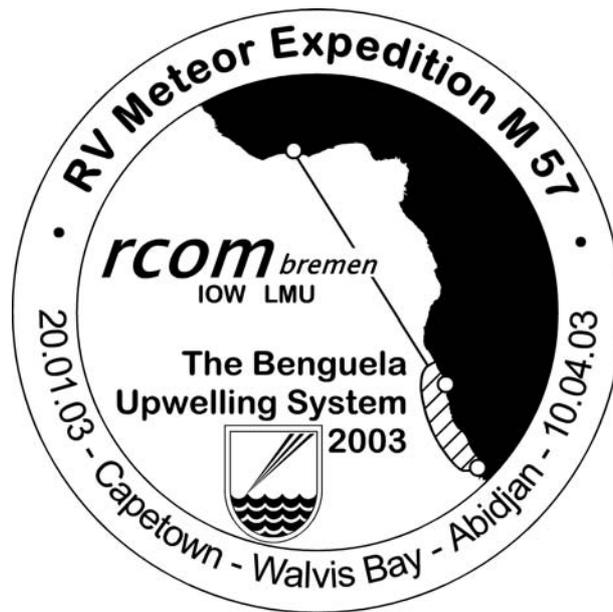


**Forschungsschiff / *Research Vessel***

**METEOR**

**Reise Nr. 57 / *Cruise No. 57***

**20. Januar / *January* 2003 – 10. April/ *April* 2003**



**Das Benguela Auftriebssystem 2003  
*The Benguela Upwelling System 2003***

Forschungszentrum Ozeanränder, Bremen  
Institut für Ostseeforschung Warnemünde

Herausgeber / *Editor:*

Institut für Meereskunde Universität Hamburg  
Leitstelle METEOR

Gefördert durch / *Sponsored by:*

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

ISSN 0935-9974

## **Anschriften / *Adresses***

**Dr. Volker Brüchert**  
Max-Planck-Institut für  
Marine Mikrobiologie  
Fahrenheit Straße 1  
28359 Bremen / Germany

Telefon: (0421) 2028-634  
Telefax: (0421) 2028-690  
e-mail: [vbrucher@mpi-bremen.de](mailto:vbrucher@mpi-bremen.de)

**Dr. Ralph Schneider**  
Fachbereich 5 - Geowissenschaften  
Universität Bremen  
Klagenfurter Straße  
28359 Bremen / Germany

Telefon: (0421) 218-3579  
Telefax: (0421) 218-3116  
e-mail: [rschneider@allgeo.uni-bremen.de](mailto:rschneider@allgeo.uni-bremen.de)

**Dr. Matthias Zabel**  
Fachbereich 5 - Geowissenschaften  
Universität Bremen  
Klagenfurter Straße  
28359 Bremen / Germany

Telefon: (0421) 218-3392  
Telefax: (0421) 218-4321  
e-mail: [mzabel@uni-bremen.de](mailto:mzabel@uni-bremen.de)

**Leitstelle F/S Meteor**  
Institut für Meereskunde  
Universität Hamburg  
Troplowitzstraße 7  
D-22529 Hamburg

Telefon: +49-40-428-38-3974  
Telefax: +49-40-428-38-4644  
e-mail: leitstelle@ifm.uni-hamburg.de

**R/F Reedereigemeinschaft**  
Forschungsschiffahrt GmbH  
Haferwende 3  
D-28357 Bremen / Germany

Telefon: +49-421-20766-0  
Telefax: +49-421-20766-70  
e-mail: info@rf-bremen.de

**Senatskommission für Ozeanographie**  
der Deutschen Forschungsgemeinschaft  
Vorsitzender / *Chairman*: Prof. Dr. G. Wefer  
Fachbereich 5 - Geowissenschaften  
Universität Bremen  
Postfach 330 440  
D-28334 Bremen / Germany

Telefon: +49-421-218-3389  
Telefax: +49-421-218-3116  
e-mail: gwefer@allgeo.uni-bremen.de

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

Rufzeichen: DBBH  
Telefon/Fax-Satellitenkennung: alle Satelliten 00870  
Telefon-Nr.: 321841811  
Telefax-Nr.: 321841813  
Daten ISDN: 391004856

Telex-Satellitenkennung  
Atlantik Ost 0581  
Atlantik West 0584  
Pazifik 0582  
Indik 0583

Telex-Nr.: 321841815

E-Mail: (Schiffsleitung) schiff@meteor.rf-gmbh.de  
(Wissenschaft) wiss@meteor.rf-gmbh.de  
(Privat) priv@meteor.rf-gmbh.de

Each cruise participant will receive an e-mail address composed of the first letter of his first name and the last name.

*Hein Mück*, e.g., will receive the address: hmueck@meteor.rf-gmbh.de

# **Fahrtabschnitte METEOR Reise Nr. 57 / Legs of METEOR Cruise No. 57**

**20. Januar / January 2003 – 10. April/ April 2003**

## **Das Benguela Auftriebssystem 2003**

### ***The Benguela Upwelling System 2003***

#### **Fahrtabschnitt / Leg 57/1**

20.01.2003 – 08.02.2003

Capetown (Republic of South Africa) –

Walvis Bay (Namibia)

Fahrtleiter / *Chief Scientist*: Dr. R. Schneider

#### **Fahrtabschnitt / Leg 57/2**

11.02.2003 – 12.03.2003

Walvis Bay (Namibia) – Walvis Bay (Namibia)

Fahrtleiter / *Chief Scientist*: Dr. M. Zabel

#### **Fahrtabschnitt / Leg 57/3**

15.03.2003 – 10.04.2003

Walvis Bay (Namibia) - Abidjan (Ivory Coast)

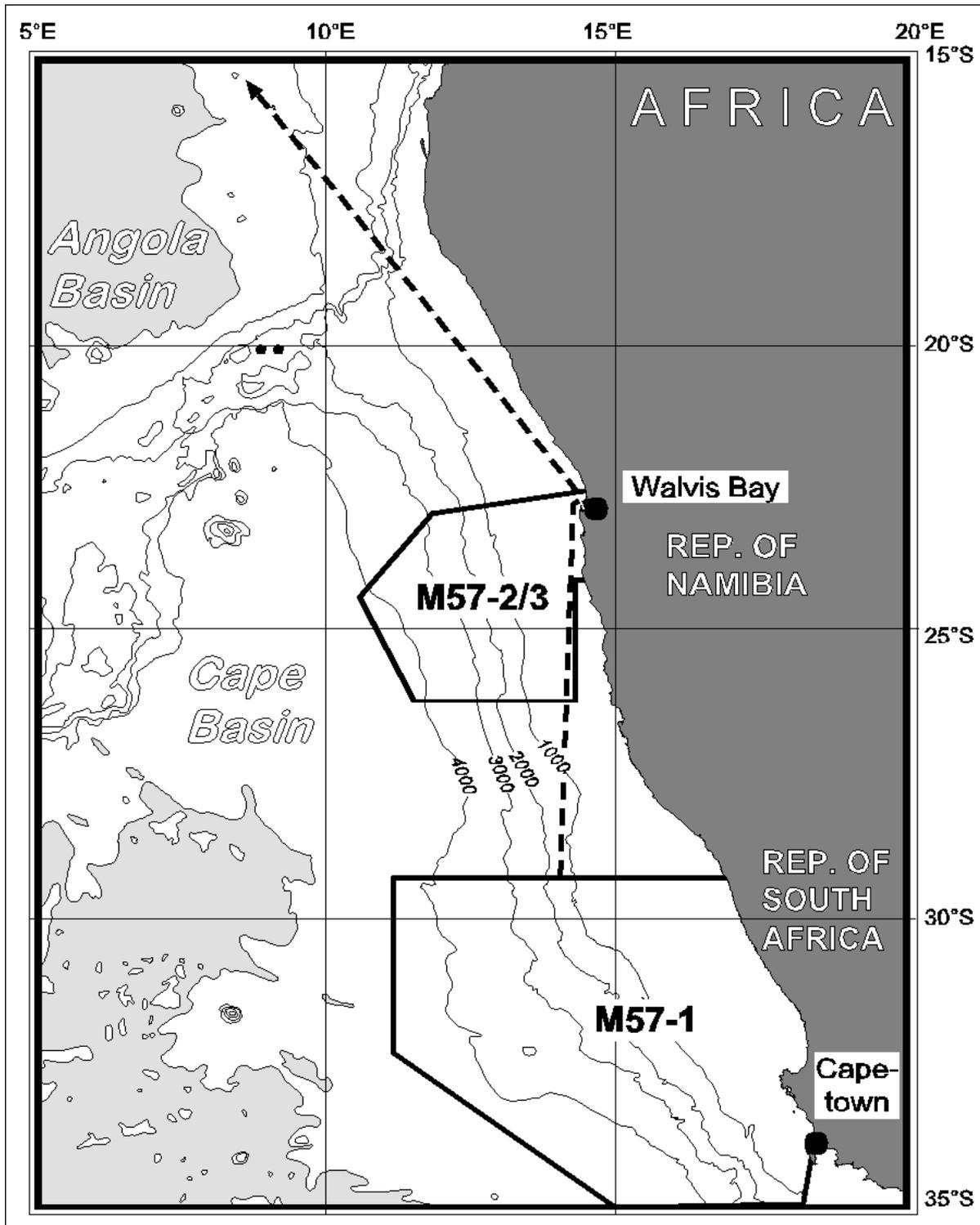
Fahrtleiter / *Chief Scientist*: Dr. V. Brüchert

#### **Koordination / *Coordination***

Dr. M. Zabel

#### **Kapitän / *Master* (FS Meteor)**

N. Jakobi



Fahrtrouten und Arbeitsgebiete der METEOR Expeditionen Nr. 57

*Cruise tracks and working areas of METEOR cruises No. 57*

## Wissenschaftliches Programm der METEOR Reise Nr. 57

### *Scientific Programme of METEOR Cruise No. 57*

#### Übersicht

Die FS METEOR Expedition M 57 ist eine gemeinsame Initiative des DFG-Forschungszentrums Ozeanränder der Universität Bremen (RCOM), des Instituts für Ostseeforschung in Warnemünde (IOW), sowie einiger andere nationaler und internationaler, geowissenschaftlicher Institute und Arbeitsgruppen (s. S. 32). Es handelt sich um die erste Ausfahrt des in 2002 neu eingerichteten DFG-Forschungszentrums und stellt somit die Grundlage für die wissenschaftliche Bearbeitung einer Vielzahl von Kernfragestellungen in den einzelnen Teilprojekten dar. Die Untersuchungen auf dem dritten Fahrtabschnitt sind zum überwiegenden Teil in das Forschungsvorhaben NAMIBGAS eingebunden, das durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) finanziert wird.

Die wissenschaftlichen Ziele der sehr interdisziplinär zusammengesetzten Arbeitsprogramme reichen von der Verständnis-erweiterung sehr kleinskaliger Prozessstudien bis hin zur großräumigen Modellierung der ozeanographischen Situation in den einzelnen Arbeitsgebieten. Die Untersuchungsgebiete erstrecken sich zum einen auf den Schelf- und Kontinentalhangbereich vor der Westküste Südafrikas (M57-1), als auch auf ein größeres Areal vor der Küste Namibias (M57-2/3; s. Karte auf Seite 5). Beide Gebiete liegen im Bereich des Benguela-Stromsystems, dass verbunden mit dem vorherrschenden Passatwindssystem, eines der intensivsten marinen Hochproduktions-systeme antreibt. Vorangegangene Studien weisen diese Gebiete daher als besonders geeignet für eine Vielzahl verschiedener geologischen, (bio)geochemischen, geophysikalischen und physikalisch-ozeanographischen Fragestellungen aus.

#### Synopsis

The RV METEOR M 57 cruise is a collaborative initiative of the DFG-Research Center Ocean Margins at the University of Bremen (RCOM), of the Baltic Sea Research Institute at Warnemünde (IOW), and several other national and international, geoscientific institutes and working groups (see p. 32). This expedition is the first cruise of the new DFG Research Center, started in 2002, and therefore hopefully gives important fundamentals for a large number of key questions within the single subprojects. The investigations during the third leg are mainly integrated into the research project NAMIBGAS, which is funded by the Federal Ministry of Education and Research (BMBF).

The scientific goals of the whole working programme which has a very interdisciplinary structure reaches from studies to broaden our knowlegde on small-scale processes up to spacious modeling of the oceanographic situation within the single working areas. The latter include as well the shelf area and the continental slope off the west coast of South Africa (M57-1), as an expanded region off Namibia (M57-2/3, see map on page 5). Both areas are situated in the Benguela Current System which drives, together with the predominant trade wind system, one of the most intense high productive coastal upwelling regimes on Earth. So, preciding studies has identified this region as particularly suitable for a huge number of different geological, (bio)geochemical, geophysical, micro-paleontological, and oceanographic questions.

