Netzes ans Internet
- Betrieb der zentralen Server

Alle Arbeitsplätze im GEOMAR sind an ein leistungsfähiges Intranet angeschlossen. Dienste des Rechenzentrums stehen für alle Arbeitsplatzrechner sowohl mit UNIX-, Windows- als auch Macintosh-Betriebssystem zur Verfügung.

GEOMAR ist Mitglied im DFN-Verein ("Verein zur Förderung eines deutschen Forschungsnetzes"). Die Anbindung des lokalen Netzes an das Internet erfolgt über das vom DFN-Verein betriebene Wissenschaftsnetz, seit Ende 2000 über das sog. G-WIN ("Gigabit-WIN") mit einer Bandbreite von 2 Mbit/s. Das eingehende Datenvolumen beträgt zur Zeit im Durchschnitt etwa 50 Gbyte/Monat.

Die weiteren Dienstleistungen des Rechenzentrums umfassen den Betrieb zentraler Server (File-, e-mail-, Web-, Applikations-, Print-, Plot-, Netzwerk-Management-Server), Datensicherung und Archivierung, Schulung, Beratung und Unterstützung.

Kontinuierlich wachsende Anforderungen der Wissenschaft erfordern die ständige Anpassung der IT-Infrastruktur. Dies gilt insbesondere für die Bandbreite des lokalen Netzwerkes. Anfang 2002 wurden die aktiven Komponenten des lokalen Netzwerkes komplett ersetzt. Im Backbone-Bereich steht nunmehr institutsweit eine Bandbreite von 1 Gbit/s zur Verfügung. In Anbetracht der kommenden Vereinigung wurden für das GEOMAR-Netzwerk die gleichen Hardware-Komponenten gewählt, die auch im Institut für Meereskunde eingesetzt werden. Damit wird ein zukünftiges zentrales Netzwerkmanagement für beide Standorte erleichtert.

### 8.1.3 Computing and Data Processing Center

Electronic data processing (EDP) and information technology (IT) are key tools for modern science, they determine the pace of progress. Therefore, these technologies have to be available at the user's desktop. This determines the central mission of the scientific computing center: to gain access to these services commensurate to specific needs at each workstation. This does not mean, however, that equipment has to be existent at a workplace, but has to be available from the desktop.

The following facilities are provided by the GEOMAR COMPUTING CENTER:

- Internal network
- Internet access
- Central servers

All work places at GEOMAR are linked to a high performance local area network. Computing services are available for all desktop computers running UNIX, Windows or Macintosh operating system.

GEOMAR is a member of the DFN-Verein ("German Research Network"). The DFN-Verein operates the German Research Network (WIN). Since the end of the year 2000, the GEOMAR local area network is linked to the internet by the G-WIN, a gigabit-per-second network operated by the DFN-Verein. The GEOMAR internet access has a bandwidth of 2 Mbit/s, the incoming data volume currently amounts to about 50 GB per month on average.

GEOMAR computing center operates several central servers (file-, mail-, web-, application-, print-, plot-, and network management server), and provides additional services like backup and archiving, training, and support.

Continuously increasing efforts for IT-infrastructure are necessary to cope with steadily growing demands of science. This applies in particular to the bandwidth of local area networking. A complete replacement of active network components was accomplished in the beginning of the year 2002 in order to increase backbone bandwidth to 1 Gbit/s. With regard to the forthcoming merging, equipment was purchased which is identical to the hardware installed at the Institute for Marine Sciences (IfM) to enable centralized network management of both sites in the future.



Neben der Zentralen Einrichtung Rechenzentrum betreibt die Abteilung *Marine Geodynamik* das seismische PROZESSINGZENTRUM für die speziellen Anforderungen der Bearbeitung und Interpretation seismischer Daten. Die dafür eingesetzte Hardware umfasst Server der Firma SUN, leistungsfähige Peripherie für die Dateneingabe und -ausgabe sowie einen kleinen Roboter mit Magnetband-Kassetten (DLT7000) für die Datenspeicherung mit einer Kapazität von insgesamt 1.800 GB. Für die Datenbearbeitung werden kommerzielle Software-Pakete eingesetzt, die auch von der Industrie für die Erdöl- und Erdgas-Exploration benutzt werden.

Verantwortlich:

Dr. Wilhelm Weinrebe, Tel. 0431/600-2281

email: [wweinrebe@geomar.de](mailto:wweinrebe@geomar.de)

In addition to the GEOMAR Computing Center, the department of *Marine Geodynamics* maintains a DATA PROCESSING CENTER meeting the specific needs for processing and interpretation of seismic data. The hardware comprises several SUN servers, efficient peripherals for data input and output as well as a jukebox with DLT-tapes for data storage with a total capacity of 1,800 GB. Commercial software developed for the exploration of oil and gas are installed and used for seismic data processing.

Responsible person:

Dr. Wilhelm Weinrebe, Tel. +49/431/600-2281

email: [wweinrebe@geomar.de](mailto:wweinrebe@geomar.de)

### 8.1.4 Tiefsee-Instrumentierung

Ziel der zentralen Einrichtung Tiefsee-Instrumentierung ist es, spezielle Geräteträger und technische Module für den Einsatz in der Tiefsee für die vier wissenschaftlichen Abteilungen am GEOMAR und Dritte bereitzustellen. Es werden entweder kommerzielle Systemeinheiten erworben und auf die speziellen Fragestellungen zugeschnitten, oder neue Geräte entwickelt. Zusammen mit den am Seefischmarkt ansässigen Firmen wurde eine kompetente Gruppe von Techniker(inne)n und Ingenieur(inn)en aufgebaut.

Die Zentrale Einrichtung umfasst ozeanographische Geräte, Werkzeuge und Werkstätten zum Handling sowie zur Kalibrierung und Auswertung der Geräte und ihrer Sensoren. Der rasch wachsende Bestand der vorhandenen seegängigen Geräte und Container am GEOMAR wurde auf einer neuen homepage zusammengefasst und näher beschrieben ([http://www.geomar.de/zd/deep\\_sea/index.html](http://www.geomar.de/zd/deep_sea/index.html)).

Der Bestand wurde in fünf Kategorien unterteilt und umfasst:

- I. Wassersäule und Nepheloidschicht
  - CTDs/Kranzwasserschöpfer
  - Methan Sensor
  - Kameras
  - Bodenwasserschöpfer
- II. Sedimente
  - Videoschlitten
  - Dredge
  - Vent Sampler (VESP)
  - Mikro-Elektroden Profiler
  - Lander
  - Kerngeräte
- III. Akustische und geophysikalische Systeme
  - Multibeam Echolot
  - Side Scan Sonare
  - Akustische Auslöser
  - Akustische Modems
  - Akustische Positioniersysteme
  - Akustische Quellen
  - Akustische Rekorder

### 8.1.4 Deep-sea instrumentation

The aim of the central scientific service deep-sea instrumentation is to provide special instruments and technical modules for the deployment in the deep sea for the four scientific departments at GEOMAR and third parties. It adapts commercially available system packages for special scientific requirements or develops new instruments. Together with the commercial companies situated at the seafish market, a competent group of technicians and engineers has been established.

The central service comprises oceanographic equipment, tools and workshops on the premises to handle, calibrate and evaluate the instruments and their sensors. The rapidly expanding stock of existing seagoing instruments and containers at GEOMAR is summarized and described on a new homepage ([http://www.geomar.de/zd/deep\\_sea/index.html](http://www.geomar.de/zd/deep_sea/index.html)).

They are grouped in five categories and include:

- I. Water column and nepheloid layer
  - CTD's/Rosette systems
  - Methane sensor
  - Cameras
  - Bottom water sampler
- II. Sediments
  - Video sled
  - Dredge
  - Vent sampler (VESP)
  - Micro-electrode profiler
  - Lander
  - Coring equipment
- III. Acoustic and geophysical systems
  - Multibeam echosounder
  - Side scan sonars
  - Acoustic releases
  - Acoustic modems
  - Acoustic positioning systems
  - Acoustic sources
  - Acoustic recorders



IV. Containerlabore mit

- OBH/OBS
- Drucklabor
- Chemielabor
- Multisensor Core Logger
- Air-Conditioning

V. Laboreinrichtungen

- Strömungskanal
- Strömungskalibration
- Drucklabor
- Videolabor

Verantwortlich:

Dr. Peter Linke, Tel. 0431/600-2115  
e-mail: [plinke@geomar.de](mailto:plinke@geomar.de)

IV. Container laboratories with

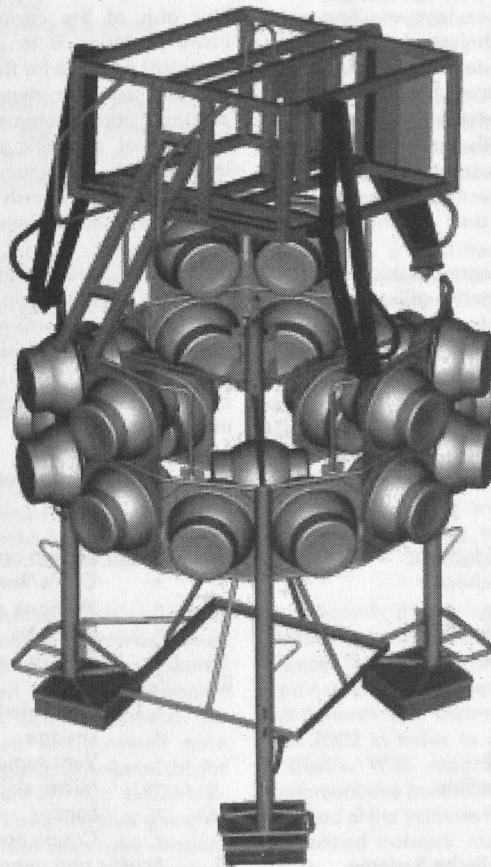
- OBH/OBS
- Pressure lab
- Chemical lab
- Multisensor core logger
- Air-conditioning

V. Laboratory facilities

- Flume
- Flow calibration
- Pressure lab
- Video lab

Responsible person:

Dr. Peter Linke, phone: +49/431/600-2115  
e-mail: [plinke@geomar.de](mailto:plinke@geomar.de)



Ein Schwerpunkt der ZE Tiefsee-Instrumentierung ist der Einsatz von Landern. Die Zeichnung zeigt das GEOMAR Lander System mit Auftriebskörpern, Ballast und Absetzeinheit. Die zentrale Plattform ermöglicht den Einsatz eines weiten Spektrums wissenschaftlicher Nutzlast.

The use of landers is a central aim of the central scientific service deep-sea instrumentation. The sketch shows the GEOMAR Lander system with floats, ballast and launching device. The central platform potentiates the incorporation of a large spectrum of scientific payloads.

### 8.1.5 Haupt- und Spurenelementanalytik

In der Einrichtung Haupt- und Spurenelementanalytik sollen geologische Proben jeglicher Art analysiert werden können, mit allen Arbeitsschritten von der kompletten Probenaufbereitung bis zur fertigen chemischen Analyse. Die Einrichtung umfasst mehrere separate Laborblöcke. Dazu gehören sowohl die analytischen Labore für Röntgenfluoreszenzspektrometrie (RFA), Infrarot-photometrie, Fe-Titration, F-Bestimmung und nass-chemische Aufschlussverfahren. Auch die Gesteinsaufbereitungslabore wie Grobaufbereitung, Feinaufbereitung, Mineralseparation oder Tephralabor stehen zur Verfügung.

Verantwortlich:

Dr. Thor Hansteen, Tel. 0431/600-2130  
e-mail: thansteen@geomar.de

### 8.1.5 Major and trace element analytics

The central service for major and trace element analytics is designed for the preparation and analysis of any type of geological samples. The facility offers all stages from complete sample preparation to chemical analysis. Following the recent installation in the new building, this central service comprises several separate facilities. These cover laboratories for X-ray fluorescence spectrometry (XRF), infrared photometry, Fe-titration, F-determination and wet chemical laboratory procedures. Also sample preparation facilities like rock crushing, sieving, mineral separation and a tephra laboratory are available.

Responsible person:

Dr. Thor Hansteen, phone: +49/431/600-2130  
e-mail: thansteen@geomar.de

### 8.1.6 Nicolaus-Steno-Labor

Das Nicolaus-Steno-Labor betreut organisatorisch und praktisch z.Zt. zwei körperbehinderte Mitarbeiterinnen bzw. Mitarbeiter, die durch Arbeiten im Labor, am Mikroskop und am Computer für Mikrobiologie, Mikropaläontologie und Sedimentologie in die Arbeit von GEOMAR integriert sind. Mit fachkundiger Unterstützung der wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter und großzügiger finanzieller Förderung durch das Sozialministerium des Landes werden Lösungen gesucht, die praktischen Fähigkeiten individuell weiter zu entwickeln. Mit den neuen und verbesserten räumlichen und technischen Möglichkeiten im Neubau ist eine Erweiterung des Einsatzes körperbehinderter Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter vorgesehen.

Verantwortlich:

Dr. Jan Rumohr, Tel. 0431/600-2308  
e-mail: jrumohr@geomar.de

Vertreter:

Dr. Ingo Hennings, Tel. 0431/600-2312  
e-mail: ihennings@geomar.de

### 8.1.6 Nicolaus Steno Laboratory

The Nicolaus Steno Laboratory provides an organising base to care for handicapped persons engaged in laboratory work, microscopy and computer work for microbiology, micropaleontology and sedimentology purposes and their integration to the work at GEOMAR. Assistance of the scientific staff and generous financial support by the Ministry of Social Affairs of the Land Schleswig-Holstein help to further increase the practical skills. Thanks to the improved technical facilities in the new building additional opportunities for handicapped persons are planned.

Responsible person:

Dr. Jan Rumohr, phone: +49/431/600-2308  
e-mail: jrumohr@geomar.de

Substitute:

Dr. Ingo Hennings, phone: +49/431/600-2312  
e-mail: ihennings@geomar.de

## 8.2 Laboratorien und Großgeräte

### Röntgenfluoreszenz-Labor

Das RFA-Labor ist mit einem **Philips PW 1480 Spektrometer** mit automatischem Probenwechsler, das für Gesamtgesteinsanalysen von Hauptelementen und 17 Spurenelementen eingesetzt wird, ausgestattet. Volatile Komponenten in den Proben (S, CO<sub>2</sub> und H<sub>2</sub>O) werden anhand von **Infrarot-Photometern (Rosemount CSA/CWA 5003)** routinemäßig bestimmt.

Kontaktpersonen:

Dagmar Rau, Tel. 0431/600-2670  
e-mail: drau@geomar.de  
Dr. Thor Hansteen, Tel. 0431/600-2130  
e-mail: thansteen@geomar.de

## 8.2 Laboratories and large facilities

### X-ray fluorescence laboratory

The XRF laboratory is equipped with a **Philips PW 1480 spectrometer** with automatic sample changer, which is used for total chemical rock analyses of major and 17 trace elements. Volatile components (S, CO<sub>2</sub> and H<sub>2</sub>O) are routinely determined using **infrared spectrometers (Rosemount CSA/CWA 5003)**.

Contact persons:

Dagmar Rau, phone +49/431/600-2670  
e-mail: drau@geomar.de  
Dr. Thor Hansteen, phone +49/431/600-2130  
e-mail: thansteen@geomar.de



### Elektronenmikrosonde

Die **Elektronenmikrosonde** ist ein hochauflösendes Röntgenmikroanalysegerät ( $\geq 1 \mu\text{m}$ ) für Festkörper. Röntgenstrahlung wird unter Hochvakuum in der Probe durch beschleunigte Elektronen erzeugt und spektral analysiert. Im Prinzip können an der Elektronenmikrosonde von GEOMAR (**CAMECA SX-50**) alle Elemente des Periodensystems von Bor bis zu den Actiniden analysiert werden. Die Elektronenmikrosonde ist mit vier WDS-Spektrometern und einem energiedispersiven Spektrometersystem ausgestattet. Für volatile Elemente steht ein Antikontaminationssystem (Kühlfinger, Sauerstoff-Jet) zur Verfügung. Die typischen Analysenfehler betragen zwischen 1 bis 0,5% bei Hauptelementen (Konzentrationsbereich 1 bis 100%), und sind an geeigneten Proben besser als 10% bei Spurenelementen im Konzentrationsbereich bis ca. 200  $\mu\text{g/g}$ . Der Elektronenstrahl kann auch die Probenoberfläche abstrahlen, wodurch ein flächenhaftes Bild der Elementverteilung erzeugt wird. Die Elektronenstrahl-Mikroanalyse ermöglichte am GEOMAR Analytik für Proben aus unterschiedlichsten Bereichen wie z.B. Geowissenschaften (Mineral- und Glasanalysen, Haupteinsatzbereich), Fischereiwesen (z.B. Charakterisierung von Fisch-Otolithen), Biomedizintechnik (z.B. Homogenitätsuntersuchungen an Knochenprothesen), Halbleitertechnik, Metallurgie (z.B. Analyse von Zonierungen und Partikelanalyse in Ti-Nb-Supraleitern).

