



**Forschungsschiff**

# **METEOR**

**Reisen Nr. M 104 – M 107**

**23.02.2014 – 03.07.2014**



## **Sauerstoff im tropischen Atlantik: Zirkulation, Vermischung und benthische Rückkopplungen**

Herausgeber:  
Institut für Meereskunde Universität Hamburg  
Leitstelle Deutsche Forschungsschiffe  
<http://www.ifm.zmaw.de/de/ldf/>

Gefördert durch :  
Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)  
Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

ISSN 0935-9974



**Forschungsschiff / *Research Vessel***

# **METEOR**

**Reisen Nr. M 104 – M 107 / *Cruises No. M 104 – M 107***

**23.02.2014 – 03.07.2014**



**Sauerstoff im tropischen Atlantik:  
Zirkulation, Vermischung und benthische Rückkopplungen**

***Oxygen in the tropical Atlantic: Circulation, mixing, and benthic feedbacks***

Herausgeber / *Editor:*

Institut für Meereskunde Universität Hamburg  
Leitstelle Deutsche Forschungsschiffe  
<http://www.ifm.zmaw.de/de/ldf/>

Gefördert durch / *Sponsored by:*

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

ISSN 0935-9974

## **Anschriften / *Addresses***

- Prof. Dr. Detlef Quadfasel**  
Institut für Meereskunde  
CEN Centrum für Erdsystemforschung  
und Nachhaltigkeit  
Universität Hamburg  
Bundesstr. 53  
20146 Hamburg, Germany
- Telefon: +49-40-42838-5756  
Telefax: +49-40-42838-4644  
e-mail: detlef.quadfasel@zmaw.de
- Prof. Dr. Martin Visbeck**  
GEOMAR  
Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel  
Standort Westufer  
Düsternbrooker Weg 20  
24105 Kiel, Germany
- Telefon: +49-431-600-4100  
Telefax: +49-431-600-4102  
e-mail: mvisbeck@geomar.de
- Prof. Dr. Peter Brandt**  
GEOMAR  
Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel  
Standort Westufer  
Düsternbrooker Weg 20  
24105 Kiel, Germany
- Telefon: +49-431-600-4105  
Telefax: +49-431-600-4102  
e-mail: pbrandt@geomar.de
- Dr. rer. nat. Stefan Sommer**  
Marine Biogeochemie  
GEOMAR  
Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel  
Standort Westufer  
Düsternbrooker Weg 20  
24105 Kiel, Germany
- Telefon: +49-431-600-2119  
Telefax: +49-431-600-2928  
e-mail: ssommer@geomar.de
- Leitstelle Deutsche Forschungsschiffe**  
Institut für Meereskunde  
Universität Hamburg  
Bundesstraße 53  
D-20146 Hamburg, Germany
- Telefon: +49-40-428-38-3640  
Telefax: +49-40-428-38-4644  
e-mail: leitstelle@ifm.uni-hamburg.de  
<http://www.ifm.zmaw.de/de/ldf/>
- Reederei**  
Briese Schiffahrts GmbH & Co. KG  
Abt. Forschungsschiffahrt  
Hafenstrasse 12  
26789 Leer, Germany
- Telefon: +49-491-92520-160  
Telefax: +49-491-92520-169  
e-mail: research@briese.de
- Senatskommission für Ozeanographie**  
der Deutschen Forschungsgemeinschaft  
Vorsitzender: Prof. Dr. Michael Schulz  
Marum, Universität Bremen  
Leobener Strasse  
28359 Bremen, Germany
- Telefon: +49-421-218-65444  
Telefax: +49-421-218-7040  
e-mail: SeKom.Ozean@marum.de

## Forschungsschiff / *Research Vessel* METEOR

<b>Ship / Crew</b>	<b>Scientists</b>
<b>Vessel's general email address</b>	<b>Scientific general email address</b>
master@meteor.briese-research.de	chiefscientist@meteor.briese-research.de
<b>Crew's direct email address (duty)</b>	<b>Scientific direct email address (duty)</b>
via master only	n.name.d@meteor.briese-research.de → <b>d</b> = duty
<b>Crew's direct email address (private)</b>	<b>Scientific direct email address (private)</b>
n.name.p@meteor.briese-research.de → <b>p</b> = private	n.name.p@meteor.briese-research.de → <b>p</b> = private
<p>Each cruise participant will receive an e-mail address composed of the first letter of his first name and the full last name. Günther Tietjen, for example, will receive the address:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ g.tietjen.d@meteor.briese-research.de for official (duty) correspondence</li> <li>→ g.tietjen.p@meteor.briese-research.de for personal (private) correspondence</li> </ul> <p>all emails on VSAT are free of charge, on non VSAT (e.g. Fleet77) private correspondence to be paid on board which will be arranged by the system operator on board. notation on VSAT service availability will be done by ships management team / system operator</p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Data exchange ship/shore : on VSAT continuously / non VSAT every 4 hours: 08:00/12:00/16:00/20:00</li> <li>➤ Maximum attachment size: 500 kB, extendable (on request) up to 2 MB</li> <li>➤ The system operator on board is responsible for the administration of the email addresses</li> </ul>	
<b>Phone/Fax Bridge (Inmarsat Fleet 77)</b>	
Fax: +870 761 651 728	
Phone: +870 761 651 726	
<b>Phone Chief Scientist</b>	
Phone: +881 677 701 859	
+49 421 98504372	

**METEOR Reisen Nr. M104 – M107**  
***METEOR Cruises No. M104 – M107***

**23.02.2014 – 03.07.2014**

**Sauerstoff im tropischen Atlantik:**  
**Zirkulation, Vermischung und benthische Rückkopplungen**  
***Oxygen in the tropical Atlantic: Circulation, mixing, and benthic feedbacks***

<b>Fahrt / Cruise M104</b>	23.02.2014 – 14.03.2014 Walvis Bay (Namibia) – Mindelo (Kap Verde) Fahrtleiter / <i>Chief Scientist</i> : Prof. Dr. D. Quadfasel
<b>Fahrt / Cruise M105</b>	17.03.2014 – 16.04.2014 Mindelo (Kap Verde) – Mindelo (Kap Verde) Fahrtleiter / <i>Chief Scientist</i> : Prof. Dr. M. Visbeck
<b>Fahrt / Cruise M106</b>	19.04.2014 – 26.05.2014 Mindelo (Kap Verde) – Fortaleza (Brasilien) Fahrtleiter / <i>Chief Scientist</i> : Prof. Dr. Peter Brandt
<b>Fahrt / Cruise M107</b>	29.05.2014 – 03.07.2014 Fortaleza (Brasilien) – Las Palmas (Spanien) Fahrtleiter / <i>Chief Scientist</i> : Dr. S. Sommer
<b>Koordination / <i>Coordination</i></b>	Leitstelle Deutsche Forschungsschiffe
<b>Kapitän / <i>Master</i> METEOR</b>	M104 Rainer Hammacher M105 Rainer Hammacher M106 Michael Schneider M107 Michael Schneider