Grundlagen der geplanten Arbeiten sind in erster Linie Ergebnisse, die in den vergangenen Jahren auf verschiedenen Schiffsexpeditionen in die Region erzielt wurden, aber auch regionale Studien der Anrainerstaaten. Die Expedition teilt sich in drei Fahrtabschnitte mit unterschiedlichen Arbeitsgebieten und unterschiedlichen methodischen Schwerpunkten.

Auf dem ersten Fahrtabschnitt, M 57/1 steht insbesondere die detaillierte Rekonstruktion der spätquartären Klimageschichte des südlichen Benguela Systems und der Einfluss des Agulhas Warmwasser-Eintrags in den Südatlantik im Vordergrund. Ferner soll die jüngste Klimageschichte des westlichen südafrikanischen Kontinents, rekonstruiert aus marinen Sedimenten, mit kontinentalen Klimakurven und der Besiedlungsgeschichte des westlichen Afrika verglichen werden. Ein weiteres Ziel ist die Erfassung spätquartärer Wassermassenänderungen im Bereich des südatlantischen Zentralwassers und des Antarktischen Zwischenwassers. Hierzu sollen Wasserproben, Oberflächensedimente und spät-quartäre Sedimentablagerungen aus dem südlichen Benguela Stromsystem gewonnen werden.

Einen Schwerpunkt der Arbeiten auf dem zweiten Fahrtabschnitt, M 57/2 bilden (bio)geochemische, organo-geochemische, biologische und mikropaläontologisch-geologische Untersuchungen im Bereich der Sediment-Wasser Grenzfläche. Bei diesen Arbeiten geht es einerseits um die Charakterisierung und Erfassung des lateralen Partikeltransports vom Schelf in die Tiefsee, und andererseits um die Erfassung des Einflusses dieses Eintrages und der Qualität der organischen Substanz auf die benthischen Umsatzraten, sowie die Lebensgemeinschaften am Meeresboden. Weiterhin geplant sind Untersuchungen zur frühdiagenetischen Überprägung der Sedimente im Bereich der Sulfat-Methan Grenzfläche hinsichtlich ihrer geochemischen und mineralogischen Zusammensetzung und ihrer gesteinsmagnetischen Eigenschaften. Desweiteren sollen paläo-

First of all, planned investigations are based on results which have been achieved during the past years during several cruises within this region, but also profit from regional studies which have been carried out by the littoral states. The whole expedition is splitted up into three legs with different working areas and different methodical centres.

During the first leg, M 57/1 in particular the detailed reconstruction of the Late Quaternary climate history of the southern Benguela system and the influence of the Agulhas warm water entrainment into the South Atlantic are the major objectives. Furthermore, the youngest climatic change on the western southafrican continent, as reconstructed on the basis of marine sediment records, should be compared with continantal climate records documenting the evolution of human settlements along the west coast. An additional goal is the recording of variations in intermediate and deep water masses (South African Central Water, Antarctic Intermediate Water, and North Atlantik Deep Water). For this purpose, water samples, surface sediments and Late Quaternary deposites sould be recovered.

One main objective of the work during the second leg, M57/2 are (bio)geochemical, organic geochemical, biological, micropaleontological, and geological investigations close to the sediment-water interface. During this project on the one hand it concerns the characterization and recording of the lateral particle transport from the shelf areas to the deep sea. On the other hand, the influence of this input and the quality of the organic matter on benthic transfer rates and symbiosis at the sea floor should be investigated. An additional goal is the investigation of the modification of the primary mineralogical composition and the rock magnetic properties of the sediment within the sulfate/methane transition zone by early diagenesis. Comparable to similar studies on the first leg, paleoceanographic and physical oceanographic works on sediment cores should contribute to a better

ozeanographische und ozeanographische Untersuchungen an Sedimentkernen und in der Wassersäule dazu dienen die Variationen der Wassermassenzusammensetzung zu dokumentieren.

Hauptziel des dritten Fahrtabschnitts, M57/3 sind Untersuchungen der episodisch auftretenden Austritte von stark sulfidhaltigen Bodenwässern. Obwohl aus vorangegangenen Untersuchungen ein Zusammenhang dieser Ereignisse mit episodischen Ausbrüchen von biogen gebildetem Methan zu vermuten ist, sind ihre Ursachen bislang weitestgehend unverstanden. Mikrobiologische und physikalische Schlüsselprozesse am Meeresboden besser zu verstehen ist daher das wesentliche Ziel dieser Expedition.

understanding of the variations in the composition of the water column.

The main objective of the third leg, M 57/3 are investigations on strong sulfidic bottom waters which occur episodically under shallow waters especially off Walvis Bay. Although these events may be connected with the also episodic occurrence of eruptions of biological formed methane, as indicated by results from previous studies, the causes are still not understood as far as possible. Therefore a substantial goal of this expedition is to get a better understanding of the underlying microbiological and/or physical key processes.

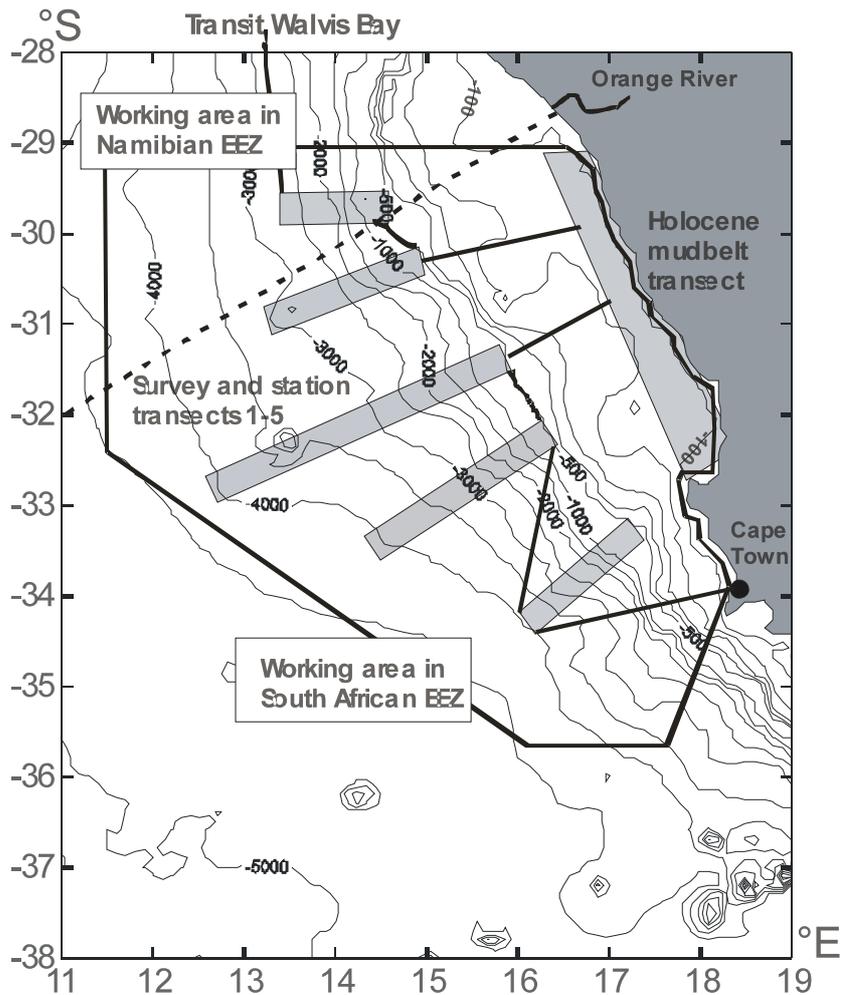
## **Fahrtabschnitt / Leg M57/1** **Capetown – Walvis Bay**

### **Wissenschaftliche Ziele**

Auf diesem Fahrtabschnitt sollen auf Transekten über den Schelf und den oberen Kontinentalhang von Südafrika Wasserproben, Oberflächensedimente und spätquartäre Sedimentkerne aus dem südlichen Benguela-Stromsystem gewonnen werden. Im Vordergrund steht die detaillierte Rekonstruktion der spät-quartären Klimageschichte des südlichen Benguela Systems und der Einfluß des Agulhas Warmwasser-Eintrages in den Südatlantik. Darüber hinaus soll die jüngste Klimageschichte des westlichen südafrikanischen Kontinents, rekonstruiert aus marinen Sedimenten, mit kontinentalen Klimakurven und der Besiedlungsgeschichte des westlichen Südafrika verglichen werden. Hier ist insbesondere die Verlagerung der südlichen Westwindzone in Zusammenhang mit dem Winterregengebiet über Südafrika von Interesse. Weiterhin sollen spätquartäre Wassermassenänderungen im Bereich des Südatlantischen Zentralwassers und des Antarktischen Zwischenwassers im Südatlantik erfasst werden. Eine weitere Zielsetzung der Arbeiten ist die Erweiterung und Ergänzung früherer Erkenntnisse zur Diversität, geographischen Verteilung und Ökologie verschiedener Mikroorganismenarten und -gruppen sowie deren Atlantikweite Validation als paläoozeanographische Proxies. Das Vorhaben soll insgesamt die letzte bestehende Lücke schließen, die zur Zeit noch in der von Bremen durchgeführten paläoklimatisch und sedimentologisch ausgerichteten Bearbeitung des gesamten ostatlantischen Ozeanrandes von Portugal bis nach Südafrika besteht.

### ***Scientific Objectives***

This leg will retrieve water samples, surface sediments and Late Quaternary sediment cores along transects on the shelf and perpendicular to the upper continental margin off western South Africa beneath the Benguela Current System. The major objective is the detailed reconstruction of the Late Quaternary climate history of the southern Benguela system and the influence of the Agulhas warm water entrainment into the South Atlantic. Furthermore, the marine sediments should provide geochemical parameters for the reconstruction of climatic changes on the African continent, which then can be compared with continental climate records and the evolution of human settlements along the west coast. In this context, in particular latitudinal movements of the westerly wind belt and the winter rainfall region over the western South Africa are of great interest. In addition to these surface processes, Late Quaternary variations in intermediate and deep water masses, e.g. SACW, AAIW, and NADW will be investigated, remote from the strong upwelling system of Namibia. Another major goal of this leg is the expansion and continuation of previous studies in the South Atlantic which try to assemble a basin-wide knowledge about the diversity and geographical distribution of different microfossil species or groups and the validation of their relationship to certain hydrographic conditions in the entire Atlantic. This leg will close one of the last gaps in the paleoclimatic and sedimentological investigation of the entire eastern Atlantic margin from Portugal towards the southern tip of South Africa that has been a target at Bremen University for last decade.



Arbeitsgebiete mit den geplanten Beprobungs-Transekten über den südafrikanischen Schelf und Kontinentalhang für M57-1.

*Working areas with planned transects for water column and sediment sampling across the South African shelf and continental slope during M57-1*

## **Wissenschaftliches Programm**

### Geologie und Paläozeanographie

Zur Schließung dieser Lücke in unserer paläoklimatisch ausgerichteten Untersuchung des gesamten Kontinentalhanges vor Afrika ist das erste Ziel des Fahrtabschnitts vor Südafrika die geologische Beprobung der Oberflächensedimente und die Entnahme von Schwermetall-Kernen auf dem Schelf und dem oberen Kontinentalhang zwischen dem Flussdelta des Oranje (29°S) und vor Kapstadt (33°S) unter dem südlichen Benguela Stromsystem.

## **Scientific Programme**

### Geology and Paleoceanography

To cover the gap in our paleoclimatic and sedimentological research along the entire western African margin this Leg off South Africa will be mainly dedicated to the geological sampling of surface sediments and Late Quaternary sediment sequences from the shelf and upper slope between the Orange river delta (29°S) and the Capetown canyon (33°S) under the Benguela Current system.