#### Kontaktpersonen:

Dr. Thor Hansteen, Tel. 0431/600-2130

e-mail: [thansteen@geomar.de](mailto:thansteen@geomar.de)

Mario Thöner, Tel. 0431/600-2646

e-mail: [mthoener@geomar.de](mailto:mthoener@geomar.de)

### Nasschemie-Labor

Die nasschemischen Hauptmethoden für Gesteinsproben umfassen die  $\text{Fe}^{2+}$ -Bestimmung (Coulombmeter) und die Fluor-Bestimmung (ionenselektive Elektroden).

#### Kontaktpersonen:

Dagmar Rau Tel. 0431/600-2670

e-mail: [drau@geomar.de](mailto:drau@geomar.de)

Dr. Thor Hansteen, Tel. 0431/600-2130

e-mail: [thansteen@geomar.de](mailto:thansteen@geomar.de)

### Labor für Sedimentaufbereitung

In diesem Labor werden Sedimente aufgearbeitet und für die chemische Analytik vorbereitet. Dort befinden sich die folgenden Geräte: Trockenschrank, Entsalzungsanlage, Gefriertrocknung, Kugelmühle, Waage, Kühlzentrifuge, Abzug, Kühlschrank und Ultraschallbad.

#### Verantwortlich:

Dr. Klaus Wallmann, Tel. 0431/600-2287

e-mail: [kwallmann@geomar.de](mailto:kwallmann@geomar.de)

### Electron microprobe

The **electron microprobe** is a high resolution ( $\geq 1 \mu\text{m}$ ) X-ray analytical instrument for solids. Electrons accelerated under vacuum generate the X-rays in the sample. In principle, all elements of the periodic table, from B to the actinide elements, can be analyzed with the electron microprobe of GEOMAR (**CAMECA SX-50**). It is equipped with four WDS spectrometers and an energy dispersive spectrometer system. Additionally, volatile elements can be measured under application of an anticontamination system. Typical analytical errors are for major elements 1 to 0.5% (concentrations between 1 and 100%). For trace elements the analytical error can be better than 10% (concentration  $>200 \mu\text{g/g}$ ). By scanning of the electron beam over the sample surface a map of a particular element distribution at the sample surface can be generated. At GEOMAR, electron microprobe analysis has been applied to very different materials: geosciences (mineral and glass analyses, main applications), ichthyology (characterisation of fish otoliths), biomedicine (e.g. homogeneity studies of bone prostheses), semiconductor technique and metallurgy (zonation and particle analysis in Nb-Ti supraconductors).

#### Contact persons:

Dr. Thor Hansteen, phone +49/431/600-2130

e-mail: [thansteen@geomar.de](mailto:thansteen@geomar.de)

Mario Thöner, phone +49/431/600-2646

e-mail: [mthoener@geomar.de](mailto:mthoener@geomar.de)

### Wet-chemistry laboratory

Wet chemical methods for rock samples comprise determinations of ferrous iron ( $\text{Fe}^{2+}$ ; coulombmeter) and fluorine (F; ion selective electrodes).

#### Contact persons:

Dagmar Rau, phone +49/431/600-2670

e-mail: [drau@geomar.de](mailto:drau@geomar.de)

Dr. Thor Hansteen, phone +49/431/600-2130

e-mail: [thansteen@geomar.de](mailto:thansteen@geomar.de)

### Laboratory for the pre-treatment of sediment samples

In this laboratory sediment samples are processed and prepared for chemical analysis. It contains a dry oven, a desalting system, a freeze-drying instrument, a ball-mill, scales, a centrifuge, a fume hood, a refrigerator and an ultrasonic desintegrator.

#### Responsible person:

Dr. Klaus Wallmann, phone: +49/431/600-2287

e-mail: [kwallmann@geomar.de](mailto:kwallmann@geomar.de)

### Labor für marine Biogeochemie

Das Labor für marine Biogeochemie ist als universelles Labor für ein breites Nutzungsspektrum ausgestattet. Das Labor wird hauptsächlich zur biogeochemischen Analytik an Sedimenten genutzt. Die Ausstattung besteht aus Abzug, Abzugsschränken für Säuren und Laugen, Vakuum-trockenschrank, Spektralphotometer, Spektralfluorometer, Turner-Fluorometer, ATP-Luminometer und Kühlzentrifuge.

Verantwortlich:

Dr. Olaf Pfannkuche, Tel. 0431/600-2113

e-mail: [opfannkuche@geomar.de](mailto:opfannkuche@geomar.de)

### Labor für anorganische Geochemie

Neben einer Laborausstattung auf dem neuesten Stand der Technik mit Flusssäure- und Perchlorsäure-Abzügen, Trockenschränken, absaugbaren Säure- und Chemikalienschränken sowie einer MilliQ-Reinstwasser-Anlage bietet das Labor einige instrumentelle Analyseverfahren. Das **ICP-AES-Gerät (JY-Ultrace)** ist mit einer sequenziellen und einer simultanen Optik ausgerüstet und erlaubt die quantitative Bestimmung von mehr als 50 Elementen in wässrigen Lösungen. Am **Polarograph (Metrohm)** können voltametrische und polarographische Bestimmungen von Spurenelementen sowie organischen und anorganischen Spezies im Wasser durchgeführt werden. Die **Graphitrohr-AAS mit Zeeman-Untergrund-kompensation (Perkin Elmer 4100)** wird eingesetzt, um Spurenelemente im Meerwasser und in verschiedenen Aufschlusslösungen zu messen.

Am **Photometer** werden Nährstoffe und andere gelöste Verbindungen erfasst. **Titrationen** sind für die Chlorid- und Bromid-Bestimmung zur Verfügung.

Verantwortlich:

Bettina Domeyer, Tel. 0431/600-2230

e-mail: [bdomeyer@geomar.de](mailto:bdomeyer@geomar.de)

### Labor für organische Geochemie

Das Labor für organische Geochemie ist mit verschiedenen Aufbereitungs- und Analysensystemen ausgestattet, die zur Messung gelöster, gasförmiger und partikulärer Substanzen in marinen Sedimenten und Wässern eingesetzt werden. Hierzu gehören:

- Verfahren zur Extraktion von Gasen aus Wasser- und Sedimentproben
- Messung organischer Komponenten in den aus Wasser- und Sedimentproben extrahierten Gasen (Gaschromatographie)
- Bestimmung des Gesamtkarbonats ( $\Sigma\text{CO}_2$ ) in Seewasser- und Porenwasserproben (Gaschromatographie)
- Analyse ionischer Spezies im Seewasser und Porenwasser (Ionenchromatographie)
- Bestimmung der Stickstoff- und Kohlenstoffgehalte partikulärer organischer Substanz (C/N-Analysator)

### Laboratory for marine biogeochemistry

The laboratory for marine biogeochemistry is equipped for a broad spectrum of use as a universal laboratory. It is mainly used for the biogeochemical analysis of sediments. The equipment comprises a hood, hood cabinets for acids and base, vacuum drying cabinets, spectrophotometer, spectrofluorometer, Turner-fluorometer, ATP-luminometer and a cooling centrifuge.

Responsible person:

Dr. Olaf Pfannkuche, phone: +49/431/600-2113

e-mail: [opfannkuche@geomar.de](mailto:opfannkuche@geomar.de)

### Laboratory for inorganic chemistry

The laboratory is equipped with fume hoods, drying ovens and a MilliQ pure water system. Moreover, it offers a wide range of instrumental analytical techniques.

An **optical ICP instrument (JY Ultrace)** with sequential and simultaneous optics allows the determination of more than 50 elements in solution. A **polarograph (Metrohm)** is used to measure dissolved trace elements as well as organic and inorganic species. A **graphite-furnace AAS with Zeeman compensation (Perkin Elmer 4100)** is used to determine trace element concentrations in seawater, foraminifera, precipitates and sediments.

**Photometers** are available to determine dissolved nutrients and other species. **Titration** is performed for the analysis of chloride and bromide in seawater.

Responsible person:

Bettina Domeyer, phone: +49/431/600-2230

e-mail: [bdomeyer@geomar.de](mailto:bdomeyer@geomar.de)

### Organic geochemistry laboratory

The organic geochemistry laboratory is equipped with various preparative and analytical systems for the determination of dissolved, gaseous and particulate organic substances in marine sediments and waters. Among these are:

- Extraction of gases from water and sediment samples
- Determination of organic compounds in gases extracted from water and sediment samples (gas-chromatography)
- Determination of the total inorganic carbon ( $\Sigma\text{CO}_2$ ) in seawater and porewater (gas-chromatography)
- Analysis of ionic species in seawater and porewater (ion-chromatography)
- Determination of the nitrogen and carbon content of particulate organic substance (C/N analyser)



Mit Hilfe der digitalen Datenverarbeitung und des Einsatzes von Probengebern sind die routinemäßig verwendeten Messverfahren (C/N-Analysen und Ionenchromatographie) weitgehend automatisierbar.

Verantwortlich:

Dr. Klaus Wallmann, Tel. 0431/600-2287  
e-mail: kwallmann@geomar.de

### Röntgendiffraktometer Labor

Für qualitative und quantitative Mineralanalysen steht ein **hochauflösendes Pulverdiffraktometer der Firma Philips** zur Verfügung. Der vollautomatische Messbetrieb mit einem Probenwechsler bis zu 35 Proben wird über einen PC gewährleistet, der auch zur Auswertung der Diffraktogramme zur Verfügung steht.

Bisher wurden vorwiegend gesamt- und tonmineralogische Untersuchungen an Tiefseesedimenten, Mineralpräzipitaten und Diagenesehorizonten sowie Untersuchungen zur Karbonatmineralogie von Flachwassersedimenten durchgeführt.

Verantwortlich:

Dr. Gerhard Bohrmann, Tel. 0431/600-2319  
e-mail: gbohrmann@geomar.de

### Labor für stabile Isotope

Die Isotopenmessungen werden mit dem **Massenspektrometer FINNIGAN MAT 252** mit Kiel-Carbo-II-Anlage (Karbonatpräparationseinheit) durchgeführt. Diese Gerätekonfiguration ermöglicht die Bestimmung von Sauerstoff- und Kohlenstoffisotopen ( $\delta^{18}\text{O}$ ,  $\delta^{13}\text{C}$ ) an Karbonaten. Die Isotope werden nicht nur für eine genaue Alterseinstufung von Sedimentabfolgen verwendet, sondern sind darüber hinaus als Näherungswerte für zahlreiche Klimavariablen (Eisvolumen, Wassertemperatur, Salinität, Nährstoffe und  $\text{CO}_2$ -Gehalte im Ozean) von größter Bedeutung für das Verständnis der Klimaentwicklung und ihrer Prozesse.

Verantwortlich:

Dr. Ralf Tiedemann, Tel. 0431/600-2309  
e-mail: rtiedemann@geomar.de

### Thermionen-Massenspektrometer-Labore

Das Thermionen-Massenspektrometer-Labor betreibt ein Thermo Finnigan MAT 262 RPQ<sup>2+</sup> Thermionen-Massenspektrometer (TIMS) und seit Januar 2002 zusätzlich ein Thermo Finnigan TRITON TIMS. Letzteres erzielt eine externe Reproduzierbarkeit <5ppm bei der Bestimmung von Sr-Nd Isotopenverhältnissen.

Die Isotopensysteme Rb-Sr, Sm-Nd, U-Th-Pb und kurzlebigen U-Zerfallsserien (U-Th-Ra) werden zur Altersbestimmung und für Tracerstudien in der Petrologie/Geochemie bzw. Marinen Umweltgeologie eingesetzt. Bor und Calcium Isotopen werden sowohl als Tracer petrologischer bzw. fluid gesteuerter Prozesse als auch zur Rekonstruktion von Paläo-pH und -temperatur mariner Karbonate verwendet.

Verantwortlich:

Dr. Folkmar Hauff, Tel. 0431/600-2125,  
e-mail: fhauff@geomar.de

Digital data processing and the use of autosamplers allow largely automated use of the routinely applied systems (C/N analyser and ion-chromatography).

Responsible person:

Dr. Klaus Wallmann, phone: +49/431/600-2287  
e-mail: kwallmann@geomar.de

### X-ray diffractometer

A modern **multi-purpose X-ray diffractometer system of high precision (PHILIPS)** is available. The X-ray powder diffractometer is applied to the identification of the mineral phases as well as to quantitative determination of specific minerals. Unattended batch analysis is possible with the 35-position sample changer operating under microprocessor control.

In most cases whole sediment samples and clay minerals were analysed in deep-sea sediments as well as mineral precipitates, diagenetic layers and modern carbonate mineralogy compositions.

Responsible person:

Dr. Gerhard Bohrmann, phone: +49/431/600-2319  
e-mail: gbohrmann@geomar.de

### Stable isotopes laboratory

Isotope measurements are carried out with a **FINNIGAN mass spectrometer MAT 252** in combination with a Kiel-Carbo-II device (carbonate preparation unit). This automated system enables the determination of oxygen and carbon isotopes ( $\delta^{18}\text{O}$ ,  $\delta^{13}\text{C}$ ) from carbonates. Isotope records can be used for high resolution stratigraphy and are useful proxies for different climate variables (ice volume, sea surface temperature, salinity, nutrients and oceanic  $\text{CO}_2$  contents). They are of prime importance for the understanding of climate evolution and its processes.

Responsible person:

Dr. Ralf Tiedemann, phone: +49/431/600-2309  
e-mail: rtiedemann@geomar.de

### Thermal Ionization Mass Spectrometer Facilities

The thermal ionization mass spectrometer laboratory houses a Thermo Finnigan MAT 262 RPQ<sup>2+</sup> Thermal Ionization Mass Spectrometer (TIMS) and in addition since January 2002 a Thermo Finnigan TRITON TIMS. The latter achieves an external reproducibility better than 5ppm for Sr and Nd isotope ratio determinations.

The isotope systems Rb-Sr, Sm-Nd, U-Th-Pb and short-lived U-series isotopes (U-Th-Ra) are used for both age determination and tracer studies in petrology/geochemistry marine environmental geology respectively. Boron and Calcium isotopes are used as tracers of petrologic and fluid controlled processes as well as for the reconstruction of paleo pH and temperature of marine carbonates.

Responsible:

Dr. Folkmar Hauff, Tel. +49/431/600-2125,  
e-mail: fhauff@geomar.de

### Labor für Tephrochronologie

Das Labor für Tephrochronologie am GEOMAR ist ausgestattet mit einem **Edelgasmassenspektrometer (Mass Analyser Products 216 Series)** und einem **Laser-Aufschlusssystem (Spectra Physics Ar-Ionenlaser)**. Daher ist es optimiert für absolute Altersbestimmungen geologisch junger Gesteine und Sedimente (Tertiär bis Holozän) anhand von  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  Laserdatierungen von Einzelkristallen und Gesamtgesteinspartikeln.

Verantwortlich:

Dr. Paul van den Bogaard, Tel. 0431/600-2129  
e-mail: pbogaard@geomar.de

### Labor für die Messung von kurzlebigen Radionukliden

Das **Alpha-Spektrometer der Firma EG&G Ortec (Typ Octète PC)** umfasst 16 unabhängig voneinander arbeitende Vakuummesskammern, die mit besonders hintergrundarmen, ionen-implantierten Silizium-Halbleiterdetektoren ausgestattet sind. Für die Messung des radioaktiven Edelgases Radon wird ein Liquidszintillationszähler verwendet. Darüber hinaus wird für die Bestimmung der kurzlebigen Ra- und Th-Isotope ein **Gamma-Counter** verwendet.

Verantwortlich:

Prof. Dr. Anton Eisenhauer, Tel. 0431/600-2282  
e-mail: aeisenhauer@geomar.de

### Labor für experimentelle Vulkanologie

In dem Labor für experimentelle Vulkanologie werden Simulationen vulkanischer Strömungsprozesse durchgeführt mit dem Ziel, die physikalischen Grundlagen dieser Prozesse zu erkennen und zu quantifizieren. Es handelt sich dabei um Mehr-Phasen-Strömungen (Gas, Flüssigkeit, Festkörper), die mit Hilfe einer elektronischen Messwertfassung über diverse Sensoren sowie einer Video- und Hochgeschwindigkeitskamera (gegebenenfalls in Verbindung mit einem Toeppler'schen Schlierensystem für hohe Auflösung) dokumentiert werden.

