



**Forschungsschiff**

# **METEOR**

**Reise Nr. 76**

**12. 04. 2008 – 24. 08. 2008**



## **Prozessstudien im östlichen Süd-Atlantik, PROSA**

Herausgeber:

Institut für Meereskunde Universität Hamburg  
Leitstelle METEOR / MERIAN  
[www.ifm.uni-hamburg.de/leitstelle](http://www.ifm.uni-hamburg.de/leitstelle)

Gefördert durch :

Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)  
Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

ISSN 0935-9974

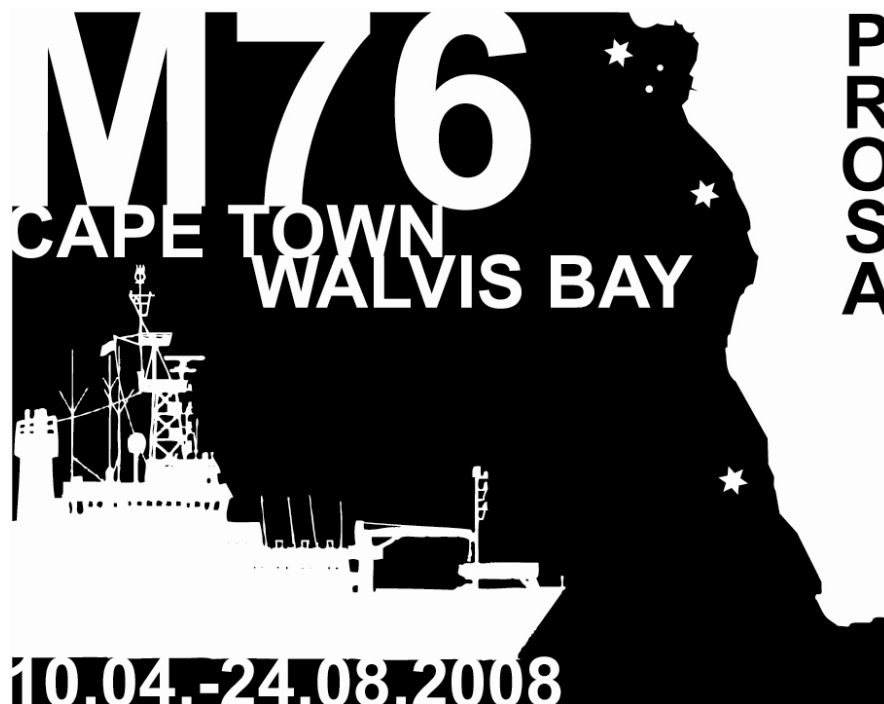


**Forschungsschiff / *Research Vessel***

# **METEOR**

**Reise Nr. 76 / *Cruise No. 76***

**12. 04. 2008 – 24. 08. 2008**



**Prozessstudien im östlichen Süd-Atlantik, PROSA**  
***Process studies in the eastern South Atlantic, PROSA***

Herausgeber / *Editor:*

Institut für Meereskunde Universität Hamburg  
Leitstelle METEOR / MERIAN  
[www.ifm.uni-hamburg.de/leitstelle](http://www.ifm.uni-hamburg.de/leitstelle)

Gefördert durch / *Sponsored by:*

Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)  
Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

ISSN 0935-9974

## **Anschriften / Addresses**

- Dr. Matthias Zabel**  
Universität Bremen – FB 5 Geowissenschaften  
Klagenfurter Str.  
D-28359 Bremen / Germany  
Telefon: +49-421-218-3392  
Telefax: +49-421-218-4321  
e-mail: [mzabel@uni-bremen.de](mailto:mzabel@uni-bremen.de)
- Dr. Timothy Ferdelman**  
Max-Planck-Institut für Marine Mikrobiologie  
Celsiusstr. 1  
D-28359 Bremen / Germany  
Telefon: +49-421-2018-632  
Telefax: +49-421-2018-690  
e-mail: [tferdelm@mpi-bremen.de](mailto:tferdelm@mpi-bremen.de)
- Prof. Dr. Kay-Christian Emeis**  
Inst. für Biogeochemie und Meereschemie  
Universität Hamburg  
Bundesstraße 55  
D-20146 Hamburg / Germany  
Telefon: +49-40-42838-4992  
Telefax: +49-40-42838-6348  
e-mail: [emeis@zmaw.de](mailto:emeis@zmaw.de)
- Prof. Dr. Volkhard Spiß**  
Universität Bremen – FB 5 Geowissenschaften  
Klagenfurter Str.  
D-28359 Bremen / Germany  
Telefon: +49-421-218-3387  
Telefax: +49-421-218-7179  
e-mail: [vspiess@uni-bremen.de](mailto:vspiess@uni-bremen.de)
- Prof. Dr. Antje Boetius**  
Max-Planck-Institut für Marine Mikrobiologie  
Celsiusstr. 1  
D-28359 Bremen / Germany  
Telefon: +49-421-2018-648  
Telefax: +49-421-2018-690  
e-mail: [aboetius@mpi-bremen.de](mailto:aboetius@mpi-bremen.de)
- Leitstelle Meteor/Merian**  
Institut für Meereskunde  
Universität Hamburg  
Bundesstraße 53  
D-20146 Hamburg / Germany  
Telefon: +49-40-428-38-3974  
Telefax: +49-40-428-38-4644  
e-mail: [leitstelle@ifm.uni-hamburg.de](mailto:leitstelle@ifm.uni-hamburg.de)  
[www.ifm.uni-hamburg.de/leitstelle](http://www.ifm.uni-hamburg.de/leitstelle)
- Reederei F. Laeisz (Bremerhaven) GmbH**  
Brückenstrasse 25  
D-27668 Bremerhaven / Germany  
Telefon: +49-471-94 54 90  
Telefax: +49-471-94 54 913  
e-mail: [research@laeisz.de](mailto:research@laeisz.de)  
[www.laeisz.de](http://www.laeisz.de)
- Senatskommission für Ozeanographie**  
der Deutschen Forschungsgemeinschaft  
Vorsitzende / *Chairman*: Prof. Dr. Karin Lochte  
Alfred-Wegener-Institut für Polar-  
und Meeresforschung  
Postfach 120161  
D-27515 Bremerhaven / Germany  
Telefon: +49-471-4831-1100  
Telefax: +49-471-4831-1102  
e-mail: [karin.lochte@awi.de](mailto:karin.lochte@awi.de)

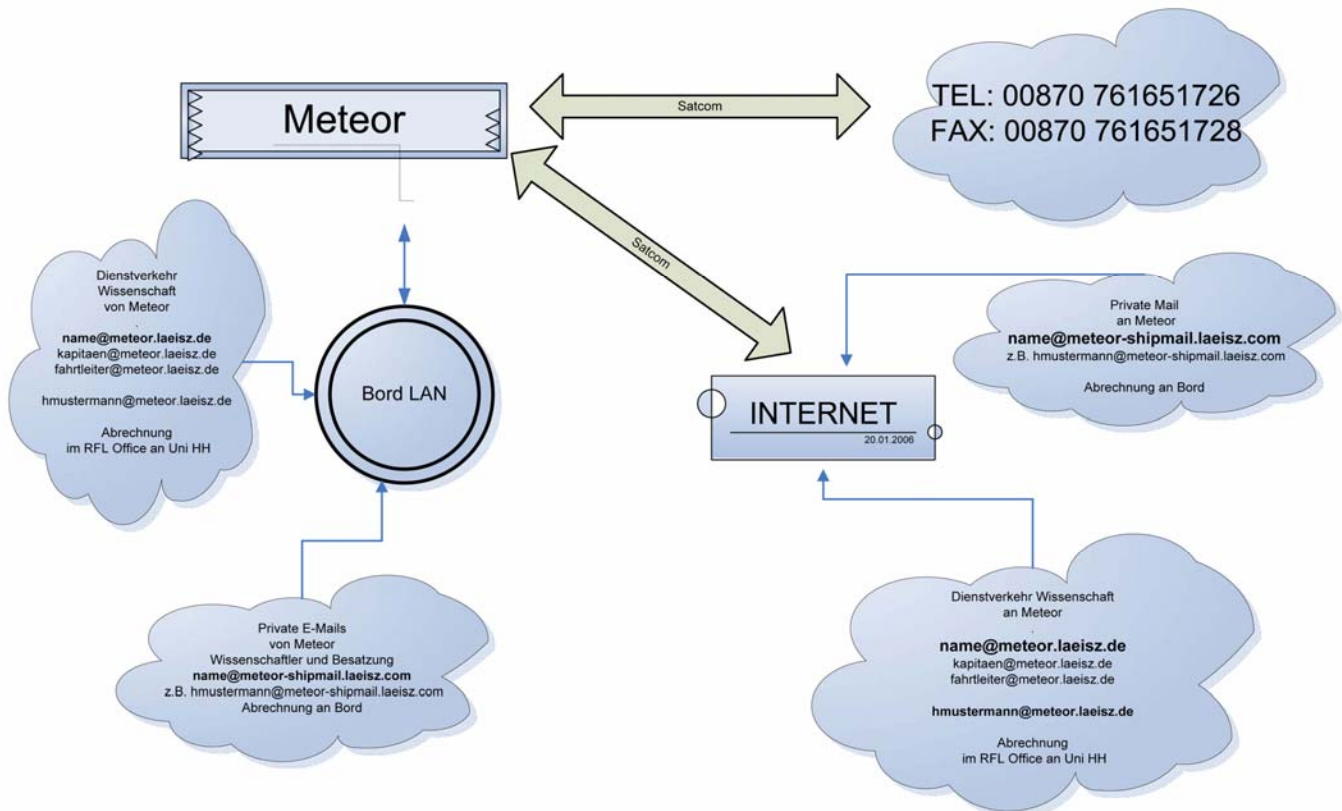
## Forschungsschiff / *Research Vessel* METEOR

Rufzeichen:	DBBH
Telefon/Fax-Satellitenkennung:	alle Satelliten 00870
Telefon-Nr.:	76 165 1726
Telefax-Nr.:	76 165 1728
Telex-Satellitenkennung	Atlantik Ost 0581
	Atlantik West 0584
	Pazifik 0582
	Indik 0583
TelexNr.:	421120698
E-Mail: (Schiffsleitung)	kapitaen@meteor.laeisz.de
(Fahrtleiter/Chief scientist)	fahrtleiter@meteor.laeisz.de
(dienstliche/official)	name@meteor.laeisz.de
(private/personal)	name@meteor-shipmail.laeisz.com

Each cruise participant will receive e-mail addresses composed of the first letter of his first name and the last name. Hein Mück, e.g., will receive the address:

*hmueck@meteor.laeisz.de* for official correspondence (paid by the Meteor Leitstelle)

*hmueck@meteor-shipmail.laeisz.com* for personal correspondence (to be paid on board)



Organisationschema der E-Mail-Verbindung Land - Schiff.

**Fahrtabschnitte METEOR Reise Nr. 76**  
*Legs of METEOR Cruise No. 76*

**12. 04. 2008 – 24. 08. 2008**

**Prozessstudien im östlichen Süd-Atlantik, Prosa**  
*Process studies in the eastern South Atlantic, Prosa*

<b>Fahrtabschnitt / Leg 76/1a</b>	12.04.2008 – 25.04.2008 Kapstadt (Rep. Südafrika) – Walvis Bay (Namibia) Fahrtleiter / <i>Chief Scientist</i> : Dr. Matthias Zabel
<b>Fahrtabschnitt / Leg 76/1b</b>	25.04.2008 – 13.05.2008 Walvis Bay (Namibia) – Walvis Bay (Namibia) Fahrtleiter / <i>Chief Scientist</i> : Dr. Timothy Ferdelman
<b>Fahrtabschnitt / Leg 76/2</b>	17.05.2008 – 04.06.2008 Walvis Bay (Namibia) – Walvis Bay (Namibia) Fahrtleiter / <i>Chief Scientist</i> : Prof. Dr. Kay-Christian Emeis
<b>Fahrtabschnitt / Leg 76/3a</b>	07.06.2008 – 13.07.2008 Walvis Bay (Namibia) – Walvis Bay (Namibia) Fahrtleiter / <i>Chief Scientist</i> : Prof. Dr. Volkhard Spieß
<b>Fahrtabschnitt / Leg 76/3b</b>	17.07.2008 – 24.08.2008 Walvis Bay (Namibia) – Walvis Bay (Namibia) Fahrtleiter / <i>Chief Scientist</i> : Prof. Dr. Antje Boetius
<b>Koordination / Coordination</b>	Dr. Matthias Zabel
<b>Kapitän / Master METEOR</b>	Walter Baschek Niels Jakobi

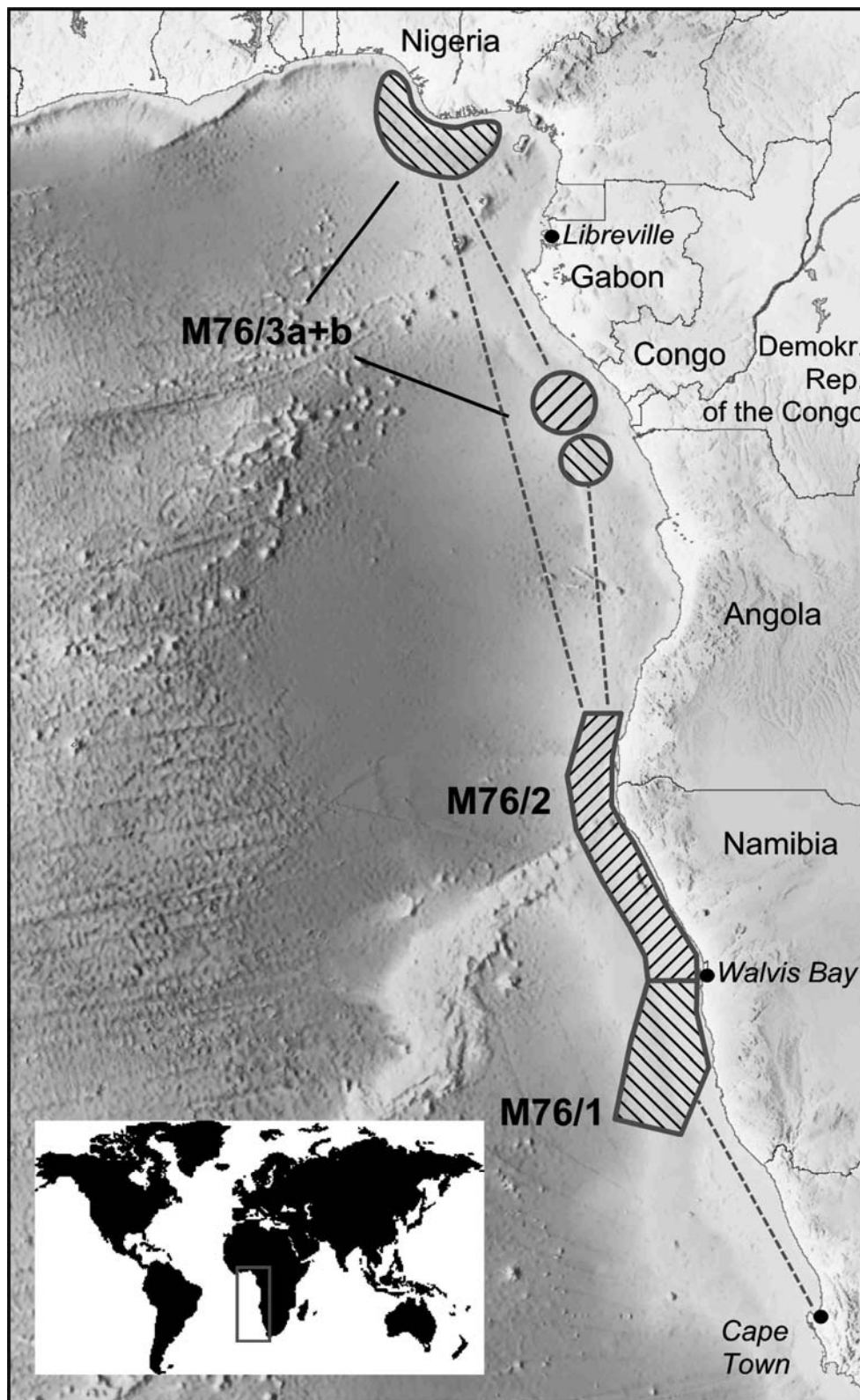


Abb. 1 Geplante Fahrtrouten und Arbeitsgebiete der METEOR Expeditionen M 76.  
 Fig. 1 Planned cruise tracks and working areas of METEOR cruises M 76.