Weiterhin sollen die Sedimentkerne vom oberen Kontinentalhang aus Wassertiefen von 400 bis 1200 m dazu dienen Wassermassen-Änderungen im Bereich des Südatlantischen Zentralwassers und des Antarktischen Zwischenwassers außerhalb der Auftriebszone vor Namibia zu erfassen. Als Einzelziele stehen im Vordergrund:

- Hochauflösende Klimarekonstruktionen für das Holozän, den letzten Glazial-Interglazial-Wechsel, und die letzten 100.000 Jahre im südlichen Benguela System,
- Rekonstruktion des Einflusses des Agulhas Warmwassereintrages in den Südatlantik,
- Einblicke in Klimawechselwirkungen zwischen Land und Ozean,
- Abschätzung der Verlagerung der Winterregen-Zone über dem westlichen Südafrika, angetrieben durch die Fluktuation der Westwind-Zone über dem Südatlantik,
- Rekonstruktion der Klimageschichte im Vergleich mit Besiedlungsgeschichte der Atlantikküste Südafrikas,
- Vergleich der Produktivitäts- und Auftriebsbedingungen zwischen dem nördlichen und südlichen Benguela-Auftriebssystem für das Spätquartär,
- Erarbeitung von Hinweisen auf sehr kurzfristige Änderungen im Zustrom südl. Wassermassen (Agulhas Strom, Antarktischer Ringstrom, Zwischenwasser) im Vergleich mit kurzfristigen Klimaoszillationen im Nordatlantik (Heinrich-Ereignisse, D/O Zyklen, Jüngere Dryas, etc.)

### Geophysik

Als grundlegende Basis für alle weiteren geologischen Beprobungen des Meeresbodens werden die oberflächennahen, physikalischen Sedimentstrukturen, als Abbild paläoozeanographisch und paläoklimatisch gesteuerter Sedimentationsprozesse, mit der Echolotanlage PARASOUND kontinuierlich aufgezeichnet. Die digitale Datenerfassung erfolgt dabei mit dem an der Universität Bremen entwickelten PARADIGMA-System. Parallel hierzu liefert das Fächerecholot HYDROSWEEP eine

The sediment cores retrieved from the upper slope at water depths between 400 and 1200 m should also allow to unravel climate-related changes in water masses at depths where the South Atlantic Central Water (SACW) and the Antarctic Intermediate Water (AAIW) prevail and where no strong upwelling persists like off Namibia. Individual scientific targets will be:

- High-resolution climate reconstructions for the Holocene, the last Glacial-Interglacial transition, and the last 100.000 years in the southern Benguela System,
- Reconstruction of the Agulhas warm water influence into the South Atlantic,
- Investigation of climatic teleconnections between land and ocean,
- Reconstruction of temporal shifts in the winter rainfall belt of western South Africa, controlled by the westerly wind regime over the South Atlantic,
- Reconstruction of the ocean climate history in comparison with human settlements along the west coast,
- Comparison of Late Quaternary productivity and upwelling conditions in the Southern and Northern (former work) Benguela system,
- Search for very rapid changes in the contribution of southern water masses (Agulhas Current, Circumantarctic Current, AAIW) in comparison with rapid oscillations observed for the North Atlantic (e.g., Heinrich- and D/O events, Younger Dryas).

### Geophysics

As the principal basis for any further retrieval of sediment cores, the near surface physical sediment structures, imaging effects of paleoceanographic and paleoclimatic variability in the sedimentation processes, are continuously recorded with the PARASOUND echosounder system. Its digital data acquisition is performed with the PARADIGMA system developed at Bremen University. In addition, a detailed survey of the seafloor topography will contribute to the visualisation of the

vollständige Übersicht der Meeresboden-Topographie.

Für das gesamte Kernmaterial werden in engen Tiefenabständen die Kompressionswellen-Geschwindigkeit und magnetische Suszeptibilität sowie als Maß für Dichte und Porosität die elektrische Leitfähigkeit gemessen. Diese Untersuchungen sollen in größtmöglichem Umfang bereits an Bord erfolgen. Diese sedimentphysikalischen Basisparameter dienen gemeinsam mit den gesteinsmagnetischen und geochemischen Eigenschaften zur beckenweiten Korrelation und helfen die paläoklimatisch und paläoozeanographisch geprägten Variationen in den Sedimentabfolgen zu erkennen und zu charakterisieren. Gemeinsam mit den bio-, isotoopen- und lithostratigraphischen Methoden ist es ein weiteres Ziel, durch paläomagnetische Analysen einen chronostratigraphischen Rahmen für alle gewonnenen Sedimentkerne zu erarbeiten.

### Geochemie

Die geochemischen Hauptziele dieses Fahrtabschnittes bestehen in der Porenwasser-Analytik zur Datierung von Rutschungs-Ereignissen und in der Sediment-Analytik mit RFA als Proxy-Parameter zur Lithostratigraphie der spätquartären Kontinentalrandsedimente

Chronologisch ungestörte Ablagerungen enthalten wichtige Informationen über die zeitlichen Schwankungen von Klima, Stromsystemen, Windsystemen, Verwitterung auf den Kontinenten, die in verschiedenen Proxy-Parametern in der Festphase des Sediments abgebildet sind. Für manche Proxy-Parameter bestehen bereits für bestimmte Ozeanbereiche zuverlässige Standardprofile, die zur Datierung mit Sauerstoffisotopen-Profilen korreliert sind. Damit ist es möglich, schnell eine recht zuverlässige Datierung von ungestörten Sedimentfolgen zu erreichen.

Porenwasser-Profile sind in ihren speziellen und charakteristischen Verläufen inzwischen gut untersucht, und sie sind prinzipiell verstanden als Abbild von Prozessen der Frühdiagenese. Es ist möglich, Störungen in solchen Profilen zu erkennen und sie als Folge

setting of Late Quaternary sediments in the working area.

For the complete sediment core material detailed core logs of the compressional wave velocity, the magnetic susceptibility and, as a measure of density and porosity, of the electrical conductivity are determined. As far as possible, the measurements are already carried out onboard to retain the in-situ conditions in optimal approximation. Among other purposes, these physical properties of the sediments together with rock magnetic and geochemical properties can be used for basin-wide or regional correlation and serve as identifiers for paleoclimatic and paleoceanographic induced variations characteristic for certain sedimentary sequences. Together with the biostratigraphic, isotopic and lithologic variations, in particular the rock magnetic analyses provide valuable information for the chronostratigraphic model of all retrieved sediment cores.

### Geochemistry

The major geochemical goals of this Leg are pore-water analysis in order to date sediment slide events and solid-phase analysis using RFA measurements for major elements as lithostratigraphic proxies of Late Quaternary sediments.

Chronologically intact sediment deposits contain important information about the temporal variability of the climate, current systems, wind systems, weathering of the continents, that are reflected by many proxy parameters in the solid-phase of hemipelagic sediments. Reliable standard profiles have been established for many of these proxy parameters for certain ocean regions, and these have been dated by correlation with oxygen-isotope profiles, so that it is possible to obtain a quick initial and fairly reliable dating of undisturbed sediment sequences.

Because we can now recognize the particular characteristics in the concentration profiles of pore waters for the well understood early diagenetic processes, it is possible to identify their disturbance by the transport of materials by slides, debris flows, turbidites, and possibly

von Rutschungen, Schuttströmen, Turbiditen und möglicherweise auch Konturiten zu verstehen. In ungestörten Sedimenten sind die Konzentrationsprofile im Porenwasser durch stationäre Zustände gekennzeichnet, durch „Gleichgewichte“ die sich aus gleichzeitig ablaufenden diagenetischen Reaktionen und dem diffusivem Transport ergeben. Für ein Sulfat-Profil (nur als ein Beispiel) im Porenwasser eines Hochproduktionsgebietes ist es charakteristisch, dass in einigen Metern Tiefe unter der Sedimentoberfläche Sulfat und Methan miteinander reagieren. Das Sulfat wird dabei vollständig abgebaut. Das verbrauchte Sulfat wird durch Diffusion aus dem Bodenwasser nachgeliefert, und es entsteht dabei ein linearer Gradient des Sulfats zum Reaktionsort, aus dem auch der Methan-Fluss aus den tieferen Sedimenten rückgerechnet werden kann. Bei einer Lageveränderung durch eine Rutschung, einen Schuttstrom oder einen Turbidit wird ein solches Porenwasserprofil vollständig verändert. In der neuen Lage stellt sich dann nach und nach wieder ein neuer stationärer Zustand ein. Diese Neueinstellung eines Gleichgewichts kann aber bis zu 1000 oder 2000 Jahre dauern. Alle dabei auftretenden Zwischenstadien bieten eine ausgezeichnete Information, aus der das Alter der Lageveränderung des Sediments berechnet werden kann.

### Mikropaläontologie

Das Ziel dieser Reise ist die bessere Kenntnis in der Verteilung von Mikrofossil-Gemeinschaften (Coccolithophoriden, Foraminiferen, Diatomeen, Radiolarien und Dinoflagellaten) in der Wassersäule und in den Oberflächensedimenten in Bezug auf die heute vorherrschenden physikalischen und chemischen Umweltbedingungen (Wassermassen und Nährstoffe). Darüber hinaus sollen Messungen für Gesamtgehalte an Chlorophyll, organischem Kohlenstoff, Karbonat und biogenem Opal, sowie für Alkenone ein besseres Verständnis über die geochemische Zusammensetzung des Phytoplanktons zulassen. Auch hier gilt es verbesserte quantitative Beziehungen dieser Parameter in den Oberflächensedimenten und in der Wassersäule in Bezug auf die heutigen

also contourites. In non-displaced sediments the concentration profiles in pore waters are determined by stationary conditions, by „equilibria“ that are preserved from early diagenetic reactions and diffusive transport. For a sulfate profile (just as one example) in the pore water of a high-production area, it is characteristic that sulfate and methane react at a depth several meters below the sediment surface, whereby the sulfate is completely consumed. The depleted sulfate is then resupplied from the bottom water by diffusion, and the linear gradient is a measure of the release of methane from the deep sub-bottom region. A displacement of the material by sliding, debris flow, or a turbidite completely changes this concentration profile. At the position of the renewed deposition a new stationary situation develops reflecting the existing conditions. This adjustment, however, can take up to about 1,000 to 2,000 years to equilibrate. All the intermediate stages provide excellent possibilities for dating the time of displacement.

### Micropaleontology

The major biological and micropaleontological objective of this cruise is a better understanding of the distribution of microfossil groups (coccolithophorids, foraminifera, diatoms, radiolaria, and dinoflagellates) in the water column and surface sediments in relation to the ambient physical and chemical properties of the surface and deep ocean off South Africa. Moreover, measurements of chlorophyll, bulk organic carbon, carbonate and biogenic opal as well as alkenones should allow to determine the general geochemical composition of phytoplankton in surface waters. Again, the purpose of these geochemical analyses is to better quantify the relationship of phytoplankton composition in the water column and surface sediments to the particular oceanographic and geochemical

ozeanographischen und geochemischen Bedingungen wie Temperatur, Salinität, Nährstoffzufuhr sowie Transport und Erhaltung durch die Wassersäule und in das Sediment vor Südafrika zu erhalten.

### Ozeanographie

Für den Vergleich der Ergebnisse aus Planktonfängen mit der aktuellen hydrographischen Situation sollen die Verteilung von Temperatur, Salinität, Sauerstoff und Fluoreszenz, sowie die Isotopie für gelösten Sauerstoff und anorganischen Kohlenstoff für die Oberflächen-, Zwischen-, und Tiefenwassermassen bestimmt werden. Für diese Zwecke werden aus den Wasserschöpfern Proben für O- und C-Isotopenverteilungen entnommen und mit Hilfe von vertikalen CTD- und XBT Messprofilen die physikalischen Eigenschaften und Schichtung der Wassermassen im Arbeitsgebiet bestimmt.

### **Arbeitsprogramm**

#### Geologie und Paläozeanographie

Als geologisches Arbeitsprogramm während der Reise M57-1 sind Sediment-Beprobungen mit Schwerelot und Multicorer auf 5 küstensenkrechten Transekten und einem küstenparallelen Schelftransekt geplant. Die Lage der Profile soll sich zur Untersuchung der Ablagerungsgeschichte kontinentaler Sedimente auf die Bereiche des Kapstadt Canyon, und der Sedimentfächer der Berg-, Olifant-, und Oranje-Flüsse, sowie auf den holozänen Sedimentgürtel auf dem Schelf konzentrieren. Es sollen auf den küstensenkrechten Transekten in Wassertiefen zwischen 500 bis 3500m Bereiche hoher Ablagerungsraten zur hochauflösenden Rekonstruktion der Wassermassenänderungen im Stockwerk des Südatlantischen Zentralwassers, des Antarktischen Zwischenwassers und des oberen Zirkumantarktischen Wassers beprobt werden. Die Beprobung der Schelfsedimente soll auf einem küstenparallelen Transekt in Wassertiefen zwischen 60 und 120 m stattfinden.

Darüber hinaus sind folgende präparative und analytische Arbeiten an Bord geplant:

conditions, like temperature, salinity, nutrient content as well as to transport regimes and preservational conditions, that prevail off South Africa.