Bisher durchgeführte Untersuchungen umfassen stationäre und nicht-stationäre Fluidisierungsexperimente, turbulente Partikelströmungen bei hohen Temperaturen sowie die separate Gasströmung in flüssigkeitsgefüllten Schloten und die resultierenden Fontäneneruptionen und Tremorsignale. Laufende Projekte untersuchen experimentell die Prozesse beim Eintritt heißer Ascheströme in Gewässer sowie das Zusammenspiel von Entgasung und Konvektion in oberflächennahen Magmakammern.

Verantwortlich:

Dr. Armin Freundt, Tel. 0431/600-2131  
e-mail: afreundt@geomar.de

### Labor für experimentelle Magmaphysik

Im Labor für experimentelle Magmaphysik werden fluiddynamische Experimente zur Dynamik von Kon-

### Tephrochronology laboratory

The GEOMAR Tephrochronology Laboratory is equipped with a **noble gas mass spectrometer (Mass Analyser Products 216 Series)** and **laser extraction system (Spectra Physics Ar Ion Laser)**. It is optimised for absolute age determination of geologically young rocks and sediments (Tertiary to Holocene) based on  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  laser dating of single crystals and whole rock particles.

Responsible person:

Dr. Paul van den Bogaard, phone +49/431/600-2129  
e-mail: pbogaard@geomar.de

### Laboratory for the measurement of short living radionuclides

The **Alpha-spectrometer type EG&G Ortec Octète PC** includes 16 counting chambers, which can be operated independently from each other, and low-background ion-implanted silicon semiconductor detectors. For the measurement of the radioactive noble gas radon a liquid scintillation counter is used. Furthermore, for the measurement of short living Ra and Th isotopes a **Gamma-counter** is applied.

Responsible person:

Prof. Dr. Anton Eisenhauer, phone: +49/431/600-2282  
e-mail: aeisenhauer@geomar.de

### Laboratory for experimental volcanology

The laboratory for experimental volcanology is designed to perform simulations of volcanic flow processes in order to identify and quantify their underlying physics. These are usually multi-phase flows (gas, liquid, solids), which are documented by electronic data acquisition using various sensors and by video and high-speed cameras, eventually using a Toeppler Schlieren-System for high resolution. Previous studies included stationary and non-stationary fluidisation experiments, turbulent high-temperature particle suspension currents, and separated gas flow in liquid-filled conduits and its resulting eruptive fountains and tremor signals. Current projects experimentally investigate the processes that operate during the entrance of hot ash flows into water as well as the interaction of degassing and convection in shallow magma chambers.

Responsible person:

Dr. Armin Freundt, phone +49/431/600-2131  
e-mail: afreundt@geomar.de

### Laboratory for experimental magma physics

The laboratory for experimental magma physics hosts analogue experiments on whole scale mantle processes as well as processes in subduction zones and magma chambers. The main goal of these experiments is to improve existing physical models for material transport inside the earth. The experiments are carried out with different types of fluids in Perspex tanks, which are cooled or heated from different sides. In order to simulate various

vektionsprozessen in der gesamten Erde, zur Dynamik von Subduktionszonen und zu Kristallisationsprozessen in Magmakammern durchgeführt. Ziel der Experimente ist es, bestehende physikalische Modelle für diese Prozesse zu verbessern. Die Experimente werden in Plexiglastanks, welche von verschiedenen Seiten gekühlt werden, durchgeführt. Zum Einsatz kommen Flüssigkeiten unterschiedlicher Zusammensetzung und damit Viskosität. Beobachtet werden die zeitliche Entwicklung der Temperatur, der Zusammensetzung und der Strömungsgeschwindigkeiten als Funktion der Position im Tank. Die gesammelten Daten geben Aufschluss über die dynamische Entwicklung der Systeme, und die Ergebnisse werden zur Entwicklung verbesserter Modelle heran-gezogen. Neben diesen experimentellen Arbeiten entwickeln wir Instrumente für die *in situ*-Messung vulkanischer Eruptionsgeschwindigkeiten, wobei die Geräteentwicklung in enger Zusammenarbeit mit einer kleinen Firma, die meteorologische Messgeräte entwickelt, durchgeführt wird. Das wesentliche Ziel dieser Messungen ist es, die Dynamik vulkanischer Eruptionen zu quantifizieren. Diese Geräte werden zur Zeit dauerhaft am Hochrisikovulkan Merapi in Indonesien installiert, um die Aktivität des Vulkans kontinuierlich zu beobachten. Die gewonnenen Daten werden von den lokalen Behörden zur Beurteilung des Aktivitätszustandes des Vulkans verwendet.

Verantwortlich:

Dr. Matthias Hort, Tel. 0431/600-2645  
e-mail: mhort@geomar.de

### Mikrothermometrie

Mikrothermometrische Analysen können in Temperaturintervallen von  $-196^{\circ}\text{C}$  (Siedepunkt des flüssigen Stickstoffs, der als Kühlmittel benutzt wird) bis  $1.700^{\circ}\text{C}$  durchgeführt werden.

Für das Messen von fluiden Einschlüssen verfügt das Labor über Heiz-/Kühlische vom Typ Linkam® THM600 und Fluid Inc.® Gas-Flow Stage für Temperaturen bis zu  $600^{\circ}\text{C}$ . Für Analysen bei magmatischen Temperaturen steht ein Linkam® TH1500 Mikroskop-Heiztisch zu Verfügung und ein vom Vernadsky Intitut in Moskau speziell hergestellter Heiztisch, mit dessen Hilfe die Probensubstanz abgeschreckt werden kann.

Verantwortlich:

Dr. Thor Hansteen, Tel. 0431/600-2130  
e-mail: thansteen@geomar.de

### Ofenlabor

Für Entgasungsexperimente von Schmelzen wurde ein Hochtemperatur-Rohrofen (Fa. CM Furnaces) aufgebaut. Der Ofen ist für kontrollierbare Sauerstoff-Fugazitäten ausgerüstet. Die höchsten erreichbaren Temperaturen liegen bei  $1.500^{\circ}\text{C}$ . Es wurde mit der Bestimmung von Diffusionskoeffizienten magmatischer Fluide begonnen.

Verantwortlich:

Dr. Thor Hansteen, Tel. 0431/600-2130  
e-mail: thansteen@geomar.de

scenarios, fluids of different composition and viscosity are used. During each experiment the temporal evolution of the flow field, the composition, the temperature, and the degassing processes are monitored for various locations in the tank. The collected data give insight into the dynamic evolution of the convecting fluid, which helps to develop new models for the material transport in the earth. Besides this lab-based experimental work we develop instruments for the *in situ* measurement of volcanic eruption velocities based on a doppler radar technology. These developments are carried out in close collaboration with a small local company for meteorological instruments. The main aim of this work is to improve our understanding of eruption dynamics. Our radar systems are currently being installed at Merapi volcano, Indonesia, for continuous monitoring purposes to support local authorities in assessing the activity level at that volcano.

Responsible person:

Dr. Matthias Hort, phone +49/431/600-2645  
e-mail: mhort@geomar.de

### Microthermometry

Microthermometric analyses can be performed on fluid and glass inclusions in minerals in the temperature interval from  $-196^{\circ}\text{C}$  (temperature of the liquid nitrogen used as cooling agent) to  $1,700^{\circ}\text{C}$ .

The equipment for fluid inclusions comprises heating and cooling stages type Linkam® THM600 and Fluid Inc.® gas-flow stage for temperatures up to  $600^{\circ}\text{C}$ . For measurements at magmatic temperatures a Linkam® TH1500 microscope mounted heating stage is in operation and a custom built heating stage with quenching capabilities from the Vernadsky Institute in Moscow.

Responsible person:

Dr. Thor Hansteen, phone +49/431/600-2130  
e-mail: thansteen@geomar.de

### Furnace laboratory

The laboratory is suited for atmospheric pressure experiments under controlled oxygen partial pressures. The equipment is based on a tube furnace (CM Furnaces) with a temperature limit of  $1.500^{\circ}\text{C}$  and is ideally suited for degassing experiments under controlled oxygen fugacities. Currently, diffusion coefficients of fluids in alkaline silicate melts are measured.

Responsible person:

Dr. Thor Hansteen, phone +49/431/600-2130  
e-mail: thansteen@geomar.de

### Spektralphotometrie-Labor

Das Laboratorium verfügt über ein **kohlepetrographisches Mikroskop auf der Basis eines Axiophot (Zeiss)** und ein **Mikro-Spektralphotometer (MPM 800, Zeiss)**. Mit diesen Geräten können vom Ultraviolettbereich bis zum sichtbaren Licht (UV-VIS) quantitative Reflexions-Absorptions- und Emissions-/Fluoreszenzmessungen im Mikrometerbereich an Gesteinsdünnschliffen, Kerogenkonzentraten und Streupräparaten durchgeführt werden. Der aktuelle Arbeitsschwerpunkt in diesem Labor ist die Untersuchung der Struktur gerüstbildender Biopolymere organisch-wandiger Mikrofossilien und deren Veränderung durch Umwelteinflüsse.

#### Verantwortlich:

Dr. Wolfram Brenner, Tel. 0431/600-2249  
e-mail: wbrenner@geomar.de

### Labor für Tiefseebiologie

Das Labor für Tiefseebiologie dient der Auswertung von Sedimentproben aus der Tiefsee und anderen Meeresgebieten für taxonomische Bestimmungen, Bestimmungen von Abundanz und Biomasse von Organismen des Größenspektrums  $\geq 0,03\text{mm}$  bis  $\geq$  mehrere cm (Meio-, Makro-, Megafauna). Die Ausstattung besteht aus Abzug, Abzugsschrank, drei Sortier-Arbeitsplätzen mit Stereomikroskopen, Quellabsaugung für Formol-fixierte Proben und einer Videoanlage zur Direktübertragung biologischer Objekte über den Mikroskopstabus.

#### Verantwortlich:

Dr. Olaf Pfannkuche, Tel. 0431/600-2113  
e-mail: opfannkuche@geomar.de

### Ozean-Boden-Recorder (OBR) Labor

Im Ozean-Boden-Recorder Labor ist die Voraussetzung für die Überprüfung und Vorbereitung der elektronischen Komponenten der OBR-Systeme geschaffen. Ein Arbeitsplatz mit Frequenzgenerator, Oszilloskop, Lötstationen, GPS-Zeitsignal und PC-Arbeitsplatz ermöglicht es, kleinere Prüf- und Reparaturarbeiten sowie Wartungs- und Testaufgaben an den elektronischen Bauteilen der Ausrüstung vor Ort auszuführen.

Seit 1992 hat GEOMAR **digitale Ozean-Boden-Hydrophone** im Einsatz. Die Geräte sind mit einem Hydrophon ausgerüstet und können mit weiteren drei Signalkanälen bestückt werden. Diese Option wird z.B. in Schiffslaboren zur Aufzeichnung der Triggersignale oder eines kurzen Oberflächenstreamers genutzt. Alternativ können auch die Signale mit unterschiedlichen Verstärkungen aufgenommen werden, um die Dynamik weiter zu erhöhen. Weiterhin werden diese Kanäle beim Einsatz von Seismometern (OBS) belegt. Verschiedene Seismometer mit unterschiedlichem Frequenzbereich können die Bodenbewegungen in den drei Raumkomponenten erfassen. Die Datenaufzeichnung erfolgt auf PCMCIA-Flashkarten, die maximale Speicherkapazität beträgt zur Zeit 12,5 GB. Die Stromaufnahme der Registerelektronik ermöglicht Standzeiten von ca. 200 Tagen permanenter Aufzeichnung, die besonders zur

einer Speicher-CDP ausgenutzt, wird für die Bewertung des Probenschwanzes und eine kontinuierliche Auf-

### Spectroscopy laboratory

The laboratory is equipped with a **coal petrography microscope on the base of a Axiophot (Zeiss)** and a **micro spectral photometer (MPM 800, Zeiss)**. Quantitative reflection, absorption and emission/fluorescence measurements can be done within the ultraviolet and visible light on objects of a few microns in diameter. Samples from rock cuttings can be used as well as kerogen preparations and mounts of palynomorphs. The investigations are focussed on the structure of shell biopolymers of organic-walled microfossils and their variation, influenced by environmental changes.

#### Responsible person:

Dr. Wolfram Brenner, phone: +49/431/600-2249  
e-mail: wbrenner@geomar.de

### Laboratory for deep-sea biology

The laboratory for deep-sea biology evaluates sediment samples from the deep sea and other areas for taxonomical determination, determination of abundance and biomass of organisms in the size spectrum  $\geq 0,03\text{ mm}$  to several centimeters (meio-, macro-, megafauna). The equipment comprises a hood, hood cabinet, three sorting places equipped with stereo-microscopes, aspiration for formalin preserved samples and a video system for the direct transmission of biological objects via microscope tubus.

#### Responsible person:

Dr. Olaf Pfannkuche, phone: +49/431/600-2113  
e-mail: opfannkuche@geomar.de

### Ocean Bottom Recorder (OBR) laboratory

This facility allows tests and preparation of the electronic OBR components. An electronic desk with frequency generator, oscilloscope, soldering equipment, GPS time signal and PC workstation enables checks and repairs as well as maintenance and tests of the equipment in house.

GEOMAR has been operating **digital Ocean Bottom Hydrophones** since 1992. Although they are only equipped with a single hydrophone, the systems are capable of recording three additional channels. This option can be used, for example, to monitor trigger pulses or signals from a surface streamer. Alternatively, we can use different amplifications of the signals to increase the dynamic range. Furthermore, these channels are used when deploying seismometers (OBS). Different types of seismometers using different frequency ranges can record ocean bottom movements within all three spatial components. Data are stored onto PCMCIA flash cards up to a capacity of 12.5 GB. Power consumption of the recording electronics is low enough to enable permanent recordings for up to 200 days, which are especially needed for earthquake observations. All parameters and time windows can be programmed with a standard PC. All components of the OBH are rated for a water depth of 6,000 m. Remote release control for each unit is carried out with acoustic transponders. The recording system is accompanied by two 32 litre Bolt airguns and a 7-





Erdbebenbeobachtung notwendig sind. Als Zeitreferenz dient ein GPS-Empfänger, der weltweit eine Eichung der internen Uhren erlaubt. Mit einem PC können alle Registrierparameter und -fenster vorprogrammiert werden. Die Einsatztiefe der Geräte beträgt maximal 6.000 m. Über eine akustische Auslösung kann das Gerät zum gewünschten Zeitpunkt zur Auslösung gebracht werden. Zu dem Gesamtsystem gehören zwei 32 l Bolt Luftkanonen und eine SUN Workstation zur Datenaufbereitung und zur Bearbeitung. Durch die Unterbringung in einem 20" Container kann das System schiffsunabhängig eingesetzt werden.

Verantwortlich:

Prof. Dr. Ernst Flüh, Tel. 0431/600-2327

e-mail: eflueh@geomar.de

Dr. Jörg Bialas, Tel. 0431/600-2329

e-mail: jbialas@geomar.de

### TRITON Labor

Die Abteilung Marine Umweltgeologie betreibt ein Massenspektrometer-Labor, welches mit einem TRITON Thermionen-Massenspektrometer ausgerüstet ist. An diesem Gerät werden neben den klassischen Isotopensystem wie Nd, Sr, Pb, U etc. auch  $\delta^{11}\text{B}$  und  $\delta^{44}\text{Ca}$  gemessen. Ausgerüstet mit einem High Abundance Filter können auch U/Th Analysen mit hohen Th-Isotopenverhältnissen durchgeführt werden. Die TRITON wurde im Rahmen der Großgeräte-Initiative der DFG (Ei272/9-1) angeschafft.

Verantwortlich:

Prof. Dr. Anton Eisenhauer, Tel. 0431/600-2282

e-mail: aeisenhauer@geomar.de

### AXIOM Labor

Die Abteilung Marine Umweltgeologie betreibt ein MC-ICP-MS Labor für die hochpräzise Bestimmung von Element- und Isotopenverhältnissen für geochemische und paläoklimatische Fragestellungen. Das Labor ist mit einem AXIOM Gerät ausgestattet, welches insbesondere für die Messung von Ca-, U-, Th-, Sr- und Cl-Isotopenverhältnissen verwendet wird. Die AXIOM wurde im Rahmen der Großgeräte Initiative der DFG (Ei272/9-1) angeschafft.