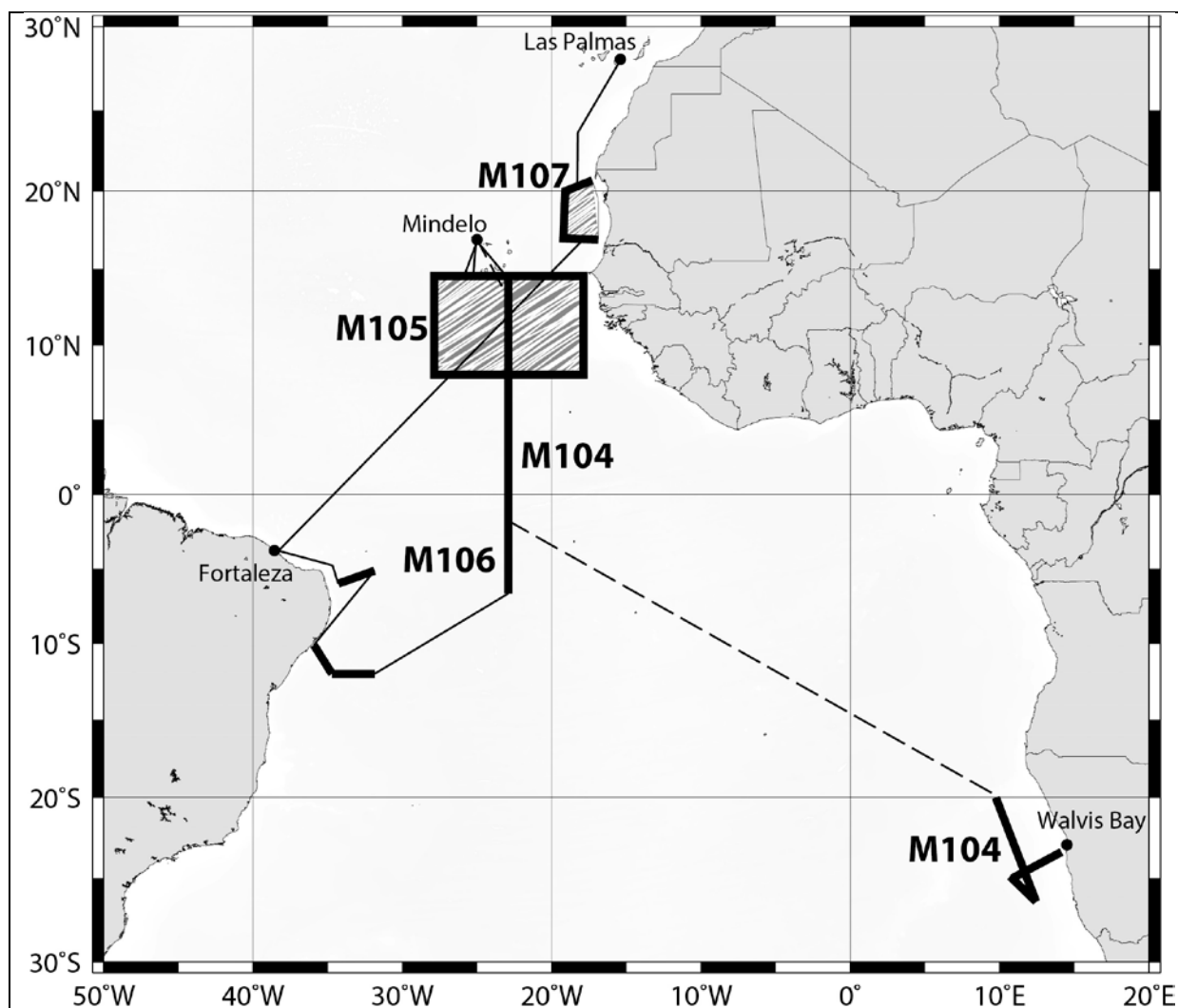


Abb. 1 Geplante Fahrtrouten und Arbeitsgebiete der METEOR Expeditionen M104 – M107.  
 Fig. 1 Planned cruise tracks and working areas of METEOR cruises M 104 – M107.

## **Wissenschaftliches Programm der METEOR Reisen Nr. M 104 – M 107** *Scientific Programme of METEOR Cruises nos. M 104 – M 107*

### **Übersicht**

Die Meteorreisen M 104 – M 107 führen in den tropischen Atlantischen Ozean (Abb. 1). Die Reisen werden im Rahmen des DFG Sonderforschungsbereichs SFB 754 (M105 – M107) und der BMBF Verbundprojekte SACUS (M104) und RACE (M106) durchgeführt. Schwerpunkte sind die Erforschung der Dynamik und Belüftungsprozesse der Sauerstoffminimumzonen im tropischen Atlantischen Ozean sowie die Variabilität der Randstromzirkulation im östlichen und westlichen tropischen Atlantik.

### **Fahrt M104**

Instabilitäten östlicher Randströme in Auftriebsregionen und die damit verbundene Ausbildung von Filamenten kalten Oberflächenwassers tragen maßgeblich zum negativen Wärmetransport von den Küstenregionen in den offenen Ozean bei. Diese meso- und submesoskaligen Prozesse werden in heutigen Klimamodellen nicht aufgelöst, was zu einem starken Temperaturbias in den östlichen subtropischen Ozeanen führt. Während M104 soll das Auftreten und die Dynamik von Filamenten untersucht und ihre Rolle für den ozeanischen Wärmetransport quantifiziert werden. Die Hauptaufgabe ist die Bergung einer während M99 ausgelegten Verankerung ca. 200 Meilen vor der Küste. Die Fahrt findet im Rahmen des BMBF SACUS-SPACES Projekts statt. Weiterhin werden während der Reise atmosphärische Spurengase gemessen werden.

### **Fahrt M105**

Die Fahrt M105 im tropischen Atlantik wird im Rahmen des DFG Sonderforschungsbereichs (SFB) 754, „Klima-Biogeochemische Wechselwirkungen im tropischen Ozean“, durchgeführt. Sie dient der Quantifizierung und dem besseren Verständnis der Sauerstoffzufuhr in die Sauerstoffminimumzone (oxygen minimum zone (OMZ)) im tropischen Atlantik unter besonderer Berücksichtigung der Bedeutung sub-mesoskaliger Pro-

### **Synopsis**

*Meteor cruises M 104 – M 107 will take place in the tropical Atlantic Ocean (Fig. 1) in the context of the DFG Collaborative Research Centre SFB 754 (M105 – M107) and the BMBF projects SACUS (M104) and RACE (M106). Research foci are the dynamics and ventilation processes of the Oxygen Minimum Zones (OMZ) of the tropical Atlantic Ocean as well as the variability of the boundary circulation of the eastern and western tropical Atlantic.*

### **Cruise M104**

*Instabilities of eastern boundary currents in upwelling regions and associated cold water filaments lead to a significant negative heat transport from the coastal region to the interior ocean. These meso- and submesoscale processes are not adequately resolved in climate models resulting in a strong temperature bias in the eastern parts of the subtropical oceans. During the cruise we plan to study the occurrence and dynamics of the filaments and quantify their role in the oceanic heat transport. The main task will be recovering a hydrographic and current meter mooring deployed during M99 some 200 miles offshore. The cruise is part of the BMBF SACUS-SPACES project. In addition atmospheric trace gases will be measured during the cruise.*

### **Cruise M105**

*Cruise M105 in the tropical Atlantic Ocean is a contribution to the DFG Collaborative Research Project (SFB) 754, Climate-Biogeochemistry Interactions in the Tropical Ocean. The main goal of the study is to quantify and better understand the supply of oxygen to the oxygen minimum zone (OMZ) of the Tropical Atlantic with a particular focus on the role of sub-mesoscale processes for lateral and vertical oxygen fluxes and*

zesse für die seitlichen und vertikalen Sauerstoffflüsse, einem entscheidenden Aspekt der Belüftung der Wassermassen in dieser Region. Das "Oxygen Supply Tracer Release Experiment" (OSTRE) dient der Quantifizierung diapycnaler und seitlicher Mischungsverhältnisse der Wassermassen in der Region.

Diese Fahrt ist die zweite Kartierungsfahrt des Tracers  $SF_5CF_3$ , der Ende 2012 in der Nähe der OMZ ca. 5°N und ca. 500 Meter tief freigesetzt wurde (MSM23). Zusätzlich werden wir schiffbasierte CTD und ADCP Beobachtungen und schiff- und gliderbasierte mikrostrukturelle Messungen durchführen. Während der Fahrt wird der Gleiterschwarm ausgesetzt, um hochauflösende zeitliche und räumliche Veränderungen zu dokumentieren. Die Glider werden während der Fahrt M106 wieder aufgenommen. Unterwegs werden Experimente zum Zooplankton und zur Stickstofffixierung durchgeführt und treibende Sedimentfallen eingesetzt.

### **Fahrt M106**

Die Reise M106 ist eine Zusammenarbeit des Kieler Sonderforschungsbereiches SFB 754 („Klima – Biogeochemie Wechselwirkungen im tropischen Ozean“), des BMBF Verbundprojektes RACE, und des deutsch-französischen Kooperationsvorhabens AWA. Im Rahmen des SFB 754 sollen sowohl Ventilationsprozesse der Sauerstoffminimumzone (laterale und vertikale Vermischung sowie Advektion, Teilprojekt (TP) A3, A4) als auch die Rolle des Zooplanktons für Sauerstoffverbrauch und biogeochemische Zyklen (TP B8) untersucht werden. Am Äquator gilt unser Hauptinteresse dem äquatorialen Strömungssystem, seinen zwischenjährlichen Schwankungen, sowie seinem Einfluss auf den zonalen Transport von Wärme, Frischwasser und Sauerstoff (BMBF RACE, SFB 754).