## Wissenschaftliches Programm der METEOR Reise Nr. 76 *Scientific Programme of METEOR Cruise No. 76*

### Übersicht

#### **Fahrtabschnitt M 76/1a+b**

Die Erforschung der tiefen Biosphäre beschäftigt sich mit dem am wenigsten untersuchten Lebensraum auf unserem Planeten. Nach groben Schätzungen beherbergt dieses Ökosystem einen erheblichen Anteil der lebenden Biomasse der Erde. In den wenigen im Hinblick auf entsprechende Fragestellungen untersuchten Sedimentkernen deuteten geochemische Porenwasserprofile, intakte Zellen, kultivierbare Bakterien und diverse Ergebnisse verschiedener molekularer Techniken auf mikrobielle Aktivität und die Existenz einer beachtlichen Konzentration mikrobieller Biomasse hin. Diese Zellen sind in der Lage, organische Komponenten abzubauen und katalysieren wesentliche Mineralisationsprozesse wie Sulfat- und Eisenreduktion und Methanogenese. Hierbei scheint die mikrobielle Aktivität an das ozeanographische Regime gekoppelt. Bei der Zusammensetzung der mikrobiellen Gemeinschaften wird deutlich, dass vielfach die detektierten Archaeen und Bakterien eine kosmopolitische Verbreitung in tief versenkten Sedimenten aufzeigen, ohne dass jedoch zum jetzigen Zeitpunkt eine klare Systematik zu erkennen ist und die zur vertikalen und geographischen Verteilung beitragenden Kontrollparameter bekannt sind. Zweifellos beeinflussen die diagenetischen Prozesse der tiefen Biosphäre entscheidend das endgültige Schicksal sedimentären organischen Kohlenstoffs. Somit beschäftigt sich dieser Forschungszweig mit einem bislang kaum beachteten Glied innerhalb des globalen Kohlenstoffkreislaufs. Die zunehmenden Untersuchungen der tiefen Biosphäre in den letzten Jahren haben das Potential für neue und unerwartete Entdeckungen unterstrichen, aber auch verdeutlicht, wie weit wir noch von einem umfassenden Verständnis dieses riesigen Ökosystems entfernt sind. Mit gezielten Tiefbohrungen in einem

### Synopsis

#### **Leg M 76/1a+b**

*Research on the deep biosphere deals with the least investigated habitat on Earth. Based on rough estimations, this ecosystem contains an important portion of the living biomass on Earth. Only a very few studies on deeply buried sediments exist so far. Here pore water profiles, intact cells, arable bacteria and other results of molecular techniques point to microbial activity and the existence of a considerable concentration of microbial biomass. These cells are able to degrade organic compounds and catalyze important mineralization processes like sulphate and iron reduction and methanogenesis. It seems that the microbial activity is coupled to the oceanographic regime. The composition of the microbial community reveals that frequently detected archaea and bacteria have a cosmopolitan distribution in deeply buried sediments. But until now, there is no indication of a clear systematic or of those parameter which may control their vertical and geographic distribution. Undoubtedly, diagenetic processes in the deep biosphere have an important influence on the final fate of sedimentary organic carbon. Therefore, this field of research work at on a link of the global carbon cycle which is hardly taken into account so far. The increase of investigations on the deep biosphere during the last years have underlined the high potential for new and unexpected discoveries, but also make clear how far we are away from a comprehensive knowledge of this gigantic ecosystem. A distinct improvement of this knowledge on transfer processes and the microorganisms involved should be achieved with selective drillings deep into an area of high accumulation on the upper continental margin off Namibia.*

Hochakkumulationsgebiet am oberen Kontinentalhang vor Namibia soll ein verbessertes Verständnis der Stoffumsatzprozesse und der daran beteiligten Mikroorganismen erreicht werden.

### **Fahrtabschnitt M 76/2**

Küstenauftriebsgebiete reagieren direkt auf Änderungen im physikalischen (also klimatischen) Antrieb, und Veränderungen auf niedrigen trophischen Ebenen der Auftriebs-Ökosysteme spiegeln im Wesentlichen Änderungen des physikalischen Antriebs wider. Im speziellen Fall des Benguela-Küstenauftriebs vor Namibia und Angola setzen sich Änderungen der hydrodynamischen Zirkulation auf dem Schelf unmittelbar in Änderungen der Sauerstoffversorgung des Schelf um. Geänderte Sauerstoffversorgung hat wiederum erhebliche Konsequenzen für die Nährstoffmengen und -verhältnisse des Systems, für Prozesse an der Grenze zwischen Wassersäule und Sediment, für Gasflüsse an der Grenze Wasser-Atmosphäre – und wahrscheinlich für die Struktur des gesamten biologischen Ökosystems. Die Arbeiten der Expedition M76/2 im Küstenauftriebsgebiet vor Namibia und Angola (SW Afrika) sollen klären, welche physikalischen Prozesse die Sauerstoffdynamik auf dem Schelf steuern und welche Konsequenzen die Änderungen der Sauerstoffversorgung des Schelfs für biogeochemische Stoffflüsse haben. Das Arbeitsgebiet der Expedition METEOR M76/2 deckt das schwache Auftriebsgebiet vor Walvis Bay, die Cape Frio Auftriebszelle, die Übergangszone zum Angola Dom und das zentrale Gebiet des Angola Doms ab. Hier wird auf küstennormalen und küstenparallelen Schnitten zwischen 23°S und 15°S vor Namibia und Angola ein kombiniertes Programm aus hydrographischen, biogeochemischen, sedimentologischen, und mikrobiologischen Untersuchungen abgearbeitet. Zur Erreichung der Expeditionsziele werden insgesamt 5 Profile senkrecht zur Küste bearbeitet. Auf jedem Profil und den Transitstrecken werden ein lowered ADCP für Strömungsmessungen und ein Ferrybox-System zur Messung von T und S sowie der wichtigsten Nährstoffe

### **Leg M 76/2**

*Coastal upwelling systems react directly to changes in external (climatic) forcing, and observed changes on lower levels of upwelling ecosystems primarily reflect changes in this external physical forcing. In the Benguela coastal upwelling system offshore Namibia and Angola, the supply of oxygen to the shelf environment is directly coupled to hydrodynamic situation, and fluctuating oxygen levels over the shelf have significant consequences for nutrient levels and nutrient ratios, for rates of exchange at the sediment-water interface, for gas exchange between the ocean and the atmosphere, and for biological production and thus for the entire ecosystem.*

*Work of expedition Meteor M76/2 in the coastal upwelling area offshore northern Namibia and southern Angola will be dedicated to clarify, which physical processes drive the oxygen dynamics on the shelf, and what consequences for biogeochemical cycles arise from variations of the physical processes. The working area targets the weak upwelling cell offshore Walvis Bay/Swakopmund, the Cape Frio cell, the transition to the tropical Angola Dome, and the central Angola Dome. We will perform a combined oceanographic, biogeochemical, microbiological, and sediment sampling program on a total of 5 coast-normal and coast-parallel transects. On each transect and during transits between them, we will employ a lowered ADCP for measurements of currents and a ferrybox-system for on-line determinations of T and S as well as nutrient concentrations and pCO<sub>2</sub> of atmosphere and ocean surface. Furthermore, we will use the shipboard PARASOUND and HYDROS-WEEP systems for seafloor mapping. On these profiles, the expedition will occupy CTD stations in water depths < 1000 m, where standard CTD and rosette sampling of the water column will be performed. On*



und des CO<sub>2</sub>-Partialdrucks und zur Probenahme im Oberflächenwasser eingesetzt. Auf den Profilen liegen hydrographische Stationen, die in Wassertiefen bis 1000 liegen. Auf diesen Hydrographie-Stationen wird eine Standard CTD mit Rosettenschöpfer eingesetzt um die Wassersäule zu profilieren und Proben zu nehmen. Auf ausgesuchten Stationen auf dem Schelf und in Wassertiefen <200 m werden Strömungsmesser sowie pumpcast-CTD, in-situ-Pumpen, benthische Lander, Bodenwasserschöpfer und Multicorer eingesetzt, um detaillierte Profile der Stoffflüsse an der Grenze Sediment-Wasser zu beproben.

### **Fahrtabschnitt M 76/3a (GUINECO)**

Der Fahrtabschnitt M76/3a in die Region nördlich und südlich des Kongo Canyon sowie am Niger Kontinentalrand zielt darauf ab, die Vermessungen an Fluid-Austritten durch hochauflösende seismo-akustische Vermessungen, sowie AUV und Video Untersuchungen zu vertiefen. Dabei sollen die Steuerungsmechanismen für die Fluid- und Gasmigration, die Akkumulation von freiem Gas innerhalb und unterhalb der Gashydratstabilitätszone und die geochemischen und mikrobiologischen Wechselwirkungen an der Sediment-Wasser Grenzfläche untersucht werden. Hauptfragestellungen sind zum einen der Einfluss der Fazies-, Korngrößen- und Permeabilitäts-Variationen im Sediment, und zum anderen der Einfluss der Salztektonik auf die Gasakkumulation und -migration. Dazu wird eine Kombination aus räumlichen akustischen und seismischen Vermessungen, Video-Beobachtungen, geologischen, biogeochemischen und mikrobiologischen Beprobungen ausgeführt. Eine enge Kooperation mit dem IFREMER, Brest, erlaubt erweiterte Expertisen besonders im Bereich Monitoring und Modellierung.

Die Hauptaufgabenstellung besteht in der vergleichenden Analyse von Fluid- und Gasaustritten am Meeresboden und der assoziierten Geo-Bio-Systeme. Eingeschlossen darin sind Untersuchungen von Migrationswegen, von Gas- und Fluidaustrittstellen, der Hydratverteilung und der verschiedenen

*selected stations situated in water < 200 m deep, an intensive program of water column and sediment sampling will be conducted in order to establish detailed profiles of material flows between the sediment and the water column. To this end, we will deploy a pumpcast CTD system, in-situ pumps, bottom-water sampling system, benthic landers, and multicorers.*

### **Leg M 76/3a (GUINECO)**

*Leg M76/3a to the northern and southern regions of the Congo Canyon and to the Nigerian margin aims at investigating fluid and gas seeps via high-resolution seismo-acoustic mapping, as well as AUV and video observations. We plan to investigate the controls of fluid and gas migration, the accumulation of free gas in and beneath the gas hydrate stability zone, and the geochemical and microbiological interactions at the sediment-water interface. Main questions include on one hand the influence of facies, grain size, and permeability variations within the sediment; and on the other hand, the effect of salt tectonics on gas accumulation and migration. They will be tackled by an integrative analysis of acoustic and seismic measurements together with video-transects, and geological, biogeochemical and microbiological sampling. A close cooperation with IFREMER, Brest, allows extended expertise especially in the fields of monitoring and modelling.*

*Our main goal is the comparative analysis of fluid and gas seepage geo-bio systems at the West-African continental margin. This includes the study of migration pathways, gas and fluid venting, hydrate distribution and the ecosystem patterns and physical and biogeochemical processes associated with*

Ökosysteme und physikalischen biogeochemischen Prozesse an diesen Standorten.

Der Fahrtabschnitt konzentriert sich auf die verschiedenartigen geologischen und geophysikalischen Rahmenbedingungen für Venting und speziell auf flache Gasvorkommen. Verschiedene geophysikalische Vermessungsverfahren kommen ebenso zum Einsatz wie die visuelle Inspektion des Meeresbodens, um Fluidaustritte sichtbar zu machen. Zu den Hauptfragestellungen, die wir in enger Abstimmung und mit Beteiligung französischer Kollegen aus dem IFREMER in Brest bearbeiten, zählen:

- Welche Hauptmechanismen charakterisieren die verschiedenen Typen von Seepsystemen?
- Welche Kopplung besteht zwischen den geologischen und den biologischen Prozessen an Seeps?
- Welchen Einfluss besitzen Seeps auf die nähere und weitere Umgebung und Meeresumwelt?

Zur Bearbeitung dieser Fragen wurden fünf verschiedene Arbeitsgebiete ausgewählt, in denen wir mehrskalige seismoakustische Vermessungen mit Fächerlot, Sedimentecholot, Mehrkanalseismik und Backscatteranalysen in der Wassersäule und von der Sedimentoberfläche durchführen wollen. Dazu kommen geologische und biogeochemische Beprobung mit Schwerelot. Ein Vergleich der Arbeitsgebiete soll unser Verständnis darüber verbessern, wie Gasflüsse und die Gashydratverteilung in feinkörnigen Sedimenten beeinflusst werden von dem Ausmaß der Sedimentdeformation; welche Mechanismen die Gasmigration fördern und die Geometrie flacher Gasreservoirs bestimmen; welchen Einfluss die Sedimentfazies auf Prozesse und Strukturen hat; und ob sandreiche Gasreservoirs häufiges und großflächig verteiltes Venting am Meeresboden und Blasenaustritte besonders fördern.

Die Bedeutung der Art der Deformation für die Schaffung von Wegsamkeiten zwischen Störungen in Rutschungssystemen, polygonale Entwässerungsstrukturen und Störungssysteme über Salzdiapiren werden vergli-

*these focused gas sources. During the leg we will investigate a diversity of geological and geophysical settings for fluid and gas migration as well as hydrate deposition and intermediate gas reservoirs. We will use several geophysical and visual methods to image fluid migration structures in great detail and map the lateral and vertical extent of seeps. The following overarching objectives will be jointly addressed together with our collaborators of IFREMER:*

- *What are the mechanisms shaping different types of seep systems?*
- *How are geological and biological processes at seeps coupled?*
- *What is the environmental impact of seeps?*

*To tackle these questions, 5 different settings were selected for multi-scale investigations with swath bathymetric, sediment echosounder, multichannel seismic, and backscatter systems as well as geological and biogeochemical sampling. The comparative analysis of interdisciplinary data will enhance our understanding of how gas fluxes and gas hydrate distribution in fine-grained hemipelagic sediments are influenced by the degree of deformation; what the mechanisms of gas migration and the geometries of shallow gas reservoirs are; how sediment facies control processes and structures; and whether overpressured sand-rich reservoirs favour the frequent and widespread release of gas to the sea floor and create deep water bubble streams.*

*The importance of the type of deformation for the creation of pathways and potential differences between gravitationally created fault, polygonal patterns and faults above salt diapirs will be explored, together with the influence of higher hydrocarbons, higher salinity, and oil on the distribution and depth of shallow gas reservoirs and associated seeps. Furthermore, the consequence of higher rates of fluid and gas release above salt diapirs for the nature, distribution and size of vent systems at the sea floor will be studied.*

*The immediate products of the cruise leg*

chen und unter Einbeziehung der Wirkung höherer Kohlenwasserstoffe, höherer Salinität, der Anwesenheit von Öl auf Reservoir und Seepaktivitäten modelliert. Ebenso betrachtet werden mögliche höhere Gas- und Fluidflüsse über Salzdiapiren und ihre Auswirkung auf Ventsysteme.

Als Hauptergebnis sollen räumliche, quasi-dreidimensionale Bilder von Sedimentstrukturen und Störungssysteme erstellt werden, Migrationswege und Gas- und Gashydratre-servoir sowie Flächen rezenter Ventaktivität identifiziert werden, die für den nachfolgenden Fahrabschnitt die Grundlage der ROV Einsätze darstellt.

### **Fahrtabschnitt M 76/3b (GUINECO)**

Hauptziel des Abschnitts M76/3b sind vergleichende biologische, geologische und biogeochemische Analysen von Flüssigkeits- und Gasaustrittsstellen (so genannte Cold Seeps) am West-Afrikanischen Kontinentalhang. Dies schließt die Kartierung der Gas- und Fluidausströme, sowie der assoziierten Ökosysteme ein. Weiterhin werden Messungen der verschiedenen physikalisch-chemisch-geologischen Prozesse verknüpft mit umfangreichen biologischen Untersuchungen der speziellen Cold Seep-Lebensgemeinschaften von Mikroorganismen bis hin zur Megafauna. Das Gesamtvorhaben findet im Rahmen einer Kooperationsvereinbarung zwischen dem Forschungsfeld E des DFG-Forschungszentrums Ozeanränder (RCOM) und dem französischen Forschungsinstitut IFREMER statt. Folgende übergeordnete Fragestellungen stehen im Zentrum des Fahrtabschnitts und sind eng an die Ausfahrt M76/3a gekoppelt:

- In welcher Weise beeinflusst der Ausstrom von Fluiden und Schlamm sowie die Freisetzung von Gasen und Ölen Konzentrationsgradienten im Porenwasser und biogeochemische Prozesse?
- Wie hoch ist der Nettoaustausch von Fluiden und Gasen sowie der Massentransport an den verschiedenen Typen von Austrittsstellen?