Verantwortlich:

Prof. Dr. Anton Eisenhauer, Tel. 0431/600-2282

e-mail: aeisenhauer@geomar.de

component small-volume airgun array for active seismics as well as a Sun workstation for data backup and processing. Storage of the OBR in a 20" container enables independent use on various research vessels.

Responsible persons:

Prof. Dr. Ernst Flüh, phone: +49/431/600-2327

e-mail: eflueh@geomar.de

Dr. Jörg Bialas, phone: +49/431/600-2329

e-mail: jbialas@geomar.de

### TRITON Laboratory

The department of Marine Environmental Geology supports a mass-spectrometer facility which is equipped with a TRITON mass-spectrometer. Beside the classic isotope systems like Nd, Sr, Pb, U also  $\delta^{11}\text{B}$  and  $\delta^{44}\text{Ca}$  are measured. There is also a high abundance filter available enabling U/Th measurements on samples with high Th-isotope ratios. The TRITON was sponsored by the DFG within the framework of „Großgeräte-Initiative (Ei272/9-1)“.

Responsible person:

Prof. Dr. Anton Eisenhauer, Tel. +49/431/600-2282

e-mail: aeisenhauer@geomar.de

### AXIOM Laboratory

The department of Marine Environmental Geology supports a MC-ICP-MS laboratory for the precise determination of element and isotope ratios. It is in particular used for geochemical and paleoclimatological projects. The laboratory is equipped with an AXIOM which is currently used in particular for Ca-, U-, Th-, Sr-, and Cl-isotope measurements. The AXIOM was sponsored by the DFG within the framework of "Großgeräte-Initiative, (Ei272/9-1)".

Responsible person:

Prof. Dr. Anton Eisenhauer, Tel. +49/431/600-2282

e-mail: aeisenhauer@geomar.de



### Tiefsee-Instrumentierung

In der Einrichtung Tiefsee-Instrumentierung sind die im folgenden näher beschriebenen Großgeräte vorhanden.

#### Verantwortlich:

Dr. Peter Linke, Tel. 0431/600-2115

e-mail: [plinke@geomar.de](mailto:plinke@geomar.de)

### Bodenwasserschöpfer BIOPROBE:

Das Gerät dient der Beprobung der bodennahen Wasserschichten sowie zur Zeitserienaufnahme physikalischer und geologischer Parameter. Die zentrale Funktion ist die Entnahme von Wasserproben (à 10 l) aus verschiedenen Höhen über Grund (5, 10, 20 und 40 cm) für biogeochemische Untersuchungen. BIOPROBE II beinhaltet neben der Steuerelektronik mit Kompass, optischen Sensoren (Turbidity Meter, OBS oder Transmissiometer), einer Partikkamera und einer Überwachungskamera auch eine sensomotorische Steuerung zur Optimierung der Probenahme. Das System wird aktiv in die vorherrschende Strömung gedreht, um dann mittels strömungsgünstig geformter Probennehmer ungestörte Wasserproben zu ziehen. Der eingebaute Kompass gibt die Strömungsrichtung an. BIOPROBE II kann bis in 6.000 m Wassertiefe als Absatzgerät oder über Einleiterkabel eingesetzt werden.

### Transponder Navigation:

Dieses System ist ein akustisches Long-Baseline (LBL) Transponder Navigationssystem (MORS/Oceano) mit einer maximalen Reichweite von 12 km und einer Einsatztiefe von 6.000 m.

### Das CTD/Kranzwasserschöpfer-System:

Dieses System umfasst eine SEA-CTD-Sonde BIRD (SBE 911 plus), einen Kranzwasserschöpfer (SBE 32) mit 12 x 10 l Wasserschöpfern sowie jeweils eine Deckeinheit für beide Komponenten, so dass beide Geräte sowohl in Kombination als auch unabhängig voneinander benutzt werden können. Die CTD ist zur Zeit mit modularen SEA-BIRD Sensoren zur Messung von Leitfähigkeit, Temperatur, Druck und gelöstem Sauerstoff sowie einer Pumpe, einem DATASONICS Altimeter und Bodenkontakt-Schalter ausgestattet.

### Sealogger CTD:

Dieses System ist eine eigenständige Speicher-CTD (SBE 25) mit 8 MB Speicher und modularen SEA-BIRD Sensoren zur Messung von Leitfähigkeit, Temperatur, Druck sowie einer Pumpe mit einer maximalen Einsatztiefe von 10.500 m. Es kann eine Rosette an Stelle der SBE 911 benutzt werden, so dass eine weite Einsatzfähigkeit und Kompatibilität beider Systeme gewährleistet sind.

### Vent Sampler (VESP):

Für die Beprobung advektiv transportierter Porenwässer wurde ein TV-geführtes Gerät entwickelt, mit dem eine Probenkammer an untermeerischen Quellen von konventionellen Forschungsschiffen aus abgesetzt werden kann. Der Vent Sampler ist mit fünf 5 l Wasserschöpfern und einer Speicher-CTD ausgestattet, welche für die Aktivierung des Probenahmezyklus und eine kontinuierliche Auf-

### Deep-sea instrumentation

The central service facility deep-sea instrumentation holds the following devices.

#### Responsible person:

Dr. Peter Linke, phone: +49/431/600-2115

e-mail: [plinke@geomar.de](mailto:plinke@geomar.de)

### Bottom water sampler BIOPROBE:

The device is designed for sampling the near bottom water layers as well as recording physical and geological parameters. Main function is taking water samples (à 10 l) from different elevations above the sea floor (5, 10, 20 and 40 cm) for biogeochemical investigations. In addition to the electronic steering system a compass is included, optical sensors (turbidity, meter, OBS or transmissiometer), a particle camera and observation camera. BIOPROBE II contains steering mechanism in order to optimise sampling. The system is turned into the prevailing current to take continuous water samples with a hydrodynamic sampler. The compass indicates the current direction. BIOPROBE II can be deployed through a conductive cable to a water depth of 6,000 m.

### Transponder navigation:

This navigation system is a MORS/Oceano acoustic long baseline (LBL) transponder system with a maximum range of 12 km and a maximum deployment depth of 6,000 m.

### The CTD/Rosette:

This system includes a SEA-BIRD CTD probe (SBE 911 plus), a 12-position rosette pylon (SBE 32) with 10 l Niskin-type water sample bottles and deck units for both devices to enable that both can be used in combination or independently. At present the CTD is equipped with modular SEA-BIRD conductivity, temperature, depth and oxygen sensors, DATASONICS altimeter and bottom trigger.

### Sealogger CTD:

This system is a self-contained storage CTD probe (SBE 25) with 8 MB memory and modular SeaBird conductivity, temperature, depth sensors and pump with a maximum deployment depth of 10,500 m. It can be used instead of the SBE 911 in the rosette system for a wide range of applications and compatibility of both systems.

### Vent Sampler (VESP):

A TV-controlled device has been developed for sampling advectively transported pore waters and can be deployed at submarine vents from a conventional research vessel. The Vent Sampler is equipped with five 5 l water bottles and a storage CTD probe, which is used to activate the water-sampling cycle and to continuously record conductivity, temperature, pressure and flow data. The Benthic Barrel encloses 0.238 m<sup>2</sup> of the sediment surface and has an internal displacement volume of 284 l. The internal volume of the chamber is initially flooded with ambient seawater and is then slowly replaced by vented fluids. Five sequentially timed water samples are collected during deployment by Niskin bottles (5 l) mounted inside

zeichnung von Leitfähigkeit, Temperatur, Druck und Ausstrom sorgt.

Die Probenkammer überdeckt eine Sedimentoberfläche von 0,238 m<sup>2</sup> und hat ein internes Verdrängungsvolumen von 284 l. Das interne Volumen ist zuerst mit Bodenwasser gefüllt, das durch die aufsteigenden Fluide verdrängt wird. Mittels der fünf sequenziell ausgelösten Wasserschöpfer in der Kammer werden während der Standzeit Wasserproben genommen. Die Konzentrationsänderungen der gelösten Komponenten in den Schöpfern werden zur Berechnung ihrer Fluxraten benutzt. In der Ausstromöffnung der Kammer ist zudem eine Thermistor-Strömungssonde angebracht, welche den Ausstrom direkt misst.

#### VESP-Lander:

Das System erlaubt lange Standzeiten und besteht aus einem Launcher und einem Lander (Abb. 30). Der Launcher ist das Trägergestell für Telemetrie, Lampen und zwei Kameras und hat eine permanente Kabelverbindung zum Schiff. Nach dem Absetzen wird der Lander mechanisch über einen elektrischen Auslöser, der über die Telemetrie-Einheit an Bord aktiviert wird, vom Launcher getrennt. Der Launcher wird zurück an Bord verholt, während der Lander unabhängig von Schiffskabel und -energieversorgung für Langzeitmessungen am Boden verbleibt.

Der Lander ist mit einer weiterentwickelten Probenkammer ausgestattet, um sowohl Proben zu nehmen als auch Ausstromraten aktiver Quellen zu messen. Er ist als Geräteträger für eine Vielzahl verschiedener Sensoren gedacht. Der Lander ist dazu konzipiert, um für mehrere Tage die verschiedenen Parameter (z.B. Temperatur, Transmission, Ausstrom) am Meeresboden zu messen. Kurz vor der Wiederaufnahme vom Schiff können Fotos und Spritzenproben genommen werden, nach akustischem Kommando wird der Ballast abgeworfen, und das Gerät kehrt an die Oberfläche zurück.

the chamber. Changes in the concentration of dissolved components among these bottles are then used to calculate their flux rates. The exhaust port at the top of the chamber carries a thermistor flowmeter, which directly records the flow rate from the chamber.

#### VESP Lander:

This system allows long-term deployment and consists of a launcher and a lander (fig. 30). The launcher carries the telemetry, lights and two cameras and has the permanent cable connection to the ship. After deployment the lander is mechanically released from the launcher by an electric releaser, which is activated by the telemetry unit on board the ship. The launcher is brought back to the surface vessel, while the lander stays on the seafloor for long-term measurements independent from the ship's cable and power supply. The lander is equipped with an improved chamber to obtain both direct water flow and samples expelled from active sites. The lander is designed to stay on the seafloor for several days recording the different parameters (e.g. temperature, transmission, fluid flow). The lander returns to the surface after weights are released.

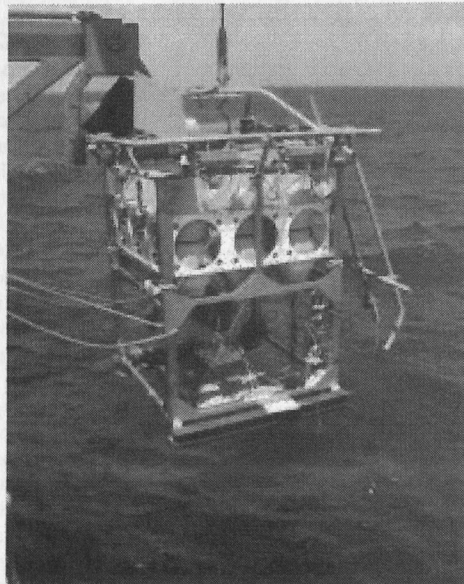


Abb. 30/ Fig. 30  
VESP-Lander / VESP Lander

### Kammer-Lander:

Der GEOMAR Kammer-Lander ist ein Vier-Kammer-System zur Messung von benthischen *in situ*-Remineralisationsraten (Sauerstoffverbrauch und Nährstoffflüsse der Sedimentlebensgemeinschaften) mit einer Einsatztiefe von bis zu 6.000 m (Abb. 31). Auch dieser Lander-Typ kann mittels Trägergestell videogesteuert positioniert werden.

### Chamber lander:

This lander is of modular design and is capable to deploy four chambers at the sea floor for the measurement of *in situ* mineralisation rates (oxygen consumption and nutrient flux of the sediment communities) with a maximum deployment depth of 6,000 m.(Fig. 31). Also this type of lander can be positioned with a video launcher.

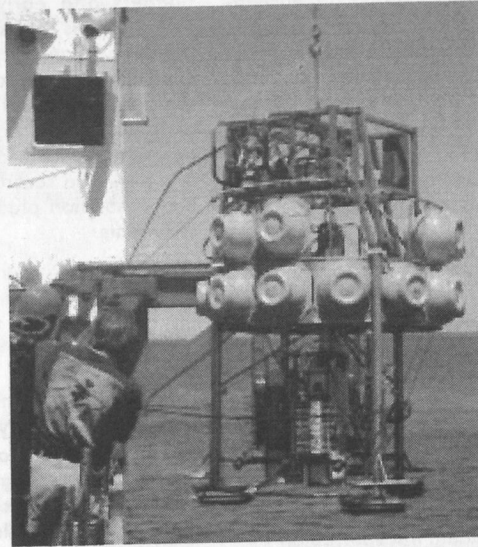


Abb. 31/ Fig. 31  
KammerLander / Chamber lander

- Prof. Dr. Hoerle, GEOMAR
- Prof. Dr. Phipps Morgan, GEOMAR
- Prof. Dr. Schminke, GEOMAR
- Prof. Dr. Süss, GEOMAR
- Herr Horn, Beauftragter des Meeresforschungszentrums GEOMAR
- Dr. Hanning, Vorsitzender des Meeresforschungszentrums GEOMAR
- Herr Wagner, ABVFFK
- Herr Donako, BMBF
- Prof. Dr. Wallace, CAU
- Herr Mörner, Norddeutsche Tiefsee
- Herr Petersen, Norddeutsche Tiefsee



### Sauerstoff-Profiler FLOORIAN:

An den Eintrag von organischem Kohlenstoff ins Sediment sind zahlreiche biogeochemische Umsatzprozesse gekoppelt, welche die Redox-Zonierung und den Stofffluss gelöster Nährstoffe durch die Sediment/Wasser-Grenzfläche kontrollieren. Die Quantifizierung des Kohlenstoffflusses ist daher eine wichtige Kenngröße für flächenbezogene Bilanzierungen geochemischer Stoffkreisläufe und frühdiagenetischer Modellierungen. Aus dem Sauerstoffverbrauch des Sediments lässt sich daher der Eintrag an organischem Kohlenstoff ermitteln. Durch die Messung von Sauerstoffprofilen im Sediment können der Verbrauch und die Ausdehnung der oxischen Zone bestimmt werden. Für solche Untersuchungen sind *in situ*-Geräte notwendig, die am Meeresboden Sauerstoffprofile mit Hilfe von Glaselektroden messen.

Das Gerät ist aus einer Motor- und einer Registriereinheit aufgebaut und kann in bis zu 6.000 m Wassertiefe eingesetzt werden (Abb. 20). Über die Motoreinheit werden die Glaselektroden in Schritten von 0,1 mm in das Sediment bewegt, wobei das Signal der Sauerstoffelektroden kontinuierlich registriert wird.

### Videolabor:

Das Videolabor beinhaltet analoge und digitale Komponenten für die Wiedergabe, Aufnahme, Synchronisation und Digitalisierung verschiedenster Videoaufnahmen. Die meisten Komponenten sind in einem transportablen 19"-Gestell montiert. Zur Zeit wird das Videolabor für die qualitative Analyse von Video- und digitalem Photomaterial, das mit Hilfe der seegängigen Instrumente (z.B. OFOS, ROV ROPOS) erstellt wurde, genutzt.

Die analogen Komponenten beinhalten einen SONY Video/Audio Selektor sowie zwei SONY Rekorder (BETACAM, SVHS), einen PANASONIC Rekorder und einen SONY Monitor. Die digitalen Komponenten beinhalten *silver* Hardware- und Software-Produkte. Zusätzliche Komponenten (DVD-Brenner, professioneller Scanner für ungeschnittenes Photomaterial) werden demnächst angeschafft.

### Oxygen-profiler FLOORIAN:

Early diagenetic processes are coupled to the flux of organic carbon to the sea floor. These processes are important for e.g. redox zonation and recycling of dissolved nutrients into the bottom water. Therefore, quantification of organic carbon flux is of major interest for geochemical budgets and early diagenetic modelling. For such investigations the use of *in situ* devices is essential, which measure oxygen profiles at the sea floor.

The *in situ* device consists of a stepping motor and a registration unit and allows measurements in water depth of up to 6,000 m (Fig. 20). The motor moves oxygen glass probes into the sediment with a vertical resolution of 0.1 mm. The recorded signal of the probes presents a high-resolution profile of the oxygen content of surface sediments.