Im Rahmen des BMBF RACE Projektes hat die Reise das Ziel, die Variabilität der westlichen Randstromzirkulation vor Südamerika zu untersuchen. Hierbei soll besonderes Augenmerk auf Transportschwankungen des Nordbrasilianischen Unterstroms

*thus a critical aspect of the ventilation of this region. The "Oxygen Supply Tracer Release Experiment" (OSTRE) will allow quantification of the diapycnal and lateral mixing rates in the region.*

*This cruise will be the second mapping cruise of the tracer  $SF_5CF_3$  that was injected in late 2012 (MSM23) near the OMZ at around 5°N and about 500 meters depth. Additional work will include ship-based CTD and ADCP observations, as well as ship and glider based microstructure measurement. During the cruise a fleet (swarm) of gliders will be launched that will conduct high temporal and spatial observations close to the tracer release site. The gliders will be recovered during cruise M106. During the cruise zooplankton work, nitrogen fixation experiments and drifting sediment trap studies will be conducted.*

### **Cruise M106**

*Cruise M106 is a joint effort of the Kiel Collaborative Research Center SFB 754 ("Climate - Biogeochemistry Interactions in the Tropical Ocean"), of the BMBF joint project RACE, and of the German-French Cooperative Project AWA. Within the framework of the SFB 754, ventilation processes of the oxygen minimum zone (OMZ), including lateral mixing, vertical mixing and oxygen advection (subproject (SP) A3 and A4) as well as the role of zooplankton for oxygen consumption and biogeochemical cycles (SP B8) will be investigated. At the equator, the cruise will focus on the equatorial current system, its interannual variability and its role in the zonal transport of heat, freshwater, and oxygen (BMBF RACE, SFB 754).*

*Within the framework of RACE the aim of this cruise is to investigate the variability of the western boundary current system off South America. A particular focus will be on the transport variability of the North Brazil Undercurrent (NBUC) – as part of the meridional overturning circulation (AMOC) – on timescales from intraseasonal to decadal.*



(NBUC) – als Teil der meridionalen Umwälzbewegung (AMOC) – auf intrasaisonalen bis dekadischen Zeitskalen gelegt werden.

Die Hauptarbeiten während M106 sind Bergung und Ausbringung von Tiefseeverankerungen, die Durchführung eines Gleiterschwarmexperiments im Zentrum der Sauerstoffminimumzone und Stationsarbeiten. Für letztere werden eine Kombination aus CTD/Lowered ADCP/Underwater Vision Profiler (UVP), eine Mikrostruktursonde und ein Zooplankton-Multinetz eingesetzt. Zusätzlich werden unterwegs mit den bord-eigenen Schiffs-ADCPs Strömungen und mit dem Thermosalinographen Wassermasseneigenschaften gemessen.

### **Fahrt M107**

Hauptzielsetzungen der geplanten Expedition sind:

- (a) die Bestimmung der Variabilität benthischer Nährstoff-Freisetzung ( $\text{NH}_4^+$ , P, Fe, Si) sowie  $\text{N}_2$  in Abhängigkeit vom hydrodynamischen Regime, zu regionalen Unterschieden in den Bodenwasserkonzentrationen von  $\text{O}_2$  und  $\text{NO}_3^-$  sowie vom sedimentären, organischen Kohlenstoffgehalt ( $\text{C}_{\text{org}}$ );
- (b) die Erforschung der am benthischen Stoffumsatz beteiligten mikrobiologischen Prozesse im besonderen Hinblick auf die  $\text{N}_2$ -Fixierung;
- (c) die Erforschung von Vermischungsprozessen in der Bodengrenzschicht (BGS) und die Quantifizierung von diapycnischen und advektiven Flüssen von  $\text{N}_2$ ,  $\text{NH}_4^+$ , P, Fe, Si und Radium Isotopen zwischen bzw. entlang der BGS und der geschichteten Wassersäule;
- (d) die Erfassung des Nährstoffumsatzes und der gelösten und partikulären  $\text{C}_{\text{org}}$ -Phase in der Wassersäule; und
- (e) die Untersuchung von sauerstoffabhängigen biogeochemischen Prozessen des Stickstoffkreislaufs, insbesondere der  $\text{N}_2$ -Fixierung und des Stickstoffverlusts in der Wassersäule. Dies soll durch die zeitgleiche in-situ Erfassung von benthischen Fluss- und Strömungsmessungen mittels verschiedener Lander, Mikrostruktur-Messungen sowie Verankerungen und Glider Einsätzen erreicht werden. Hinzu kommen vertikal

*The main tasks during M106 will be the recovery and redeployment of several subsurface moorings, a glider swarm experiment in the center of the OMZ, and station work with a CTD/Lowered ADCP/Underwater Vision Profiler (UVP), a microstructure probe and a zooplankton multinet. In addition, underway measurements of upper ocean currents with the two shipboard ADCPs and hydrographic measurements with the thermosalinograph probe will be performed.*

### **Cruise M107**

*Major aims of the cruise are the following: (a) determination of the variability of benthic nutrient release ( $\text{NH}_4^+$ , P, Fe, Si) and  $\text{N}_2$  in relation to the hydrodynamic regime, to local differences in the bottom water concentration of  $\text{O}_2$  and  $\text{NO}_3^-$  as well as the organic carbon content of surface sediments ( $\text{C}_{\text{org}}$ ); (b) investigation of the benthic microbiology driving these fluxes with particular regard to  $\text{N}_2$ -fixation; (c) the investigation of mixing processes in the benthic boundary layer (BBL) and the quantification of diapycnal and advective fluxes of  $\text{N}_2$ ,  $\text{NH}_4^+$ , P, Fe, Si as well as radium isotopes across the BBL into the stratified water column and the mixed surface layer; (d) determination of the turnover of nutrients as well as of the particulate and dissolved organic matter in the water column; (e) in the water column  $\text{O}_2$  dependent processes of the N-cycle with particular regard to N-fixation and N loss will be studied. This will be approached by the simultaneous measurement of benthic fluxes and the current regime using different benthic landers, microstructure measurements, as well as the deployment of moorings and gliders. Further investigations in the water column are high-resolution nutrient profiles during CTD-water sampling rosette deployments and investigations using sediment traps. The envisaged working areas are located*

hochauflösende Nährstoffmessungen mittels eines CTD-Kranzwasserschöpfers und Untersuchungen mittels Sedimentfallen. Die geplanten Arbeitsgebiete bei  $18^{\circ}20'N$  und  $19^{\circ}50'N$  sind in Abb. 5 dargestellt. *at  $18^{\circ}20'N$  and  $19^{\circ}50'N$ , Fig. 5.*

## **Fahrt / Cruise M 104**

### **Von Walvis Bay / From Walvis Bay – Nach Mindelo / To Mindelo**

#### **Wissenschaftliches Programm**

Hauptziel der geplanten Untersuchungen ist die detaillierte Vermessung von Strömungen und Hydrographie in Auftriebs-Filamenten im Benguela Auftriebs-System vor der Küste Namibias. Die während der Reise M99 durchgeführten Beobachtungen zeigten die größte Häufigkeit des Auftretens von Filamenten zwischen Walvis Bay und Lüderitz. Diese waren zwischen 10 und 50 km breit und erstreckten sich bis in eine Entfernung von 500 km vor der Küste. Dort, in ca. 350 km Küstenentfernung, war eine Verankerung zur Messung oberflächennaher Strukturen ausgelegt worden, die jetzt, ein halbes Jahr später, wieder geborgen werden soll. Parallel zu den ozeanischen Beobachtungen werden, wie auch schon während M99, Messungen von Spurenstoffen wie Methan und Kohlendioxid in der Atmosphäre durchgeführt. Hier geht es darum, die Gasflüsse zwischen Ozean und Atmosphäre durch die Meeresoberfläche zu quantifizieren.

Nach dem Ende des Filament-Programms werden dann auf dem Transit zum Endhafen Mindelo auf den Kapverdischen Inseln weitere hydrographische Profilmessungen sowie Strömungsmessungen mit dem ADCP durchgeführt. Insbesondere die Beobachtungen entlang 23°W tragen dabei zu dem Untersuchungsprogramm der Reise M106 (Peter Brandt, GEOMAR) bei.

#### **Arbeitsprogramm**

Nach dem Auslaufen aus Walvis Bay zur Verankerung soll zunächst ein hochauflösender hydrographischer Schnitt mit der Unterwegs-CTD gefahren werden. Dieses Gerät kann während der Fahrt des Schiffes bei Geschwindigkeiten von bis zu 12 kn eingesetzt werden und liefert Temperatur- und Salzgehaltsprofile bis in eine Tiefe von 600 m. Nach der Verankerungsaufnahme ist dann ein weiterer hochauflösender uCTD Schnitt parallel zur Küste im Bereich der 2000 m Tiefenlinie geplant. Diese Messun-

#### **Scientific Programmes**

*The main purpose of the cruise is the collection of high resolution hydrographic and current data in filaments in the Benguela Upwelling System off the Namibian coast. Observations made during a previous cruise (M99) show the highest abundance of filaments between Walvis Bay and Lüderitz. These were between 10 and 50 km wide and extended to a distance of 500 km offshore. Here, in about 350 km distance from the coast, a hydrographic and current meter mooring was deployed to monitor the near surface structures associated with the passage of filaments. Now, about half a year after deployment, the mooring shall be recovered. In parallel to the oceanic studies we will, as during M99, measure the atmospheric concentrations of trace gases such as carbon-dioxide and methan. The goal is to quantify the gas exchanges and fluxes across the air-sea interface.*

*After the end of the filament program, during the transit to the final port of Mindelo on the Cape Verde Islands, the hydrographic and current profile measurements with CTD and vessel mounted ADCP will be continued. In particular the observations along the 23°W section will contribute to the studies to be made during M106 (Peter Brandt, GEOMAR).*

#### **Work program**

*After leaving Walvis Bay and on the way to the mooring position a high resolution hydrographic section will be run using the underway CTD system. This instrument can be deployed while the vessel is steaming with speeds of up to 12 knots. It provides temperature and salinity profiles to depths of 600 m. After the mooring recovery a coast parallel uCTD section will be run approximately along the 2000 m isobaths. These observation will complement the filament surveys done during M99 and will provide*

gen sollen diejenigen von M99 ergänzen und Informationen über die Struktur der Filamente am Ende der Haupt-Auftriebs-Saison liefern.