### Oceanography

For the comparison of plankton distributions with the ambient hydrographic conditions vertical profiles for temperature, salinity, oxygen and fluorescence as well as for oxygen and DIC carbon isotopic composition through the water column will be determined. This will allow to distinguish between the different surface, intermediate, and deep water masses that flow along the South African margin and on the shelf. For this purpose isotope samples will be taken from the rosette water bottles and vertically continuous profiles for temperature, salinity, and oxygen will be retrieved by CTD and XBT runs at geological stations and in between.

### **Work Programme**

#### Geology and Paleoceanography

The geological work programme during leg M57-1 will mainly consist of sediment core retrievals with the multi-corer and gravity corer along 5 sampling transects perpendicular to and 1 transect on the shelf parallel to the coast line. The position of these transects is orientated to the investigation of the sedimentation history in the vicinity of the Capetown canyon and off the Berg-, Olifant- and Orange river deltas as well as to the Holocene mud belt on the shelf. On the slope transect will we try to sample areas with sufficiently high sedimentation rates at depth levels of the SACW, the AAIW, and the circumantarctic water masses protruding into the South Atlantic. Sampling on the shelf transect will concentrate at sites in water depths of 60 to 120 m.

Furthermore, the following preparational and analytical work is planned onboard the ship:

- Aufteilung der Multicorer-Kerne für mikropaläontologische, geochemische, sedimentologische und sedimentphysikalische Untersuchungen,
- Sedimentologische Beschreibung von Multicorer- und Schwerelotkernen und Probennahme für Detailuntersuchungen (Biostratigraphie und Isotopen-Stratigraphie sowie für geochemische, mikropaläontologische, sedimentologische und mineralogische Untersuchungen)
- Splitting and conserving the sediment cores from multicorer and gravity corer deployments,
- Sedimentological description of multi-cores and gravity cores as well as discrete sampling series for more detailed studies, e.g., biostratigraphy, isotope stratigraphy, and magnetostratigraphy, geochemical, micro-paleontological, sedimentological, and mineralogical analyses.

### Geophysik

Geophysikalische Sedimentparameter:

Aufnahme von Kernlogs der Kompressions-Wellengeschwindigkeit, der magnetischen Suszeptibilität und zur elektrischen Leitfähigkeit an Schwerelot-Kernen.

Sedimentakustik PARASOUND:

Kontinuierliche profilierende, echographische Messungen zur Erkundung der oberflächennahen Sedimentstrukturen und zur Meeresboden-Topographie mit den akustischen Systemen PARASOUND / HYDROSWEEP.

### Geochemie

Zum ersten Mal soll versucht werden direkt an Bord etwa 200 Proben aus jeweils einem Sedimentkern innerhalb von 24 Stunden mit der Röntgen-Fluoreszenz-Analytik (RFA) zu messen. Wir verwenden dafür ein Instrument, das speziell für den Betrieb außerhalb des Labors geeignet ist und von uns für den Einsatz an Bord optimiert und geeicht wurde. Mit bereits vorhandenem Sedimentmaterial aus dem Südatlantik, für den bereits Analyseergebnisse aus Vollaufschlüssen bekannt waren, haben wir die Technik unter Laborbedingungen erprobt. Während des Fahrtabschnittes M57-1 werden wir die 24-Stunden RFA-Technik zum ersten mal unter Bordbedingungen testen.

Die Analytik des Porenwassers ist ein Standard-Verfahren in Arbeitsgruppe Geochemie. Deshalb werden wir den Parameter- und Probenumfang auf das Maß reduzieren, das zur Altersdatierung von Transportereignissen auf den fünf Geologie-

### Geophysics

*Physical Properties of Sediments*

Logging of gravity cores for compressional wave velocity, magnetic susceptibility and electrical conductivity.

*Sediment acoustics PARASOUND*

Continuous echographic profiling for sedimentary structures and seafloor topography with shipboard acoustic systems PARASOUND and HYDROSWEEP.

### Geochemistry

For the first time we will try to measure on selected gravity cores about 200 samples from each core within 24 hours by using the RFA-technique directly during the cruise. For this purpose a new RFA-instrument especially designed and calibrated for the use onboard will be installed. Available core material from the South Atlantic, for which good data from systematic elemental analyses using total disintegration methods already existed, was used to test the technique under laboratory conditions. On this cruise M57-1 we will test the 24-hours RFA-technique for the first time under shipboard conditions.

The analysis of pore waters is standard procedure in the Geochemistry group. On this cruise our pore-water analysis will concentrate on the minimum of parameters and samples needed to answer the question of the age of sediment transport events along the five

Transekten über den Kontinentalhang vor Südafrika notwendig ist.

### Mikropaläontologie

Während der Reise sollen die Wassersäule mit Kranzwasserschöpfer und Multinetz sowie durch Planktonfiltration aus gepumpten Oberflächenwasser beprobt und konserviert werden. Die Einsätze für Kranzwasserschöpfer und Multinetz erfolgen auf 15 bis 20 ausgewählten Stationen auf den geologischen Transekten. Hierbei werden die Wassertiefen zur Beprobung an jeder Position anhand der vertikalen Struktur der vorherrschenden Wassermassen vorher durch XBT Einsätze bestimmt. Die Pump- und Filtrationsproben für Plankton aus dem Oberflächenwasser werden mehrmals am Tag und in der Nacht durchgeführt um ein möglichst detailliertes räumliches Bild über die Planktonverteilung zu bekommen. Für einzelne Mikrofossilgruppen werden die Individuen schon an Bord aus den Netzproben isoliert und konserviert. Alle anderen Proben werden als Gesamtproben konserviert oder gefiltert und getrocknet bzw. eingefroren.

Entsprechend werden Multicorer-Kerne aus Oberflächensedimenten entlang der geplanten Transekte für die unterschiedlichen Mikrofossil-Gruppen und für die geochemischen Parameter beprobt und für die weitere Bearbeitung im Labor nach der Reise konserviert oder eingefroren.

sampling transects across the slope off South Africa.

### *Micropaleontology*

During the cruise the water column will be sampled with a rosette water sampler and a multi-closure plankton net. Further plankton samples will be obtained by continuous pumping of surface waters and subsequent filtration for fine plankton particles. Deployments of water bottles and nets will be executed at 15 to 20 selected stations along the geological transects. Hereby the water depths to be sampled will be selected according to the vertical structure of water masses determined by XBT runs before the sampling. Pumped and filtered samples of surface waters will be retrieved routinely throughout day and night in order to obtain a more detailed spatial picture of the plankton distribution off South Africa. For certain microfossil groups the individual specimens will be selected and preserved from the water samples already onboard. All other samples will be filtered, dried or frozen until shorebased treatment.

Similarly, surface sediments retrieved with the multi-corer along the geological transects will be sampled for the different microfossil groups and geochemical parameters. These samples, routinely taken at 1 cm intervals downcore are then frozen or conserved for further shorebased work.

**Zeitplan / Schedule**  
**Fahrtabschnitt / Leg 57/1**

	Tage/days
Auslaufen von Kapstadt (Rep. of South Africa) am 20. Januar 2003 <i>Departure from Capetown (Rep. of South Africa) January 20, 2003</i>	
Anlaufen Transekt 1 mit Profilfahrt über den Cape Canyon <i>Transit to Transect 1 with acoustic survey across the Cape canyon</i>	1
Beprobung der Wassersäule und der quartären Sedimente auf Transekt 1 <i>Sampling of water column and Quaternary sediments (34°S/17,5°E, 34,5°S/16°E)</i>	2
Beprobung der Wassersäule und der quartären Sedimente auf Transekt 2 <i>Sampling of water column and Quaternary sediments (32,5°S/16,5°E, 33,5°S/14,5°E)</i>	2.5
Beprobung der Wassersäule und der quartären Sedimente auf Transekt 3 <i>Sampling of water column and Late Quaternary sediments (31,5°S/16°E, 33°S/13°E)</i>	3
Anlaufen Schelftransekt mit N-S Profilfahrt über den holozänen Schlammgürtel <i>Transit to shelf transect and acoustic survey of the Holocene mud belt</i>	1.5
Beprobung der Wassersäule und der holozänen Sedimente auf dem Schelf <i>Sampling of water column and Holocene sediments (32,5°S/18°E, 30°S/17°E)</i>	2
Anlaufen Transekt 4 mit Profilfahrt über den südlichen Orange river fan <i>Transit to Transect 4 with acoustic survey across the southern Orange river fan</i>	1
Beprobung der Wassersäule und der quartären Sedimente auf Transekt 4 <i>Sampling of water column and Late Quaternary sediments (30,5°S/15°E, 31°S/13,5°E)</i>	1
Beprobung der Wassersäule und der quartären Sedimente auf Transekt 5 <i>Sampling of water column and Late Quaternary sediments (29,5°S/15°E, 29,5°S/13,5°E)</i>	2
Transit nach Walfisch Bucht <i>Transit to Walvis Bay</i>	3
	<b>Total</b>
	<b>19</b>
Einlaufen in Walvis Bay (Namibia) am 8. Februar 2003 <i>Arrival in Walvis Bay (Namibia), February 8, 2003</i>	

## Fahrtabschnitt / Leg M57/2 Walvis Bay – Walvis Bay

### Wissenschaftliches Programm

Das Hauptarbeitsgebiet dieses Fahrtabschnitts ist der obere und mittlere Kontinentalhange südlich von Walvis Bay. Die Untersuchungen sollen hierbei auf drei parallel liegende Transekte durchgeführt werden. Darüber hinaus sollen wiederholt ozeanographische Untersuchungen auf einem Schnitt bei 23°S erfolgen.

Neben ihrer Funktion als Ablagerungsraum sind die Schelf- und oberen Hangregionen jedoch auch Liefergebiete für den Export von Sedimentpartikeln in die Tiefsee. Abschätzungen aus geochemischen Untersuchungen im Rahmen des SEEP-II (*Shelf Edge Exchange Processes*) Programms zeigen, dass bis zu 15% des partikulären organischen Kohlenstoffs aus der küstennahen Primärproduktion über die Schelfkante in tiefere Bereiche transportiert wird. Abschätzungen in ähnlicher Größenordnung gibt es auch für biogenes Opal und terrigene Komponenten die in den Ozean eingetragen werden. Ein Schwerpunkt der Vorhaben sind daher biogeochemische Untersuchungen im Bereich der Wasser-Sediment Grenzfläche. Hierbei ist die Erfassung des Einflusses von Quantität und Qualität lateral transportierter, biogener Partikel auf die biogeochemischen Umsatzprozesse am Meeresboden das primäre Ziel. In diesem Zusammenhang kommt der Charakterisierung der bodennahen Suspensionsfracht insbesondere hinsichtlich ihrer Herkunft und Reaktivität eine besondere Bedeutung zu. Aus dem stark interdisziplinären Ansatz werden unter anderem wichtige Erkenntnisse zu Erfassung und Quantifizierung des lateralen Partikeltransports vom Schelf in die Tiefsee und somit zu einem bedeutenden Teil der globalen Stoffkreisläufe erwartet.

### *Scientific Objectives*

The main working area on this cruise will be on the upper and middle continental slope south of Walvis Bay. Investigations are planned on three parallel transects down the slope. Furthermore, special oceanographic studies shall be carried out along the 23<sup>rd</sup> longitude repeatedly.

In addition to their function as sediment deposition sites, continental shelf and upper slope are also source regions for the export of sediment particles to the deep sea. Estimates from geochemical investigations in the SEEP-II (*Shelf Edge Exchange Processes*) program show that up to 15% of the particulate organic carbon from coastal primary productivity is transported over the shelf break and into deep waters. Estimates of a similar order of magnitude exist also for biogenic opal and terrestrially derived material reaching the ocean. A main center of the scientific work are biogeochemical investigations close to the sediment-water interface. The primary questions concentrate on the influence of the quantity and quality of lateral transported, biogenic particles on biogeochemical transformation processes at the sea floor. In this regard, the characterization of suspension load according to provenance and reactivity is also of high significance. The applied interdisciplinary concept will deliver important information about the near-bottom particle transport and the biogeochemical alteration of the particles up to their final burial which should also improve our knowledge on the global cycles of carbon and nutrients.

Weitere Vorhaben auf diesem Fahrtabschnitt sind umfangreiche geochemische, geophysikalische, meeresgeologische und mikropaläontologische Untersuchungen an Sedimentproben aus diesem Gebiet.

Das Ziel geochemischen und geophysikalischen Arbeiten auf diesem Fahrtabschnitt ist es unter anderem, die frühdiagenetische Überprägung der primären Zusammensetzung und der gesteinsmagnetischen Eigenschaften des Sedimentes im Bereich der Sulfat/Methan-Grenzfläche detailliert zu untersuchen. Zu diesem Zweck sollen Porenwasserproben gewonnen werden, um das gegenwärtige geochemische Milieu der Sedimente und die aktuelle Lage der Sulfat/Methan-Übergangszone zu ermitteln. Den Schwerpunkt der Arbeiten bildet die hochauflösende Beprobung der sedimentären Festphase aus dem Bereich dieser bedeutenden biogeochemischen Reaktionszone sowie die adäquate Konservierung der Proben für nachfolgende nasschemische und mineralogische Untersuchungen.