*will be a complete picture of the structural and sedimentary framework; near-3D images of vent sites, migrations pathways and gas reservoirs; the identification of areas of recent vent activity, an overview information for subsequent ROV work and a quantification and characterization of active vent sites and shallow gas hydrate deposits in the light of different geological conditions.*

### **Leg M 76/3b (GUINECO)**

*Main goal of the cruise leg M76/3b are comparative biological, geological and biogeochemical analyses of fluid and gas seepage at cold seep ecosystems of the West African continental margin. This includes the detailed mapping of gas and fluid venting as well as gas hydrates and their associated ecosystems. Measurements of different physical, chemical and geological processes will be combined with intensive observation and sampling of seep communities, from micro- to megafauna. The program was developed in the framework of the cooperation between the DFG Center on Ocean Margins (RCOM) and the French research institute IFREMER. The main research questions of GUINECO are:*

- *How does fluid and gas venting as well as diffusive seepage of gas and oil influence biogeochemical processes at seeps?*
- *How high is the net flux of fluids and gases and other chemical compounds at different types of cold seeps?*
- *How variable are gas fluxes in time and space, and what is the pattern of distribution of gas vents?*
- *Which geochemical, geomicrobiological and sedimentological parameters control mineralization processes at gas and fluid vents?*

- Unterliegt der Ausstrom zeitlichen Schwankungen und wie ist die räumliche Verbreitung von Austrittsstellen, ihrer Ökosysteme und Mikrohabitate?
- Welche geochemischen, geomikrobiellen und sedimentologischen Eigenschaften kontrollieren die Mineralisation an Austrittsstellen von Gasen und Fluiden?
- Ist die Biodiversität verschiedener Größenklassen der Cold Seep Gemeinschaften an die geologischen und geochemischen Prozesse gekoppelt?
- *How is the biodiversity of different size classes of cold seep organisms coupled to geological and geochemical processes?*

Seep-Fluide transportieren Methan und andere Kohlenwasserstoffe zur Meeresbodenoberfläche, die die Lebensgrundlage für ein reichhaltiges mikrobielles Leben sowie diverse chemosynthetische Organismen als Primärproduzenten bilden. Zielgebiete sind Meeresboden-Depressionen (Pockmarks) des tieferen Kontinentalrands vor Westafrika, die im Zusammenhang mit tiefen Gasvorkommen stehen und von denen eine Reihe von geophysikalischen, geochemischen und biologische Daten vorliegen, die während vorangegangener deutscher und französischer Expeditionen gesammelt wurden. Ein besonderes Interesse gilt den tiefen, um 3000 m herum gelegenen Riesen-Pockmarks des Westafrikanischen Kontinentalrands, die für ihre enormen Gasspeicher und hohe Biomassen und Diversität von chemosynthetischen Organismen bekannt sind. Wichtige Ziele sind, die Mechanismen und Steuerungsvorgänge für den geo-physikalischen Transport chemischer Komponenten und deren Nutzung durch mikrobielle Seep-Biota zu verstehen und weiterhin Einsicht in die Kreisläufe und den Export chemischer Elemente vom Meeresboden in die Wassersäule an den verschiedenen Seep-Typen des afrikanischen Kontinentalrandes zu erlangen. Diese Ziele werden mit Hilfe detaillierter Untersuchungen ausgewählter Habitate erreicht mittels des Einsatzes des ROV QUEST (MARUM). Die Untersuchungen von RCOM E sind eng mit den Vorhaben im französischen Programm DEEPOASES verknüpft, dabei ist die Station REGAB als Langzeit-Monitoring Station ausgewählt. Die Ausfahrt trägt weiterhin zum besseren

*Seep fluids transport methane and other hydrocarbons to the seafloor where they form the energetic basis of a rich microbial life and attract a variety of chemosynthetic organisms acting as primary producers in the cold seep ecosystem. Target areas are pockmarks of the deep West African margin, which are connected to deep subsurface gas reservoirs. We are especially interested in the study of the giant pockmarks of the deep Congo margin, which are known to host enormous gas reservoirs and dense and diverse biomasses of chemosynthetic organisms. Main objectives besides the comparative analyses of those different cold seep systems are to understand which factors cause the differences in the geo-physical transport of gas and other chemical components, and how these influence biogeochemical processes and biological patterns in the ecosystem. At regional scale another objective is to compare chemosynthetic communities according to the geological context; at local scale – especially at the REGAB site - we will study the role of habitat heterogeneity on biological assemblage structure and distribution. The REGAB site off Congo is also selected for long term monitoring. The collected data will be used to address phylogeographical questions of chemosynthetic fauna at global scale. These objectives of RCOM E are linked to the French ANR program DEEPOASES and the Census of Marine Life program CheSS (Atlantic equatorial belt).*

Verständnis der globalen Phylo-Geographie chemosynthetischer Fauna bei, im Rahmen der von dem Programm Census of Marine Life (CoML CHESS) formulierten Fragestellungen zur Verbindung von chemosynthetischen Ökosystemen entlang des Atlantisch-Äquatorialen Gürtels.

## **Fahrtabschnitt / Leg M76/1a+b** **Cape Town (Rep. South Africa) – Walvis Bay (Namibia)**

### **Wissenschaftliches Programm**

Im Zentrum des ersten Fahrtabschnittes steht die Erforschung der tiefen Biosphäre, einem Bereich, der erst seit Mitte der 90er Jahre in den Fokus geowissenschaftlicher und mikrobiologischer Forschung gerückt ist. Vorangegangene Studien an langen Sedimentkernen haben die Existenz der tiefen Biosphäre belegt. Aufgrund der Fehlers entsprechender Kulturen ist unser Wissen über die Physiologie und Ökologie tief vergrabener Mikroorganismen jedoch noch sehr begrenzt. Studien mit Biomarkern und die Bestimmung zuverlässiger Marker-Gene deuten auf die Anwesenheit potentiell chemolithotropher Bakterien und Archäen hin, die ihre Energie aus der Aufnahme anorganischer Verbindungen beziehen.

An langen Sedimentkernen vom oberen Bereich des Kontinentalhanges vor Namibia sollen verschiedene aktuelle Fragestellungen bearbeitet werden (s.u.). Mit chemischen und mikrobiologischen Verfahren sollen insbesondere biogeochemische Prozesse, die beteiligten mikrobiellen Gemeinschaften und deren Wechselbeziehungen zur lokalen Ozeanographie und dem Sedimentationsmilieu untersucht werden. Generelle Zielfragestellungen sind z.B.:

- Wie unterscheiden sich die biogeochemischen Prozesse, deren Stoffumsatzraten und die Zusammensetzung mikrobieller Gemeinschaften an den Kontinentalrändern Namibias und Perus und welche Steuergrößen lassen sich festmachen?
- Wie sind Stoffumsatzraten in tief versenkten Sedimenten verknüpft mit der Wassertiefe, den Akkumulationsraten und den Gehalten von organischem Kohlenstoff in Oberflächensedimenten?
- Beeinflusst das paläoozeanographische und paläoklimatische Regime die Zusammensetzung der mikrobiellen Gemeinschaft, die biogeochemischen Prozesse und die Stoffumsatzraten?

### *Scientific Programme*

*The major objective of the first Leg of ME-TEOR-Cruise 76 is the investigation of the deep biosphere, an area which has come into the focus of geoscientific and microbiological research only in the mid of the nineties. Previous studies on long sediment cores have demonstrated the existence of a marine deep biosphere. Due to the lack of cultured representatives our knowledge about the physiology and ecology of deep biosphere microorganism is still limited. Biomarker studies and the detection of certain marker genes in deep sediments indicated the presence of potentially chemolithotrophic bacteria and archaea, gaining their energy by metabolizing inorganic compounds.*

*On material from long sediment cores taken at the upper continental margin off Namibia different current questions are investigated. Specific biogeochemical processes, involved microbial communities, and their interrelations with the local oceanography and sedimentation regime are investigated with a variety of chemical and microbiological methods and approaches. General scientific questions are for example:*

- *How biogeochemical processes, their transfer rates and the composition of the microbial community can be distinguished between continental margins off Namibia and Peru, and which control parameters can be identified?*
- *Are transfer rates in deeply buried sediments coupled with water depth, accumulation rates and/or the content of organic carbon in surface sediments?*
- *Do the paleoceanographic and paleoclimatic regime influence the composition of the microbial community, the biogeochemical processes, and the transfer rates?*

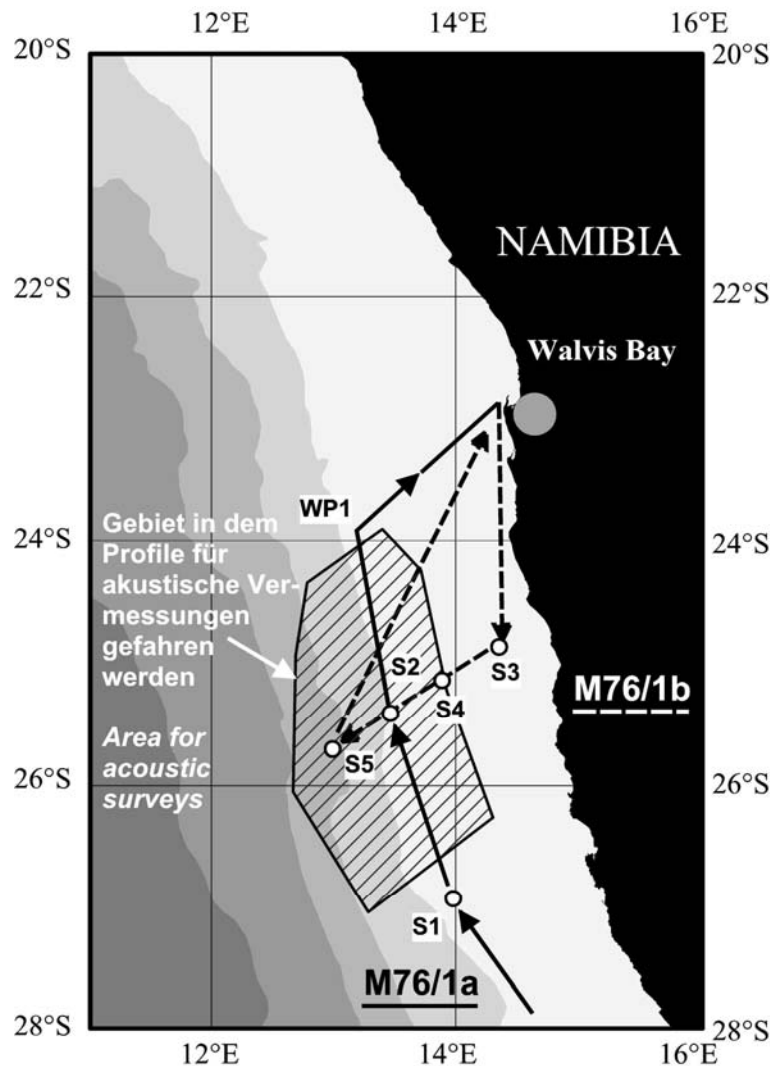


Abb. 2 Arbeitsgebiet der METEOR-Expedition 76/1

Fig. 2 Working area of METEOR-Cruise 76/1

### Arbeitsprogramm

#### Meeresbodenbohrgerät (MeBo)

Das in Bremen entwickelte Meeresboden-Bohrgerät MeBo (Abb.3) wurde bislang auf vier Expeditionen erfolgreich eingesetzt. Nach einem umfangreichen Umbau ist es auf dieser Reise erstmals in der Lage, auch im Seilkernverfahren den Meeresboden zu beproben. Gegenüber dem bislang genutzten konventionellem Bohrverfahren hat dies den Vorteil, dass das Bohrloch während des gesamten Bohrprozesses durch den Bohrstrang stabilisiert wird und der sehr zeitintensive wiederholte Auf- und Abbau des Bohrstranges zum Gewinnen der einzelnen Kernsegmente entfällt. Es ergibt sich hiermit die Möglichkeit, qualitativ hochwertige Sedimentkerne von bis zu 70 m

### Work programme

#### Sea floor drill rig MeBo

The sea floor drill rig MeBo (Fig.3) was developed at the University of Bremen and successfully deployed during four expeditions. After the last expedition the MeBo was upgraded for the use of wire-line drilling technique. Advantages are that drill string handling requires less time compared to conventional core drilling and that the drill string stabilises the drilled hole during the entire drilling process. We now have the possibility to get up to 70 m long high quality sediment cores from the sea floor.

Länge zu gewinnen.

Um eine möglichst ungestörte Beprobung der Oberflächensedimente zu gewährleisten, werden neben dem MeBo noch Multicorer und Schwerelot eingesetzt.

*To guarantee undisturbed surface samples sediments are also taken with a gravity corer and a multicorer.*

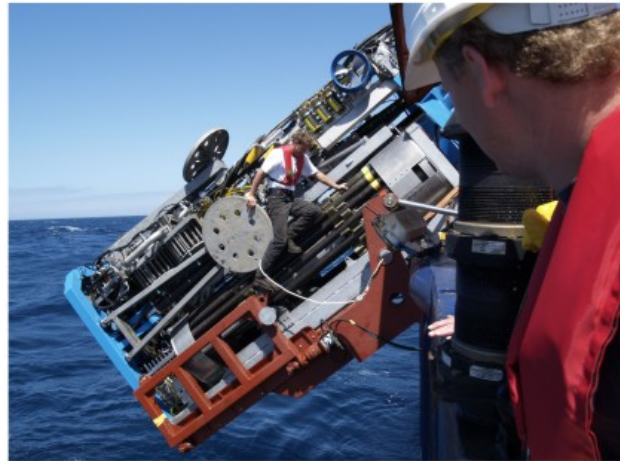
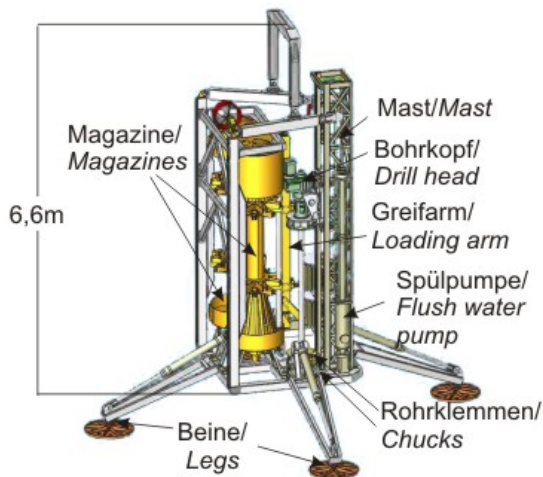


Abb. 3 Das Meeresboden-Bohrgerät MeBo in einer schematischen Übersicht und vor dem ersten Tiefwassertest mit dem Forschungsschiff METEOR im August 2005. Das MeBo ist ein elektrohydraulisch betriebenes Bohrgerät, das auf den Meeresboden in bis zu 2000 m Wassertiefe abgesetzt wird und vom Schiff aus ferngesteuert betrieben wird. Mit dem MeBo können bis zu 70 m lange Kerne in Lockersedimenten und Festgestein gewonnen werden.

Fig. 3 *The sea floor drill rig MeBo as schematic overview and during preparation of the first deep water test with RV METEOR in August 2005. The MeBo is an electrohydraulically driven drill rig that is deployed on the sea bed in water depths up to 2000 m. It is operated remotely from the research vessel. We can get up to 70 m long cores from soft sediments and hard rocks with MeBo.*

### Marine Geochemie

Neben klassischen Untersuchungen der Porenwasserchemie anhand der Messung von Konzentrationsprofilen verschiedener Inhaltsstoffe (z.B.  $\text{SO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{NH}_4$ ,  $\text{PO}_4$ , Fe) zur Beschreibung des geochemischen Milieus und als erste Hinweise auf bestimmte Prozesse und deren Umsatzraten, konzentrieren sich die Arbeiten auf anorganische Biomarker zur Untersuchung der Aktivität und des Metabolismus der tief vergrabenen mikrobiellen Gemeinschaften. Hierzu zählt die Sauerstoffisotopensignatur gelösten Phosphats, da diese maßgeblich durch den zellinternen Phosphatkreislauf kontrolliert wird und somit Rückschlus auf lebende Organismen zulässt. Wissenschaftliche Hauptfragestellungen sind: 1) Wie

### Marine Geochemistry

*Beside classical investigations on the pore water chemistry by determining concentration profiles of different constituents of interstitial waters (like  $\text{SO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{NH}_4$ ,  $\text{PO}_4$ , Fe) to identify geochemical environments and get first indication of specific transfer rates, this work focusses on inorganic biomarkers to investigate activity and metabolism of deep subsurface microbial communities. In this context the oxygen isotopic signature of dissolved pore water phosphate is likely to indicate the presence of living organisms because it bears concise information on prevailing microbial phosphate turnover. Two major research questions should be answered: 1) How are  $\delta^{18}\text{O}$  signatures profiled in deep sediments?*



sehen  $\delta^{18}\text{O}$  Profile im  $\text{PO}_4$  in tief vergrabenen Sedimenten aus? 2) Stehen die beobachteten Muster im Einklang mit den besonderen Charakteristiken des lokalen P-Kreislaufs? Zur Bestimmung von Aufnahme- und Identifikation von Umsatzwegen werden an Bord auch begleitende Experimente mit dem radioaktiven Tracer  $^{33}\text{P}$  durchgeführt.