### Video laboratory:

This facility includes analog and digital components for the play-back, recording, dubbing, and digitizing of a variety of different video sources. Most of the components are mounted in a mobile 19"-rack. At present the facility is used for the qualitative analysis of video and digitized photo material obtained with our seagoing instruments (e.g. OFOS, ROV ROPOS).

The analog components include one SONY Video/Audio Selector as well as two SONY Recorders (BETACAM, SVHS), one PANASONIC VHS-Recorder and one SONY Monitor. The digital components include *silver* hardware and software products for nonlinear editing. Additional input and output components (DVD burner, professional scanner for uncutted photomaterial) are envisioned.



## 9. Entwicklung von GEOMAR

### 9.1 Stiftungsrat

Der Stiftungsrat bestand im Jahr 2002 aus folgenden Mitgliedern:

- Vorsitz: Staatssekretär Dr. Stegner, Ministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Kultur des Lande Schleswig-Holstein (MBWFK)  
Vertreter: Ministerialdirigent (MD) Dr. Hendriks, MBWFK
- Prof. Dr. Demuth, Rektor, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel (CAU)  
Vertreter: Prof. Dr. Bähr, Prorektor, CAU
- Prof. Dr. Willebrand, Institut für Meereskunde, CAU  
Vertreter: Prof. Dr. Grootes, Leibniz-Labor, CAU
- Prof. Dr. Wellmer, Präsident der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), Hannover  
Vertreter: Dr. Buttkus, BGR
- Herr Janzen, Hauptgeschäftsführer der Industrie- und Handelskammer zu Kiel (IHK)  
Vertreter: Dr. Biel, IHK
- Prof. Dr. Heute, Technische Fakultät, CAU  
Vertreter: Prof. Dr. Hauschildt, Institut für Betriebswirtschaftslehre, CAU
- Prof. Dr. Stoffers, Institut für Geowissenschaften, CAU  
Vertreter: Prof. Dr. Kuhnt, Institut für Geowissenschaften, CAU

Der Stiftungsrat trat im Berichtszeitraum einmal zusammen, zur 32. Sitzung am 13. Mai 2002.  
Als Gäste nahmen an der Stiftungsratssitzung teil:

- Prof. Dr. Dullo, Direktor des Forschungszentrums GEOMAR
- Prof. Dr. Hoernle, GEOMAR
- Prof. Dr. Phipps Morgan, GEOMAR
- Prof. Dr. Schmincke, GEOMAR
- Prof. Dr. Suess, GEOMAR
- Herr Heyn, Beauftragter des Haushalts, GEOMAR
- Dr. Hennings, Vorsitzender des Personalrates, GEOMAR
- Herr Wagner, MBWFK
- Herr Deneke, BMBF
- Prof. Dr. Wallace, CAU
- Herr Wörner, Norddeutsche Treuhand- u. Revisionsges.
- Herr Petersen, Norddeutsche Treuhand- und Revisionsges.

## 9. Development of GEOMAR

### 9.1 Foundation Council

In 2002 the membership of the Foundation Council was as follows:

- Chair: Staatssekretär Dr. Stegner, Ministry of Education, Science, Research and Culture of the State of Schleswig-Holstein (MBWFK)  
Deputy: MD Dr. Hendriks, MBWFK
- Prof. Dr. Demuth, Rector of the Christian-Albrechts-University, Kiel (CAU)  
Deputy: Prof. Dr. Bähr, Vice-Rector, CAU
- Prof. Dr. Willebrand, Institute of Marine Sciences, CAU  
Deputy: Prof. Dr. Grootes, Leibniz-Labor, CAU
- Prof. Dr. Wellmer, President of the Federal Institute for Geosciences and Natural Resources (BGR), Hannover  
Deputy: Dr. Buttkus, BGR
- Mr. Janzen, General Manager of the Chamber of Industry and Commerce, Kiel (IHK)  
Deputy: Dr. Biel, IHK
- Prof. Dr. Heute, Technical Faculty, CAU  
Deputy: Prof. Dr. Hauschildt, Institute for Management Studies, CAU
- Prof. Dr. Stoffers, Institute for Geosciences, CAU  
Deputy: Prof. Dr. Kuhnt, Institute for Geosciences, CAU

During 2002 the Foundation Council convened its 32nd meeting on May 13th, 2002.  
The meeting of the Foundation Council was attended by:

- Prof. Dr. Dullo, Director of the Research Center GEOMAR
- Prof. Dr. Hoernle, GEOMAR
- Prof. Dr. Phipps Morgan, GEOMAR
- Prof. Dr. Schmincke, GEOMAR
- Prof. Dr. Suess, GEOMAR
- Mr. Heyn, Representative of the GEOMAR budget
- Dr. Hennings, Council of GEOMAR staff (chair)
- Mr. Wagner, MBWFK
- Mr. Deneke, BMBF
- Prof. Dr. Wallace, CAU
- Mr. Wörner, Norddeutsche Treuhand- u. Revisionsges., Financial auditing
- Mr. Petersen, Norddeutsche Treuhand- u. Revisionsges., Financial auditing



## 9.2 Öffentlichkeitsarbeit

Die Bundesministerin für Bildung und Forschung Edelgard Bulmahn hatte das Jahr 2002 zum Jahr der Geowissenschaften ausgerufen. Für die Öffentlichkeitsarbeit bei GEOMAR bedeutete das eine große Herausforderung. Die geplante Vereinigung von GEOMAR und dem Kieler Institut für Meereskunde (IfM) zum Leibniz-Institut für Meereswissenschaften brachte es mit sich, dass die Kooperation der beiden Partner sich verstärkte. Das trug bereits bei allen PR-Aktivitäten Früchte.

### Presse- und Medienarbeit

Durch die Erfindung des "GEOthemas der Woche" stieg die Zahl der Pressemeldungen explosiv: GEOMAR gab 2002 fast 70 Pressemeldungen heraus.

Folgende Pressekonferenzen fanden statt:

- am 28.1.2002 eine Pressekonferenz im Senatssaal der Christian-Albrechts-Universität unter Mitwirkung der schleswig-holsteinischen Ministerin für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Kultur, Frau Ute Erdsiek-Rave, und des Prorektors der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel (CAU), Prof. Dr. Jürgen Bähr. Vorgestellt wurde das Kieler Veranstaltungsprogramm für das GEOjahr 2002.

- am 6.2.2002 berichteten Fahrtteilnehmer unter dem Titel "Schlammvulkane und Methanhydrat im Schwarzen Meer" über die Internationale Schwarzmeer-Expedition mit dem Forschungsschiff METEOR

- am 8.5.2002 wurde auf dem GEOSCHIFF (s.u.) die dort aufgebaute Ausstellung "Abenteuer Meeresforschung" vorgestellt.

### GEOMAR Reports

Die Anzahl der publizierten GEOMAR Reports hat sich stark verringert, seitdem das GEOMAR Leitungskollegium beschlossen hat, aus Kostengründen keine Dissertationen mehr in dieser Reihe erscheinen zu lassen. Auch der Jahresbericht steht nur noch eingeschränkt in vervielfältigter Form (ca. 150 Exemplare) zur Verfügung. Damit verliert die GEOMAR Bibliothek als Partner für den nationalen und internationalen Schriftentausch der Bibliotheken stark an Wert. Im Jahr 2002 erschienen sechs GEOMAR Reports: sämtlich Expeditionsberichte.

### Besucher

Ganz verschiedene Gruppen von Besuchern besichtigten aus ganz verschiedenen Gründen das Forschungszentrum GEOMAR. Wir bekommen "offizielle" Besuche von Wissenschaftlern, Politikern, Beamten und Fachleuten aus Wirtschaftsunternehmen, die an unseren wissenschaftlichen Zielen interessiert sind und die Möglichkeiten einer Zusammenarbeit ausloten wollen.

Studentengruppen und Schulklassen unterschiedlicher Schultypen suchen meist ganz gezielt GEOMAR als Ziel aus, oft nachdem sie sich im Internet über unsere Arbeit informiert haben.

Zunehmend können wir Besucher begrüßen, Mitarbeiter

## 9.2 Public relations

The Federal Minister for Education and Research, Mrs. Edelgard Bulmahn had declared the year 2002 to be the Year of Geosciences. This was indeed a big challenge in regard to GEOMAR's public relation activities.

The upcoming merger between the GEOMAR Research Center and the Kiel Institute for Marine Research (IfM) to become the new "Leibniz-Institut für Meereswissenschaften" (Leibniz Institute for Marine Sciences) led to an increased co-operation between the two partners. Due to these circumstances, the public relation activities had become very successful.

### Media and press

The invention of the "GEOtopic of the week" had raised the number of press releases in an explosive manner: nearly 70 releases informed the media (printed press, radio and television) about the results of GEOMAR's scientific work, new developments, interesting events and activities, especially in regard to expeditions, public lectures, and exhibitions.

Following press conferences were organized:

- on January 28<sup>th</sup>, a press conference was held in the Senate's Conference Room of the Kiel University informing about our program during the Year of Geosciences. The Minister of Education, Research and Culture, Mrs. Ute Erdsiek-Rave as well as the Deputy Vice-Chancellor of the Christian Albrecht University (CAU), Prof. Dr. Jürgen Bähr participated.

- on February 6<sup>th</sup>, cruise participants reported under the headline "Mud volcanoes and methane hydrate in the Black Sea" about the International Black Sea Expedition with the research vessel METEOR.

- on May 8<sup>th</sup>, the exhibition "Marine Research Adventure" was represented on board of the GEOship JENNY.

### GEOMAR Reports

The number of published GEOMAR Reports has sharply decreased, since GEOMAR's Governing Board had decided, to stop the publication of doctoral dissertations in the report series due to cost savings. The annual report is nowadays only printed in a reduced number of copies (approx. 150 copies). Due to these measures, the role of the GEOMAR library of being a partner in the national and international library exchange program has lost much of its weight. During the year 2002, six GEOMAR Reports were edited, all of them cruise reports.

### Visitors

Many people are visiting the GEOMAR Research Center, and there are many causes to do so. We count an important number of "official" visits from scientists, politicians, higher administrative staff, and from companies which are interested in our work and/or are looking for co-operation. Another group of visitors are students respectively school classes of different levels but also employees from different



aus Firmen, Behörden, Ministerien oder Mitglieder von Vereinen, die GEOMAR als Ziel für ihren Betriebsausflug oder für eine Exkursion gewählt haben.

Inzwischen betrachten wir alle Gründe, aus denen unsere Besucher kommen, als "legitim". Alle Mitglieder der Arbeitsgruppe GOEFF und die Mehrzahl unserer Kollegen fühlen sich nicht nur verpflichtet, gute Wissenschaft zu machen, sondern auch ihre Mitbürger und damit den Steuerzahler über ihre faszinierende Arbeit zu informieren.

### Gremium für Öffentlichkeitsarbeit (GOEFF)

Die Aufgabe von GOEFF besteht darin, mit Vertretern der vier wissenschaftlichen Abteilungen und dem Presse-referenten die Öffentlichkeitsarbeit des Forschungszentrums zu koordinieren. Das Gremium befasste sich mit der Organisation von Ausstellungen, Vorträgen, Führungen und der Beteiligung an Ausstellungen. Im Hinblick auf die bevorstehende Vereinigung von GEOMAR und IfM wurden alle PR-Aktivitäten zusammen mit dem IfM koordiniert.

### Öffentliche Vortragsveranstaltungen

Für das GEOjahr 2002 wurde das "GEOthema der Woche" erfunden: die Kieler geowissenschaftlichen Forschungsinstitute boten der Öffentlichkeit an jedem Mittwoch um 19.30 Uhr unter dem Rahmentitel "GEOthema der Woche" eine GeoVeranstaltung an. Außer den "eigentlichen" Geo-Instituten beteiligten sich das Landesamt für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein, das Max-Planck-Institut für Limnologie in Plön und die Institute der CAU für Ur- und Frühgeschichte, das Historische Seminar sowie das Ökologie-Zentrum. Während der Semester fanden die Vorträge in Abstimmung mit dem Naturwissenschaftlichen Verein statt.

Außerdem liefen, wie in den Vorjahren auch, im Jahr 2002 zwei Vortragsreihen, die zusammen mit dem Kieler Institut für Meereskunde angeboten wurden:

- Die Aquariumsvorträge während der Kieler Woche
- In der GEOMAR-Feldstation in der ehemaligen Raketenstellung in Maasholm-Oehe die "Maasholmer Meereskundlichen Vorträge", in denen beide Institute aus ihrer aktuellen Forschung berichten. Zum einen besuchen Touristen diese Vorträge. Sie sind aber auch bei den Bewohnern Angeln, Schwansens, aus Kappeln, Rieseby, Süderbrarup, Schleswig und Eckernförde schon zur Institution geworden und zählen viele Stammesbesucher. Die regionale Zeitung - "Der Schleibote" - schickt regelmäßig eine Berichterstatterin bzw. einen Bericht-erstatler.

### Ausstellungen, Präsentationen

Das Forschungszentrum GEOMAR beteiligte sich aktiv an zwei aufwendigen Ausstellungen:

- an der Ausstellung auf dem Geoschiff JENNY, das mit der geowissenschaftlichen Ausstellung "Abenteuer Meeresforschung" bis Mitte September auf dem Mittellandkanal, auf Ems und Weser sowie auf Rhein, Main, Mosel und Donau unterwegs war. Insgesamt machte es in etwa 65 Städten Station. Die Ausstellung richtete sich an die interessierte Bevölkerung, vor allem aber an Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufen I und II. In Kiel lag das

companies, local authorities or organisations. Obviously, these visitors are choosing more and more GEOMAR for a company's excursion. Mostly, they have visited the GEOMAR website at first in order to gather corresponding information. By newspapers respectively press media they have learned about our scientific work and become interested and curious.

Meanwhile, we regard all causes, to visit GEOMAR as equally "legitimate". All members of GOEFF and the majority of our colleagues feel obligate not only practising good science but also to inform the public and tax payer about their fascinating profession and work.

### Public relations committee (GOEFF)

The task of GOEFF consists in co-ordinating the public relation activities of the Research Center by co-operating with members of GEOMAR's four scientific departments and the public relations representative. The committee has been in charge with organising exhibitions, public lectures, guided tours and participation in exhibitions. In regard to the upcoming merger between GEOMAR and the Institute for Marine Research all public-relation activities have been co-ordinated jointly.

### Public lectures

Due to the Year of Geosciences 2002, GEOMAR invented the "GEOtopic of the week": Under the slogan "GEOtopic of the week", the Geoscientific Research Institutes in Kiel prepared one GEO-event for the public on every Wednesday night at 7.30 p.m. Apart from the proper Geo-Institutes, the District Department for Nature and Environment of the State Schleswig-Holstein, the Max-Planck-Institute for Limnology in Plön and the Institutes for Earth's Early History and the Historical Department of the Christian Albrecht University as well as the Center of Ecology participated. These lectures took place during the semesters in accordance with the Association of Nature Sciences. According to previous years, two series of lectures were presented in cooperation with the Kiel Institute for Marine Research (IfM):

- The so called "Aquarium Lectures" during the Kiel Week
- Both Institutes reported on actual topics of their research in the GEOMAR coastal research station, the former missile base of Maasholm. On one part, the audience consists of tourists; on the other part out of inhabitants from the regions Angeln, Schwansen as well as of the towns of Kappeln, Rieseby, Süderbrarup, Schleswig and Eckernförde, these parties regularly find their way to attend the lectures. The regional press - the journal "Der Schleibote" - sends a journalist, reporting on these events.

### Exhibitions, presentations

In 2002, the GEOMAR Research Center realised two big exhibitions:

- one exhibition was held on board of a "GEOship" named JENNY in connection with a geoscientific exhibition "Adventure of Marine Research". The ship circulated on the Mittellandkanal, as well as on the rivers Ems, Weser, Rhine, Main, Mosel, and Danube and stopped at around 65 towns. The exhibition was conceived particularly for





Schiff vom 9.-13.5.2002 am Kai des IfM.

- Anlässlich des Volvo-Ocean-Race war während des Juni 2002 in einem Zelt vor dem IfM eine Ausstellung über die Kieler Meeresforschung in Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft aufgebaut.

Im Foyer des GEOMAR Neubaus waren folgende Ausstellungen zu sehen:

- 17.1.-22.2.2002: "Schwentine-Mündung: Gestaltungskonzepte für eine interessante Stadtlandschaft". Hier stellten Studenten der Fachhochschule ihre Diplomarbeiten vor. In Architekturmodellen und Texten hatten sie sich mit der baulichen Weiterentwicklung des Seefischmarktes befasst.