Änderungen in der Verteilung der Sonneneinstrahlung und dem CO<sub>2</sub>-Gehalt der Atmosphäre werden heute als wesentliche Ursachen für das zyklische Auftreten der Vereisungen auf der Nordhalbkugel der Erde während des Quartärs angesehen. Gleichzeitig mit den Vereisungszyklen erfolgte eine Umstellung der großräumigen atmosphärischen und ozeanischen Zirkulation, von denen auch die Ausprägung des Küstenauftriebes beeinflusst wurde.

Glazial-Interglazial-Wechsel sind natürliche Klimaexperimente, die es ermöglichen, das Verständnis des Küstenauftriebes und seine Darstellung in numerischen Modellen zu verbessern. In diesem Zusammenhang hat das in den Sedimenten vor Namibia angelegte Klimaarchiv eine große Bedeutung. Zum einen können hier Sedimente mit einer hohen zeitlichen Auflösung gewonnen werden. Zum anderen steht das Auftriebsgebiet vor Namibia in enger Beziehung zum globalen und regionalen Klima und zwar über seinen

Additional intentions on this cruise are extensive geochemical, geophysical, marine geological and micropaleontological investigations on sediment samples from this area.

Among others, the aim of the geochemical and geophysical investigations are detailed examination of the early diagenetic modification of the primary composition and the rock magnetic properties of the sediment within the sulfate/methane transition zone. For this purpose the pore water of the sediments will be retrieved to determine the current geochemical zonation as well as the depth position of the sulfate/methane transition zone. The main focus is the high-resolution sampling of the sedimentary solid phase across this important biogeochemical boundary and the adequate storage of the sediment samples for subsequent wet chemical and mineralogical analysis.

Changes in the distribution of solar insolation and atmospheric CO<sub>2</sub> concentration are regarded as major causes for the cyclic occurrence of Northern Hemisphere glaciations during the Quaternary. The glaciation cycles were accompanied by a reconfiguration of the large-scale atmospheric and oceanic circulation that also affected the characteristics of coastal upwelling areas.

Glacial-interglacial changes are natural climate experiments, which enable us to improve our understanding of coastal upwelling and its representation in numerical models. In this regard, the climate archive stored in the Namibia upwelling area is of great importance. On the one hand these sediments offer a high temporal resolution due to large sedimentation rates. On the other hand the Namibia upwelling area is closely related to the global and regional climate through its contribution to biological productivity and the interaction

Beitrag zur biologischen Produktivität im Ozean sowie die Wechselwirkung mit Wind, Wolkenbildung und Niederschlag. Ein Ziel der Untersuchungen vor Namibia ist es daher, die Änderungen in der Zirkulation, im hydrographischen Aufbau sowie der biologische Produktion in den Auftriebsgebieten während klimatischer Extremzustände des Quartär zu rekonstruieren und in Klimamodellen darzustellen.

Um das derzeitige Wissen über Diversität, geographische Verteilung und Ökologie von Mikroorganismen zu ergänzen und die Aussagekraft dieser Daten als Proxies weiter zu verbessern, sollen Diatomeen, Dinoflagellaten, Coccolithophoriden und benthische Foraminiferen hinsichtlich ihrer regionalen Verbreitung und Artenzusammensetzung quantitativ erfasst werden.

Die ozeanographischen Untersuchungen sollen eine detaillierte Erfassung der Wassersäule vom küstennahen Bereich bis in das Östliche Südatlantische Zentralwasser (ESACW) erlauben. Ein Ziel ist hierbei insbesondere die Beschreibung der zeitlichen und räumlichen Variabilität des Mischungsbereichs zwischen dem ESACW und dem SACW.

### **Arbeitsprogramm**

Das Arbeitsprogramm unterteilt sich in vorwiegend ozeanographische Untersuchungen entlang eines Schnittes bei 23°S und Sediment- und Wassersäulen-Beprobungen auf drei küstensenkrechten Profilschnitten zwischen 22-27°S und 11-14.5°O (s. Karte S. 22).

Im Zuge der ozeanographischen Arbeiten sollen neben der Aufzeichnung der Strömungsgeschwindigkeiten, sowie deren Muster und zeitlichen Variabilität mit Hilfe des schiffseigenen ADCP, profilierende geochemische Bestimmungen des Sauerstoff- und Nährstoffgehalts in der Wassersäule durchgeführt werden. Zur Probengewinnung wird ein CTD-

with wind, cloud formation and precipitation. One aim of the investigations is therefore to reconstruct changes in the circulation, hydrographic structure and biological production of the Namibia upwelling area during extreme climatic states of the Quaternary, and to represent them in climate models.

To broaden the present knowledge on diversity, spacial distribution and ecology of micororganisms and to improve the validity of these data as proxies, diatoms, dinoflagellates, coccolithophorides and benthic foraminifera should be registered quantitatively in regard to their species distribution.

The oceanographic investigations should permit detailed recording of the water column from surface waters close to the coast line down to the Eastern South Atlantic Central Water (ESACW). One aim here is the description of the temporal and regional variability within the mix layer between the ESACW and the South Atlantic Central Water (SACW).

### *Working Programme*

The working program is spitted into two parts. The first one concentrates on oceanographic investigations along a transects at 23°S. The second one enclose the sampling of sediments and within the water column on three parallel transects between 23-27°S and 11-14.5°E (see map on p. 22).

During the oceanographic part, a high resolution of the current velocity, its spatial distribution, and temporal variability is to be documented by using ADCP and information from analysing oxygen and nutrient concentrations in the water column. For sampling a CTD rosette will be employed.

Kranzwasserschöpfer eingesetzt.

Die biogeochemischen und biologischen Arbeiten konzentrieren sich auf Untersuchungen und Beprobung im Bereich der Sediment-Wasser Grenzfläche. Innerhalb der Wassersäule sollen hier neben Wasserschöpfern, in-situ Pumpen und ein Bodenwasserschöpfer eingesetzt werden. Daneben sind in-situ Experimente mit Landersystemen geplant. Die Probennahme der Oberflächensedimente erfolgt mittels Multicorer. Ein Teil der gewonnenen Sedimentkerne sollen an Bord für weitere spezielle Untersuchungen der mikrobiellen Umsatzraten über mehrere Tage inkubiert werden.

Die geochemischen Untersuchungen beinhalten die Porenwassergewinnung aus Multicorer- und Schwerlotkernen mit sofortiger Bestimmung von Eh, pH, Sulfat, Sulfid, Chlorid, Alkalität, Ammonium, Nitrat, Phosphat und Kieselsäure sowie die Konservierung von Teilproben für die spätere Analyse weiterer gelöster Inhaltsstoffe. Darüber hinaus sind hochauflösende Beprobungen und Konservierung der sedimentären Festphase für Vollaufschlüsse, sequentielle Extraktionen und mineralogische Untersuchungen geplant.

Ziel des meeresgeologischen Arbeitsprogramms ist es, Sedimente in Wassertiefen flacher als 1500 m zu beproben, die Rückschlüsse auf Veränderungen vertikaler Nährstoff- und Temperaturgradienten im Bereich des Antarktischen Zwischenwassers und des Südatlantischen Zentralwassers erlauben. Darüber hinaus soll das Sedimentmaterial vor allem zur Rekonstruktion der Variabilität des Küstenauftriebes während des Quartär verwendet werden. Zur Beprobung der Sedimente sollen vor allem Schwerlot und Multicorer eingesetzt werden. Die Suche geeigneter Kernstationen erfordert eine eingehende Vermessung mit PARASOUND und HYDROSWEEP.

Um eine präzise Eichung der zu verwendenden Proxyparameter zu ermöglichen, sollen auch hydrographische

The biogeochemical and biological investigations will focus on investigations at / close to the sediment water interface. Beside a CTD rosette, in-situ pumps and a bottom water samples will be used within the water column. Additionally, in-situ experiments with lander systems are planned. The sampling of surface sediments will be done with a multicorer. Sediment cores are used for taken as well solid face samples, as to extract pore water, and to carry out special incubation experiments on board to record temporal changes in the microbial transformation rates.

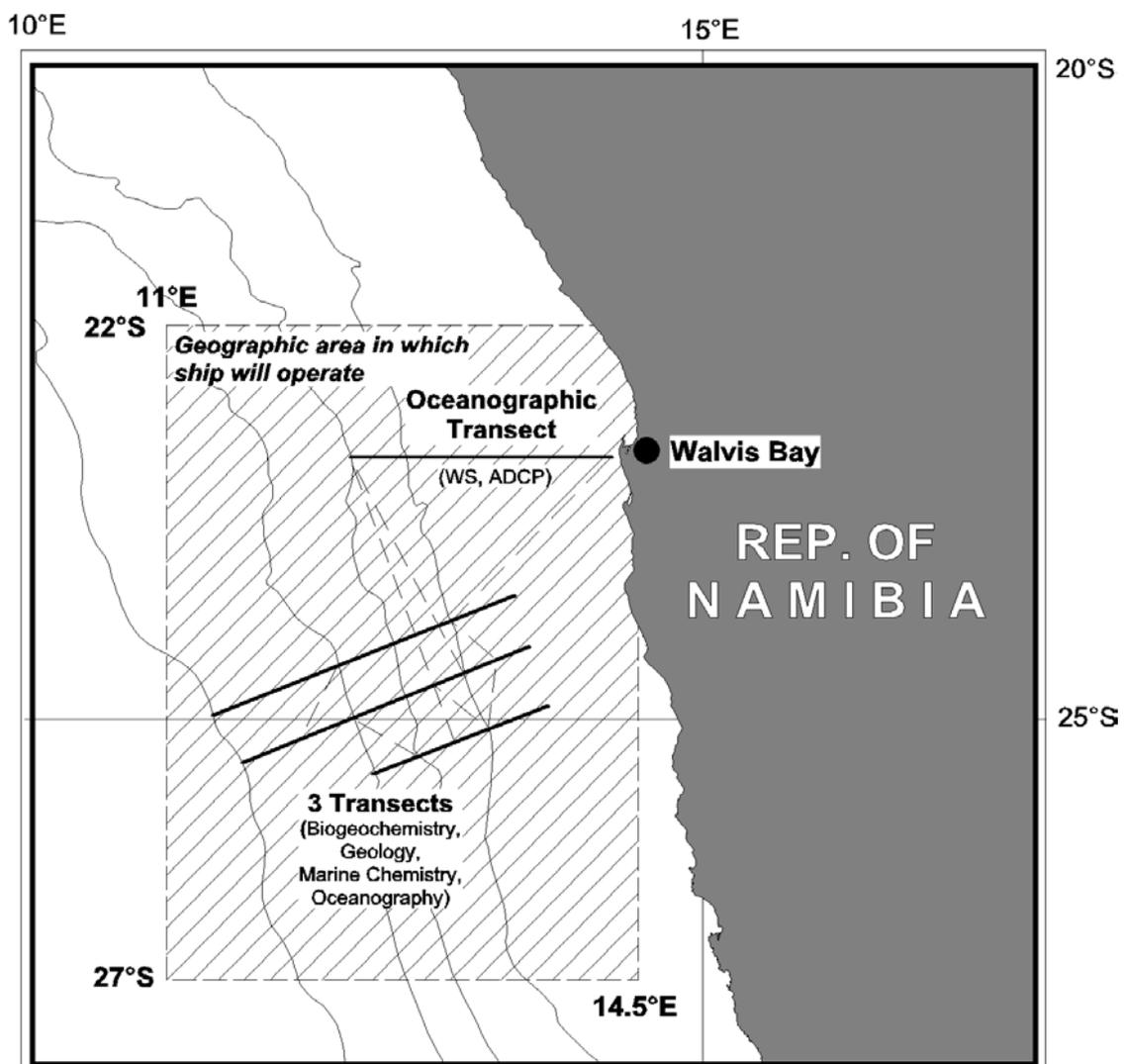
Geochemical investigation include the extraction of pore water from multicorer and gravity cores with immediate analyses of Eh, pH, sulfate, sulfide, chloride, alkalinity, ammonium, nitrate, phosphate and silicic acid as well as the preservation of subsamples for later analyses of additional dissolved pore water constituents. Further more high-resolution sampling and preservation of the sedimentary solid phase for total digestions, sequential extractions and mineralogical analyses is planned.