### Organische Geochemie

Mikrobielles Leben und Prozesse in der tiefen Biosphäre werden durch Entzifferung struktureller und isotopischer Merkmale sedimentärer organischer Moleküle untersucht. Diese Moleküle umfassen a) organische Komponenten mit geringem Gewicht, die als zentrale Zwischenprodukte in vielen metabolischen Prozessen fungieren, und b) intakte Membranmoleküle, Anzeiger für aktive, tief vergrabene Prokaryoten. Entsprechende Untersuchungen ermöglichen den Erhalt von Informationen über a) die dominanten metabolischen Prozesse über die Verteilung, Anwesenheit und isotopische Zusammensetzung zentraler Zwischenprodukte wie Acetat im Porenwasser und b) die generelle Taxonomie der aktiven, sedimentären Gemeinschaft, Abschätzungen der Populationsdichte, Kohlenstofffixierung und von den Prokaryoten in situ genutzten Kohlenstoffquellen. In begleitenden Laborexperimenten werden unter kontrollierten Bedingungen Isotopentechniken angewendet um die Verhältnisse Substrat:Organismen und Vorläufer:Produkt in den mikrobiellen Ökosystemen zu untersuchen.

### Geomikrobiologie

Die geomikrobiellen Arbeiten konzentrieren sich auf die Quantifizierung mikrobieller Lebensgemeinschaften in tiefen, marinen Sedimenten. Die Gesamtzahl der Prokaryoten wird durch direkte Zählungen (mit *SybrGreen* und *acridine orange* - AODC) bestimmt. Zur Bestimmung der Archaeen und Bakterien werden die Methoden *Quantitative Polymerase Chain Reaction* (Q-PCR) und *Catalyzed Reporter Deposition - Fluorescence In Situ Hybridisation* (CARD - FISH) angewendet. Abzielend auf das

2) *Are the observed pattern in accordance with peculiar characteristics of the local phosphate cycle? Therefore, concomitant  $^{33}\text{P}$  radiotracer experiments will be conducted on sediment slurries directly onboard to reveal phosphate uptake rates and pathways of the microbial community.*

### Organic Geochemistry

*Microbial life and processes in the deep subsurface are studied by deciphering the information encoded in structural and isotopic properties of sedimentary organic molecules. These molecules encompass (a) low-molecular-weight organic compounds that act as central intermediates in many metabolic processes, and (b) intact membrane molecules indicative of biomass from active subsurface prokaryotes. Route (a) derives information on the dominant metabolic processes from the distribution, abundance, and isotopic composition of central intermediates such as acetate in pore waters. Route (b) leads to general taxonomic information on the active sedimentary community, estimates on the population density, and to constraints on the carbon fixation pathways and carbon sources utilized by prokaryotes in situ. In accompanying laboratory experiments, stable isotope probing techniques are applied to study substrate-organism and/or precursor-product relationships of microbial ecosystems under controlled conditions.*

### Geomicrobiology

*The geomicrobiology work focuses on the quantification of microbial communities in deep marine sediments. The total number of prokaryotes shall be quantified by *SybrGreen* and *acridine orange* direct counting (AODC), and the abundance of Bacteria and Archaea by *Quantitative Polymerase Chain Reaction* (Q-PCR) and *Catalyzed Reporter Deposition - Fluorescence In Situ Hybridisation* (CARD - FISH). Q-PCR shall also be used to quantify the abundance of selected phylogenetic or*

funktionale Gene kodierende Adenosin 5'-Phosphosulfat Reduktase (*aprA*), dissimilatorische Sulfat Reduktase (*dsr*) und Methyl-Koenzym-M Reduktase (*mcrA*), wird Q-PCR auch zur Quantifizierung der Anwesenheit bestimmter phylogenetischer oder physiologischer Gruppen angewendet (insbes. der 16S rDNA Kluster JS1 Kandidaten-Gruppe und Chloroflexi, sowie Sulfat-reduzierender Bakterien und methanogener Archaeen). Darüber hinaus sind Anreicherung, Isolation und Beschreibung neuer anärober Kohlenwasserstoff-abbauender Mikroorganismen geplant.

#### Paläomikrobiologie

Das vorrangige Ziel ist es, die Identität und Menge potentiell aktiver, sulfidogener und methanogener Mikroorganismen durch selektive Kultivierungsansätze abzuschätzen. Die Konkurrenz zwischen Sulfat-reduzierenden Bakterien und methanogenen Archaeen um Wasserstoff wird in verschiedenen Sedimenthorizonten untersucht (ib. in der Sulfat-Methan-Übergangszone) und mit den entsprechenden geochemischen Bedingungen in Bezug gesetzt.

#### Mikrobielle Ökologie

Die Arbeiten konzentrieren sich auf die Kreisläufe von Kohlenstoff, Schwefel und Stickstoff. Zur Abschätzung der in situ Zusammensetzung und Aktivität von Methanogenen, anaeroben Methanotrophen, Acetogenen, Sulfatreduzierern, anderen Gruppen CO<sub>2</sub>-fixierender Mikroben und unkultivierter Archaeen werden die gewonnenen Sedimentproben mit PCR-basierten Methoden untersucht (z.B. funktionale Gene und deren mRNA, 16S rDNA and rRNA). Darüber hinaus ist geplant die Proben für genomische Sequenzierungen unkultivierter Archaeen zu nutzen, z.B. mittels Fosmid-Bibliotheken und 454 Sequenzierung. Das Hauptziel an Bord ist zunächst die Gewinnung genügend grosser Mengen kontaminationsfreien Sediments zur Analyse im Heimlabor. Hierzu wird das Material unmittelbar nach Probennahme bei -80°C gefroren.

*physiological groups in particular the 16S rDNA clusters JS1 candidate group and Chloroflexi, as well as sulfate reducing bacteria and methanogenic archaea targeting the functional genes encoding adenosine 5'-phosphosulfate reductase (*aprA*), dissimilatory sulfite reductase (*dsr*) and methyl coenzyme M reductase (*mcrA*). Furthermore, it is planned also to enrich, isolate and describe novel anaerobic hydrocarbon-degrading microorganisms.*

#### Paleomicrobiology

*The primary goal is to assess the identity and abundance of potentially active, sulfidogenic and methanogenic microorganisms by selective cultivation approaches. The competition for hydrogen between sulfate-reducing bacteria and methanogenic archaea will be studied in different sediment layers (esp. in the sulfate-methane transition zone) and will be correlated to the corresponding geochemical settings.*

#### Microbial Ecology

*The work focuses on the cycling of carbon, sulphur and nitrogen. Sediments obtained during this cruise will be used to examine the in situ composition and activity of methanogens, anaerobic methanotrophs, acetogens, as well as sulfate reducers, other groups of CO<sub>2</sub>-fixing microbes, and uncultivated Archaea, using PCR-based methods (i.e. functional genes and their mRNA, 16S rDNA and rRNA). Furthermore it is planned to use these samples for genomic sequencing of uncultured subsurface archaea, for example via fosmid libraries and 454 sequencing. The main objective on board is to obtain sufficiently large volumes of contaminationfree sediment that will be frozen at -80°C immediately after sampling and analyzed at the home laboratory.*

### Mikrobiogeochemie

In enger Zusammenarbeit mit den anderen Fachdisziplinen konzentrieren sich die mikrobiogeochemischen Arbeiten auf die Bestimmung geochemischer Signaturen in den Sedimenten zur Bestimmung der Haupteinflussfaktoren des biogeochemischen Ablagerungsregimes. Darüber hinaus werden anhand RedOx-sensitiver Spurenmetallkreisläufe sekundäre (diagenetische) Prozesse untersucht. Hier steht insbesondere die Sulfat-Methan-Übergangszone im Zentrum des Interesses. Messungen der Variationen in der Zusammensetzung der Sedimente dienen der Rekonstruktion des Auftriebsregimes von den letzten kalten Perioden bis in das Holozän.

### Microbiogeochemistry

*Together with the other disciplines, the microbiogeochemistry work focuses on the determination of the detailed geochemical signature in the sediments to unravel the major biogeochemical depositional controls. Furthermore secondary (diagenetic) processes should be identified by investigations on redox-sensitive trace metal cycles, especially at the sulphate-methane transition zone. Measurements of variations in the element composition of sediments will be conducted to study and reconstruct the upwelling regime from the last glacial periods to the Holocene.*

**Zeitplan / Schedule**  
**Fahrtabschnitt / Leg 76/1a+b**

	Tage/days
Auslaufen von Kapstadt (Rep. Südafrika) am 12.04.2008 <i>Departure from Cape Town (Rep. South Africa) am 12.04.2008</i>	
Transit zum Arbeitsgebiet / <i>Transit to working area</i>	2,5
Beprobungen an Kernstation 1 / <i>Sampling on core location 1</i>	4,6
Transit zur Kernstation 2 und Probennahmen <i>Transit to core location 2 and sampling</i>	5,2
Transit zum Hafen Walvis Bay / <i>Transit to port Walvis Bay</i>	0,7
Wechsel eines Teils der wissenschaftl. Besatzung am 25.04.2008 auf Reede <i>Partial change of the scientific staff at 25.04.2008 on the roads</i>	0,5
Transit zur Kernstation 3 und Probennahmen <i>Transit to core location 3 and sampling</i>	5,5
Transit zur Kernstation 4 und Probennahmen <i>Transit to core location 4 and sampling</i>	5,5
Transit zur Kernstation 5 und Probennahmen <i>Transit to core location 5 and sampling</i>	5,5
Transit zum Hafen Walvis Bay / <i>Transit to port Walvis Bay</i>	1,0
<b>Total</b>	<b>31</b>
Einlaufen in Walvis Bay (Namibia) am 13.05.2008 <i>Arrival in Walvis Bay (Namibia) 13.05.2008</i>	

## **Fahrtabschnitt / Leg M 76/2**

### **Walvis Bay – Walvis Bay (Namibia)**

#### **Wissenschaftliches Programm**

Die Arbeiten während der Expedition METEOR 76/2 und der folgenden auswertenden Arbeiten zielen auf die Beantwortung der folgenden Fragenkomplexe und Einzelfragen:

Wie groß ist die Variabilität im Antrieb und im Strömungsfeld in den Bodenwässern? Welche Prozesse führen zum Auftreten der durchmischten Bodenschicht auf dem Schelf? Was bewirken diese Prozesse hinsichtlich der Sauerstoffversorgung der Bodenschicht? Hauptziel der hydrographischen Untersuchungen ist die Aufklärung der Prozesse, die zum vertikalen Austausch in der bodennahen Schicht beitragen. Dazu sind zeitlich und räumlich hochauflösende Strömungsmessungen in der bodennahen Schicht erforderlich. Auf Grund der systembedingten Einschränkungen sind diese Art Strömungsmessungen mit im Schiff eingebauten Strömungsmessern (VM-ADCP) nicht möglich. Die Erfassung vertikal hoch aufgelöster Stromprofile wird sowohl mit verankerten akustischen Strömungsmessern als auch mit einem speziellem geschleppten „Lowered ADCP“ System durchgeführt. Zur Beurteilung der großskaligen hydrographischen Situation werden auf allen Stationen CTD Profile mit der Vertikal CTD gemessen, die die gesamte Wassersäule abdecken.

Welches sind die synoptischen Muster in Sauerstoff- und Nährstoffkonzentrationen sowie ihrer stöchiometrischen Verhältnisse zur Zeit der Expedition? Welches sind die CO<sub>2</sub>- und CH<sub>4</sub>-Gehalte in Auftriebswässern auf dem Schelf? Vor dem Hintergrund existierender Daten und früherer synoptischer Aufnahmen wird damit die herrschende ozeanographische Situation mit den chemischen Eigenschaften in der Wassersäule abgeglichen. Die Daten dienen wesentlich als Validierungsdatensatz für spätere numerische Modellierung.

Wie effizient ist die Regenerierung von Nährstoffen aus Sedimenten als Funktion

#### **Scientific Programme**

*Work of expedition METEOR 76/2 and subsequent shorebased research aims to answer the following questions related to the response of the coastal upwelling system to changes in external physical forcing:*

*How large is the natural variability in atmospheric forcing and in current fields of bottom waters? Which processes lead to the observed homogeneous bottom water layer on the shelf? What consequences do these processes have for the oxygen supply to the shelf environment? Main scientific goal of hydrographic investigations is to clarify the mechanisms of mixing in the bottom water layer, which will be performed by highly resolved and continuous current measurements above the sediment. This cannot be achieved with the vessel-mounted ADCP system and requires deployment of moored acoustic current meters and the use of a towed lowered ADCP system. To assess the regional hydrographic situation during the cruise, standard CTD profiles across the entire water column will be measured at all stations occupied.*

*Which are the synoptic patterns of oxygen and nutrient concentrations at the time of the expedition? What are CO<sub>2</sub> and CH<sub>4</sub> concentrations in upwelling and other water masses over the shelf? Together with existing data and results of previous expeditions, we will use these new data to constrain characteristics of typical water masses under prevailing forcing conditions. These data will be used to validate results of numerical coupled physical and ecosystem model experiments.*

*How efficient is the regeneration of nutrient elements from sediments as a function of*

der Bodenwasser-Sauerstoffkonzentration und welche mikrobiellen und physikalischen Prozesse beeinflussen die Freisetzung bzw. Fixierung der Nährstoffe Phosphat, Silikat, Eisen, Nitrat, und Ammonium? Zusätzlich zu *in-situ*-Messgeräten (benthische Lander) werden wir mit Hilfe eines Bodenwasserschöpfers Proben mit einer Tiefenauflösung von 10 bis 30 cm über dem Meeresgrund nehmen. Wir werden Raten der molekularen Stickstoffbildung bestimmen; in Kombination mit Messungen an Porenwässern und in der Wassersäule werden verbesserte Ratenabschätzungen für den Austausch zwischen Sediment und Wasser möglich.

Wie spiegeln sich die Prozesse der Denitrifikation und Anammox in den Isotopenverhältnissen des gelösten anorganischen Stickstoffs im Wasser und Porenwasser wider? Wie groß ist der Beitrag des gelösten organischen Stickstoffs (DON) im N-Zyklus des Küstenauftriebsgebiets und gibt es isotopische Anzeichen für Umsatz von DON? Messungen der Isotopenzusammensetzung des gelösten anorganischen Stickstoffs (DIN) und DON in der Wassersäule sowie Porenwasser, gepaart mit Konzentrationsmessungen aller wichtigen Spezies in Oberflächenwässern soll Hinweise auf regional unterschiedliche, möglicherweise Wassermassenspezifische Konzentrationen einzelner Nährstoffe, ihre stöchiometrischen Beziehungen untereinander und zu Sauerstoff, sowie die Isotopensignatur des gelösten anorganischen und organischen Stickstoffs etablieren. Hieraus erwarten wir eindeutige Hinweise auf die Intensität der Denitrifizierung/Anammox bzw. der Phosphatfreisetzung aus Sedimenten, sowie auf die Rolle des Küstenauftriebs für die Düngung des angrenzenden Ozeans.

Wie erfolgt die Regenerierung des Redfield-Verhältnis im Oberflächenwasser? Spielt die Nitrifizierung bzw. die  $N_2$ -Fixierung eine signifikante Rolle im Stickstoffkreislauf des Auftriebsgebietes? Dieser Frage wird mit experimenteller Bestimmung der Stickstoff-Fixierungsraten in Tanks an Deck nachgegangen.