Während des anschließenden Transits nach Mindelo werden weitere uCTD Profile und Strömungsprofile mit den schiffsgebundenen ADCPs gewonnen. Dabei sollen insbesondere die Messungen entlang des Meridionalschnitts bei 23°W zum Messprogramm der Reise M106 beitragen.

*information on the filaments' structure at the end of the main upwelling season.*

*During the following transit to Mindelo the hydrographic and current profiling work will continue. In particular the data collected along the meridional section at 23°W will contribute to the scientific program of the following cruise M106.*

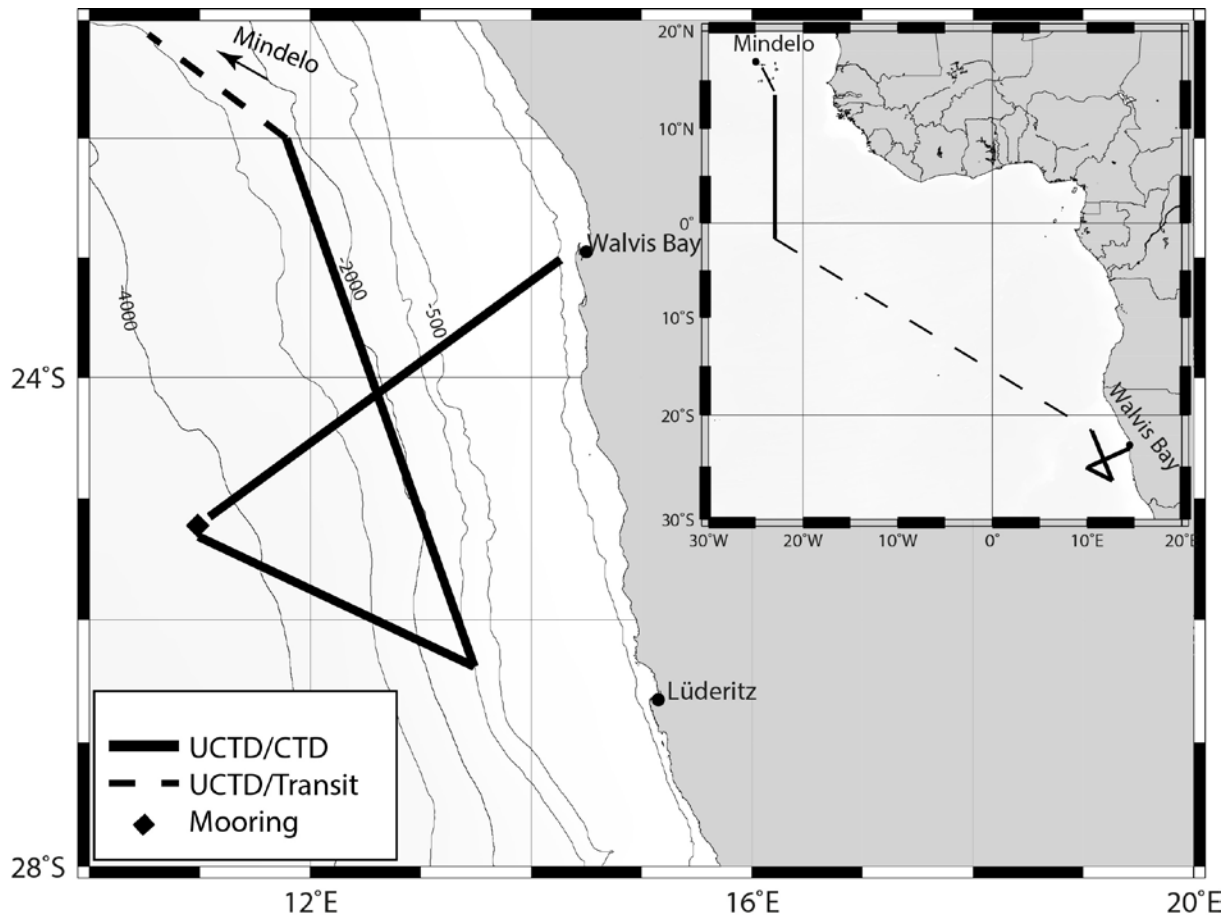


Abb. 2 Geplante Fahrtroute der METEOR Expedition M 104 von Walvis Bay nach Mindelo im Februar und März 2014.

Fig. 2 *Planned track of METEOR cruise M 104 from Walvis Bay to Mindelo during February and March 2014.*

**Zeitplan / Schedule**  
**Fahrt / Cruise M104**

	Tage/days
Auslaufen von Walvis Bay (Namibia) am 23.02.2014 <i>Departure from Walvis Bay (Namibia) on 23.02.2014</i>	
Transit zum Arbeitsgebiet / <i>Transit to working area</i>	0
Schnitt mit uCTD zur Verankerungsposition/ <i>Section with uCTD to mooring position</i>	1
Verankerungsaufnahme <i>Mooring recovery</i>	0.5
Filament Studie <i>Filament study</i>	3.5
Transit nach Mindelo (Kap Verde) mit Unterwegs-Messungen <i>Transit to Mindelo (Cape Verde) with underway observations</i>	14
<b>Total</b>	<b>19</b>
Einlaufen in Mindelo (Kap Verde) am 14.03.2014 <i>Arrival in Mindelo (Cape Verde) on 14.03.2014</i>	

## Fahrt / Cruise M 105 Von Mindelo / From Mindelo – Nach Mindelo / To Mindelo

### Wissenschaftliches Programm

In den östlichen tropischen Regionen des Atlantischen und Pazifischen Ozeans finden sich in Tiefen von 100 bis 900 m Sauerstoffminimumzonen (oxygen minimum zone (OMZ)). Den geringsten Sauerstoffgehalt findet man in 300-500 Metern Wassertiefe, von wo aus seine Konzentration zur Wasseroberfläche hin rapide ansteigt. In der OMZ des Ostatlantiks misst man Sauerstoff-Minimalwerte von ca.  $40 \mu\text{mol kg}^{-1}$ .

Transportprozesse versorgen das Innere des Ozeans mit Sauerstoff. Allerdings findet diese Belüftung nicht homogen statt und sie erfolgt über verschiedene Wege. Aber insbesondere die Belüftungsprozesse der sogenannten ‚shadow zones‘, in denen die OMZs liegen, sind noch nicht vollständig erforscht. Um die Raten und die Effektivität der verschiedenen Wege zu quantifizieren, kombiniert man Ergebnisse aus Modellen und Beobachtungen.

Eine mögliche Belüftung der Nordatlantik-OMZ erfolgt durch das sauerstoffreiche Wasser des zonal ostwärts fließenden tropischen Bandes. Dazu kommt ungefähr ein Drittel der Sauerstoffversorgung durch sehr steile vertikale Sauerstoffgradienten zusammen mit einem Anteil aus diapycnischen Vermischungen. Einen dritten Weg der Sauerstoffversorgung stellt die horizontale Vermischung von mesoskaligen Wirbeln in der kapverdischen frontalen Zone im Norden des Guinea Dome upwelling Regimes dar. Es konnte gezeigt werden, dass Tracer Release-Experimente exzellente integrale Messergebnisse liefern, aus denen direkt die durchschnittliche Dauer der diapycnischen Diffusions- und Querdispersions-Raten abgeleitet werden können.