The primary objective of the geological work is the sampling of Quaternary sediments in waterdepths shallower than 1500 m. This material will be used to reconstruct changes in vertical temperature and nutrient gradients at the depth levels of the Antarctic Intermediate Water and the South Atlantic Central Water. Furthermore, we intend to recover sediments that allow to quantify the Quaternary variability of coastal upwelling. The sediment sampling will be done with gravity and multicorer following a detailed site survey with PARASOUND and HYDROSWEEP.

Hydrographic data (temperature, salinity, oxygen concentration) and water samples will be collected at the coring sites with a

Daten (Temperatur, Salzgehalt, Sauerstoffkonzentration) sowie Proben für eine spätere Analyse der Nährstoff-Gehalte und der Isotopenzusammensetzung der heutigen Wassermassen mit CTD-Sonde und Kranzwasserschöpfer gewonnen werden. Die Wasserbeprobung soll sich dabei eng an den Positionen der Sedimentproben orientieren, um eine Anbindung der heutigen Hydrographie an das Sediment zu ermöglichen. Darüber hinaus soll die Beprobung der heutigen Wassersäule hochauflösende Vergleichsdatensätze für die regionale Ozeanmodellierung liefern.

CTD-Probe equipped with Niskin bottles. These data will allow a precise calibration of the used proxies and will be used to groundtruth regional modelling experiments.



Arbeitsgebiet mit den vorläufigen Transekten und Fahrtstrecken während M57-2  
*Working area with preliminary transects and tracks during M57-1*

**Zeitplan / Schedule**  
**Fahrtabschnitt / Leg 57/2**

	Tage/days
Auslaufen von Walvis Bay (Namibia) am 11. Februar 2003 <i>Departure from Walvis Bay (Namibia) February 11, 2003</i>	
Einsatz in situ-Landersystem <i>Deployment of in situ lander system</i>	2.5
Einsatz Bodenschwäbepumpen <i>Deployment of bottom-water sampler</i>	4.5
Einsatz Multicorer <i>Deployment of multicorer</i>	4
Einsatz Schwerelos <i>Deployment of gravitycorer</i>	1.5
Einsatz Wasserschöpfer und Partikelbeprobung mit in-situ Pumpen <i>Deployment of water sampler and particle collection with in situ pumps</i>	2.5
Kartierung der Morphologie des Meeresbodens <i>Mapping of the sea floor</i>	2.5
Arbeiten auf dem ozeanographischen Transekt <i>Investigations on the oceanographic transect</i>	4.5
Transits im Arbeitsgebiet <i>Transits in working area</i>	7
	<b>Total</b>
	<b>29</b>
Einlaufen in Walvis Bay (Namibia) am 12. März 2003 <i>Arrival in Walvis Bay (Namibia), March 12, 2003</i>	

## **Fahrtabschnitt / Leg M57/3**

### **Walvis Bay - Abidjan**

#### **Wissenschaftliches Programm**

Der namibische Schelf zwischen 22°S und 25°S ist im Jahresverlauf durch fast kontinuierlichen Auftrieb, dadurch resultierende Hochproduktion, starke Sauerstoffzehrung in der Wassersäule, und episodisch sulfidhaltige Bodenwässer gekennzeichnet. Alljährlich kommt es im Südsommer zu weitverbreiteten Türkisverfärbungen der Oberflächenwässer im Küstenbereich, die auf die Oxidation von Schwefelwasserstoff zu kolloidalen Verbindungen von elementarem Schwefel zurückgeführt werden, und großflächige sauerstoffverarmte, teilweise sogar anoxische Verhältnisse an der Wasseroberfläche widerspiegeln. Die weit verbreiteten Schelfanoxia haben erhebliche Auswirkungen auf die biogeochemischen Stoffflüsse zwischen Sediment und Bodenwasser und auf die lebenden Ressourcen (Fische und Crustaceen) in einem der größten und ökonomisch relevanten marinen Ökosysteme der Erde.

Beobachtungen und Messungen auf der Expedition METEOR 48-2 ließen einen engen Zusammenhang der Anoxia mit episodischen Ausbrüchen von biogen gebildetem Methan vermuten, dass durch die intensiven anaeroben Abbauprozesse im Sediment gebildet wird. Die Gasakkumulationen in den unkonsolidierten Sedimenten können durch Änderungen im physikalischen Regime des Wasserkörpers oder des Sedimentkörpers freigesetzt werden. Unstrittig ist, dass anaerobe Bakterienkonsortien eine wichtige Rolle bei der Regulierung der biogeochemischen Prozesse am Meeresboden und in der Wassersäule spielen. Es fehlen jedoch genaue Untersuchungen, die ihre Verteilung und Aktivität in direktem Zusammenhang zu den beobachteten Stoffflüssen und physika-

#### ***Scientific Objectives***

The Namibian shelf between 22°S and 25°S is characterized by near continuous upwelling, high resulting primary production, extreme water column oxygen depletion, and episodic sulfidic bottom waters. Widespread turquoise discolorations of the near-shore surface waters are a regular phenomenon during the austral summer. These discolorations have been attributed to the oxidation of hydrogen sulfide to colloidal elemental sulfur that is dispersed in the surface waters. They reflect large areas of oxygen-depleted and even anoxic conditions at the ocean surface. These widespread shelf anoxia have significant implications for biogeochemical fluxes between sediment and bottom water and for the living resources (fish and crustaceans) in one of the largest marine ecosystems on earth.

Observations made during Meteor expedition METEOR 48-2 suggested a close relationship between anoxia and episodically recurring eruptions of biogenic methane that is formed by the intense bacterial degradation processes in the sediment. The gas accumulations in the unconsolidated sediments may be released following changes in the physical regime of the overlying water or the sediment. It is clear that anaerobic microbial consortia play an important role in the regulation of biogeochemical fluxes at the sea floor and in the water column. However, investigations that relate their activity and distribution to the observed fluxes and physical processes are missing to date. The goal of the expedition is to better understand the key microbiological and physical processes at

lischen Prozessen im Sediment stellen. Es ist das Ziel dieser Expedition, die mikrobiologischen und physikalischen Schlüsselprozesse am Meeresboden besser zu verstehen, und sie in Zusammenhang zu den geochemischen Stoffflüssen zu stellen.

Ein Kanon von biogeochemischen, molekularbiologischen, akustischen, sedimentologischen, und hydrologischen Untersuchungen soll die Bedingungen und Prozesse im Wasserkörper, an der Sediment-Wassergrenze, und im Sediment klären; die Untersuchungen konzentrieren sich auf ein kleinräumiges Gebiet vor Walvis Bay mit häufigstem Eruptionsgeschehen.

Es sollen insbesondere Prozesse der Kohlenstoff-, Stickstoff- und Schwefelkreisläufe untersucht werden. An Sedimentkernen sollen sedimentäre Schwefelverbindungen, Biomarker, Schwefel-, und Stickstoffisotopen analysiert werden, um zeitliche Änderungen und Ausdehnungen der Anoxia zu rekonstruieren. Ein überraschendes Ergebnis der Auswertung von Material der Expedition M48-2 war das Vorkommen lebender Foraminiferen in Bereichen, in denen die Sauerstoffkonzentrationen eindeutig anoxische Bedingungen in der Wassersäule anzeigten.

Wir wollen die Lebensbedingungen dieser Vergesellschaftungen auf fossilisierbare Eigenschaften untersuchen und damit ihre Eignung als Tracer für extrem sauerstoffarme Habitate in der Vergangenheit erkunden. Ähnliche Versuche sollen an der Erhaltung organischer Dinoflagellatenzysten durchgeführt werden, da diese eine differenzierte Erhaltung in Abhängigkeit von Sauerstoffkonzentrationen gezeigt haben.

### **Arbeitsprogramm**

Das Untersuchungsgebiet konzentriert sich auf das intensivste Auftriebssystem auf dem namibischen Schelf und den oberen Kontinentallhang von 22°S bis 25°S. Unser Plan sieht vor, auf engständigen Netzen in dem o.a. Areal Profile mit flachseismischen

the sea floor and to relate these processes to the geochemical fluxes.

A range of hydrographic, biogeochemical, microbiological, acoustic, paleontological, and sedimentological investigations will be conducted to explore the relationships between physical and biogeochemical processes in the water, at the sediment-surface, and in the sediment. The studies will focus on a small area off Walvis Bay where most of the methane eruptions have been observed.

In particular, we will investigate the processes linking the carbon, nitrogen, and sulfur cycles. In sediment cores, we will analyze sedimentary sulfur compounds, biomarkers, and sulfur and nitrogen isotopes to reconstruct temporal changes and extent of anoxia. A surprising result of the Meteor M 48-2 was the discovery of live foraminifera in areas devoid of bottom water oxygen.

We want to investigate the environmental conditions of these communities with respect to their fossilization potential and explore their potential as tracers for extremely oxygen-depleted habitats. Similar investigations will be conducted with organic-walled dinoflagellate cysts, since these have been shown to be differentially preserved as a function of ambient oxygen concentrations.

### ***Working Programme***

The investigation focuses on the most intense upwelling system on the Namibian shelf and the upper continental slope between 22°S and 25°S. We plan to run closely spaced profiles with a near-surface sediment echosounder to map the

Instrumenten zu fahren, um die Gasvorkommen zu kartieren. Gleichzeitig wollen wir prüfen, ob die Sedimentoberfläche Zeichen von Gaseruptionen aufweist. Nach erfolgter Kartierung werden wir versuchen, mit ROV-Einsätzen die Verbreitung von Schwefelbakterien am Meeresboden zu dokumentieren und ihre Verbindung zu sedimentären Gasvorkommen zu erkunden. Schließlich werden an ausgewählten Stationen Multicorer und 6m-Schwerelote genommen, um die Porenwasser und Sedimentgeochemie zu untersuchen. An Parallelkernen werden im IOW die sediment-physikalischen Eigenschaften bestimmt (Multisensorbahn, Triaxialtests, Scherfestigkeit). Der Vibrocorer des IOW soll versuchsweise eingesetzt werden, um das Transgressionskonglomerat an der Basis des Diatomeenschlammes zu durchteufen und die liegenden Sedimente zu kernen.

#### Wassersäulenarbeiten

Die Wassersäule soll mit Flaschenprobennehmern, mit einer Pumpcast-CTD, als auch mit in-situ Pumpen beprobt werden. Die Proben dienen der Gewinnung für die chemische Analytik der Gase und Nährstoffe, für molekular biologische Arbeiten, und für Inkubationsexperimente mit markierten Stickstoff, Schwefel, und Kohlenstoff.

In den Inkubationsexperimenten sollen CO<sub>2</sub> Fixierung, Denitrifikation, anaerobe Oxidation von Ammonium, und Stickstofffixierung bestimmt werden. Mit Hilfe von rRNS-gerichteten Oligonukleotidsonden, radioaktiven Markierungen, und Sortierung von Zellen mit Hilfe der Durchflusszytometrie soll die mikrobielle Zusammensetzung und Aktivität im Beprobungsgebiet erfaßt werden. Desweiteren sollen Wasserproben gefiltert werden, die später auf die Anwesenheit spezifischer Biomarker grüner Schwefelbakterien (Bakteriochlorophylle, Isorenieratene,  $\beta$ -Isorenieratene) und methanotropher Bakterien (Hopanoide) getestet zu werden.

distribution of gases. At the same time we want to explore whether the sediment surface shows signs of recent gas eruptions. Following the mapping we will use the ROV to document the distribution of sulfur bacteria at the sea floor and to relate their distribution to gas accumulations. Finally, we will take cores with a multicorer and a gravity corer at selected stations to determine the pore water and sediment geochemistry. In parallel cores we will determine the physical properties of the sediment (multisensor track, triaxial test, shear strength). The vibrocorer of the IOW will be used experimentally to penetrate the transgression conglomerate at the base of the diatomaceous mud and to core the sediments below.

#### Water Column Investigations

The water column will be sampled with a CTD rosette, a pumpcast-CTD, and in-situ pumps. The samples will be used for the analysis of nutrients and gases, for molecular biological studies, and for incubations with labeled nitrogen, carbon, and sulfur.

In the incubation experiments we will determine photosynthetic CO<sub>2</sub> fixation, nitrogen fixation, denitrification, and test for the presence of the anaerobic oxidation of ammonium. Using rRNA-targeted oligonucleotide probes, radioactive labeling, and cell sorting by flow cytometry, we will assess the composition and activity of the microbial community in the investigated area. Furthermore, we will filter water samples that will later be analyzed for the presence of specific biomarkers of green sulfur bacteria (bacteriochlorophyll, isorenieratene,  $\beta$ -isorenieratene) and of methanotrophic biomarkers (hopanoids).