*oxygen concentrations in bottom water, and which physical and microbial processes influence the liberation or sequestration of nutrients such as phosphate, silicate, iron, nitrate, and ammonium in sediments? Besides in-situ benthic lander experiments, we will obtain samples with a vertical resolution of 10 to 30 cm above the sea floor by deploying a bottom-water sampler. In combination with standard pore-water sampling of multi-cores, these additional samples will enable us to better constrain exchange rates between sediment and bottom water. Furthermore, we will determine rates of  $N_2$  formation and investigate processes in the benthic nitrogen cycle.*

*How are denitrification and anaerobic ammonia oxidation reflected in the isotope mixtures of dissolved inorganic nitrogen (DIN)? What is the contribution of dissolved organic nitrogen (DON) to N cycling in the upwelling system, and do isotope studies give evidence for DON turnover? Samples will be obtained for measurements of  $^{15}N/^{14}N$  ratios in DIN and DON in the water column and in pore waters. Together with the synoptic measurements in the water column at all stations and in surface transects, these data will enable us to constrain processes and rates in the cycling of reactive nitrogen and to clarify the role of the upwelling system as a source of nutrients for the adjacent mesopelagic ocean. In particular, this work will ascertain the rates and relative relevance of denitrification and anammox as a function of the prevailing oxygen conditions.*

*How is the Redfield-ratio of 16:1 between nitrate and phosphate regenerated in offshore surface waters, which is significantly lower in freshly upwelled water? Do we find evidence for significant  $N_2$ -fixation in the upwelling environment? We will search for such evidence with tank experiments that determine N-fixation and their rate in tanks.*

Welche Beziehung besteht zwischen dem Isotopenverhältnis  $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$  in DIN, Biomasse, Schwebstoffen und Sedimenten und dem Grad des Abbaus der organischen Substanz? Wir werden auf den küstennormalen Profilen auf den Stationen mit unterschiedlichen Sauerstoffbedingungen in der Wassersäule sowie im Oberflächensediment Proben gewinnen, um Daten der Isotopenzusammensetzung von DIN sowie unterschiedlicher partikulärer Gesamtfractionen (Plankton, Seston, Oberflächensediment, Marker-moleküle) sowie der Aminosäure-Zusammensetzung dieser Gesamtfractionen (als Abbauindikator) zu bestimmen.

*What are typical ratios of  $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$  in DIN, biomass, seston and sediments, and is there a relationship between the isotopic composition of N and the quality of organic matter? Samples bracketing gradients of water depths and oxygen conditions will be taken and investigated on shore to analyse the isotope mixtures in DIN and particulate matter/sediments (including biological marker molecules) in conjunction with amino acid composition of particulate materials (as an indicator for organic matter degradation).*

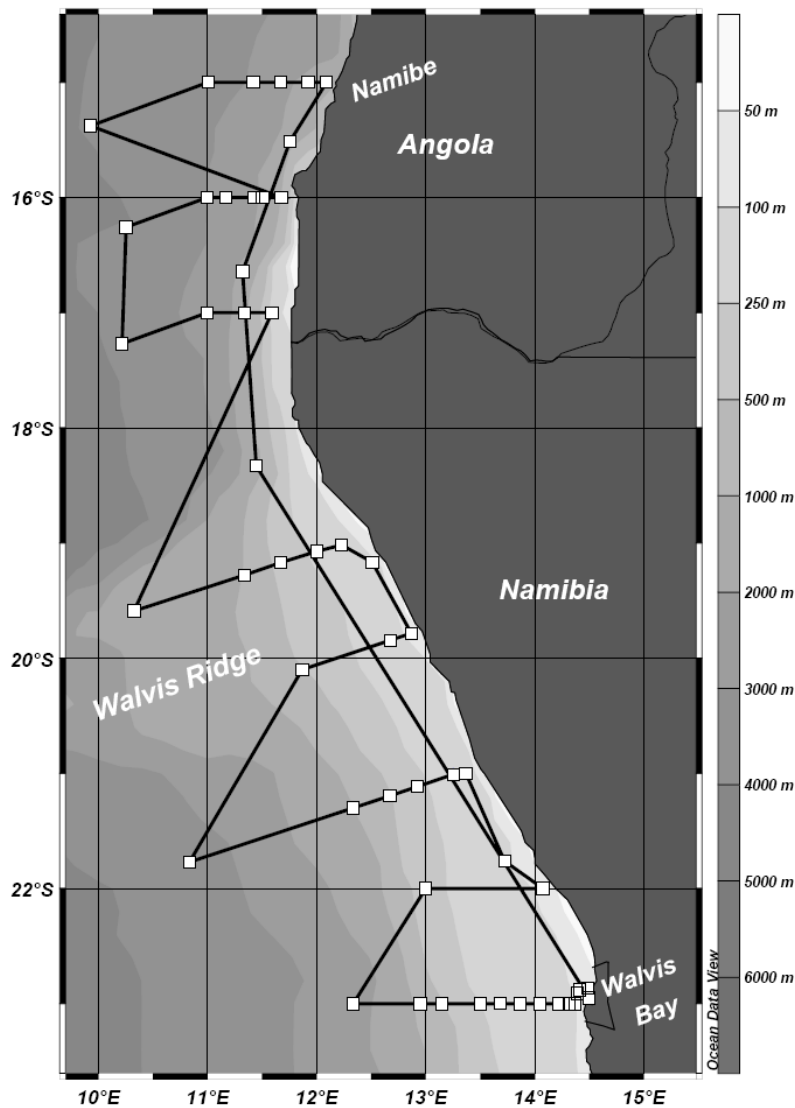


Abb. 4 Arbeitsgebiet und Fahrtroute des Abschnitts M 76/2  
 Fig. 4 The working area of cruise M 76/2

## **Arbeitsprogramm**

Während der Expedition METEOR 76/2 werden im Gebiet von 23°S bis 15°S insgesamt 5 Profile senkrecht zur Küste bearbeitet.

### Transecte und Transitstrecken:

Auf jedem Profil und den Transitstrecken werden das Lowered ADCP für Strömungsmessungen und ein Ferrybox-System zur Messung von T und S sowie der wichtigsten Nährstoffe und des CO<sub>2</sub>-Partialdrucks und zur Probennahme im Oberflächenwasser eingesetzt. Zudem werden PARASOUND und HYDROSWEEP auf den Transitstrecken eingesetzt. Auf den Profilen liegen hydrographische Stationen, die in Wassertiefen bis 1000 m liegen. Auf diesen Hydrographie-Stationen wird eine Standard CTD mit Rosettenschöpfer eingesetzt um die Wassersäule zu profilieren und Proben zu nehmen.

### Stationen:

Auf ausgesuchten Stationen auf dem Schelf und in Wassertiefen <200 m werden Strömungsmesser sowie pumpcast-CTD, in-situ-Pumpen, Bodenwasserschöpfer, benthische Lander und Multicorer eingesetzt. Wir planen, auf den Breitengraden bei 23°S, 19°S, 17°S und 15°S je zwei Stationen auf dem Schelf in Wassertiefen unter 200 m zu bearbeiten.

## **Work Programme**

*The expedition METEOR 76/2 will occupy stations on 5 transects aligned perpendicular to the coast in the area between 23°S and 15°S.*

### Transects and transits:

*On transits between stations we will operate the lowered ADCP system, and we will obtain continuous data on T, S, nutrient concentrations and pCO<sub>2</sub> of surface waters from a ferrybox system for online measurements. In addition, the parametric echosounder PARASOUND and the swath mapping system HYDROSWEEP will be operated on transits. On these profiles are hydrographic stations in water depths above 1000 m. Here, we will perform standard CTD-casts with rosette sampling of water.*

### Stations:

*On selected stations on the shelf and in water depths above 200 m we will deploy acoustic current meters, a pumpcast-CTD system, in-situ pumps, benthic landers, a bottom-water sampler and a multicorer. Two stations each will roughly be located at 23°S, 19°S, 17°S, and 15°S on the shelf.*



**Zeitplan / Schedule**  
**Fahrtabschnitt / Leg 76/2**

	Tage/days
Auslaufen von Walvis Bay (Namibia) am 17.05.2008 <i>Departure from Walvis Bay (Namibia) 17.05.2008</i>	
Transit zum Arbeitsgebiet / <i>Transit to working area</i>	0.1
50 Stationen mit Arbeiten in der Wassersäule und der Sedimentoberfläche zwischen 23°S und 15°S <i>50 stations with work in the water column and surface sediment between 23°S and 15°S</i>	9.0
Transit zwischen den Stationen <i>Transit time between stations</i>	8.4
Transit zum Hafen Walvis Bay <i>Transit to port Walvis Bay</i>	0.5
	Total 18
Einlaufen in Walvis Bay (Namibia) am 04.06.2008 <i>Arrival in Walvis Bay (Namibia) 04.06.2008</i>	

## Fahrtabschnitt / Leg M76/3a Walvis Bay – Walvis Bay

### Wissenschaftliches Programm

Migration und Austritte der Gase und Fluide am Meeresboden sind ein Hauptthema des Forschungszentrums Ozeanränder in Bremen. Dabei wird ein tieferes Verständnis dieser Prozesse auf verschiedenen räumlichen und zeitlichen Skalen angestrebt. Mehrfrequenzseismik in zwei und drei Dimensionen soll das Bindeglied liefern zwischen den Ventbeobachtungen am Meeresboden und den Prozessen in der Tiefe und ihre physikalischen und chemischen Steuergrößen.

Mit dem zunehmend höheren Auflösungsvermögen der eingesetzten Methoden, von der Oberflächenseismik über Bathymetrie und Backscatteranalyse mit AUV bis zu Videoschlitteneinsätzen können Beprobungsorte für Gas- und Fluidaustritte, Präzipitate und biogeochemische Prozessstudien am Meeresboden lokalisiert werden.

Dazu wurden im Lower Congo Basin am westafrikanischen Kontinentalrand verschiedene Typen von Seepsystemen ausgesucht: speziell Pockmarks und Diapire in Assoziation mit Gashydraten und flachen Gasvorkommen. Die Sedimentation im Kongofächer wird durch substantiellen terrigenen Eintrag charakterisiert. Der hemipelagische Eintrag stammt von feinkörnigem suspendierten Material des Congo und einer hohen biologischen Produktion, verbunden mit einem hohen Eintrag von organischem Kohlenstoff zum Meeresboden. Bohrungen und seismische Vorarbeiten nördlich des Congo Canyons haben eine mehrere hundert Meter mächtige feinkörnige Sedimentdecke bestätigt, in der sich Gas, Gashydrat und Fluide sammeln und bewegen. Hangabwärts dominieren Fächersedimente mit Kanälen und einem größeren Anteil sandiger Fazies. In tieferen Sedimentstockwerken dominiert Salzdiapirismus und Raft Tektonik, die eng miteinander verknüpft sind.

Das Hauptziel der Reise ist dementsprech-

### Scientific Programme

*Migration and venting of gases and fluids at the seafloor is one of the main research topics of the Research Center for Ocean Margins, Bremen. Our project seeks to gain deeper insight into such processes on different spatial and temporal scales. Multi-frequency seismic imaging in two or three dimensions will provide the missing link between flow-related surface observations and sub-seafloor processes that define the physical and chemical controls of fluid-gas-migration systems. Increasingly higher resolution of the survey methods, from surface towed seismics through AUV-based swath and backscatter profiling to video mapping, will provide access to appropriate sampling sites for expelled fluids and gases, for the geologic remains of precipitation and for the biologically mediated exchange processes at the sediment-water interface.*

*Our investigations on the West-African margin, primarily in the lower Congo Basin, will focus on different types of seep systems, i.e. different pockmarks and diapirs, associated with gas hydrates and shallow gas occurrences. Deposition in the Congo Fan area is characterized by a substantial sediment influx from the continent. The hemipelagic input originates primarily from the fine grained suspended material of the river and a high biologic productivity, providing significant flux of organic matter to the sea floor. Drilling and a pre-site seismic survey north of the Congo Canyon confirmed that the upper few hundred meters of the sediment column are dominated by hemipelagic sediments, which represent the host facies for gas and gas hydrate occurrences within the GHSZ around the pockmark area. Further downslope, fan deposition causes a change in the dominant sedimentary facies, introducing channel-levee structures and associated sand deposition. Furthermore, while the deposition of the shallow sediment column is dominated by uniform input from*

end eine vergleichende Analyse der Fluid und Gasaustritte, der Migrationswege, der Gashydratverteilung und der Ökosysteme und assoziierten Prozesse am Meeresboden.

Vorarbeiten wurden während der Meteor Reise M47/3 (2000) und M56A/B (2002) durch Kartierung und Beprobung zahlreicher Seeplokationen in Pockmark Gebieten durchgeführt, die als Grundlage für die geplanten Arbeiten dienen. Da der Flußeintrag sehr großflächig das Arbeitsgebiet versiegelt, läßt sich der Einfluß der Sedimentfazies und tektonischer Deformation auf oberflächennahe Vents besonders gut in einem engen Gebiet untersuchen. Im Vergleich mit dem hemipelagisch dominierten Pockmarkgebiet der M56 Reise sollen folgende mögliche Endglieder von Ventsystemen analysiert werden:

- Sandreiche Sedimente mit einer höheren Permeabilität, die höhere Transportraten und Speicherkapazitäten für intermediäre Gasreservoirs erlauben (Fazieskontrolle) und eine höhere Frequenz und Intensität von Austritten unterstützen.
- Stärkere Deformation über massiven Salzdiapiren mit ausgeprägten Störungszonen, die einen stärkeren Gas-/Fluidtransport unterstützen (tektonische Kontrolle). Sie können die Ausbildung eines deutlichen BSR unterstützen und zu einer Fokussierung der Gase in Hochlagen mit erhöhten Austrittsraten führen.
- REGAB Pockmark, das gesteuert sein könnte durch hohe Porenüberdrücke in größeren Tiefen bei geringem Materialtransport. Hier sind intensive Vorarbeiten französischer Biologen erfolgt, die durch geologische und geophysikalische Arbeiten ergänzt werden müssen, um die Prozesse einordnen zu können.
- Niger Pockmarks, die in geringeren Wassertiefen von 1100 bis 1500 m nur eine geringmächtige Gashydratstabilitätszone aufweisen, so dass geringere Porenüberdrücke zum Austritt führen können. Das dortige Pockmarkgebiet ist primär kontrolliert durch Störungssysteme.

*riverine sources and primary production, the overall structure of the continental margin is mainly shaped by salt diapirism and raft tectonics, which are closely related. Thus the main goal of the cruise is a comparative analysis of fluid and gas seepage systems, including migration pathways, gas and fluid venting, hydrate distribution, and the ecosystem patterns and processes associated with these focused gas sources.*

*Preliminary work in the area during the METEOR cruises M47/3 (2000) and M56A/B (2002) included the mapping and sampling of several seep systems in the Congo pockmark area. Based on these observations, the control parameters of fluid and gas migration systems and the associated vent communities and ecosystems will be investigated. Given the widespread riverine input of fine-grained, organic rich sediment, variations of sedimentary facies and tectonic deformation and the influence on the vent system can be studied in different nearby working areas on the margin. In comparison with the pockmark area, which consists of fine-grained sediments with moderate to minor deformation, the following end-members are targeted:*

- *Sand-rich sediments, which have a higher permeability, supporting enhanced throughput and higher reservoir capacity (facies control), probably favouring the accumulation of intermediate free gas reservoirs at the apices and increasing the frequency and intensity of gas releases towards the sea floor*
- *Stronger deformation above massive salt diapirs, creating pronounced faulting with higher transport capacity (tectonic control), probably promoting BSR development and the focussing of fluid/gas migration with enhanced venting and higher continuous flux rates*
- *Regab pockmark site, perhaps overpressure-driven eruptive seepage with probable large amounts of fluid/gas expulsion but moderate solid material transport. Here, previous work of French biologists*

*shall be complimented by geological and geophysical investigations to identify the main processes*

- *Niger Cone pockmarks, found in water depths of 1100 to 1500 m, where the gas hydrate stability zone is thin, and minor pore pressure anomalies may lead to venting.*