Im Sauerstoffversorgungs-Tracer-Release-Experiment (OSTRE), konzentrieren wir uns auf die Wege der horizontalen Sauerstoffzufuhr in der tropischen Nordatlantik OMZ. Ein künstlicher Tracer wurde

### Scientific Programmes

*Oxygen minimum zones (OMZ) in the depth range 100 to 900 m in the Atlantic and Pacific oceans cover the eastern tropical regions. The lowest oxygen values are encountered at 300 to 500 m depth with a sharp increase towards the surface layers. The OMZ of the eastern North Atlantic has minimum oxygen values of about  $40 \mu\text{mol kg}^{-1}$ . The ventilation, i.e. transport processes that supply oxygen to the interior ocean, is not homogeneous and may occur via more than one pathway. In particular, the ventilation processes of the so-called ‘shadow zones’ which host the OMZs have not been fully established. In order to quantify the rates and efficiencies of each pathway, a combined approach using both models and observations is used.*

*Oxygen-rich water supplied by the zonal, eastward flowing tropical current bands is one of the possible ventilation pathways into the North Atlantic OMZ. The very steep vertical oxygen gradient, combined with some amount of diapycnal mixing, provides roughly 1/3 of the oxygen supply. A third pathway of oxygen supply is due to horizontal stirring by mesoscale eddies within the Cape Verde frontal zone to the north of the Guinea Dome upwelling regime. Tracer release experiments have been shown to provide excellent integral measurements which permit the direct estimate of time averaged diapycnal diffusion and lateral dispersion rates.*

*In the oxygen supply tracer release experiment (OSTRE), we will focus on the horizontal oxygen supply route in the tropical North Atlantic Oxygen Minimum Zone (OMZ). An artificial tracer was released in the center of the OMZ (both in a lateral and vertical sense) in December 2012, during cruise MSM23. OSTRE will directly address an emerging central issue of the SFB 754: How is dissolved oxygen transported into the OMZ across mean oxygen gradients?*

in der Mitte der OMZ (sowohl in lateraler und vertikaler Richtung) im Dezember 2012 auf der Forschungsfahrt MSM23 ausgebracht.

OSTRE beschäftigt sich mit einem zunehmend zentralen Thema des SFB 754: Wie kann gelöster Sauerstoff in die OMZ über mittlere Sauerstoffgradienten hinweg transportiert werden? Dies kann nicht das Ergebnis einer mittleren Strömungsgeschwindigkeit sein, die in Abwesenheit von Misch und/oder signifikanten lokalen Quellen zustande kommt und Senken müssen parallel ausgerichtet sein zu mittleren Eigenschaftsgradienten. Also muss die Sauerstoffversorgung der OMZ durch nichtlineare Vermischung, höchstwahrscheinlich durch Wirbelströme erzeugt, stattfinden. Wie effizient sind diese Wirbelströme? Stellen unsere Modelle diesen grundlegenden Prozess der Dynamik der OMZ quantitativ korrekt dar? Weitere Ziele der Fahrt sind:

- 1) die Sauerstoffverteilung der östlichen Nordatlantik OMZ mit hoher zeitlicher und räumlicher Auflösung zu quantifizieren;
- 2) die Ursache subtropisch-tropischer Zirkulationswege, die die östliche tropische OMZ mit Sauerstoff versorgen, zu identifizieren
- und 3) die zeitlichen Schwankungen (z.B. jährlich, saisonal, kurzzeitig) der Sauerstoffzufuhr zur und im Sauerstoffbestand in der OMZ zu beobachten.

Wir werden Proben von Zooplankton nehmen, um seine Rolle in biogeochemischen Zyklen aufzuklären, insbesondere für den Transport von organischer und anorganischer Materie von der Oberflächenschicht in die Tiefen der OMZ über tagaktive vertikale Migrationen. Wir werden an Bord Experimente durchführen, um die Stickstofffixierung zu quantifizieren. Insbesondere untersuchen wir die Rolle der kleineren Stickstofffixierer. Während der gesamten Fahrt werden kontinuierliche Messungen des Oberflächenwassers auf folgende Parameter durchgeführt: Temperatur der Meeresoberfläche (SST) und Salzgehalt (SSS), CO<sub>2</sub>-Partialdruck (pCO<sub>2</sub>) und gelöste

*This cannot be the result of a mean flow, which in the absence of mixing and/or significant local sources and sinks must be aligned parallel to mean property gradients. Thus, the oxygen supply to the OMZ must be facilitated by non-linear stirring, most likely due to eddy mixing processes. How efficient are they? And do our models give a quantitatively correct representation of this fundamental process of OMZ dynamics?*

*Further goals of the cruise are to*

- 1) quantify the oxygen distribution of eastern North Atlantic OMZ with high temporal and spatial resolution;*
- 2) identify subtropical-tropical circulation pathways that provide oxygen to the eastern tropical oxygen minimum zones; and to*
- 3) observe temporal variability (e.g. inter-annual, seasonal, short-term) in the supply of oxygen to and in the inventory of oxygen in the OMZ.*

*A zooplankton-sampling program aims to elucidate the role of zooplankton in biogeochemical cycles, in particular their role for the transport of organic and inorganic matter from the surface layer to OMZ depths via diurnal vertical migrations.*

*We will conduct on-board experiments to quantify the rate of nitrogen fixation, in particular the role of smaller diazotrophs will be examined.*

*Continuous surface water measurements of the following parameters will be conducted throughout the entire cruise: sea surface temperature (SST), salinity (SSS), partial pressure of CO<sub>2</sub> (pCO<sub>2</sub>) and dissolved oxygen concentration.*

Sauerstoffkonzentration.

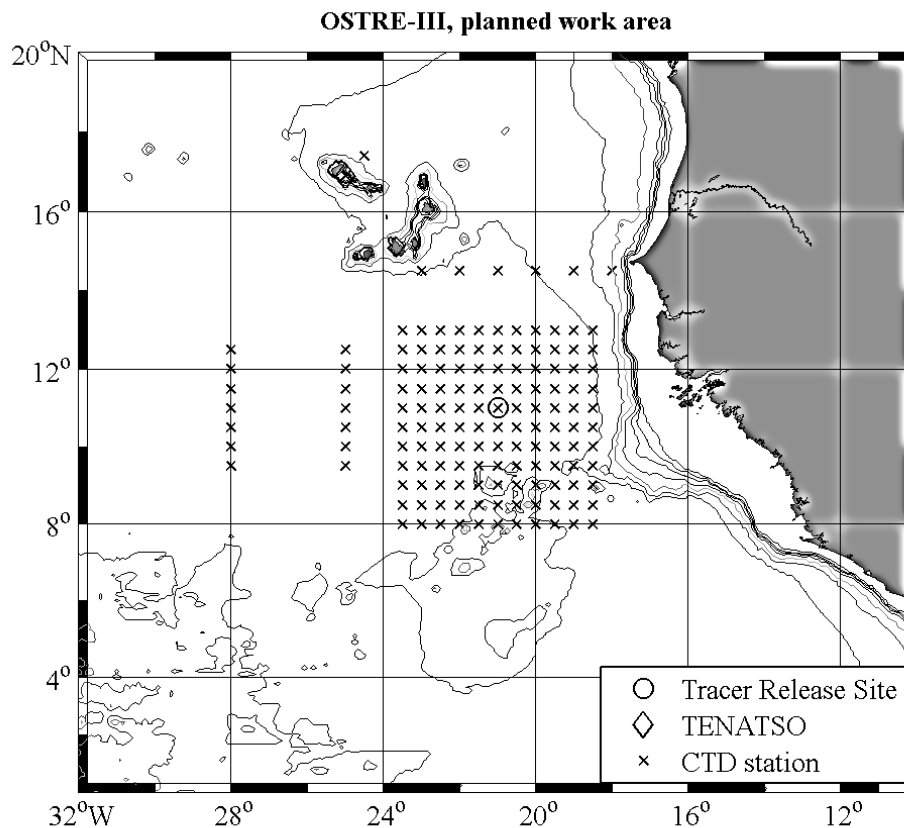


Abb. 3 Das geplante Arbeitsgebiet der Expeditionsfahrt M 105 liegt südlich der Kapverdischen Inseln in der Sauerstoffminimumzone des tropischen Nordostatlantiks.

Fig. 3 The working area of cruise M 105 is the area south of the Cape Verde Islands in the Oxygen Minimum Zone of the tropical North East Atlantic.

### Arbeitsprogramm

Am ersten Tag der Fahrt werden wir hydrographische Untersuchungen an der Station für Langzeitmessungen des Cape Verde Ocean Observatory (CVOO) etwa 40 nm nordöstlich von Mindelo machen. Wir werden dann südlich entlang des Bereichs 14°30'N (Abb. 3) fahren. Dieser Bereich wurde und wird regelmäßig von uns untersucht.

Vom Ende des "Praia-Dakar" Abschnitts werden wir zu unserem Hauptuntersuchungsgebiet aufbrechen – das Gebiet, in das der letzte Tracer ausgebracht wurde. In diesem Bereich werden wir unsere ausführlichen CTD Untersuchungen durchführen,

### Work Programme

During the first day of the cruise we will take hydrographic measurements at the Cape Verde Ocean Observatory (CVOO) time-series site about 40 nm NE of Mindelo. We will then steam south to continue a zonal section along 14°30' north (Fig.3). This section has been repeated regularly in the past.

From the end of the "Praia-Dakar" section we will steam to the main area of investigation – the area where the deliberate tracer release took place. Here we will carry out our detailed CTD surveys with the aim of mapping the tracer as detailed as possible, and at the same time mapping the oxy-



um den Tracer so detailliert wie möglich und gleichzeitig die Sauerstoff Verteilung in der Region abzubilden.