- 25.2.-8.3.2002: "Die See und das Sehen – ein Künstlerleben als Meereswissenschaftlerin". Ausgestellt waren Bilder der Malerin, Druckgraphikerin und Meereswissenschaftlerin Charlotte (Chi) Meredith, die an der Oregon State University in Corvallis, Oregon, USA, arbeitet.

- 5.9.- 4.10.2002: "Erdobjekte – Lackfilme: Dokumente der jüngsten Erdgeschichte unseres Landes – ästhetische Bilder". Diese Ausstellung des Landesamtes für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein (Abt. Geologie und Boden) mit zusätzlichen Lackfilmen aus dem Institut für Geowissenschaften der CAU und aus Privatsammlungen stellte in einer in diesem Umfang selten zu sehenden Zusammenstellung vor allem Bodenstrukturen vor, die durch klimatische Einflüsse hervorgerufen worden sind: Falten und Störungen durch Pressungen des Inlandeises in Glazialperioden, Eiskeile, Brodelböden, Verwitterungserscheinungen und Prozesse der Bodenbildung.

### GEOMAR im Internet

Die Präsentation von GEOMAR im Internet wird immer umfassender, bleibt aber eine Herausforderung. Bei der augenblicklichen Personalausstattung ist es schwierig, mit der Vielzahl von Aktivitäten Schritt zu halten. Erfreulich ist das Echo von außerhalb. Wissenschaftler und Journalisten, Schüler und an unserer Arbeit Interessierte suchen die Internet-Seiten auf. Die Seiten werden nach Vorgaben aus den Abteilungen und aus der Verwaltung von einem Mitarbeiter im Rechenzentrum gestaltet und aktualisiert. Enthalten sind u.a. eine Anfahrtsskizze zum Forschungszentrum, eine Kurzdarstellung von GEOMAR und seinen wissenschaftlichen Abteilungen, zentralen Diensten, Laboratorien und Großgeräten, die Jahresberichte, das Adressen- und Telefonverzeichnis, Berichte über aktuelle Projekte, eine Aufstellung der laufenden und geplanten Expeditionen, das Kolloquiums- und Veranstaltungsprogramm, die Pressemitteilungen, der Stellenmarkt und die persönlichen Homepages der Mitarbeiter. Wie früher in der gedruckten Ausgabe von "GEOMAR-Aktuell" bleibt es unser Ziel, alle geowissenschaftlichen Veranstaltungen im Raume Kiel anzukündigen.

pupils. In Kiel the ship moored at the pier of the IfM from the 9<sup>th</sup> to the 13<sup>th</sup> of May.

- on the occasion of the Volvo Ocean Race in Kiel, a tent had been set up in front of the Institute for Marine Research showing an exhibition on the past, present and future field of marine research in Kiel.

Three exhibitions were shown in the GEOMAR entrance hall:

- from January 17<sup>th</sup> until February 22<sup>nd</sup>, students of architecture represented their master theses during the exhibition, proposing the structural development in regard to the old Kiel Fish Market, the location of GEOMAR.

- from February 25<sup>th</sup> until March 8<sup>th</sup>, "Sea and Seeing... An Artist's Life as an Oceanographer". The painter, graphic designer, and marine scientist Charlotte (Chi) Meredith (Oregon State University, Corvallis, Oregon, USA) showed her paintings.

- from September 5<sup>th</sup> until October 4<sup>th</sup>, "Earth objects, documents of the youngest earth history of our country and – equally – aesthetic pictures. This exhibition which is in general seldom to see in such a survey was realized by the District Department for Nature and Environment of the State Schleswig-Holstein (Department of Geology and Soil), with additional objects coming from the Institute for Geosciences of the Christian Albrecht University, as well as from private collections. It was focused on soil structures, generated by climatic impacts: folds and fractures formed by the pressing of big ice sheets during glacial periods, ice wedges, involution layers, weathering, and the processes of soil formation.

### GEOMAR's website

Presenting GEOMAR in the internet becomes more and more extensive, but challenging tasks still remain. Momentary, staff shortage doesn't always allow to keep pace with GEOMAR's many and diverse scientific activities. Response from the public is encouraging. Scientists and journalists, pupils and people who are interested in our work and tasks browse through GEOMAR's web pages. The pages have been developed by GEOMAR's Computing and Data Processing Center using the input of the scientific and public relation departments as well as the administration department. Among others, it comprises a map how to reach GEOMAR, introducing a short presentation of the Research Center, its scientific departments, central services and large facilities, annual reports, mail and telephone lists, current and major projects, lists of actual and planned expeditions, a calendar of events, press releases, job opportunities, and personal homepages of the GEOMAR employees. As formerly in printed version of "GEOMAR-Aktuell", it remains our goal to announce all geo-scientific lectures and events of the Kiel region.



## 9.3 Ehrungen

Prof. Dr. Wolf-Christian Dullo wurde am 6. März 2002 mit dem Gottfried-Wilhelm-Leibniz-Preis der Deutschen Forschungsgemeinschaft ausgezeichnet.

Prof. Dr. Jörn Thiede wurde auf dem 27. Zweijahrestreffen des Wissenschaftlichen Komitees für Antarktische Forschung am 26. Juli 2002 in Shanghai (SCAR) für vier Jahre zum Präsidenten gewählt.

Prof. Dr. Jörn Thiede wurde auf der Jahresversammlung 2002 der POLLICHIA (Verein für Naturforschung und Landespflege, Bad Dürkheim/Pfalz) zum Korrespondierenden Mitglied gewählt.

## 9.3 Honors

Prof. Dr. Wolf-Christian Dullo was honoured by receiving the Gottfried-Wilhelm-Leibniz-Award of the Deutsche Forschungsgemeinschaft (German Research Foundation).

Prof. Dr. Jörn Thiede was elected president for the period of four years during the 27th Biennial Meeting of the Scientific Committee for Antarctic Research on July 26th, 2002.

Prof. Dr. Jörn Thiede was elected corresponding member at the Annual Meeting 2002 of the POLLICHIA Nature Research and Land Care Society, Bad Dürkheim/Palatinate).



## 9.4 Verwaltung

Neun Angestellten- und zwei Beamtenstellen sind für das Verwaltungspersonal im Haushalt ausgewiesen. Darüber hinaus sind sechs Ingenieure bzw. Techniker damit betraut, den Gesamtkomplex GEOMAR hinsichtlich seiner technischen Infrastruktur abzusichern. Mit diesem Personalbestand verstehen sich die administrative Verwaltung und der technische Dienst als ein Serviceteam für die Wissenschaft. Die Teilung einer Reihe dieser Stellen ermöglicht es, dass durch den Einsatz von halbtägig Beschäftigten insgesamt fünfzehn Mitarbeiter(innen) das Serviceteam der administrativen Verwaltung bilden. Zusätzlich werden zwei Lohnempfänger beschäftigt, die im Bereich Postwesen, Fahrdienst und Materialverwaltung tätig sind.

Die technischen Dienste sehen ihre Hauptaufgabe in der Steuerung der komplexen Leittechnik der Gebäude, der Sicherung der Betriebsbereitschaft von ca. fünfzig Laboratorien und der Beratung des wissenschaftlichen Personals in allen technischen Fragen.

GEOMAR ist eine Stiftung des öffentlichen Rechts mit eigener Dienstherren- und Rechtsfähigkeit. Deshalb werden alle strukturellen und im öffentlichen Dienst auszuübenden Tätigkeiten in eigener Zuständigkeit durchgeführt. Inklusive Gastwissenschaftler(innen) werden zur Zeit ca. 160 Mitarbeiter(innen) personalrechtlich betreut. Dazu gehören alle Einstellungsverfahren, Entlassungen, die Grundsatz- und Einzelentscheidungen, die sich aus der Anwendung der Rechtsvorschriften ergeben, die Löhne, Gehälter und Vergütungen, die Zahlung von Kindergeld, die Abrechnung von Dienstreisen und die Ausführung entsprechender Anspruchsgrundlagen und Rechtsvorschriften.

Die Verwaltung bereitet den Haushaltsplan vor und führt diesen nach Beschlussfassung der entsprechenden Organe aus. In diesem Zusammenhang obliegt ihr auch das Beschaffungswesen, das Kassenwesen sowie die Inventarisierung des beweglichen Vermögens. Die Zuständigkeit liegt ebenfalls im Bereich der Drittmittelbewirtschaftung, d.h. Anträge, Beschaffung, Abrechnung für zur Zeit 163 laufende Projekte und 23 im Antragsverfahren befindliche Projekte. Alle Vertragsangelegenheiten werden durch die Verwaltung abgewickelt, ebenfalls obliegt der Verwaltung die Organisation des Geschäftsbetriebes, des Sicherheitswesens, der Unfallverhütung, des Strahlenschutzes, der Arbeitssicherheit, des Rettungswesens, der Einkauf von Chemikalien und ihre Entsorgung, die Laborüberwachung, der Immissionsschutz, die Durchführung kleinerer Baumaßnahmen, die Medientechnik sowie die Boten- und Hausmeisterdienste.

## 9.4 Administration

Nine salaried employees and two posts with permanent civil-servant status are allocated to the GEOMAR budget. All together fifteen employees make up the administrative service team, because several administrative posts are shared by part-time employees. In addition, two workers are employed in charge of postal operations, allocation of material and driver's service. Six technicians and engineers oversee the technical operations.

Main tasks of the technical services consist in maintaining the buildings, ensuring the operational function of about fifty laboratories and advising the scientific staff in all technical issues.

With regard to personnel policy about 160 employees including guest scientists are currently supervised. Supervision includes termination of contracts, employment and employment rights on decisions on fundamental and individual wages and salaries, child benefits, business travel, the processing of claims and the implementation of regulations.

The administration prepares the budget and carries it out after approval of the relevant supervisory bodies. In this context it is also responsible for the acquisition, accounting and inventory of all movable property. The administration also manages research funds; this includes processing of grant applications, budgeting of funds awarded; e.g. currently 163 projects and 23 submitted projects. All contractual affairs are handled by the administration. It is also responsible for the organisation of general business affairs, general safety measures, protection of health and implementing safety standards in the work place, ambulance service, purchasing and disposing of chemicals, monitoring of laboratories, protection against the effects of air pollution, noxious substances and radiation. The administration also initiates repair and small building projects, maintains the audio-visual equipment and organises the caretaker services on the property.



## 9.5 Haushalt

### Einnahmen 2002

Sonstige Einnahmen	46.493,09 EUR
Einnahmen aus Vermietung und Verpachtung	9.686,80 EUR
Sonstige Zuweisung vom BUND	10.240.779,56 EUR
Allgemeine Zuweisung vom LAND Schleswig-Holstein	5.117.200,00 EUR
Sonstige Zuweisungen	2.229.113,75 EUR
Sonstige Zuschüsse von der EU	755.021,04 EUR
<b>Summe der Einnahmen</b>	<b>18.398.294,24 EUR</b>

### Ausgaben 2002

Personalausgaben	2.989.635,35 EUR
Sächliche Verwaltungsausgaben	1.933.382,78 EUR
Sonstige Ausgaben	7.046,05 EUR
Ausgabe Investitionen	334.522,77 EUR
Vom BUND geförderte Forschungsvorhaben	11.913.058,13 EUR
Von anderen Drittmittelgebern geförderte Forschungsvorhaben	2.783.868,74 EUR
<b>Summe der Ausgaben</b>	<b>19.961.513,82 EUR</b>

## 9.5 Budget

### Income in 2002

Other income	46.493,09 EUR
Renting and leasing	9.686,80 EUR
Other grants from federal ministries	10.240.779,56 EUR
General State support of the Land Schleswig-Holstein	5.117.200,00 EUR
Other grants	2.229.113,75 EUR
Other grants from EU	755.021,04 EUR
<b>Total income</b>	<b>18.398.294,24 EUR</b>

### Expenditures in 2002

Salaries	2.989.635,35 EUR
Material costs	1.933.382,78 EUR
Other expenditures	7.046,05 EUR
Capital expenditures Equipment	334.522,77 EUR
Cost of research projects funded by federal ministries	11.913.058,13 EUR
Cost of research projects funded by third parties	2.783.868,74 EUR
<b>Total expenditures</b>	<b>19.961.513,82 EUR</b>



## 9.6 Bericht der Gleichstellungsbeauftragten

Das Gesetz zur Gleichstellung der Frauen im öffentlichen Dienst vom 13. Dezember 1994 sieht vor, die verfassungsrechtlich gebotene Chancengleichheit zwischen Männern und Frauen im öffentlichen Dienst zu fördern und sicherzustellen, dass Frauen in allen Tätigkeitsbereichen angemessen vertreten sind. Daher wurden am GEOMAR Forschungszentrum erstmals 1994 Gleichstellungsbeauftragte bestellt, die zur Umsetzung dieses Gesetzes an allen organisatorischen, strukturellen und personellen Maßnahmen beteiligt werden.

Dargestellt ist die Stellensituation im Dezember 2002 (Abb.1) und die Personalentwicklung von Frauen und Männern für den Zeitraum von 1999 bis 2002 (Abb. 2 und 3). Seit 1999 hat sich die Anzahl der MitarbeiterInnen am Forschungszentrum GEOMAR von 150 auf 127 verringert (Abb. 4), wobei 34 % der Stellen im Jahr 2002 von Frauen eingenommen werden. Grundsätzlich zeigen sich jedoch deutliche Unterschiede in der Verteilung dieser Stellen, d.h. zwischen den wissenschaftlichen und nicht-wissenschaftlichen Bereichen. So weist der nicht-wissenschaftliche Bereich, vorwiegend repräsentiert durch die Vergütungsgruppen IV bis VI, einen annähernd gleichbleibenden, hohen Frauenanteil von über 60% auf. Auffallend gering ist dagegen der Frauenanteil von nur 16% im wissenschaftlichen Bereich. Im Vergleich zu den Vorjahren ist hier eine deutliche Verschlechterung – vor allem bei den Doktorandinnen (BAT II a/2) – eingetreten. So waren im Jahr 2002 nur noch sieben Doktorandinnen am GEOMAR beschäftigt (Abb.1). Bemerkenswert ist außerdem, dass es nur sieben Stellenausschreibungen im wissenschaftlichen Bereich gegeben hat, auf die sich 37 Wissenschaftler und 15 Wissenschaftlerinnen beworben haben. Gründe dafür sind wohl auch der allgemeine Rückgang im Drittmittelbereich sowie das neue Hochschulrahmengesetz und die Nichtanwendung des Teilzeit- und Befristungsgesetzes.

Zusammenfassend hat sich die Stellensituation für Frauen am Forschungszentrum GEOMAR negativ entwickelt. So zeigt sich noch deutlicher als in den Vorjahren, dass Mitarbeiterinnen kaum in den höheren Vergütungsgruppen vertreten sind und damit in den verschiedenen Entscheidungsgremien unterrepräsentiert sind. Es muss daher angestrebt werden, mehr Landesstellen mit Frauen zu besetzen und damit diese stärker in die Entscheidungsprozesse am Forschungszentrum einzubeziehen.

## 9.6 Report of the Representative for Equal Rights

The law concerning equal status of women in public and civil services, dated December 13, 1994, requires that the constitutional right of equal opportunity for men and women in public and civil services be supported. Proportional representation of women in all fields of activity must be ensured. Accordingly, since 1994 the GEOMAR Research Center for Marine Geosciences has nominated representatives to enforce the law on equal status of women with regard to all organisational, structural and personnel questions.

The distribution of men and women holding positions in December 2002 is given in Figure 1. Figures 2 and 3 show the personnel development of men and women for 1999 through 2002. Since 1999 the number of employees at the GEOMAR Research Center has decreased from 150 to 127 (Fig. 4) with women holding 34% of the positions in 2002. In general, however, the distribution of men and women in scientific and non-scientific positions differs considerably. The proportion of women in the non-scientific fields, mainly represented by lower-paid BAT IV to VI positions, is high and almost constant with more than 60%. The percentage of women in scientific positions, however, is conspicuously low with only 16%. As compared to previous years, the situation has considerably deteriorated here, in particular with respect to PhD students (BAT II a/2). In 2002 there were only seven female PhD students employed at GEOMAR (Fig.1). It is also remarkable that only seven scientific positions were advertised, for which 37 men and 15 women applied. The reasons for this lie probably also in the general decrease of funding by soft money as well as in the new Framework Act for Higher Education and in the fact that the Law on Part-Time Work and Temporary Employment is not put into practice.