## Sedimentarbeiten

Aus den Sedimenten der Multicorer, Schwerelot- und Vibrocorerkerne sollen Porenwässer gepresst werden, um die Konzentration und Isotopenzusammensetzung von gelösten und gasförmigen C, N, and S Verbindungen zu bestimmen. An Sedimentkernen werden Sulfatreduktionsraten und anaerobe Methanoxidationsraten bestimmt. Benthische Sauerstoffaufnahme-raten, Sulfidflüsse an die Sedimentoberfläche werden mit Hilfe von Sauerstoff-, Sulfid-, und pH Elektroden und über Zeitserienexperimente bestimmt. Die Populationen der großen Schwefelbakterien werden über Zählungen quantifiziert. Proben werden für die spätere Messung von intrazellulär gespeichertem Nitrat, Ammonium und elementarem Schwefel und deren Isotopenzusammensetzung aufbereitet.

Weiterhin werden größere Mengen von Oberflächenmaterial genommen, um Inkubationsexperimente mit den großen Schwefelbakterien durchzuführen.

Um das Vorkommen von Populationen grüner Schwefelbakterien über einen längeren Zeitraum zu verfolgen und damit Hinweise auf anoxygene Photosynthese in der Chemokline zu bekommen, sollen an Multicorerkernen und Schwereloten Sedimentproben für die spätere Analyse der charakteristischen Biomarker, Pigmente und Chlorophylle genommen werden. An Sedimentproben sollen gezielt 16S RNS – gerichtete Oligonukleotidsonden eingesetzt werden, um einen Vergleich der Sedimentbakteriengemeinschaft mit der darüberliegenden Wassersäule anzustellen.

Weiterhin sollen benthische Organismen in Schelfsedimenten mit extrem niedrigen Konzentrationen an Bodenwassersauerstoff untersucht werden, um ihr fossiles Überlieferungspotential zu erforschen. Der Schwerpunkt liegt hierbei auf Foraminiferen, Ostrakoden und juvenile Muscheln. Zu diesem Zweck sollen die Sedimente auch auf organische Dinoflagellatenzysten und deren unter-

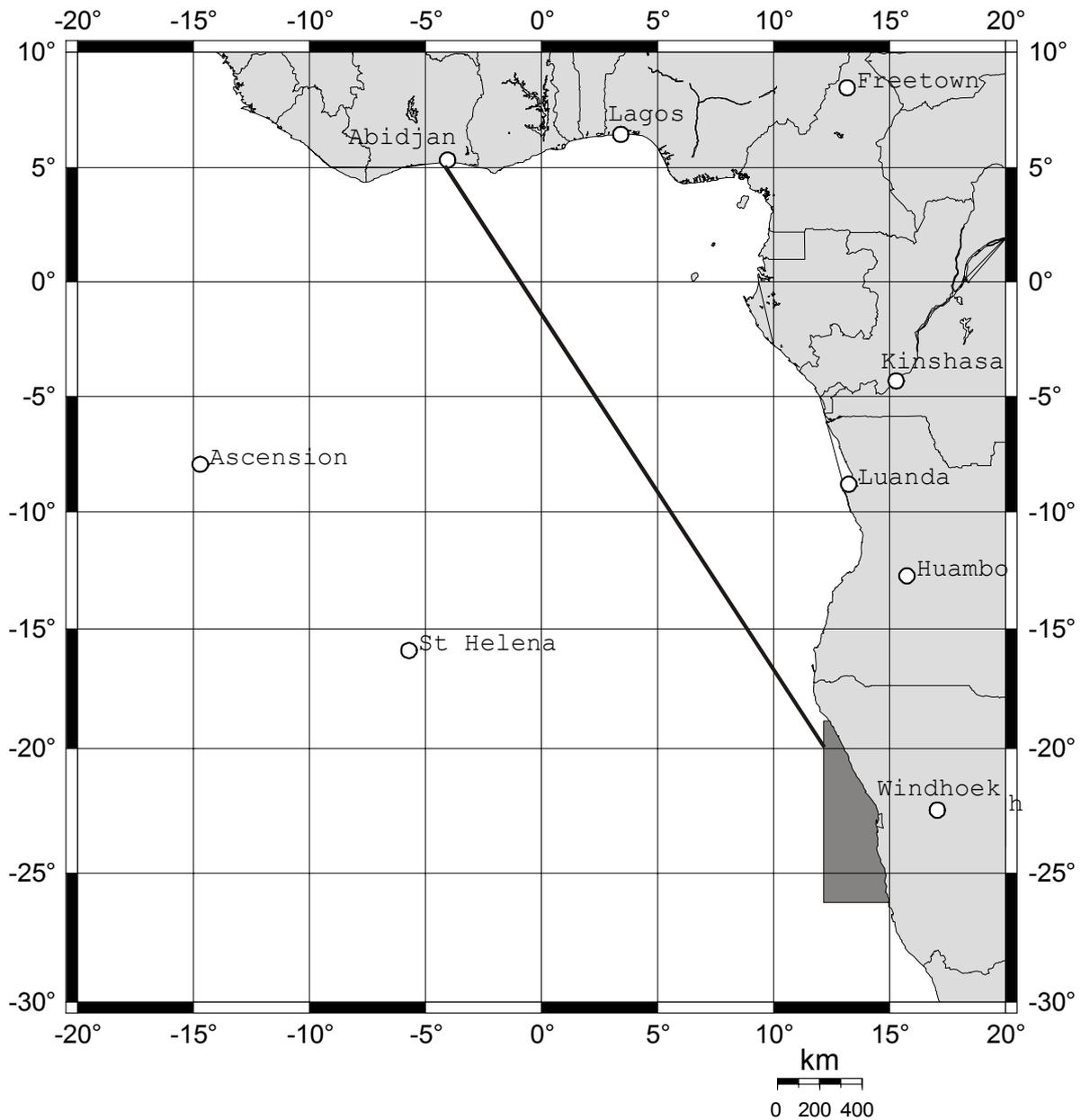
## Sediment Studies

Sediments from the multicorer, gravity corer, and vibrocorer will be squeezed to extract pore waters in order to determine the concentration and isotopic composition of dissolved and gaseous C, N, and S compounds. Rates of bacterial sulfate reduction and of anaerobic methane oxidation will be determined. Using microelectrodes for oxygen, hydrogen sulfide, and pH and time series experiments we will quantify benthic oxygen uptake rates, sulfide fluxes and nitrate fluxes. The large sulfur bacteria will be quantified by counting. Samples will be prepared for later measurement of intracellular nitrate and elemental sulfur and their respective stable isotopic composition. We will also take larger amounts of surface sediment for incubation experiments. Downcore analyses of characteristic biomarker, pigments, and chlorophyll derivatives will be used to reconstruct the presence of green sulfur bacteria over a longer time period and assess past photic zone anoxia. The sediment bacterial community will be compared to that of the water column using 16S rRNA-targeted oligonucleotide probes.

In addition, samples will be taken in the extremely oxygen-depleted near-surface sediments to investigate benthic organisms, in particular foraminifera, but also ostracods and juvenile mussels for their fossil preservation potential as indicators of low O<sub>2</sub>-environments. For this purpose, we will also take samples to investigate the selective preservation of organic-walled dinoflagellate cysts as a function of benthic

schiedliche Erhaltung untersucht werden.  
 Zum Abschluss der Fahrt wird eine Verankerung, die im Dezember 2002 vor Walvis Bay ausgelegt wurde, wieder eingeholt.

oxygen concentrations.  
 At the end of the cruise we will recover a benthic mooring that was deployed in December 2002 off Walvis Bay.



Arbeitsgebiet (schattiert) und Transit zum Zielhafen am Ende der Expedition (Abidjan, Elfenbeinküste)

*Map of working area (dark grey shading) including transit to port of call at the end of expedition (Abidjan, Cote d'Ivoire)*

**Zeitplan / Schedule**  
**Fahrtabschnitt / Leg 57 –3**

	Tage/days
Auslaufen Walvis Bay (Namibia) am 15. März 2003 <i>Departure from Walvis Bay (Namibia) March 15, 2003</i>	
Ca. 860 Meilen Profilfahrt Akustik (8 kn) <i>About 860 miles acoustic profiling (8 kn)</i>	4.5
Arbeiten auf ozeanographischem Transekt OT/4 <i>Oceanographic transect OT/4</i>	1.7
Arbeiten auf 10 Stationen Biogeochemie, Mikrobiologie, Sedimentologie <i>Work biogeochemistry, microbiology, sedimentology at 10 stations</i>	10
Transits zwischen Stationen <i>Transit between stations</i>	1.5
Arbeiten auf ozeanographischem Transekt OT/5 <i>Oceanographic transect OT/5</i>	1.7
Bergung Verankerung <i>Recovery of mooring</i>	1
Transit Abidjan <i>Transit time</i>	6.6
	Total
	27
Einlaufen in Abidjan, 10. April 2003 <i>Arrival at Abidjan (Cote d'Ivoire), April 10, 2003</i>	

## **Bordwetterwarte / *Ship's meteorological Station*** **METEOR Reise 57 / *Cruise 57***

### **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.

Über die Ausrüstung der Meteor mit meteorologischen Messinstrumenten und die Verarbeitung der gewonnenen Daten an Bord gibt eine Broschüre Auskunft, die beim Deutschen Wetterdienst in Hamburg und in der Bordwetterwarte erhältlich ist.

### ***Operational Program***

The ship's meteorological station is staffed with 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*

Continuous 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.

An information sheet describing the meteorological instrumentation and the processing of the recorded data on board is available at Deutscher Wetterdienst in Hamburg or in the meteorological station (only in German).

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

### **AWI**

Alfred-Wegener-Institut  
für Polar- und Meeresforschung  
Columbusstraße  
D-27568 Bremerhaven / Germany

### **DeBeers**

DeBeers Marine Ltd  
Cape Town, South Africa

### **DWD**

Deutscher Wetterdienst  
- Seewetteramt -  
Bernhard-Nocht-Straße 76  
D-20359 Hamburg / Germany

### **GeoB**

Fachbereich 5 - Geowissenschaften  
Universität Bremen  
Klagenfurter Straße  
D-28359 Bremen / Germany

### **GUCT**

Department of Geological Sciences  
University of Cape Town  
Private Bag  
7701 Rondebosch / South Africa

### **GRC-UBA**

Geociències Marines  
Facultat de Geologia  
Universitat de Barcelona  
Campus de Pedralbes  
E-08028 Barcelona / Spain

### **IOW**

Institut für Ostseeforschung Warnemünde  
Seestraße 15  
D-18119 Warnemünde / Germany

### **LMU**

Fakultät für Geowissenschaften an der  
Ludwig-Maximilians Universität München  
Luisenstraße 37 I  
D-80333 München / Germany

### **MPI-HB**

Max-Planck-Institut  
für Marine Mikrobiologie  
Fahrenheit Straße 1  
D-28359 Bremen / Germany

### **NATMIRC**

National Marine Information  
and Research Center  
PO Box 912 NAM  
Swakopmund / Namibia

### **OUCT**

Department of Oceanography  
University of Cape Town  
7701 Rondebosch / South Africa

### **RCOM**

DFG Forschungszentrum Ozeanränder  
Universität Bremen  
Klagenfurter Straße  
D-28359 Bremen / Germany

### **SOC**

Southampton Oceanography Centre  
University of Southampton  
Waterfront Campus  
European Way  
Southampton SO14 3ZH / United Kingdom

### **UBBC**

Fachbereich 2 – Biologie / Chemie  
Universität Bremen  
Leobenerstraße  
D-28359 Bremen / Germany

### **Uni Tüb**

Institut für Geowissenschaften  
Eberhard Karls Universität Tübingen  
Sigwartstrasse 10  
D-72076 Tübingen / Germany

### **Uni Ros**

Inst. für Nachrichtentechnik  
Und Informationselektronik  
Universität Rostock  
Richard-Wagner-Str. 31  
D-18119 Rostock-Warnemünde / Germany