Wir werden zudem einige biologische Stationen einlegen, bei denen wir ein Hydrobios Multinet tagsüber und nachts ausbringen werden, um tagaktive vertikale Wanderungen des Zooplanktons beschreiben zu können. Auch werden wir einen Unterwasser Vision-Profilier montiert auf einer CTD-Sonde einsetzen, der uns die Menge von kleinem Zooplankton und Teilchen zeigt.

Während der Fahrt werden wir eine Flotte von etwa sechs Gleitern einsetzen, die einen detaillierten Blick auf die physikalischen Eigenschaften der Umgebung ermöglichen. Alle Gleiter werden mit Sauerstoffsensoren, Salzgehalt- und Temperatursensoren ausgestattet. Zwei der Gleiter erhalten zusätzlich Mikrostruktursensoren.

Für die kontinuierlichen Messungen des Oberflächenwassers wird eine Unterwasserpumpe im moon pool des Schiffes installiert, die die Instrumente mit Wasser umspült.

Während der Fahrt werden wir regelmäßig Wasserproben aus den oberen 100 Metern für Stickstofffixierungs-Experimente nehmen.

*gen distribution in the area.*

*In addition, we will take a few biological stations, during which we will deploy a Hydrobios Multinet during both day and night in order to characterise diurnal vertical migrations of zooplankton. Also, we will have an Underwater Vision Profiler mounted on the CTD, which gives abundance of small zooplankton and particles.*

*During the cruise we will deploy a swarm of about 6 gliders that will provide a detailed view of the physical characteristics of the area. Two of the gliders will be equipped with microstructure sensors, and all gliders will be equipped with oxygen sensors, in addition to salinity and temperature sensors.*

*For the continuous surface water measurements, a submersible pump, installed in the ship's moon pool, supplies water to the respective instruments.*

*Throughout the cruise we will regularly collect water in the upper 100 meters that will be used for nitrogen fixation experiments.*

**Zeitplan / Schedule**  
**Fahrt / Cruise M105**

	Tage/days
Auslaufen von Mindelo (Kap Verde) am 17.03.2014 <i>Departure from Mindelo (Cape Verde) on 17.03.2014</i>	
Transit zur CVOO time-series station / <i>Transit to working area</i>	0.3
Transit zum 14.5°N CTD-Schnitt / <i>Transit to 14.5°N CTD section</i>	0.7
CTD-Arbeiten entlang 14°30'N / <i>CTD section along 14°30'N</i>	2
Transit zum Arbeitsgebiet / <i>Transit to work area</i>	0.5
CTD-Stationsarbeiten / <i>CTD station work</i>	23.5
Biologische Probenahmen / <i>Biological sampling</i>	1
Sedimentfallen Ausbringen/Einholen / <i>Sediment trap deployment/recovery</i>	0.5
Gleiter Aussetzen / (Einholen) / <i>Glider deployment / (recovery)</i>	0.5
Transit zum Hafen in Mindelo / <i>Transit to port in Mindelo</i>	2
<b>Total</b>	<b>31</b>
Einlaufen in Mindelo (Kap Verde) am 16.04.2014 <i>Arrival in Mindelo (Cape Verde) on 16.04.2014</i>	

## **Fahrt / Cruise M 106**

### **Von Mindelo / *From Mindelo* – Nach Fortaleza / *To Fortaleza***

#### **Wissenschaftliches Programm**

Die wissenschaftlichen Fragen des SFB 754, denen während M 106 nachgegangen werden soll, sind:

- Wie reagiert die Sauerstoffverteilung im Ozean unterhalb der Deckschicht auf Veränderungen in der Ozeanzirkulation und Ventilation?
- Was sind die Abhängigkeiten und die Rückkopplungsmechanismen, die niedrige oder variable Sauerstoffniveaus mit Quellen und Senken von Schlüsselnährstoffen in der Wassersäule verbinden?

Diese beiden allgemeinen Fragen beinhalten speziellere Forschungsthemen, wie z.B. die Quantifizierung des Sauerstoffbudgets in der Sauerstoffminimumzone, die Produktion und Dissipation von Sauerstoffvarianz, die Gewinnung von mehrjährigen Zeitserien von Sauerstoff und Strömungen im Bereich der Sauerstoffminimumzone und die Rolle der mittleren Zirkulation sowie von Zirkulationsschwankungen für Sauerstoffverteilung und Variabilität.

Das übergeordnete Ziel des BMBF Projekts RACE ist, den Einfluss des tropischen Atlantiks auf Klimaschwankungen im atlantischen Raum besser zu verstehen, besonders im Hinblick auf den globalen Klimawandel. Von besonderem Interesse sind dabei Änderungen der zukünftigen Atlantikzirkulation als Teil des globalen Wandels hochaufgelöst regional zu simulieren und deren Auswirkungen auf den Ozean, das Klimasystem und auf den europäischen Schelfbereich abzuschätzen. Um dieses Ziel zu erreichen, sind ein besseres regionales Prozessverständnis sowie verbesserte Simulationen unerlässlich. Innerhalb des Teilprojektes AP1.1 soll die Variabilität des westlichen Randstromsystems vor der Küste Brasiliens, speziell des NBUC untersucht werden. Der NBUC reagiert sehr empfindlich auf Schwankungen der AMOC und der subtropischen Zelle

#### ***Scientific Programme***

*The main scientific questions of SFB 754 that will be addressed during M106 are:*

- *How does subsurface dissolved oxygen in the tropical ocean respond to variability in ocean circulation and ventilation?*
- *What are the relations and feedbacks linking low or variable oxygen levels and key nutrient source/sink mechanisms in the water column?*

*These two general questions include several more specific research topics, like the quantification of the oxygen budget in the oxygen minimum zone, the production and dissipation of oxygen variance, the acquisition of multi-year time series of oxygen and velocity within the oxygen minimum zone, and the quantification of the influence of the mean deep circulation in the tropical Atlantic and its variability on the oxygen distribution and variability.*

*The overarching goal of BMBF RACE is to gain a better understanding of the influence of the tropical Atlantic on climate variability in the Atlantic region, especially in the light of global climate change. Tasks of special interest are to simulate future changes in the Atlantic circulation as a result of climate change on regional scales and with high resolution, and to estimate the impact of these circulation changes on the ocean, the climate system and the European shelf. In order to reach this goal, a better understanding of the involved processes and an improvement of simulations are inevitable. Within the subproject AP1.1, the variability of the western boundary current system off Brazil, in particular the NBUC, will be investigated. The NBUC is very sensitive to fluctuations of the AMOC and the subtropical cell (STC) and therefore forms a key region for the Atlantic circulation. The observational programme consists of a mooring array off the Brazilian coast at 11°S and two high-resolution hydrographic*

(STC) und bildet deshalb eine Schlüsselregion für die Zirkulation des Atlantiks. Das Beobachtungsprogramm beinhaltet ein Verankerungsarray vor der brasilianischen Küste bei 11°S und zwei hochauflösende hydrographische Schnitte bei 5°S sowie 11°S. Während all dieser Beobachtungen sollen Strömungen sowie Wassermasseneigenschaften aufgezeichnet werden.

Konkrete Ziele des Beobachtungsprogrammes bezüglich RACE sind die Bestimmung

- des nordwärtigen Transports des NBUC als Teil der AMOC und STC,
- von Transportschwankungen der Zirkulation des Randstromsystems auf intrasaisonalen bis dekadischen (im Vergleich zu früheren Messungen) Zeitskalen,
- der Ausbreitung von Wassermassenanomalien innerhalb der AMOC,
- des Zusammenhangs zwischen NBUC Schwankungen bei 11°S und Schwankungen des äquatorialen Unterstroms (EUC) bei 23°W und dessen Bedeutung für die Wärme- und Frischwasserbilanz des tropischen Ostatlantiks.