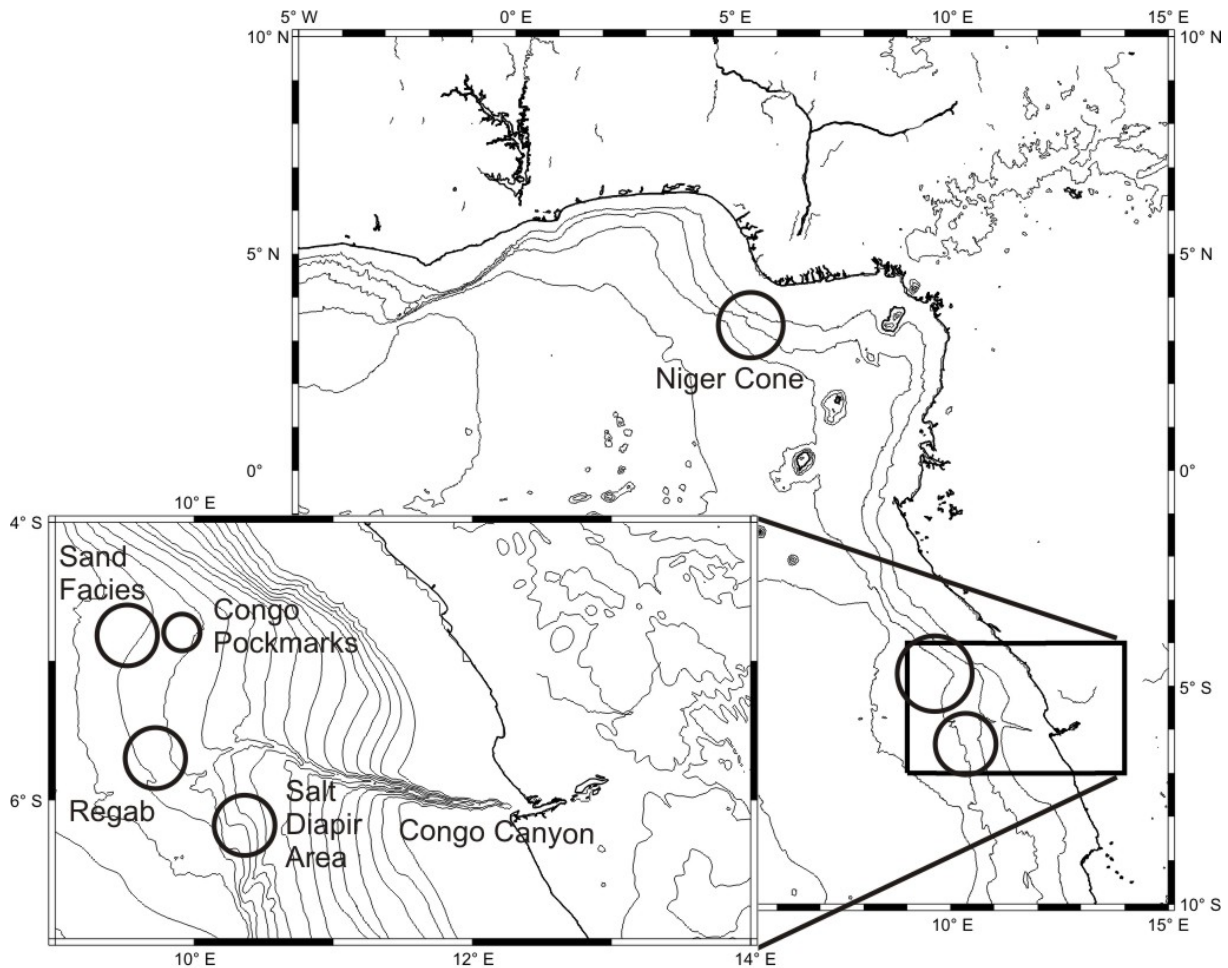


Abb. 5 Arbeitsgebiet während M76/3a und /3b. Gestrichelt: geplanter Bereich der Untersuchungen. Schwarz: beantragtes Forschungsgebiet.

Fig. 5 Working area of cruise legs M76/3a and /3b. Dashed line: planned area of research. Solid line: total area for which research permission is applied.

Die Hauptzielsetzung besteht in einer großskaligen Kartierung der ventbezogenen Strukturen am Meeresboden und der flachen Sedimentbedeckung mit einer Überdeckung und Qualität, die vergleichbar ist und mit dem Pockmarkgebiet von M56 zusammen analysiert werden kann. Eine Kombination aus AUV Bathymetrie, Sedimentecholot und hochauflösender Mehrkanalseismik liefert

*The main scientific goal is to achieve a large-scale mapping of vent-related structures on the seafloor as well as in the shallow subsurface and to gain data sets of comparable quality and resolution in each of the working areas. To that end, AUV-based backscatter imagery, sediment echosounder, and high-resolution multi-channel equipment will be utilized. On one hand, the*

die geophysikalischen Grunddaten, die vor allem für den nachfolgenden Fahrtabschnitt mit ROV Einsätzen verwendet wird. Darauf aufbauend, ist der Videoschlitten eingeplant sowie der gezielte Einsatz von Schwereloten mit Heat Flow Sensoren vorgesehen.

### **Arbeitsprogramm**

Während des M76/3a Fahrtabschnitts werden bevorzugt geophysikalische Techniken für die Kartierung und detaillierte Untersuchung der Seepstrukturen eingesetzt. Die Überdeckung der Datensätze soll für alle Arbeitsgebiete vergleichbar werden, d.h. am Niger, am Regab Pockmark, im Sandfaziesgebiet und im Diapirgebiet und damit die gleiche Qualität erreichen, wie sie im Pockmarkgebiet bereits von den Ausfahrten M47/3 und M56 vorliegen.

Für Gerätetests und den AUV Vermessungen im Congo Pockmarkgebiet sind zunächst 1.0 Tage eingeplant. Im Sandfazies- und Diapirgebiet sind jeweils ca. 2 Tage für Übersichtsmessungen geplant, danach sollen detaillierte kleinräumige seismische und akustische (Sedimentstrukturen, Blasen in Wassersäule) Surveys in ausgesuchten Gebieten die räumlichen Strukturen aufklären (3 Tage), bevor AUV Tauchgänge, Videoschlitten und Beprobungen (1.5 Tage) das Programm abrunden. Im Regab Gebiet sind 4.5 Tage vorgesehen, um Übersichtsprofile (1 Tag), eine detaillierte Vermessung (2 Tage) mit AUV und Video Survey sowie geologischer Beprobung (1.5 Tage) zu absolvieren. Am Niger Kontinentalrand sind neben Übersichtsmessungen (1.5 Tage) ebenfalls Detailsurveys (3.0 Tage) und AUV, Video und Schwerelot/Heat Flow Surveys vorgesehen (1.5 Tage). Transitzeiten zu den Congo Arbeitsgebieten (4/3.5 Tage) und zum Niger (jeweils 2 Tage) komplettieren das Arbeitsprogramm.

*new data will serve as basis for the small-scale video surveys, sampling and heat flow measurements.*

*These acoustic methods will be supplemented by video observations, which is crucial for the interpretation of geophysical data. First gravity corer samples with attached heat flow sensors will yield detailed information at the most interesting locations.*

### **Work Programme**

*During M76/3a primarily geophysical techniques will be utilized, in order to map and investigate seep structures in detail. Our goal is to create data sets of comparable coverage and resolution at the Niger Cone pockmark region, Regab pockmark site, the sand facies area and the region primarily influenced by salt diapirism. A similar multi-frequency seismo-acoustic dataset already exists at the Congo pockmarks (M47/3, M56).*

*For device testing and an AUV survey at the Congo pockmark area we plan for 1.0 days of ship time. At the sand facies and salt diapirism areas, 2 days of geophysical overview profiling will be carried out, to identify targets for detailed seismic and acoustic (sediment, bubbles in water column) surveys (3 days), complimented by AUV dives, video survey and sampling (1.5 days). At the Regab Site we plan 1 day overview profiling, 2 days of detailed surveys and 1.5 days of video, AUV and sampling/heat flow. In the Niger cone, overview and detailed surveys (1.5+3.0 days) and video, AUV and sampling (1.5 days) add to 6 days of total working time. Transit time to the Congo working areas are 4 and 3.5 days, respectively, and 2 days each direction for the Niger cone.*

**Zeitplan / Schedule**  
**Fahrabschnitt / Leg M76/3a**

	Tage / days
Auslaufen von Walvis Bay (Namibia) am 7.6.2008 <i>Departure from Walvis Bay (Namibia) on 7 Juni 2008</i>	
Transit zum Arbeitsgebiet / <i>Transit to working area</i>	4.0
Gerätetests und AUV Vermessung Congo Pockmarks <i>Device testing and AUV survey at Congo Pockmarks</i>	1.0
Survey im Sandfaziesgebiet (Überblick, Detail, AUV, Video, Beprobung) <i>Survey in sand facies area (overview, detail, AUV, video, sampling)</i>	6.5
Transit zum Arbeitsgebiet / <i>Transit to working area</i>	2.0
Survey Niger Kontinentalrand (Überblick, Detail, AUV, Video, Beprobung) <i>Survey Niger cone (overview, detail, AUV, video, sampling)</i>	6.0
Transit zum Arbeitsgebiet / <i>Transit to working area</i>	2.0
Survey Regab Pockmark (Überblick, Detail, AUV, Video, Beprobung) <i>Survey Regab pockmark (overview, detail, AUV, video, sampling)</i>	4.5
Survey im Salzdiapirgebiet (Überblick, Detail, AUV, Video, Beprobung) <i>Survey in salt diapir area (overview, detail, AUV, video, sampling)</i>	6.5
Transit zum Hafen <i>Transit to port</i>	3.5
<b>Total</b>	<b>36.0</b>
Einlaufen in Walvis Bay (Namibia) am 13.07.2008 <i>Arrival in Walvis Bay (Namibia) 13 July 2008</i>	

## Fahrtabschnitt / Leg M76/3b Walvis Bay – Walvis Bay

### Wissenschaftliches Programm

Im Vordergrund des vierten Abschnitts (M76/3b) steht die vergleichende Untersuchung verschiedener Cold Seep Ökosysteme. Wir wollen herausfinden wie chemische, physikalische und geologische Parameter die Seep-Ökosysteme prägen und den Umsatz des klimarelevanten Gases Methan kontrollieren. Dazu soll ein umfangreiches in situ Beprobungsprogramm mittels des ferngesteuerten Unterwasserfahrzeugs (ROV QUEST, MARUM) an verschiedenen Mikrohabitaten entlang geochemischer Gradienten innerhalb von Pockmark-, Fazies- und Diapirsystemen durchgeführt werden. Wichtige Fragestellungen umfassen: Welche geochemischen, geomikrobiologischen und sedimentologischen Charakteristika kontrollieren Mineralisationsprozesse an Methanquellen? Wie hoch ist der Fluss von gelösten Substanzen und Gas an verschiedenen Seep Systemen und welche räumlichen und zeitlichen Variationen herrschen vor? Wie beeinflussen verschiedene Flussraten die Gradienten von gelösten Substanzen und biogeochemische Umsatzprozesse?

Anhand von hochauflösender Kartierung (Bathymetrie, Verteilung von Organismen und geologischen Strukturen) soll untersucht werden, welche Zusammenhänge zwischen Fluid- und Gasfluss, Verfügbarkeit von Elektronenakzeptoren, Vorkommen von Karbonaten und Gashydraten, sedimentologischer Unterschiede und der Aktivität, Struktur und Verteilung von Seep-Lebensgemeinschaften bestehen. Die Untersuchungen beinhalten detaillierte geochemische in-situ Messungen und spezifische Beprobungen von Fluiden, Schlämmen, Karbonaten, sowie Video- und Photoaufnahmen, Faunenbeprobung, Wasser- und Sedimentbeprobung, in situ chemische und physikalische Analysen, in situ Sauerstoffzehrung, Methan und Sulfatumsatz und weitere Aktivitätsmessungen. Darüber hinaus werden hochwertige Proben der

### Scientific Programme

*Leg M 76/3b aims at the comparative investigation of the structure and functioning of cold seep ecosystems on the West-African margin. A main objective is the quantification of fluid flow rates and biogeochemical processes together with the investigation of mineral precipitation and archives. Research questions are: Which geochemical, geomicrobial and sediment characteristics control mineralization at seeps? What is the net exchange of solutes and gas at different types of seep systems, and what is the spatial and temporal distribution of the related fluxes? How do fluid flow and gas ebullition influence solute gradients and biogeochemical process rates? For these goals we will develop sampling and in situ measurement strategies based on ROV video transects. We will determine different microhabitats within pockmark, facies and diapir systems and use the geophysical information and maps of Leg M76/3a for a comparative sampling strategy at the different seeps. Microhabitats of different seepage activity will be sampled by pushcores and water samplers, and will be analysed with a variety of in situ tools to obtain a quantitative understanding of biogeochemical processes. We will investigate how chemical, physical and geological parameters influence the composition and structure of seep ecosystems and the flux and consumption of the potential greenhouse gas methane. The intensive in situ studies will be carried out using the ROV QUEST (MARUM) as the main platform. High resolution mapping and videomosaicking will be used to define a sampling strategy for assessing the relationship between fluid fluxes, gas ebullition, gas hydrate and carbonate distribution, transport of electron acceptors, differences in sedimentology and the distribution, structure and activity of seep communities. The investigations also comprise detailed studies of the in situ biogeochemistry of oxygen, sulfur, methane,*

Organismen für die Charakterisierung der Biodiversität und Funktion im Lebensraum gewonnen. Ferner soll die zeitliche Dynamik der Artengemeinschaften in diesen speziellen Lebensräumen mit Hilfe eines zu stationierenden „ökologischen Moduls“ untersucht werden, das neben Videoaufzeichnungen auch die Registrierung von Temperaturveränderungen erlaubt und verschiedene chemische Sensoren enthält. Dieses Modul soll auf der französischen Ausfahrt WACS in 2009 wieder geborgen werden.

### **Arbeitsprogramm**

Fünf Zielgebiete wurden ausgewählt:

Das Regab Pockmark liegt in einer Wassertiefe von 3000 m. Hier wurden viele Gasaustrittsstellen gefunden und besonders hohe Biomassen an Riesen-Röhrenwürmern (*Escarpia*) sowie symbiotische Muscheln, Karbonate, Gashydrate und hohe Fluidflussraten.

Die so genannte „Pockmark Area“ etwas nördlich von Regab weist in einer Wassertiefe von 3000 m drei große und aktive Strukturen namens „Worm Hole“, „Hydrate Hole“ und „Black Hole“ auf. Anhand von OFOS tracks und geophysikalischen Untersuchungen sowie Telemetrie-gesteuerter Beprobung wurden verschiedene Pockmark-Habitate untersucht. Es wurde eine weite Verteilung von Karbonaten gefunden sowie große Biomassen von *Escarpia* Röhrenwürmern, sowie lebende und tote chemosynthetische Muscheln (*Vesicomysida*). Dagegen kamen recht wenige Bakterienmatten vor und auch wenige Mytilide. Die Pockmarks beherbergen große Mengen an Gashydrat.

Die so genannten „Salztektonik“ Gebiete liegen bei 3500 m Wassertiefe und sind noch wenig untersucht, zeigen aber geophysikalische Anzeichen für Methanaustritte. Auch die „Sandfazies“ Strukturen sollen nach Gasvorkommen und chemosynthetischen Gemeinschaften untersucht werden. Am Kontinentallhang vor Nigeria wurden eine Reihe von Seep Strukturen gefunden in Tiefen von 1000 bis 3000 m.

*and other microbial process measurements. Valuable targeted samples of organisms and microbial populations will be obtained from well-characterized habitats for the assessment of biodiversity and functioning of chemosynthetic communities. We will also resolve temporal variation by deploying moorings with ecological observation modules including camera systems, temperature as well as chemical sensors. This module will be recovered during the French expedition WACS in 2009.*

### **Work Programme**

*Five areas have been selected for ROV dives:*

*The Regab pockmark lies at a water depth of 3000 m. It is characterized by abundant gas seeps with large accumulations of giant *Escarpia* tubeworms, symbiotic mussels, carbonate concretions, outcrops of gas hydrates, fluid flow and free gas ebullition.*

*The „Pockmark Area“ includes three pockmark structures named „Worm Hole“, „Hydrate Hole“, „Black Hole“ at water depths of ca 3000 m. They were previously surveyed by OFOS and in the framework of geophysical work, and sampled by TVG and GC. A widespread occurrence of authigenic carbonates associated with animal burrows and *Escarpia*-like tubeworms was found. The seafloor in the pockmarks was covered by living *Escarpia*-like tubeworms, living and dead vesicomysid clams. Not many bacterial mats and only few mytilid bivalves were observed. A lot of gas hydrate was present in sediments at depth below ~50 cm.*

*The area characterized by salt tectonics lies at a water depth of 3500 m One structure was surveyed by 1 OFOS track, and sampled by 1 TVG. Another site of interest are the sand facies at a water depth of ca 4500 m, here no video observation is yet available. Finally, the Nigeria seeps at depths between 1000 and ca 3000 m are of interest for exploration because of the occurrence of shallow gas hydrates.*



Die Untersuchungsmethoden beruhen vor allem auf der Nutzung des ROV QUEST. In jedem Gebiet sollen 3-6 lange Tauchgänge durchgeführt werden je nach den hochauflösenden Karten des Legs M76/3a. Das ROV wird autonom arbeitende Mikroprofiler, Optoden, benthische Kammern und mikrobielle Inkubatoren absetzen. Diese Messungen werden von Beprobungen der Schlämme, Karbonate, Gase und Fluide durch das ROV begleitet, die für spätere Analysen verschiedener geochemischer und biologischer Parameter im Labor bestimmt sind. Biodiversitäts-Analysen der Mikroorganismen anhand von molekularbiologischen Methoden sowie Biomarkeranalysen werden Informationen über lebende und auch fossile Gemeinschaftsstrukturen liefern. Messungen der Methan- und Sulfatflüsse und weiterer mikrobieller Umsatzraten werden helfen, Mikrohabitate zu charakterisieren. Sie dienen weiterhin der Erforschung von Prozessen, die zur Mineral-Präzipitierung führen.