All in all the personnel situation for women at the GEOMAR Research Center has taken a turn for the worse. It is now even more obvious than in previous years that there are hardly any female employees in the better-paid positions and that, therefore, women are underrepresented in the various committees involved in decision-making. Therefore it must be tried to employ more women in permanent positions and thus to involve them more effectively in the decision-making processes at the research center.

# 10. Personalstatistik 2002

## Personalstatistik 2002

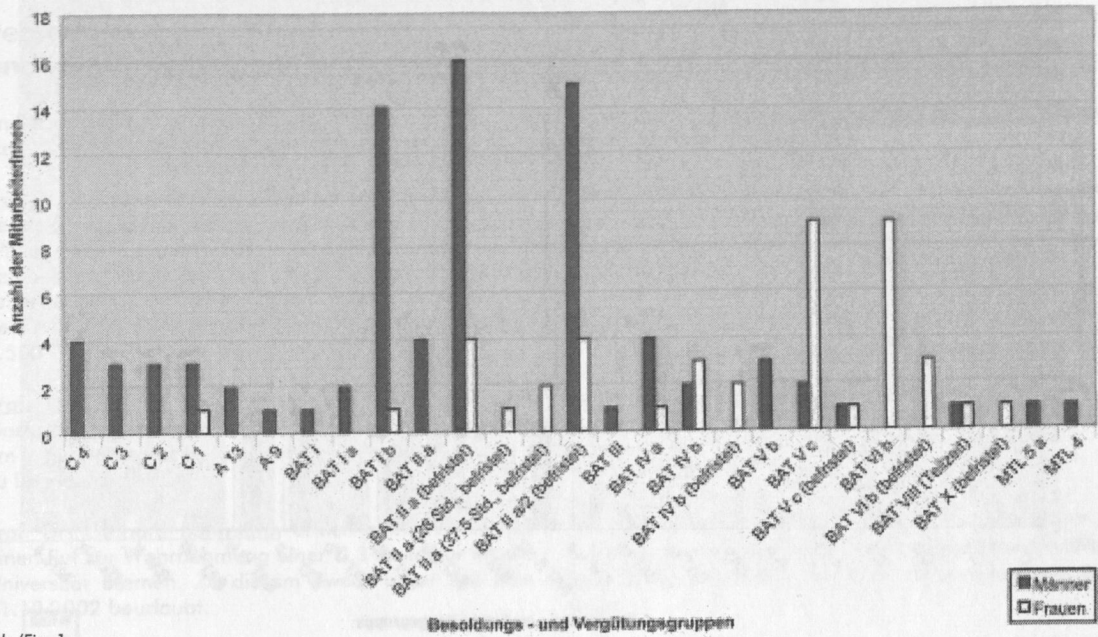


Abb./Fig. 1  
Personalstatistik 2002

## Personal 1999 - 2002

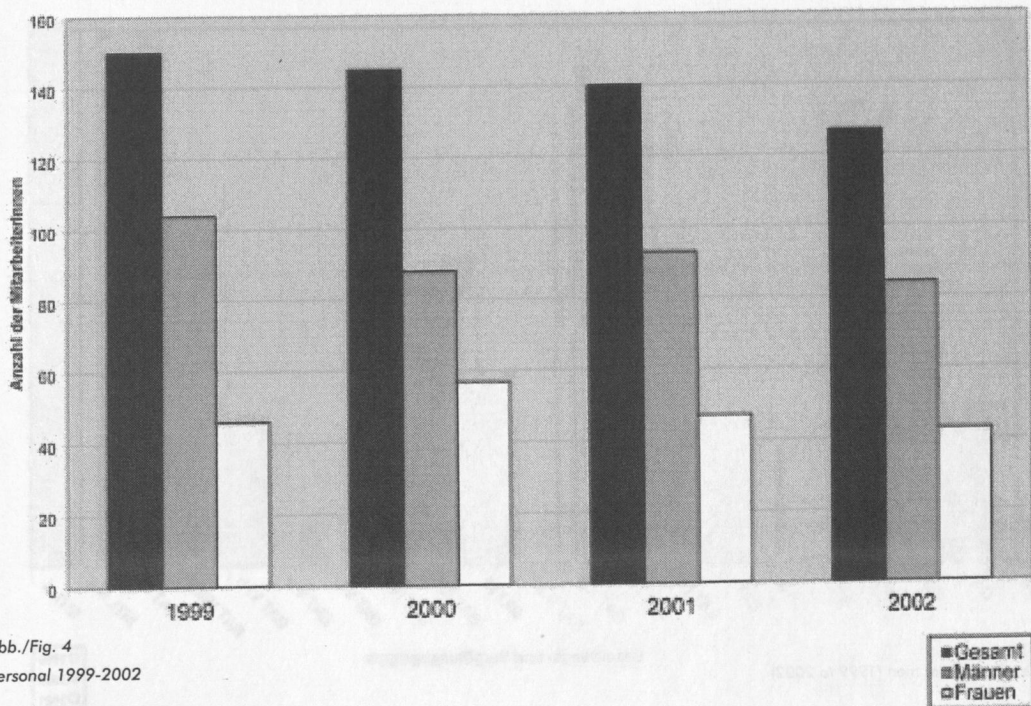


Abb./Fig. 4  
Personal 1999-2002

Personalentwicklung Frauen (1999 bis 2002)

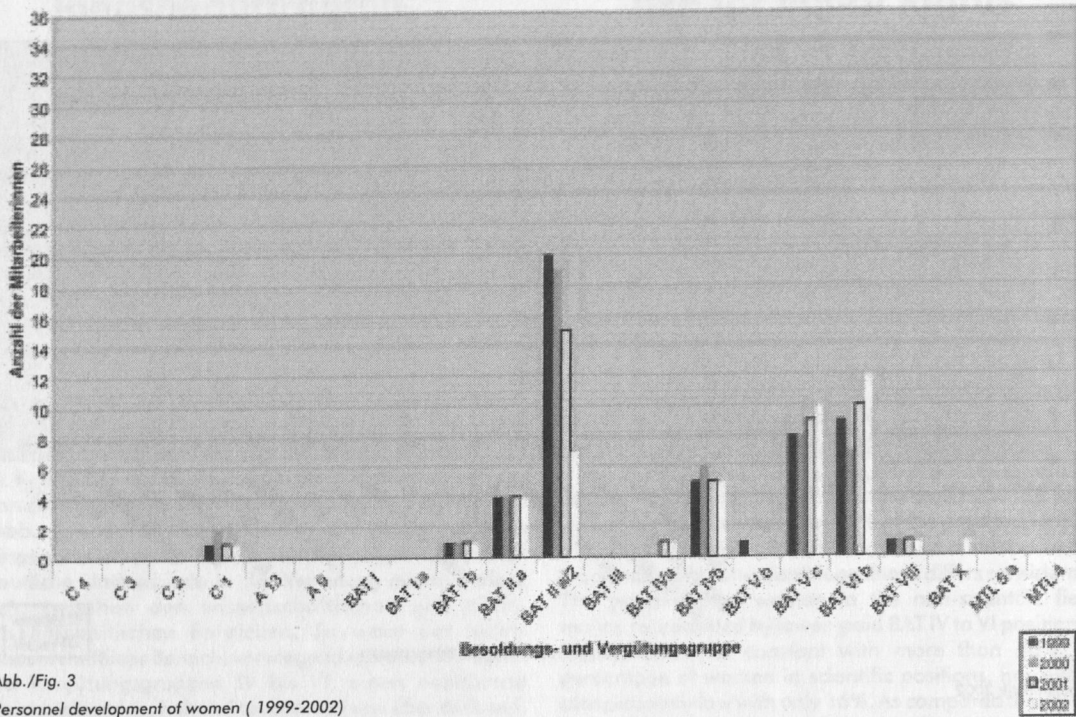


Abb./Fig. 3  
Personnel development of women (1999-2002)

Personalentwicklung Männer (1999 bis 2002)

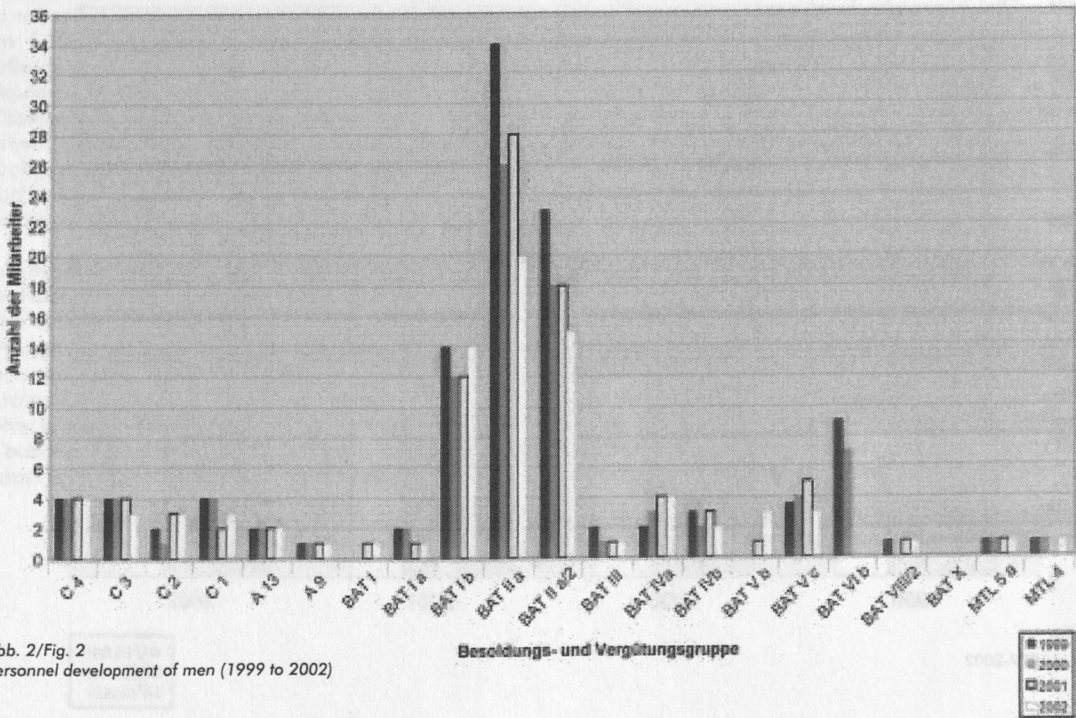


Abb. 2/ Fig. 2  
Personnel development of men (1999 to 2002)

## 10. Personal

### Personalangelegenheiten und -veränderungen

Im Berichtsjahr traten diverse personelle Veränderungen ein:

Prof. Dr. Wolf-Christian Dullo, Direktor und Abteilungsleiter der Paläo-Ozeanologie, bislang C 3 Professor, wurde mit Wirkung vom 01. Juni 2002 in eine C 4 Professur in der Paläo-Ozeanologie berufen. Prof. Dr. Dullo wurde für seine herausragenden Forschungsarbeiten im März 2002 der mit Forschungsförderungsmitteln in Höhe von 1.550.000 EURO dotierte Leibniz-Preis verliehen.

Prof. Dr. William W. Hay hat im Juni 2002 seine Gastprofessur am Forschungszentrum GEOMAR beendet, um in die USA zurückzukehren und sich in den Ruhestand zu begeben.

Prof. Dr. Gerhard Bohrmann erhielt zum 01.10.2002 einen Ruf zur Wahrnehmung einer C 3 Professur an der Universität Bremen. Zu diesem Zweck ist er seit dem 01.10.2002 beurlaubt.

## 10. Staff

### Personnel matters and changes

In 2002, several personnel changes occurred as follows:

Prof. Dr. Wolf-Christian Dullo, director and principal of the department of Paleoceanology, hitherto C 3 professor, was asked to take over a C 4 professorship in the department of Paleoceanology with effect from June 1st, 2002. Due to his excellent research work, Prof. Dr. Dullo was given the Leibniz-Award in March 2002, endowed with research grants of 1.550.000 EURO.

Prof. Dr. William W. Hay finished his guest professorship at the Research Center GEOMAR, returning to the USA for retirement.

Prof. Dr. Gerhard Bohrmann was asked to take over a C 3 professorship at the University of Bremen with effect from October 1st, 2002 and has been on leave since that time.





Name Name	Abteilung Department	Zeitraum Duration	Trägerschaft Funding source
ABRATIS, Michael, Dr.	Vulkanologie und Petrologie: Isotopengeochemie	bis 14.01.02	D
ALOISI DE LADEREL, Giovanni	Marine Umweltgeologie: KOMEX	seit 1.8.01	D
BAGATSCH, Susanne	Verwaltung: Rechnungswesen	seit 1.9.92 Elternzeit	G
BAUCH, Dorothea, Dr.	Paläo-Ozeanologie: Stabile Isotope planktischer Foraminiferen	seit 1.7.97	D
BENEKE, Margit	Zentrale Dienste: Fremdsprachenassistentin	seit 1.11.02	G
BERHORST, Arnim	Marine Geodynamik	seit 1.9.99	D
BIALAS, Jörg, Dr.	Marine Geodynamik: Seismik	seit 15.10.91	G
BOCK, Barbara, Dr.	Marine Umweltgeologie	seit 1.10.99	G
BOGAARD van den, Christel	Vulkanologie und Petrologie: Tephrochronologie	seit 15.6.01	D
BOGAARD van den, Paul, Dr.	Vulkanologie und Petrologie: $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ Laserdatierung	seit 1.5.90	G
BOHRMANN, Gerhard, Dr.	Lithothek: Sedimentologie, Karbonatgeochemie	seit 1.7.91 beurlaubt ab 1.10.02	G
BOLLWERK, Sandra	Marine Umweltgeologie	bis 31.12.02	GK
BORCHARDT, Viktoria	Verwaltung: Drittmittel	seit 1.10.01	G
BÖHM, Florian, Dr.	Marine Umweltgeologie	seit 15.10.02	D
BREITZKE, Monika, Dr.	Marine Geodynamik	seit 1.7.01	D
BRENNER, Wolfram, Dr.	Paläo-Ozeanologie: Palynomorphe	seit 1.12.89	G
BROSER, Anne	Marine Geodynamik	seit 1.1.01	D
BRUGHMANS, Natasja	Paläo-Ozeanologie	seit 1.8.00	D
BRÜCKMANN, Warner, Dr.	Paläo-Ozeanologie	seit 1.11.88	G
BÜCHNER, Sieglinde	Verwaltung: Bezügeberechnung	seit 1.5.88	G
CAILLEAU, Beatrice	Geophysik (CAU)	bis 31.12.02	GK
DALOCK, Maren	Verwaltung: Bezüge und Reisekosten	seit 1.5.90	G
DECKER, Uwe, Dipl.-Ing. (FH)	Verwaltung: Technische Dienste, Elektrik	seit 15.2.96	G
DOMEYER, Bettina	Marine Umweltgeologie: Analytik und Logistik	seit 1.9.89	G



<b>Name Name</b>	<b>Abteilung Department</b>	<b>Zeitraum Duration</b>	<b>Trägerschaft Funding source</b>
DREWS, Manuela, Dr.	Marine Umweltgeologie: OMEGA	seit 15.10.01	D
DUGGEN, Svend	Vulkanologie und Petrologie	bis 31.05.02	D
DULLO, Wolf-Christian, Prof. Dr.	Paläo-Ozeanologie: Karbonatsedimentologie Direktor	seit 1.1.91	G
DÜHRKOPF, Ute	Verwaltung: Vorzimmer Verwaltungsleiter	seit 15.4.93	G
DÜPOW, Heidi	Bibliothek: Ausleihe	seit 1.4.93 Elternzeit	G
EDDIE, Pallas Ray	Verwaltung: Bote	seit 1.3.00	G
EISENHAUER, Anton, Prof. Dr.	Marine Umweltgeologie: Isotopengeochemie	seit 1.1.99	G
FINKE, Angelika	Bibliothek: Verwalterin	seit 1.9.95	G
FLÖGEL, Sascha, Dr.	Paläo-Ozeanologie: Massenbilanzen	seit 1.9.98	D
FLÜH, Ernst, Prof. Dr.	Marine Geodynamik: Seismik	seit 1.4.89	G
FRANZEN, Birgit	Marine Umweltgeologie: Technische Angestellte	seit 15.1.93	D/G
FREUNDT, Armin, Dr.	Vulkanologie und Petrologie: Physische und experimentelle Vulkanologie; Fluidodynamik	seit 1.1.90	G
GAGLIARDI-CLAUSSEN, Silvana	Zentrale Dienste: Fremdsprachenassistentin	seit 1.3.99 Elternzeit	G
GAW, Viola	Marine Geodynamik	bis 30.11.02	D
GEORGELEIT, Katharina	Paläo-Ozeanologie: Fremdsprachenassistentin	seit 1.10.01	D
GREINERT, Jens, Dr.	Marine Umweltgeologie: Geochemie, Mineralogie	seit 1.4.95	D
GUSSONE, Nikolaus	Marine Umweltgeologie	seit 1.1.00	D
GUTKNECHT, Brigitte	Paläo-Ozeanologie: Behindertenbetreuung	seit 15.4.97	D
HAASE, Alexandra, Dr.	Marine Umweltgeologie	bis 26.09.02	D
HAASS, Gerhard	Bibliothek: Presse- und Öffentlichkeitsarbeit	seit 1.11.88	G
HAMPEL, Andrea	Marine Geodynamik	bis 30.04.02 Arbeitsplatz: GfZ Potsdam	D