*sections at 5°S and 11°S. During these observations the underlying currents as well as water mass properties will be recorded.*

*The main goals of the observational programme related to RACE are the determination of:*

- *the northward transport of the NBUC as part of the AMOC and STC,*
- *the transport variability of the boundary current circulation system on intraseasonal to decadal time-scales (in comparison to previous measurements),*
- *the spreading of water mass anomalies within the AMOC,*
- *the connection between NBUC variability at 11°S and Equatorial Under Current (EUC) variability at 23°W, and its significance for the heat and freshwater budgets in the eastern tropical Atlantic.*

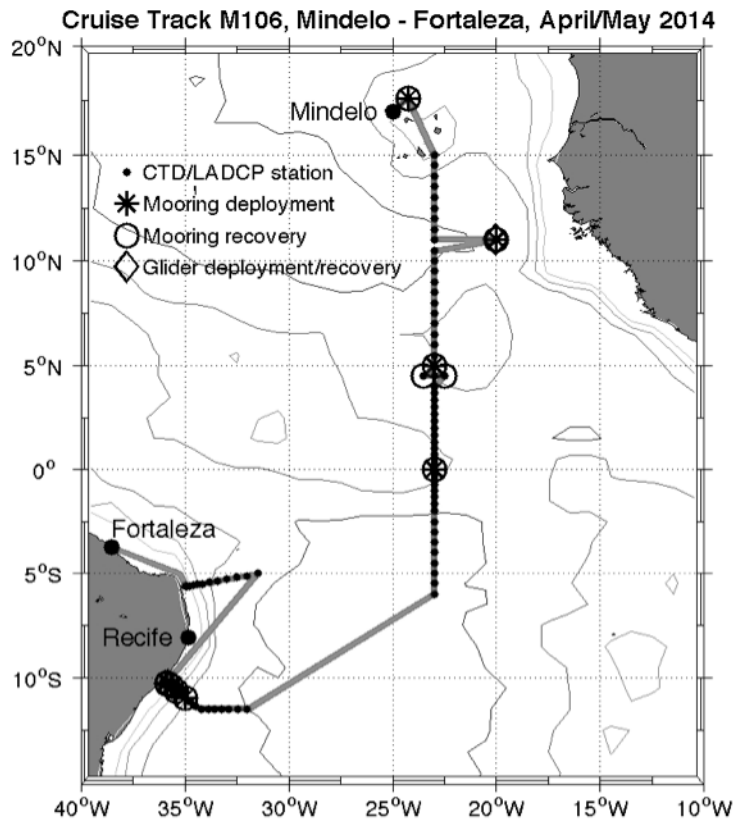


Abb. 4 Das Arbeitsgebiet der Reise M 106.  
Fig. 4 The working area of cruise M 106.

### Arbeitsprogramm

Es ist geplant, während M 106 zehn Verankerungen aufzunehmen und acht Verankerungen auszulegen. Dies beinhaltet die CVOO Verankerung nördlich der Kapverden, Verankerungen in der Sauerstoffminimumzone bei  $11^{\circ}\text{N}$  und  $5^{\circ}\text{N}$ , eine Verankerung am Äquator auf  $23^{\circ}\text{W}$  und vier Verankerungen im Randstromsystem vor Brasilien bei  $11^{\circ}\text{S}$  (Abb. 4). Am südlichen Rand der Sauerstoffminimumzone bei etwa  $5^{\circ}\text{N}$  wurde während MSM 22 erstmals ein Array von drei Verankerungen zur Untersuchung der Sauerstoffvarianz ausgelegt, das während M 106 geborgen werden soll.

Das Verankerungsarray bei  $11^{\circ}\text{S}$  vor Brasilien besteht aus vier Verankerungen mit ADCPs, die jeweils im oberflächennahen Ozean installiert werden, Punktströmungsmessern für die Vermessung der tieferen Strömungen, sowie CTD Sensoren. Das

### Work Programme

Substantial mooring work will be carried out during M106. During the cruise it is planned to recover ten moorings and deploy eight moorings. This includes the CVOO mooring north of Cape Verde, moorings within the oxygen minimum zone at  $11^{\circ}\text{N}$  and  $5^{\circ}\text{N}$ , the equatorial current meter mooring at  $23^{\circ}\text{W}$ , and the mooring array at  $11^{\circ}\text{S}$  off the Brazilian coast (Fig. 4). At the southern rim of the oxygen minimum zone at about  $5^{\circ}\text{N}$ , an array of three moorings for studying the oxygen variance was deployed during MSM22 and will be recovered during M106.

The mooring array at  $11^{\circ}\text{S}$  off Brazil consists of four moorings, with ADCPs located close to the surface, current meters to monitor the deeper currents, and CTD sensors. The mooring array was deployed during M98 and will be recovered and rede-

Verankerungsarray wurde während M 98 ausgelegt und soll erneut ausgelegt werden. Die Verankerungspositionen folgen dem Kontinentalhang, um möglichst alle Komponenten des Randstromsystems zu erfassen.

Während M 106 werden sechs Gleiter aufgenommen, die während der vorangegangenen Fahrt M 105 ausgelegt wurden. Dieses Gleiterschwarmexperiment soll bei 11°N, 21°W im Zentrum der Sauerstoffminimumzone stattfinden und insbesondere das Tracer Release Experiment (Schwerpunkt von M105) sowie die verankerten Beobachtungen zur Sauerstoffvarianz unterstützen. Zwei dieser Gleiter sind mit einer Mikrostruktursonde ausgerüstet und sollen die vertikale Vermischung von Sauerstoff bestimmen.

Stationsarbeiten schließen Arbeiten mit dem kombinierten CTD/LADCP/UVP System zur Bestimmung von Temperatur, Salzgehalt, N<sub>2</sub>O, Strömungen und Partikelverteilung, mit der Mikrostruktursonde, mit dem Zooplankton Multinetz und mit einem gezogenen Kamerasystem ein. Entlang des meridionalen Schnittes über den Äquator bei 23°W zwischen 5°N und 5°S und entlang der Schnitte über den westlichen Randstrom bei 5°S und 11°S werden hydrographisch und Strömungsprofile in besonders hoher horizontaler Auflösung vermessen.

Kontinuierlich werden während der Fahrt Oberflächentemperatur und -salzgehalt mit dem Thermosalinographen aufgezeichnet. Ebenfalls kontinuierlich werden Strömungsmessungen mit beiden schiffseigenen ADCPs (75 kHz und 38 kHz) durchgeführt.

*ployed during M106. The moorings are located following the continental slope in order to capture all features of the boundary current system.*

*During M106, six gliders will be recovered that were deployed during the preceding cruise M105. This glider swarm experiment will be carried out at about 11°N, 21°W in the center of the oxygen minimum zone to corroborate the tracer release experiment (main task of cruise M105) and moored observations regarding the oxygen variance. Two gliders have a microstructure probe attached and will continuously observe the turbulence field close to the mooring positions to observe the vertical mixing of oxygen.*

*Station work includes measurements with the CTD/LADCP/UVP system to observe temperature, salinity, N<sub>2</sub>O, currents and particle distribution, including the microstructure probe, a zooplankton multinet, and with a towed camera system. At the meridional section along 23°W between 5°N and 5°S, and along cross-shelf sections at 5°S and 11°S, full ocean depth measurements with high horizontal resolution will be carried out with the CTD/LADCP/UVP system to obtain deep hydrographic and current sections.*

*Continuous underway observations will be carried out with the thermosalinograph to measure temperature and salinity at the sea surface as well as velocity in the upper 1000m using the two shipboard ADCPs (OS 38kHz, OS 75kHz).*

## **Zeitplan / Schedule**

### **Fahrt / Cruise M106**

	Tage/days
Auslaufen von Mindelo (Kap Verde) am 19.04.2014 <i>Departure from Mindelo (Cape Verde) on 19.04.2014</i>	
Transit zum Arbeitsgebiet / <i>Transit to working area</i>	0
CTD Stationsarbeiten / <i>CTD station work</i>	13.1
Gleiteraufnahme / <i>Glider recovery</i>	1
Mikrostrukturstationen / <i>Microstructure stations</i>	1
Zooplankton Multinetz / <i>Zooplankton multinet</i>	0.8
Gezogenes Kamerasystem / <i>Towed camera system</i>	1.2
Aufnahme (10) / Auslegung (8) von Verankerungen / <i>Recovery (10) / deployment (8) of moorings</i>	5.2
Unterwegsmessungen zwischen Stationen / <i>Underway measurements between stations</i>	14.7
Transit zum Hafen / <i>Transit to port</i>	0
	<b>Total 37</b>
Einlaufen in Fortaleza (Brasilien) am 26.05.2014 <i>Arrival in Fortaleza (Brazil) on 26.05.2014</i>	

## **Fahrt / Cruise M 107**

### **Von Fortaleza / From Fortaleza – Nach Las Palmas / To Las Palmas**

#### **Wissenschaftliches Programm**

Sauerstoffminimumzonen (SMZ) stellen Schlüsselregionen für den marinen biogeochemischen Umsatz von Kohlenstoff sowie der daran beteiligten wesentlichen Elemente (N, P, S, Fe, Si) dar. Bislang ist jedoch wenig verstanden, welche Prozesse SMZ aufrechterhalten und wie sich mögliche Rückkoppelungen der benthischen Nährstoff-Freisetzung auf die gegenwärtig beobachtete Ausdehnung von SMZ auswirken. Unter hypoxischen Bedingungen werden Nährstoffe aus dem Meeresboden freigesetzt, was über positive Rückkopplungsmechanismen zu einer Verstärkung der Primärproduktion an der Meeresoberfläche führen kann, was wiederum mit einem erhöhten Sauerstoffverbrauch verbunden ist. In situ Studien insbesondere zur Kopplung des Benthos und des Pelagials wurden bislang kaum durchgeführt. Dies betrifft sowohl die biogeochemischen Prozesse beim benthischen Umsatz der wesentlichen Elemente (C, N, P, Fe, O) bei verschiedenen Bodenwasser O<sub>2</sub> Konzentrationen als auch die Effizienz der Transportwege von freigesetzten Nährstoffen. Weitere wichtige Aspekte sind der Nährstoff- und der Kohlenstoffumsatz (gelöst und partikulär) in der Wassersäule, die daran beteiligten mikrobiologischen Prozesse sowie die Deposition von organischem Kohlenstoff auf dem Meeresboden und dessen Labilität.