Die Nutzlasten des ROV Quest beinhalten Wasserschöpfer, Sedimentkerne, Optoden und profilierende Messeinheiten, benthische Kammern, in situ Inkubatoren sowie Schwefelsonden. Wir nutzen ein Fahrstuhl-System, um grösseres Equipment zum Meeresboden zu transportieren. Zusätzlich nutzen wir den TV-gesteuerten Multicorer wie auch das mit in situ Temperatursonden ausgestattete Schwerelot.

*The main tool of leg M76/3b is the ROV. We plan 3-6 long dives in each of the areas according to the maps and transects provided by leg M76/3a. The ROV will be used for ecosystem mapping and photomosaicking as well as for a high resolution sampling programme of sediment and water column, based on several in situ tools (profiler, chamber, rhizone sampler, INSINK, gas flow meter, pressure tight samplers, push cores, blade cores, suction pump). We will use a shuttle to transport larger payloads to the bottom. During each dive (ca 16 hrs bottom time) we will include an ecosystem mapping part with biogeochemical sampling and in situ measurements. The ROV sampling will concentrate on areas characterized by different microhabitats of chemosynthetic communities. It will be attempted to sample each microhabitat (mussels, clams, tubeworms, bacterial mats) with push cores, blade cores, Insink, water samples and slurp gun, and by profiler, Optode, Chamber and Rhizone sampler. The reference samples will be obtained with TV MUC and box corer. In case the new areas (Niger, sand facies, salt diapirs) do not display seep communities, the sampling strategy will be adapted and more sampling dives will be carried out at the other sites. Ship board methods include gravity coring, TV-guided MUC sampling and box coring. The TV-guided MUC will be used to obtain reference samples, carbonates, surface near hydrates, and tubeworms. Winch operated tools will also serve as back up program in case of problems with the ROV.*

**Zeitplan / Schedule**  
**Fahrtabschnitt / Leg 76/3b**

	Tage/days
Auslaufen von Walvis Bay (Namibia) am 17.07.2008 <i>Departure from Walvis Bay (Namibia) 17.07.2008</i>	
Transit zum Arbeitsgebiet / <i>Transit to working area</i>	5
Stationsarbeiten REGAB Pockmark <i>Station work REGAB Pockmark</i>	7
Stationsarbeiten Kongo Pockmarks <i>Station work Congo Pockmarks</i>	7
Stationsarbeiten Sand Fazies/Salzdiapir <i>Station work Sand Facies/Salt diapir</i>	8
Stationsarbeiten Niger Pockmarks <i>Station work Niger Pockmarks</i>	5
Transit zum Hafen Walvis Bay (Namibia) <i>Transit to port Walvis Bay (Namibia)</i>	6
	Total 38
Einlaufen in Walvis Bay (Namibia) am 24.08.2008 <i>Arrival in Walvis Bay (Namibia) 24.08.2008</i>	

## Bordwetterwarte / *Ship's meteorological Station*

### Operationelles Programm

Die Bordwetterwarte ist mit einem Meteorologen und einem Wetterfunktechniker des Deutschen Wetterdienstes (DWD Hamburg) besetzt.

#### Aufgaben

##### *1. Beratungen.*

Meteorologische Beratung von Fahrt- und Schiffsleitung sowie der wissenschaftlichen Gruppen und Fahrtteilnehmer. Auf Anforderung auch Berichte für andere Fahrzeuge, insbesondere im Rahmen internationaler Zusammenarbeit.

##### *2. Meteorologische Beobachtungen und Messungen.*

Kontinuierliche Messung, Aufbereitung und Archivierung meteorologischer Daten und Bereitstellung für die Fahrtteilnehmer.

Täglich sechs bis acht Wetterbeobachtungen zu den synoptischen Terminen und deren Weitergabe in das internationale Datennetz der Weltorganisation für Meteorologie (GTS, Global Telecommunication System).

Weitgehend automatische Durchführung von Radiosondenaufstiegen zur Bestimmung der vertikalen Profile von Temperatur, Feuchte und Wind bis zu etwa 25 km Höhe. Im Rahmen des internationalen Programms ASAP (Automated Shipborne Aerological Programme) werden die ausgewerteten Daten über Satellit in das GTS eingesteuert. Aufnahme, Auswertung und Archivierung von Bildern meteorologischer Satelliten.

### *Operational Programme*

*The ships meteorological station is staffed by a meteorologist and a meteorological radio operator of the Deutscher Wetterdienst (DWD Hamburg).*

#### *Duties:*

##### *1. Weather consultation.*

*Issuing daily weather forecasts for scientific and nautical management and for scientific groups. On request weather forecasts to other research craft, especially in the frame of international cooperation.*

##### *2. Meteorological observations and measurements.*

*Continous measuring, processing, and archiving of meteorological data to make them available to participants of the cruise.*

*Six to eight synoptic weather observations daily. Feeding these into the GTS (Global Telecommunication System) of the WMO (World Meteorological Organization) via satellite or radio.*

*Largely automated rawinsonde soundings of the atmosphere up to about 25 km height. The processed data are inserted onto the GTS via satellite in frame of the international programme ASAP (Automated Shipborne Aerological Programme), which feeds the data onto the GTS.*

*Recording, processing, and storing of pictures from meteorological satellites.*

## **Beteiligte Institutionen / *Participating Institutions***

### **AWI**

Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung  
Am Handelshafen 12  
27570 Bremerhaven / Germany  
<http://www.awi.de/en/home/>

### **HUB**

Humboldt-Universität zu Berlin  
Museum für Naturkunde  
Invalidenstr. 43  
10115 Berlin / Germany  
<http://www.museum.hu-berlin.de>

### **BGR**

Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe  
Stilleweg 2  
30655 Hannover / Germany  
<http://www.bgr.bund.de>

### **ICBM**

Institut für Chemie und Biologie des Meeres  
Carl von Ossietzky Universität Oldenburg  
Carl-von-Ossietzky-Str. 9-11  
26129 Oldenburg / Germany  
<http://www.icbm.de>

### **CNRS**

Centre national de la recherche scientifique  
Siège : 3, rue Michel-Ange  
75794 PARIS cedex 16 / France  
<http://www.locean-ipsl.upmc.fr>

### **IfBM**

Institut für Biogeochemie und Meereschemie der Universität Hamburg  
Bundesstr. 55  
20146 Hamburg / Germany  
<http://geo.geowiss.uni-hamburg.de/i-bioge/start.html>

### **DWD**

Deutscher Wetterdienst  
Geschäftsfeld Seeschifffahrt  
Bernhard-Nocht-Straße 76  
20359 Hamburg / Germany  
<http://www.dwd.de>

### **IFM-GEOMAR**

IFM-GEOMAR Leibniz Institute for Marine Sciences  
Wisshofstrasse 1-3  
24148 Kiel / Germany  
<http://www.ifm-geomar.de>

### **GeoB**

Universität Bremen  
FB5 – Geowissenschaften  
Klagenfurter Straße, Geb. GEO  
28359 Bremen / Germany  
<http://www.geo.uni-bremen.de>

### **IFREE Japan**

Institute for Research on Earth Evolution  
Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology  
2-15 Natsuchima-Cho, Yokosuka-city,  
Kanagawa 237-0061 / Japan  
[http://www.jamstec.go.jp/jamstec-e/jamstec\\_guide/IFREE/index.html](http://www.jamstec.go.jp/jamstec-e/jamstec_guide/IFREE/index.html)

### **GKSS-IfK**

GKSS-Forschungszentrum  
Institut für Küstenforschung  
Max-Planck-Str. 1  
21502 Geesthacht / Germany  
<http://www.gkss.de>

### **Ifremer**

Ifremer Centre de Brest  
Marine Geosciences  
B.P. 70  
29280 Plouzané / France  
<http://www.ifremer.fr>

**IOW**

Leibniz-Institut für Ostseeforschung  
Warnemünde  
Seestr. 15  
18119 Rostock / Germany  
<http://www.io-warnemuende.de>

**INIP**

Instituto Nacional de Investigação Pesqueira  
Rua Mortala Mohamed Ilha de Luanda  
Caixa postal 2601, Luanda / Angola

**Marum**

Zentrum für Marine Umweltforschung  
Leobener Str.  
28359 Bremen / Germany  
<http://www.marum.de>

**MFMR Swakopmund**

Ministry of Fisheries and Marine Resources  
P.O. Box 912 NAM  
Swakopmund / Namibia  
<http://www.mfmr.gov.na>

**MPI-MM**

Max Planck Institut für Marine  
Mikrobiologie  
Celsius Str. 1  
28359 Bremen / Germany  
<http://www.mpi-bremen.de>

**Prakla Bohrtechnik GmbH**

Moorbeerenweg 3  
31228 Peine / Germany  
<http://www.prakla-bohrtechnik.de>

**SU-GEO**

Stockholm University  
Dept. of Geology and Geochemistry  
106 91 Stockholm / Sweden  
<http://www.geo.su.se/index.php>

**UNC**

University of North Carolina at Chapel Hill  
Dept. of Marine Sciences  
Chapman Hall 351, CB 3300  
Chapel Hill, NC 27599 / USA  
<http://www.marine.unc.edu>

## Teilnehmerliste/ *Participants* METEOR 76

### Fahrtabschnitt / *Leg M 76/1a*

1. Matthias Zabel	Fahrtleiter / <i>Chief Scientist</i>	Marum
2. Timothy Ferdelman	<i>Biogeochemistry</i>	MPI-MM
3. Tobias Goldhammer	<i>Inorganic Geochemistry</i>	Marum
4. Silvana Pape	<i>Inorganic Geochemistry</i>	GeoB
5. Vera B. Bender	<i>Inorganic Geochemistry</i>	GeoB
6. Simone Sauer	<i>Inorganic Geochemistry</i>	GeoB
7. Johan Faust	<i>Inorganic Geochemistry</i>	GeoB
8. Verena Heuer	<i>Organic Geochemistry</i>	GeoB
9. Tanja Hörner	<i>Organic Geochemistry</i>	GeoB
10. Yu-Shih Lin	<i>Organic Geochemistry</i>	Marum
11. Michael Siegart	<i>Geomicrobiology</i>	BGR
12. Mark Lever	<i>Microbial Ecology</i>	UNC
13. Sara Kleindienst	<i>Paleomicrobiology</i>	ICBM
14. Bert Engelen	<i>Paleomicrobiology</i>	ICBM
15. Bernhard Schnettger	<i>Microbiogeochemistry</i>	ICBM
16. Gail Lee Arnold	<i>Biogeochemistry</i>	MPI-MM
17. Michael J. Formolo	<i>Biogeochemistry</i>	MPI-MM
18. Markus Bergenthal	MeBo-Team	Marum
19. Heinz Otto Könnecker	MeBo-Team	Prakla-Bohrtechnik
20. Uwe D. Rosiak	MeBo-Team	Marum
21. Werner Schmidt	MeBo-Team	Marum
22. Holger Kalweit	MeBo-Team	Marum
23. Thorsten Klein	MeBo-Team	Marum
24. Sitta Buhmann	MeBo-Team	Marum
25. Ralf Düßmann	MeBo-Team	Marum
26. Ralf Rehage	MeBo-Team	Marum
27. Jens Renken	MeBo-Team	Marum
28. Volker Diekamp	<i>Curator</i>	Marum
29. Hans-Jürgen Hohnberg	MeBo-Team	Marum
30. Thorsten Truscheit	Bordwetterwarte / <i>Meteorology</i>	DWD

## Teilnehmerliste/ *Participants* METEOR 76

### Fahrtabschnitt / *Leg M 76/1b*

1. Timothy Ferdelman	Fahrtleiter / <i>Chief Scientist</i>	MPI-MM
2. Tobias Goldhammer	<i>Inorganic Geochemistry</i>	Marum
3. Silvana Pape	<i>Inorganic Geochemistry</i>	GeoB
4. Vera B. Bender	<i>Inorganic Geochemistry</i>	GeoB
5. Simone Sauer	<i>Inorganic Geochemistry</i>	GeoB
6. Johan Faust	<i>Inorganic Geochemistry</i>	GeoB
7. Verena Heuer	<i>Organic Geochemistry</i>	GeoB
8. Tanja Hörner	<i>Organic Geochemistry</i>	GeoB
9. Yu-Shih Lin	<i>Organic Geochemistry</i>	Marum
10. Michael Siegert	<i>Geomicrobiology</i>	BGR
11. Mark Lever	<i>Microbial Ecology</i>	UNC
12. Sara Kleindienst	<i>Paleomicrobiology</i>	ICBM
13. Bert Engelen	<i>Paleomicrobiology</i>	ICBM
14. Bernhard Schnettger	<i>Microbiochemistry</i>	ICBM
15. Gail Lee Arnold	<i>Biogeochemistry</i>	MPI-MM
16. Michael J. Formolo	<i>Biogeochemistry</i>	MPI-MM
17. Markus Bergenthal	MeBo-Team	Marum
18. Thomas Lunk	MeBo-Team	Prakla-Bohrtechnik
19. Uwe D. Rosiak	MeBo-Team	Marum
20. Werner Schmidt	MeBo-Team	Marum
21. Holger Kalweit	MeBo-Team	Marum
22. Thorsten Klein	MeBo-Team	Marum
23. Sitta Buhmann	MeBo-Team	Marum
24. Ralf Düßmann	MeBo-Team	Marum
25. Ralf Rehage	MeBo-Team	Marum
26. Jens Hielscher	MeBo-Team	Prakla-Bohrtechnik
27. Volker Diekamp	Kurator / <i>Curator</i>	Marum
28. Thorsten Truscheit	Bordwetterwarte / <i>Meteorology</i>	DWD

## Teilnehmerliste/ *Participants* METEOR 76

### Fahrtabschnitt / *Leg M 76/2*

1. Kay-Christian Emeis	Fahrtleiter / <i>Chief Scientist</i>	IfBM
2. Astrid Johannsen	<i>DIN isotopes</i>	IfBM/GKSS
3. Timo Köppen	<i>Filtration</i>	IfBM
4. Ulrich Struck	<i>Sediments</i>	HUB
5. Birgit Nagel	<i>Suspension, sediments, isotopes, amino</i>	IfBM
6. Cathrin Eickenrodt	<i>DON isotopes</i>	IfBM
7. Frauke Langenberg	<i>N<sub>2</sub>-fixation</i>	IfBM
8. Tanja Pieplow	<i>Ferrybox / nutrients</i>	GKSS-IfK
9. Volker Brüchert	<i>Bottom water sampler, pore water</i>	SU-GEO
10. Moritz Holtappels	<i>Denitrification, anammox, NH<sub>4</sub> sorp.</i>	MPI-MM
11. Jan Fischer	<i>Microprofiler / lander</i>	MPI-MM
12. Marlene Mark Jensen	<i>In-situ pumps, org. geochemistry</i>	MPI-MM
13. Gaute Lavik	<i>Pump cast, nutrients</i>	MPI-MM
14. Phyllis Lam	<i>Molecular ecology</i>	MPI-MM
15. Phillip Berger	<i>Parasound</i>	IfBM
16. Axel Nordhausen	<i>Lander</i>	MPI-MM
17. Daniela Franzke	<i>Nutrients</i>	NN
18. Volker Meyer	<i>Pump CTD operator, O<sub>2</sub> profiling</i>	MPI-MM
19. Volker Mohrholz	<i>ADCP, TD</i>	IOW
20. Toralf Heene	<i>CTD, ADCP mooring</i>	IOW
21. Ingo Schuffenhauer	<i>Phys. oceanography</i>	IOW
22. Andreas Ellrott	<i>Pump CTD operator, O<sub>2</sub> profiling</i>	MPI-MM
23. Bronwen Curry	<i>Biology NATMIRC</i>	MFMR
24. Chibo Chikwililwa	<i>Biology NATMIRC</i>	MFMR
25. Deon Louw	<i>Phytoplankton, pigments</i>	MFMR
26. Paulo Abdré de Sousa Coelho	<i>Phytoplankton</i>	INIP
27. Justino Masse Sequesseque	<i>Phytoplankton</i>	INIP
28. Masashi Tsuchiya	<i>Benthic foraminifera</i>	IFREE
29. Torsten Truscheidt	<i>Bordwetterwarte / Meteorology</i>	DWD