Name Name	Abteilung Department	Zeitraum Duration	Trägerschaft Funding source
HANSTEEN, Thor Henrik, Dr.	Vulkanologie und Petrologie: Petrologie, Mikrothermometrie	seit 15.9.91	G
HARS, Martina	Zentrale Dienste: Fremdsprachenassistentin	seit 17.6.02	G
HAUFF, Folkmar, Dr.	Vulkanologie und Petrologie: Petrologie, Isotopengeochemie	seit 1.12.98	D/G
HAXHIAJ, Lulzim	Paläo-Ozeanologie: Technischer Angestellter	seit 2.1.02	G
HEESCHEN, Katja	Marine Umweltgeologie	bis 31.07.02	D
HEILEMANN, Kristina, Dr.	Paläo-Ozeanologie: Sedimentologie; Sedimentphysik	bis 31.08.02	D
HEINZE, Silvia	Verwaltung: Drittmittel	seit 1.7.88	G
HELMKE, Jan, Dr.	Paläo-Ozeanologie: Karbonatsedimentologie	seit 1.3.01	D
HENNINGS, Ingo, Dr.	Paläo-Ozeanologie: Fernerkundung	seit 1.3.89	G
HERBERS, Dagmar	Paläo-Ozeanologie	seit 1.3.02	D
HERMANN, Marcus	Paläo-Ozeanologie	1.10.-31.12.02	D
HERRMANN, Rita	Verwaltung: Kasse	seit 1.4.93	G
HEUSER, Alexander	Marine Umweltgeologie	seit 2.4.02	D
HEYN, Horst	Verwaltung: Leiter	seit 1.3.88	G
HOERNLE, Kai, Prof. Ph.D.	Vulkanologie und Petrologie: Isotopengeochemie, Petrologie	seit 1.4.94	G
HOFFMANN-WIECK, Gerd, Dr.	Paläo-Ozeanologie: Holozän-Stratigraphie	seit 15.7.00	G
HOLZ, Friedrich-W.	Verwaltung: Leiter der Technischen Dienste	seit 1.7.01	G
HORT, Matthias, Dr.	Vulkanologie und Petrologie: Magmenphysik, Fluidodynamik, Geophysik	seit 1.4.94	G
IPPACH, Gabriele	Verwaltung: Drittmittel	bis 6.5.02	G
JAKOBSEN, Olaf	Paläo-Ozeanologie	bis 31.1.02	D
JOHANSEN, Tor Sigvald	Vulkanologie und Petrologie	seit 15.1.02	D
KANDIANO, Evguenia, Dr.	Paläo-Ozeanologie	seit 2.4.02	D
KARPEN, Volker	Marine Umweltgeologie	2.4.-14.12.02	D



<b>Name Name</b>	<b>Abteilung Department</b>	<b>Zeitraum Duration</b>	<b>Trägerschaft Funding source</b>
KASSENS, Heidemarie, Dr.	Paläo-Ozeanologie: Sedimentphysik	seit 16.5.90	D/G
KAWAGATA, Shungo, Dr.	Paläo-Ozeanologie	bis 30.9.02	D
KEIR, Robin Scott, Dr.	Marine Umweltgeologie: Geochemie, Modellierung	seit 1.6.90	G
KLAUCKE, Ingo, Dr.	Marine Geodynamik	seit 1.3.01	D
KLÄSCHEN, Dirk, Dr.	Marine Geodynamik: Seismik	seit 1.11.90	G
KLEIN, Oliver, Dipl.-Ing. (FH)	Technische Dienste: Ingenieurwesen	seit 15.2.96	G
KOKFELT, Thomas Find, Dr.	Vulkanologie und Petrologie	seit 1.3.00	D
KOPP, Heidrun, Dr.	Marine Geodynamik: Seismik	seit 15.12.98	D
KOSIOREK, Elzbieta	Verwaltung: Inventarisierung	seit 1.10.98	G
KÖHRER-WAGNER, Helga	Paläo-Ozeanologie: Fremdsprachenassistentin Vorzimmer Direktor	seit 1.1.88	G
KROLIKOWSKA, Sylwia	Vulkanologie und Petrologie	bis 30.9.02	D
KUNZE, Rüdiger Dr.	Rechenzentrum: Systemoperator	seit 1.1.94	G
LAUBE, Sabine	Marine Umweltgeologie: Vorzimmer	seit 15.9.92	G
LEMBKE, Lester	Paläo-Ozeanologie	seit 1.8.01	D
LIEBETRAU, Volker, Dr.	Marine Umweltgeologie	seit 1.4.01	D
LINKE, Peter, Dr.	Marine Umweltgeologie: Sediment- biologie; Tiefsee-Instrumentierung	seit 1.3.93	G
LISSINNA, Britta	Vulkanologie und Petrologie	bis 31.12.02	GK
LOHMANN, Frank Cord	Marine Geodynamik	seit 1.3.01	D
LOSCH, Silvia	Verwaltung: Drittmittel	seit 1.11.01	G
LUFF, Roger, Dr.	Marine Umweltgeologie	seit 1.4.01	D
MACH, Gerhard	Marine Geodynamik: Prozessing-Zentrum	seit 1.7.89	G
MAGUHN, Frank	Technische Dienste: Kommunikationstechnik	seit 15.2.96	G
MEEMKEN, Hans-Jörg	Paläo-Ozeanologie	bis 31.1.02	D
MOHR, Axel	Marine Geodynamik: Numerische Modellierung	bis 31.12.02	GK
MORGAN, William Jason, Prof. Ph.D.	Marine Geodynamik: Geodynamik	seit 1.11.98	G



Name Name	Abteilung Department	Zeitraum Duration	Trägerschaft Funding source
MÖLCK, Jens-Uwe	Verwaltung: Drittmittel, Rechnungswesen	seit 2.4.01	G
MÜLLER, Anja, Dr.	Paläo-Ozeanologie: Geochemische Proxies	bis 31.3.02	D
MÜLLER, Mario-Luigi	Marine Umweltgeologie: Bildverarbeitung	seit 1.5.94	D/G
MÜLLER-LUPP, Thomas, Dr.	Paläo-Ozeanologie: Isotopenchemie	bis 31.12.02	D
NITZ, Uta	Paläo-Ozeanologie	bis 31.3.02	D
NOWAK, Iris	Vulkanologie und Petrologie: Vorzimmer	seit 1.1.91	G
NOWAK, Kerstin	Marine Umweltgeologie: Vorzimmer, Fremdsprachenassistentin	bis 9.10.02	G
NÖSKE, Martina	Marine Geodynamik: Vorzimmer	seit 1.12.01	G
NÜRNBERG, Dirk, Dr.	Paläo-Ozeanologie: Geochemie	seit 1.11.95	G
O'CONNOR, John Martin, Dr.	Paläo-Ozeanologie: <sup>40</sup> Ar/ <sup>39</sup> Ar-Datierung	bis 31.8.02 Arbeitsplatz: GPI	D
PAPENBERG, Cord	Marine Geodynamik	seit 1.2.01	D
PARK, Cornelia	Vulkanologie und Petrologie	seit 1.7.01	D
PETERSEN, Jörg	Marine Geodynamik	seit 1.4.01	D
PFANNKUCHE, Olaf, Dr.	Marine Umweltgeologie: Tiefseebiologie	seit 15.3.93	D/G
PFEIFFER, Miriam, Dr.	Paläo-Ozeanologie	seit 1.8.99	D/G
PLANERT, Lars	Marine Geodynamik	seit 15.1.02	D
POLLISCH, Sabine	Verwaltung: Rechnungs-, Haushalts- und Kassenwesen	seit 1.4.93	G
PORTNOYAGIN, Maxim, Dr.	Vulkanologie und Petrologie	seit 15.10.01	D
PURKL, Stefan	Marine Umweltgeologie	bis 31.12.02	GK
QUEISSER, Wolfgang	Marine Umweltgeologie: Technische Geräte	seit 1.7.91	G
RATHJEN, Frauke	Vulkanologie und Petrologie: Vorzimmer	seit 15.4.02	G
RAU, Dagmar	Vulkanologie und Petrologie: Analytik	seit 1.6.98	G
REESE, Dirk	Paläo-Ozeanologie: Technischer Angestellter	seit 1.6.98 beurlaubt ab 1.7.01	G



Name Name	Abteilung Department	Zeitraum Duration	Trägerschaft Funding source
REGENBERG, Marcus	Paläo-Ozeanologie	seit 2.9.02	D
REHDER, Gregor, Dr.	Marine Umweltgeologie	seit 1.12.01	G
REHM, Stefan	Paläo-Ozeanologie	bis 31.8.02	D
REIJMER, Johannes Jozef Gerardus, Dr.	Paläo-Ozeanologie: Karbonatsedimentologie	seit 1.3.92	G
RESTON, Timothy, Prof. Dr.	Marine Umweltgeologie	seit 1.9.99	G
REUNING, Lars	Paläo-Ozeanologie	seit 16.7.01	D
RODRIGUEZ RANERO, César Ignacio, Dr.	Marine Geodynamik: Seismik	seit 15.3.95	D/G
ROEMLING, Heidemarie	Verwaltung: Drittmittel	seit 1.5.93	G
ROTH, Sven	Paläo-Ozeanologie	seit 15.5.00	D
RÖH, Margrit	Verwaltung: Personalleiterin	seit 1.9.00	G
RUMOHR, Jan, Dr.	Paläo-Ozeanologie: Sedimentologie; Steno-Labor	seit 15.11.90	G
RÜGGEBERG, Andres	Paläo-Ozeanologie	seit 1.9.00	D
SACHS, Peter Michael, Dr.	Vulkanologie und Petrologie: Litho- sphärenmodelle, Kristallisationskinetik	bis 9.7.02	G
SCHIMANSKI, Alexander	Geologie (CAU) /IfG	bis 31.12.02	GK
SCHMIDT, Angelika, Dr.	Vulkanologie und Petrologie: Geochemie	5.3.-20.6.02	D
SCHMINCKE, Hans-Ulrich, Prof. Ph.D.	Vulkanologie und Petrologie	seit 1.4.90	G
SCHMITZ, Dietmar	Verwaltung: Arbeitssicherheit, Umweltschutz	seit 18.4.95	G
SEYFRIED, Ralf, Dr.	Vulkanologie und Petrologie: Experimentelle Vulkanologie	bis 31.5.02	D
SIMSTICH, Johannes, Dr.	Paläo-Ozeanologie	seit 15.7.99	D
SOMMER, Stefan, Dr.	Marine Umweltgeologie	seit 1.2.01	D
SOEDING, Emanuel, Dr.	Paläo-Ozeanologie	bis 15.4.02	D
SPIELHAGEN, Robert, Dr.	Paläo-Ozeanologie: Sedimentologie	bis 31.12.02	D/G
STEGLICH, Wilfried	Verwaltung: Kraftfahrer	seit 1.6.88	G
STICKLUS, Jan	Vulkanologie und Petrologie: <sup>40</sup> Ar/ <sup>39</sup> Ar Laserdatierung	seit 15.2.93	G



Name Name	Abteilung Department	Zeitraum Duration	Trägerschaft Funding source
STURM, Arne	Paläo-Ozeanologie: Isotopenchemie; Sedimentphysik	seit 15.12.98	D
SUESS, Erwin, Prof. Ph.D.	Marine Umweltgeologie: Geochemie; Bilanzierungen	seit 1.10.88	G
TAUBITZ, Judy	Verwaltung: Rechnungswesen	seit 1.10.01	G
TEICHERT, Barbara	Marine Umweltgeologie	15.4.-14.11.02	D
THIEDE, Jörn, Prof. Dr.	Paläo-Ozeanologie: Mikropaläontologie	seit 1.9.87 beurlaubt ab 1.11.97	G
THIERER, Peter-Oliver	Marine Geodynamik	seit 1.8.01	D
TILMANN, Frederik	Marine Geodynamik	seit 1.10.00	G
TIEDEMANN, Ralf, Dr.	Paläo-Ozeanologie: Sedimentologie; stabile Isotope	seit 1.7.93	G
URBANSKI, Nico-Alexander	Vulkanologie und Petrologie	bis 31.7.02	D
VOLKMANN-LARK, Karen	Paläo-Ozeanologie: Fremdsprachenassistentin	seit 1.2.99	D
WALLMANN, Klaus, Dr.	Marine Umweltgeologie: Marine Biogeochemie	seit 1.10.93	G
WALTER, Thomas	Vulkanologie und Petrologie	bis 31.10.02	D
WEBER, Volker	Verwaltung: Haushalt, Beschaffung	seit 1.1.88	G
WEGNER, Carolyn	Paläo-Ozeanologie	seit 1.10.00	D
WEINREBE, Wilhelm, Dr.	Marine Geodynamik: Leiter Prozessing-Zentrum	seit 1.7.89	G
WENDLER, Frank	Technische Dienste: Haustechnik	seit 1.8.98	G
WIESSJAHN, Karin	Verwaltung: Reisekosten, Beihilfen	seit 1.4.93	G
WOLF, Anja	Paläo-Ozeanologie	seit 15.5.00	D
ZILLMER, Matthias, Dr.	Marine Geodynamik	seit 3.9.01	D
ZINKE, Jens, Dr.	Paläo-Ozeanologie: Karbonatsedimentologie	seit 1.8.97	D

G = Grundausrüstung / GEOMAR funding

D = Drittmittel (z.B. BMBF, DFG u.ä.) / Funding from outside sources such as BMBF, DFG and fellowships

GK = Graduiertenkolleg / Graduate School



Name Name	Abteilung Department	Zeitraum Duration	Trägerschaft Funding source
BARTDORFF, Oliver	SFB 574	seit 1.8.2002	D
FEKETE, Noemi	SFB 574	seit 15.3.2002	D
FRISCHE, Matthias	SFB 574	seit 1.7.2001	D
GAROFALO, Kristin	SFB 574	seit 15.9.2001	D
GOSSLER, Jürgen, Dr.	SFB 574	seit 1.1.2002	D
GROENEVELD, Jeroen	Forschergruppe	seit 1.11.2001	D
HAMANN, Rolf	SFB 574	bis 31.8.2002	D
HANSEN, Karen	SFB 574	bis 28.2.2002	D
HENSEN, Christian, Dr.	SFB 574	seit 1.11.2001	D
HUGUEN, Caroline, Dr.	SFB 574	seit 15.2.2002	D
KUTTEROLF, Steffen, Dr.	SFB 574	seit 1.10.2001	D
MAU, Susan	SFB 574	seit 1.11.2001	D
MÖRZ, Tobias, Dr.	SFB 574	seit 15.11.2001	D
NADLER, Thomas	SFB 574	bis 18.8.2002	D
NASS, Kristin	SFB 574	seit 15.9.2001	D
NICHOLS, Holly	SFB 574	seit 15.1.2002	D
PURKL, Stefan, Dr.	SFB 574	seit 15.4.2002	D
RIXON, Bettina	SFB 460	bis 31.12.2002	D
RÜPKE, Lars	SFB 574	seit 1.7.2001	D
SADOFSKY, Seth, Dr.	SFB 574	seit 1.7.2002	D
SAHLING, Heiko, Dr.	SFB 574	seit 1.9.2001	D
SCHNABEL, Michael	SFB 574	seit 1.9.2001	D
SCHNEIDER, Ulrike	SFB 574	seit 8.3.2002	D
SÖDING, Emanuel, Dr.	SFB 574	seit 1.9.2002	D
STANGE, Karen	SFB 574	seit 1.1.2002	D
STEPH, Silke	Forschergruppe	seit 1.9.2001	D
THIEL, Angelika	SFB 574	bis 28.2.2002	D
TÜRK, Matthias	SFB 574	seit 1.10.2001	D
WEHRMANN, Heidi	SFB 574	seit 1.10.2001	D