## Teilnehmerliste/ *Participants* METEOR 57

### Fahrtabschnitt / *Leg M 57/1*

1. SCHNEIDER, Ralph	Fahrtleiter / <i>Chief Scientist</i>	RCOM / GeoB
2. BLEIL, Ulrich	Geophysik	RCOM / GeoB
3. BUSCHHOFF, Hella	Meeresgeologie	RCOM / GeoB
4. COMPTON, John	Geochemie	GUCT
5. ENNEKING, Karsten	Geochemie	RCOM / GeoB
6. FREDERICHS, Thomas	Geophysik	RCOM / GeoB
7. HERBERT, Caren	Meeresgeologie	RCOM / GeoB
8. HESSLER, Silvana	Geochemie	RCOM / GeoB
9. HILGENFELDT, Christian	Geophysik	RCOM / GeoB
10. KAHL, Gerhard	Bordmeterologie	DWD
11. KIM, Jung-Hyun	Meeresgeologie	RCOM / GeoB
12. McMILLAN, Ian	Mikropaläontologie	DeBeers (SA)
13. MEYER-SCHACK, Birgit	Meeresgeologie	RCOM / GeoB
14. MIDDLETON, Xavier	Meeresgeologie	GUCT
15. OCHSENHIRT, Wolf-Thilo	Bordmeterologie	DWD
16. RAU, Armanda	Meeresgeologie	GUCT
17. ROGERS, John	Meeresgeologie	GUCT
18. SCHACHT, Rüdiger	Umweltphysik	RCOM / GeoB
19. SCHEWE, Felix	Meeresgeologie	RCOM / GeoB
20. SCHNIEDERS, Luzie	Geochemie	RCOM / GeoB
21. SCHULZ, Horst D.	Geochemie	RCOM / GeoB
22. SPILKER, Sebastian	Meeresgeologie	RCOM / GeoB
23. VEITCH, Jennifer	Ozeanographie	OUCT
24. WELDEAB, Syee	Meeresgeologie	RCOM / GeoB
25. WIEN, Katherina	Geochemie	RCOM / GeoB
26. WILKE, Iris	Meeresgeologie	RCOM / GeoB
27. ZAHN, Rainer	Meeresgeologie	GRC-UBA
28. ZARIC, Snjezana	Meeresgeologie	RCOM / GeoB
29. ZATLOUKAL, Nicole	Paläobiologie	RCOM / GeoB
30. NN	Beoachter / <i>Visitor</i>	(Namibia)

## Teilnehmerliste/ *Participants* METEOR 57

### Fahrtabschnitt / *Leg M 57/2*

1. ZABEL, Matthias	Fahrtleiter / <i>Chief Scientist</i>	RCOM / GeoB
2. AHKE, Astrid	Biogeochemie	RCOM / MPI-HB
3. ASPETSBERGER, Fanni	Org. Geochemie	RCOM / GeoB
4. DEHNING, Klaus	Kerntechnik	RCOM / GeoB
5. EBERWEIN, Astrid	Geologie	RCOM / AWI
6. FERDELMAN, Timothy	Geochemie	RCOM / MPI-HB
7. FRANKE, Christine	Geophysik	RCOM / GeoB
8. HEENE, Toralf	Ozeanographie	IOW
9. HESLOP, Dave	Geophysik	RCOM / GeoB
10. HESSLER, Silvana	Geochemie	RCOM / GeoB
11. HOLZWARTH, Ulrike	Geologie	RCOM / GeoB
12. INTHORN, Maik	Geochemie	RCOM / GeoB
13. KAHL, Gerhard	Bordmeteorologie	DWD
14. KASTEN, Sabine	Geochemie	RCOM / GeoB
15. LANGREDER, Jens	Landertechnik	MPI-HB
16. MOHRHOLZ, Volker	Ozeanographie	IOW
17. MULITZA, Stefan	Geologie	RCOM / GeoB
18. NORDHAUSEN, Axel	Landertechnik	MPI-HB
19. OCHSENHIRD, Wolf-Thilo	Bordmeteorologie	DWD
20. PAUL, André	Geologie	RCOM / GeoB
21. RAJES, Bianca	Biologie/Geochemie	RCOM / GeoB
22. RATHMANN, Söhnke	Geologie	RCOM / GeoB
23. RIEDINGER, Natascha	Geochemie	RCOM / GeoB
24. ROMERO, Oscar	Geologie	RCOM / GeoB
25. SCHÄFER, Raphael	Kerntechnik	RCOM / GeoB
26. SCHMIDT, Markus	Geochemie	RCOM / GeoB
27. VON DOBENECK, Tilo	Geophysik	RCOM / GeoB
28. WILHELM, Olaf	Meereschemie	RCOM / UBBC
29. WITTE, Ursula	Biologie	RCOM / MPI-HB
30. NN	Gast / <i>Visitor</i>	(Namibia)

## Teilnehmerliste/ *Participants* METEOR 57

### Fahrtabschnitt / *Leg M 57/3*

1.	BRÜCHERT, Volker	Fahrtleiter / <i>Chief Scientist</i>	RCOM / MPI-HB
2.	ALTENBACH, Alexander	Mikropaläontologie	LMU
3.	BENING, Gerd	Techniker	IOW
4.	BOCKELMANN, Frank	Mikropaläontologie	RCOM / GeoB
5.	CURRIE, Bronwen	Marine Biologie/Biogeochemie	NATMIRC
6.	DONATH, Jan	Phys. Ozeanographie	IOW
7.	DÜBECKE, Arne	Biogeochemie	RCOM / MPI-HB
8.	ENDLER, Rudolf	Sedimentakustik	IOW
9.	FUCHS, Bernhard	Mikrobiologie	MPI-HB
10.	HEINZ, Petra	Mikropaläontologie	Uni Tüb
11.	KLOCKGETHER, Gabriele	Technikerin	MPI-HB
12.	KUYPERS, Marcel	Biogeochemie	MPI-HB
13.	LAVIK, Gaute	Biogeochemie	MPI-HB
14.	LASS, Ulrich	Phys. Ozeanographie	IOW
15.	LEIPE, Thomas	Sedimentologie	IOW
16.	LILIENTHAL, Swantje	Technikerin	RCOM / MPI-HB
17.	NICKEL, Gerald	Techniker	IOW
18.	NOLI-PEARD, Kathie	Chem. Ozeanographie	NATMIRC
19.	OCHSENHIRT, Wolf-Thilo	Bordmeterologie	DWD
20.	OHDE, Thomas	Fernerkundung	IOW
21.	POLLEHNE, Falk	Biol. Ozeanographie	IOW
22.	SCHULZ, Bernd	Techniker	IOW
23.	SCHULZ, Heide	Mikrobiologie	Uni Han
24.	SIEGEL, Herbert	Fernerkundung	IOW
25.	STRUCK, Ulrich	Mikropaläontologie	LMU
26.	WENDT, Gert	Sedimentakustik	Uni Ros
27.	ZITZMANN, Sybille	Biogeochemie	RCOM / MPI-HB
28.	ZONNEVELD, Karin	Mikropaläontologie	RCOM / GeoB
29.	ZUBKOV, Mikael	Mikrobiologie	SOC
30.	NN	Beobachter / <i>Visitor</i>	

## Besatzung / Crew METEOR 57

### Fahrtabschnitt / Leg M 57/1

Kapitän / Master	JAKOBI, Nils
I. Offizier / Ch. Mate	MEYER, Oliver
I. Offizier / 1st Mate	VOGEL, Peter
I. Offizier / 2nd Mate	NN
Schiffsarzt / Surgeon	Dr. RAABE, Konrad
I. Ingenieur / Ch. Engineer	NEUMANN, Peter-Gerhard
II. Ingenieur / 2nd Engineer	SZYMANSKI, Jürgen
II. Ingenieur / 2nd Engineer	GRUND, Helmuth
Elektriker / Electrician	FREITAG, Rudolf
Ltd. Elektroniker / Ch. Electron.	MEYER, Helmuth
Elektroniker / Electron. Eng.	SCLINSOG, Helmut
System-Manager / Sys.-Man.	VOSS, Martin
Decksschlosser / Fitter	STENZLER, Joachim
Motorenwärter / Motorman	SOSNOWSKI, Werner
Motorenwärter / Motorman	PRINZ, Udo
Motorenwärter / Motorman	KÜHNE, Peter
Motorenwärter / Motorman	BECKER, Michael
Koch / Ch. Cook	HERRMANN, Klaus
Kochsmaat / 2nd Cook	PYTLIK, Franciszek
I. Steward / Ch. Steward	BOTH, Michael
II. Steward / 2nd Steward	PRECHTL, Hans-Jürgen
II. Steward / 2nd Steward	NN
II. Steward / 2nd Steward	NN
Wäscher / Laundryman	HU, Guo Yong
Bootsmann / Boatswain	JAHNS, Winfried
Matrose / A.B.	TAMM, Steffan
Matrose / A.B.	NEITZSCH, Bernd
Matrose / A.B.	VOR, Hans-Jürgen
Matrose / A.B.	REICHMACHER, Wolfgang
Matrose / A.B.	NN
Matrose / A.B.	LINDEMANN, Erhard
Matrose / A.B.	HÄNEL, Bernd

## Besatzung / Crew METEOR 57

### Fahrtabschnitt / Leg M 57/2

Kapitän / Master	JAKOBI, Nils
I. Offizier / Ch. Mate	MEYER, Oliver
I. Offizier / 1st Mate	VOGEL, Peter
I. Offizier / 2nd Mate	NN
Schiffsarzt / Surgeon	Dr. RAABE, Konrad
I. Ingenieur / Ch. Engineer	NEUMANN, Peter-Gerhard
II. Ingenieur / 2nd Engineer	SZYMANSKI, Jürgen
II. Ingenieur / 2nd Engineer	GRUND, Helmuth
Elektriker / Electrician	FREITAG, Rudolf
Ltd. Elektroniker / Ch. Electron.	MEYER, Helmuth
Elektroniker / Electron. Eng.	SCLINSOG, Helmut
System-Manager / Sys.-Man.	VOSS, Martin
Decksschlosser / Fitter	STENZLER, Joachim
Motorenwärter / Motorman	SOSNOWSKI, Werner
Motorenwärter / Motorman	PRINZ, Udo
Motorenwärter / Motorman	KÜHNE, Peter
Motorenwärter / Motorman	BECKER, Michael
Koch / Ch. Cook	HERRMANN, Klaus
Kochsmaat / 2nd Cook	PYTLIK, Franciszek
I. Steward / Ch. Steward	BOTH, Michael
II. Steward / 2nd Steward	PRECHTL, Hans-Jürgen
II. Steward / 2nd Steward	NN
II. Steward / 2nd Steward	NN
Wäscher / Laundryman	HU, Guo Yong
Bootsmann / Boatswain	JAHNS, Winfried
Matrose / A.B.	TAMM, Steffan
Matrose / A.B.	NEITZSCH, Bernd
Matrose / A.B.	VOR, Hans-Jürgen
Matrose / A.B.	REICHMACHER, Wolfgang
Matrose / A.B.	NN
Matrose / A.B.	LINDEMANN, Erhard
Matrose / A.B.	HÄNEL, Bernd

## Besatzung / Crew METEOR 57

### Fahrtabschnitt / Leg M 57/3

Kapitän / Master	JAKOBI, Nils
I. Offizier / Ch. Mate	MEYER, Oliver
I. Offizier / 1st Mate	VOGEL, Peter
I. Offizier / 2nd Mate	NN
Schiffsarzt / Surgeon	Dr. RAABE, Konrad
I. Ingenieur / Ch. Engineer	NEUMANN, Peter-Gerhard
II. Ingenieur / 2nd Engineer	SZYMANSKI, Jürgen
II. Ingenieur / 2nd Engineer	GRUND, Helmuth
Elektriker / Electrician	FREITAG, Rudolf
Ltd. Elektroniker / Ch. Electron.	MEYER, Helmuth
Elektroniker / Electron. Eng.	SCLINSOG, Helmut
System-Manager / Sys.-Man.	VOSS, Martin
Decksschlosser / Fitter	STENZLER, Joachim
Motorenwärter / Motorman	SOSNOWSKI, Werner
Motorenwärter / Motorman	PRINZ, Udo
Motorenwärter / Motorman	KÜHNE, Peter
Motorenwärter / Motorman	BECKER, Michael
Koch / Ch. Cook	HERRMANN, Klaus
Kochsmaat / 2nd Cook	PYTLIK, Franciszek
I. Steward / Ch. Steward	BOTH, Michael
II. Steward / 2nd Steward	PRECHTL, Hans-Jürgen
II. Steward / 2nd Steward	NN
II. Steward / 2nd Steward	NN
Wäscher / Laundryman	HU, Guo Yong
Bootsmann / Boatswain	JAHNS, Winfried
Matrose / A.B.	TAMM, Steffan
Matrose / A.B.	NEITZSCH, Bernd
Matrose / A.B.	VOR, Hans-Jürgen
Matrose / A.B.	REICHMACHER, Wolfgang
Matrose / A.B.	NN
Matrose / A.B.	LINDEMANN, Erhard
Matrose / A.B.	HÄNEL, Bernd

## **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 des Reeders, der RF Reedereigemeinschaft Forschungsschiffahrt 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, the RF 'Reedereigemeinschaft Forschungsschiffahrt GmbH'.*