## Teilnehmerliste/ *Participants* METEOR 76

### Fahrtabschnitt / *Leg M 76/3a*

1. Volkhard Spieß	Fahrtleiter / <i>Chief Scientist</i>	GeoB
2. Noemi Fekete	Seismik / <i>Seismics</i>	Marum
3. Jan Metzen	Seismik / <i>Seismics</i>	Marum
4. Anna Trampe	Seismik / <i>Seismics</i>	Marum
5. Feng Ding	Seismik / <i>Seismics</i>	Marum
6. NN	Seismik / <i>Seismics</i>	Marum
7. NN	Seismik / <i>Seismics</i>	Marum
8. NN	Seismik / <i>Seismics</i>	Marum
9. NN	Seismik / <i>Seismics</i>	Marum
10. Cesar John Caparachin Villaverde	AUV <i>mapping</i>	Marum
11. Cecile Breton	AUV <i>mapping</i>	Ifremer
12. Gerrit Meinecke	AUV	Marum
13. Jens Rencken	AUV, Video	Marum
14. Eberhard Kopiske	AUV	Marum
15. NN	AUV	Marum
16. Fritz Abegg	Video / <i>Gashydrate</i>	Marum
17. Christophe Bourry	<i>Gashydrate / Gas hydrates</i>	Ifremer
18. Karsten Enneking	<i>Pore water analysis</i>	GeoB
19. Tobias Himmler	<i>Pore water analysis</i>	Marum
20. NN	<i>Pore water analysis</i>	Marum
21. Syee Weldeab	Wasserproben / <i>Water samples</i>	IFM-GEOMAR
22. Jean-Paul Foucher	Wärmefluss / <i>Heat flow</i>	Ifremer
23. Francois Marmeguieres	Wärmefluss / <i>Heat flow</i>	Ifremer
24. Catherine Pierre	Karbonate / <i>Carbonates</i>	CNRS
25. NN	Karbonate / <i>Carbonates</i>	CNRS
26. Laurent Toffin	Mikrobiologie / <i>Microbiology</i>	Ifremer
27. Stephanie L'Haridon	Mikrobiologie / <i>Microbiology</i>	Ifremer
28. NN	Beobachter / <i>Observer</i>	
29. NN	Beobachter / <i>Observer</i>	
30. NN	Bordwetterwarte / <i>Meteorology</i>	DWD

## Teilnehmerliste/ *Participants* METEOR 76

### Fahrtabschnitt / *Leg M 76/3b*

1.	Antje Boetius	Fahrtleiter / <i>Chief scientist</i>	MPI-MM
2.	Volker Ratmeyer	ROV	Marum
3.	Phillip Franke	ROV	Marum
4.	Nicolas Nowald	ROV	Marum
5.	Marcel Zarrouk	ROV	Marum
6.	HoangAnh Mai	ROV	Marum
7.	Ralf Rehage	ROV	Marum
8.	Michael Reuter	ROV	Marum
9.	Jörn Patrick Meyer	ROV	MPI-MM
10.	Marc Viehweger	ROV	MPI-MM
11.	Volker Asendorf	LIFT	MPI-MM
12.	Frank Wenzhöfer	in situ Biogeochemie	MPI-MM
13.	NN, Doktorand	in situ Biogeochemie	MPI-MM
14.	NN, Doktorand	Mikrosensorik	MPI-MM
15.	Christina Bienhold	Biogeochemie, Mikrobiologie	MPI-MM
16.	Tomas Wilkop	Biogeochemie, Geo-Technik	MPI-MM
17.	Rafael Stiens	Gasanalytik	MPI-MM
18.	Cesar J. C. Villaverde	Geophysik	Marum
19.	Florian Brinkmann	Karbonate, GIS	GeoB
20.	Gregor von Halem	in situ Temperatur GIS	GeoB
21.	André Gassner	Porenwasseranalytik	Marum
22.	Jens Gröger	Porenwasseranalytik	GeoB
23.	David Fischer	Porenwasseranalytik	AWI
24.	Karine Olu	Biologie	Ifremer
25.	Christian Le Gall	Biologie/Geochemie	Ifremer
26.	Carole Decker	Biologie	Ifremer
27.	Felix Muller	Biologie	CNRS
28.	Observer		
29.	Observer		
30.	NN	Wetterfunktechniker / <i>Meteorology</i>	DWD

## **Besatzung / Crew METEOR 76**

### **Fahrtabschnitt / Leg M 76/1a+b**

Kapitän / <i>Master</i>	Walter Baschek
1. NO / <i>Ch. Mate</i>	Uwe-Klaus Klimeck
1. TO / <i>Ch. Engineer</i>	Peter Neumann
2. NO / <i>2nd Mate</i>	Stefan Rabisch
3. NO / <i>3rd Mate</i>	Caspar von Spee
Schiffsarzt / <i>Surgeon</i>	Karl Bürgel
2. TO / <i>2nd Engineer</i>	Uwe Schade
3. TO / <i>3rd Engineer</i>	Ralf Heitzer
Elektriker / <i>Electrician</i>	Michael Reiber
Ltd. Elektroniker / <i>Ch. Electron.</i>	Jörg Walter
Elektroniker / <i>Electron. Eng.</i>	Olaf Willms
System-Manager / <i>Sys.-Man.</i>	Katja Pfeiffer
Decksschlosser / <i>Fitter</i>	Werner Sosnowski
Bootsm. / <i>Boatswain</i>	Peter Hadamek
Matrose / <i>A.B.</i>	Kai Rabenhorst
Matrose / <i>A.B.</i>	Bernd Neitzsch
Matrose / <i>A.B.</i>	Günther Ventz
Matrose / <i>A.B.</i>	Piotr Bussmann
Matrose / <i>A.B.</i>	Matthias Pomplun
Matrose / <i>A.B.</i>	Eberhard Weiß
Matrose / <i>A.B.</i>	Hand-Joachim Behlke
Motorenwärter / <i>Motorman</i>	Hermann Rademacher
Motorenwärter / <i>Motorman</i>	Heinrich Riedler
Motorenwärter / <i>Motorman</i>	Frank Sebastian
Koch / <i>Cook</i>	Klaus Hermann
Kochsmaat / <i>Cooksmate</i>	Franciszek Pytlik
1. Steward / <i>Ch. Steward</i>	Michael Both
2. Steward / <i>2nd Steward</i>	Jan Hoppe
2. Steward / <i>2nd Steward</i>	Peggy Hischke
Wäscher / <i>Laundryman</i>	Nan Sng Lee
Azubi SM / <i>Apprentice SM</i>	Willi Skibbe
Azubi SM / <i>Apprentice SM</i>	Christian Pufe
Prakt.N / <i>Naut. Ass.</i>	Bastian Schwarz
Prakt.N / <i>Naut. Ass.</i>	Philipp Henkelmann

## Besatzung / Crew METEOR 76

### Fahrtabschnitt / Leg M 76/2

Kapitän / <i>Master</i>	Walter Baschek
1. NO / <i>Ch. Mate</i>	Uwe-Klaus Klimeck
1. TO / <i>Ch. Engineer</i>	Peter Neumann
2. NO / <i>2nd Mate</i>	Stefan Räbisch
3. NO / <i>3rd Mate</i>	Tilo Birnbaum
Schiffsarzt / <i>Surgeon</i>	Klaus Rathnow
2. TO / <i>2nd Engineer</i>	Uwe Schade
3. TO / <i>3rd Engineer</i>	Ralf Heitzer
Elektriker / <i>Electrician</i>	Michael Reiber
Ltd. Elektroniker / <i>Ch. Electron.</i>	Jörg Walter
Elektroniker / <i>Electron. Eng.</i>	Olaf Willms
System-Manager / <i>Sys.-Man.</i>	Paul Wintersteller
Decksschlosser / <i>Fitter</i>	Werner Sosnowski
Bootsm. / <i>Boatswain</i>	Peter Hadamek
Matrose / <i>A.B.</i>	Günther Stängl
Matrose / <i>A.B.</i>	Bernd Neitzsch
Matrose / <i>A.B.</i>	Günther Ventz
Matrose / <i>A.B.</i>	Piotr Busmann
Matrose / <i>A.B.</i>	Matthias Pomplun
Matrose / <i>A.B.</i>	Eberhard Weiß
Matrose / <i>A.B.</i>	Hand-Joachim Behlke
Motorenwärter / <i>Motorman</i>	Hermann Rademacher
Motorenwärter / <i>Motorman</i>	Heinrich Riedler
Motorenwärter / <i>Motorman</i>	Frank Sebastian
Koch / <i>Cook</i>	Franz Grün
Kochsmaat / <i>Cooksmate</i>	Franciszek Pytlik
1. Steward / <i>Ch. Steward</i>	Michael Both
2. Steward / <i>2nd Steward</i>	Peter Eller
2. Steward / <i>2nd Steward</i>	Rainer Götze
Wäscher / <i>Laundryman</i>	Nan Sng Lee
Azubi SM / <i>Apprentice SM</i>	Willi Skibbe
Azubi SM / <i>Apprentice SM</i>	Christian Pufe
Prakt.N / <i>Naut. Ass.</i>	Bastian Schwarz
Prakt.N / <i>Naut. Ass.</i>	Philipp Henkelmann

## **Besatzung / Crew METEOR 76**

### **Fahrabschnitt / Leg M 76/3a**

Kapitän / <i>Master</i>	Niels Jakobi
1. NO / <i>Ch. Mate</i>	Thomas Wunderlich
1. TO / <i>Ch. Engineer</i>	Peter Neumann
2. NO / <i>2nd Mate</i>	Stefan Räbisch
3. NO / <i>3rd Mate</i>	Tilo Birnbaum
Schiffsarzt / <i>Surgeon</i>	Klaus Rathnow
2. TO / <i>2nd Engineer</i>	Uwe Schade
3. TO / <i>3rd Engineer</i>	Ralf Heitzer
Elektriker / <i>Electrician</i>	Michael Reiber
Ltd. Elektroniker / <i>Ch. Electron.</i>	Jörg Walter
Elektroniker / <i>Electron. Eng.</i>	Roger Verhoeven
System-Manager / <i>Sys.-Man.</i>	Paul Wintersteller
Decksschlosser / <i>Fitter</i>	Gerhard Lange
Bootsm. / <i>Boatswain</i>	Manfred Gudera
Matrose / <i>A.B.</i>	Günther Stängl
Matrose / <i>A.B.</i>	Bernd Neitzsch
Matrose / <i>A.B.</i>	Eberhard Weiß
Matrose / <i>A.B.</i>	Hand-Joachim Behlke
Matrose / <i>A.B.</i>	Erdmann Wegner
Matrose / <i>A.B.</i>	Karl-Michael Braasch
Matrose / <i>A.B.</i>	NN
Motorenwärter / <i>Motorman</i>	Hermann Rademacher
Motorenwärter / <i>Motorman</i>	Heinrich Riedler
Motorenwärter / <i>Motorman</i>	Carsten Heitmann
Koch / <i>Cook</i>	Franz Grün
Kochsmaat / <i>Cooksmate</i>	Willy Braatz
1. Steward / <i>Ch. Steward</i>	Michael Both
2. Steward / <i>2nd Steward</i>	Peter Eller
2. Steward / <i>2nd Steward</i>	Rainer Götze
Wäscher / <i>Laundryman</i>	Nan Sng Lee
Azubi SM / <i>Apprentice SM</i>	Willi Skibbe
Azubi SM / <i>Apprentice SM</i>	Christian Pufe
Prakt.N / <i>Naut. Ass.</i>	Bastian Schwarz
Prakt.N / <i>Naut. Ass.</i>	Philipp Henkelmann

## Besatzung / Crew METEOR 76

### Fahrtabschnitt / Leg M 76/3b

Kapitän / <i>Master</i>	Niels Jakobi
1. NO / <i>Ch. Mate</i>	Thomas Wunderlich
1. TO / <i>Ch. Engineer</i>	Volker Hartig
2. NO / <i>2nd Mate</i>	Tilo Birnbaum
3. NO / <i>3rd Mate</i>	NN
Schiffsarzt / <i>Surgeon</i>	Klaus Rathnow
2. TO / <i>2nd Engineer</i>	Björn Brandt
3. TO / <i>3rd Engineer</i>	NN
Elektriker / <i>Electrician</i>	Rudolf Freitag
Ltd. Elektroniker / <i>Ch. Electron.</i>	Heinz Wentzel
Elektroniker / <i>Electron. Eng.</i>	Harry Schulz
System-Manager / <i>Sys.-Man.</i>	Katja Pfeiffer
Decksschlosser / <i>Fitter</i>	Gerhard Lange
Bootsm. / <i>Boatswain</i>	Manfred Gudera
Matrose / <i>A.B.</i>	Kai Rabenhorst
Matrose / <i>A.B.</i>	Günther Stängl
Matrose / <i>A.B.</i>	NN
Matrose / <i>A.B.</i>	Hand-Joachim Behlke
Matrose / <i>A.B.</i>	Erdmann Wegner
Matrose / <i>A.B.</i>	Karl-Michael Braasch
Matrose / <i>A.B.</i>	NN
Motorenwärter / <i>Motorman</i>	Frank Sebastian
Motorenwärter / <i>Motorman</i>	NN
Motorenwärter / <i>Motorman</i>	Carsten Heitmann
Koch / <i>Cook</i>	Franz Grün
Kochsmaat / <i>Cooksmate</i>	Willy Braatz
1. Steward / <i>Ch. Steward</i>	Andreas Wege
2. Steward / <i>2nd Steward</i>	Peter Eller
2. Steward / <i>2nd Steward</i>	Rainer Götze
Wäscher / <i>Laundryman</i>	Nan Sng Lee
Azubi SM / <i>Apprentice SM</i>	NN
Azubi SM / <i>Apprentice SM</i>	NN
Prakt.N / <i>Naut. Ass.</i>	Bastian Schwarz
Prakt.N / <i>Naut. Ass.</i>	NN

## **Das Forschungsschiff / *Research Vessel METEOR***

Das Forschungsschiff METEOR dient der weltweiten grundlagenbezogenen deutschen Hochsee-Forschung und der Zusammenarbeit mit anderen Staaten auf diesem Gebiet.

*The research vessel METEOR is used for German basic ocean research world-wide and for cooperation with other nations in this field.*

FS METEOR ist Eigentum der Bundesrepublik Deutschland, vertreten durch den Bundesminister für Bildung und Forschung (BMBF), der auch den Bau des Schiffes finanziert hat.

*The vessel is owned by the Federal Republic of Germany represented by the Ministry of Education and Research (BMBF), which also financed the construction of the vessel.*

Das Schiff wird als 'Hilfseinrichtung der Forschung' von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) betrieben. Dabei wird sie von einem Beirat unterstützt.

*The vessel is operated as an 'Auxiliary Research Facility' by the German Research Foundation (DFG). For this purpose the DFG is assisted by an Advisory Board.*

Das Schiff wird zu 70% von der DFG und zu 30% vom BMBF genutzt und finanziert. Die Durchführung von METEOR-Expeditionen und deren Auswertung wird von der DFG in zwei Schwerpunkten gefördert.

*The vessel is used and financed to 70% by the DFG and to 30% by the BMBF. The execution and evaluation of METEOR expeditions are sponsored by the DFG through two funding programmes.*

Der Senatskommission der DFG für Ozeanographie obliegt die wissenschaftliche Fahrtplanung, sie benennt Koordinatoren und Fahrtleiter von Expeditionen.

*The Senate Commission for Oceanography of the DFG is charged with planning of the expeditions from the scientific perspective. It appoints coordinators and the chief scientists for expeditions.*

Die Leitstelle METEOR der Universität Hamburg ist für die wissenschaftlich-technische, logistische und finanzielle Vorbereitung, Abwicklung und Betreuung des Schiffsbetriebes verantwortlich. Sie arbeitet einerseits mit den Expeditionskoordinatoren partnerschaftlich zusammen, andererseits ist sie Partner der Reederei F. Laeisz GmbH.

*The METEOR Operations Control Office of the University of Hamburg is responsible for the scientific, technical, logistic and financial preparation, execution and supervision of ship operations. On one hand, it cooperates with the expedition coordinators on a partner-like basis and on the other hand it is the direct partner of the managing owners F. Laeisz GmbH.*

*Research Vessel*



# METEOR

*Cruise No. 76*

12. 04. 2008 – 24. 08. 2008



**Process Studies in the Eastern South Atlantic, PROSA**

*Editor:*

Institut für Meereskunde Universität Hamburg  
Leitstelle METEOR / MERIAN  
[www.ifm.uni-hamburg.de/leitstelle](http://www.ifm.uni-hamburg.de/leitstelle)

*Sponsored by:*

Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)  
Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

ISSN 0935-9974