Die Meteor-Reise M 107, die sich auf den Kontinentalrand vor Mauretanien bei 18°20'N und 19°50'N konzentriert, ist ein Vorhaben mehrerer Gruppen des Sonderforschungsbereichs SFB 754 sowie internationaler Kooperationspartner (IAEA, Monaco).

Die mauretanische SMZ gehört zu einem Auftriebsgebiet, das sich von 43°N bis zu 10°N erstreckt. In der Region zwischen 20°N und 25°N findet der Auftrieb ganzjährig statt, während er südlich und nördlich

#### **Scientific Programme**

*Oxygen minimum zones (OMZ) represent key regions for the marine biogeochemical turnover of organic carbon and the associated major elements (N, P, S, Fe, Si). However, our understanding of processes that maintain OMZs and how positive feedbacks via benthic nutrient release effect the presently observed spreading of worldwide OMZs is sparse. Under hypoxic conditions nutrients are mobilized from the seafloor that via positive feedback loops lead to an enhancement of surface water primary productivity, which during its degradation is associated with a draw down of oxygen.*

*Particularly the coupling between the benthos and the pelagic is least investigated and in situ studies are almost lacking. This refers to both benthic processes that are involved in the turnover of major elements under different bottom water O<sub>2</sub> conditions as well as to the pathways and the efficiency of nutrient transport from the seafloor to the surface water. Further important aspects are the turnover of nutrients and organic carbon (particular and dissolved) in the water column, the microbiological processes involved as well as the deposition of organic carbon on the seafloor and its lability.*

*The Meteor Expedition M107, which will focus on the Mauritanian continental margin at 18°20'N and 19°50'N, is a joint project of several groups of the Collaborative Research Centre SFB 754 as well as international collaborators (IAEA, Monaco).*

*The Mauritanian OMZ belongs to an eastern boundary upwelling system that extends from 43°N to 10°N. In the region between 20°N and 25°N upwelling is persistent throughout the year. While north and south to this area upwelling is seasonal and takes place predominantly from December to April. This caused that the expedition comprises two major working areas. Benthic works at 18°N will add to flux measurements, which were conducted during the*



dieses Gebiets nur saisonal, hauptsächlich von Dezember bis April, ausgeprägt ist. Dies führt dazu, dass diese Reise zwei wesentliche Arbeitsgebiete beinhaltet: Die benthischen Arbeiten bei 18°20'N sollen Stoffflussmessungen, die zu Zeiten des Auftriebs während einer RV MS Merian Reise MSM17-4 im März/April 2011 gewonnen wurden, erweitern und den Stoffumsatz zu Zeiten eines Nicht-Auftrieb-Regimes charakterisieren.

Der Schwerpunkt dieser Expedition liegt in der quantitativen und qualitativen Erfassung der in den N-, P- und Fe-Kreisläufen beteiligten Prozesse sowie der Variabilität der benthischen Nährstoff-Freisetzung in Korrelation zum hydrodynamischen Regime und zu regionalen Unterschieden in den Bodenwasserkonzentrationen von O<sub>2</sub>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, sowie dem sedimentären C<sub>org</sub> Gehalt. Besonderes Augenmerk liegt hierbei auf der Erfassung der benthischen Stickstoff-fixierung, die eine bislang kaum untersuchte Quelle von reaktivem Stickstoff darstellt. Hierzu sollen weitere an die benthische Stickstofffixierung gekoppelte Prozesse wie z.B. die Fe/Mn Reduktion, Sulfatreduktion, und Sulfidoxidation untersucht werden. Weiterhin soll die Bedeutung der Sedimente bezüglich ihrer Senkenfunktion für reaktiven Stickstoff erfasst werden. Ein weiterer wichtiger Aspekt dieser Untersuchungen bildet die Erfassung der benthischen Stickstoff-Fraktionierung.

Zusätzlich zu den oben genannten benthischen Fluss- und Prozess-Untersuchungen soll ferner der Verbleib von freigesetzten Nährstoffen und deren Transportwege untersucht werden. Dies beinhaltet die Untersuchung von Mischungsprozessen in der benthischen Grenzschicht (BGS) als auch die Erfassung von diapycnischen und advektiven Flüssen von N<sub>2</sub>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, P, Fe, Si und Radium Isotopen entlang der BGS in die geschichtete Wassersäule und die durchmischte Deckschicht. Ferner soll die Variabilität von Bodenwasser O<sub>2</sub> am oberen und unteren Rand der SMZ sowie innerhalb der Wassersäule und der durchmischten

*upwelling season during RV MS Merian cruise MSM17-4 in March/April 2011 and shall characterize biogeochemical turnover during non-upwelling conditions.*

*Major focus of this expedition is the quantitative and qualitative investigation of the processes involved in the cycling of N, P and Fe as well as of the variability of the benthic nutrient release in correlation with the hydrodynamic regime and regional differences in the bottom water levels of O<sub>2</sub>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup> and the sedimentary C<sub>org</sub> content. One major aspect is the investigation of the benthic N<sub>2</sub>-fixation representing a hitherto hardly quantified source of reactive nitrogen. Processes that are linked to N<sub>2</sub>-fixation such as Fe/Mn reduction, sulfate reduction and sulfide oxidation will be further investigated.*

*Furthermore, the significance of the sediments to remove reactive nitrogen from the environment shall be investigated where the benthic nitrogen fractionation represents a major aspect.*

*In addition to these flux- and process studies, the fate of released nutrient and their transport routes will be investigated. This includes the determination of mixing in the benthic boundary layer as well as diapycnal and advective fluxes of N<sub>2</sub>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, P, Fe, Si and Ra-isotopes across the BBL into the stratified water column and the well mixed surface layer. Furthermore, the variability of bottom water O<sub>2</sub> at the upper and lower boundary of the OMZ as well as in the water column and the mixed surface layer will be investigated.*

*The working program further comprises investigations of the N-cycle in the water column including the turnover of the dissolved and particulate organic carbon.*

*During the M107 expedition investigations of the water column will be tightly coupled to flux measurements across the sediment water interface. To approach this different lander (BIGO, BBL-Lab, Profiler) will be deployed. In addition, sediment samples will be obtained using a video-guided multiple corer. Benthic landers (SML) will be used to measure the current regime and will supplement measurements that will be*

Deckschicht erfasst werden.

Das Arbeitsprogramm umfasst weiterhin Studien zum Stickstoffkreislauf in der Wassersäule, sowie die Erfassung und Charakterisierung des Umsatzes von organischem Kohlenstoff in der partikulären und gelösten Phase.

Während der M 107 Expedition sollen Untersuchungen der Wassersäule eng mit in situ Flussmessungen entlang der Sediment-Wasser Grenzschicht gekoppelt werden. Hierzu werden bei den benthischen Untersuchungen verschiedene Lander (BIGO, Profiler, BBL) eingesetzt. Zusätzlich zu diesen Landereinsätzen werden Sedimentproben mittels eines videogeführten Multi-Corers genommen. Benthische Lander (SML) werden zu Strömungsmessungen herangezogen und Messungen, die mittels Verankerungen und Glidern durchgeführt werden, ergänzen. Die Glider dienen ferner zu Untersuchungen der O<sub>2</sub> Variabilität in der Wassersäule. Um turbulente Prozesse in der Bodengrenzschicht und der Wassersäule zu erfassen, wird eine Mikrostruktur-CTD-Sonde eingesetzt. Diese Messungen werden durch Einsätze der konventionellen CTD-Rosette ergänzt, wobei Nährstoffgradienten in der BGS und der Wassersäule erfasst werden sollen.

Hinsichtlich physikalischer Prozesse und dem Transport von Sauerstoff in die mauretanische OMZ ist Reise M 107 eng mit den vorangehenden Reisen M 105 und M 106 verbunden. Aus der Kombination der Ergebnisse dieser Fahrten werden zusätzliche Wechselwirkungen der beteiligten SFB 754 Teilprojekte und eine hohe Synergie erwartet.

*conducted during the deployments of moorings and gliders. The gliders were further deployed to investigate O<sub>2</sub> variability in the water column. To determine turbulence in the BBL and the water column a micro-structure CTD will be deployed. These measurements will be supplemented by conventional CTD/water sampling rosette casts to measure nutrient gradients in the BBL and the water column.*

*With regard to physical processes and transport of oxygen into the Mauritanian OMZ, the M107 cruise is tightly linked with the previous cruises M105 and M106. From the synthesis of the results obtained during the different cruises a high degree of synergy is expected.*

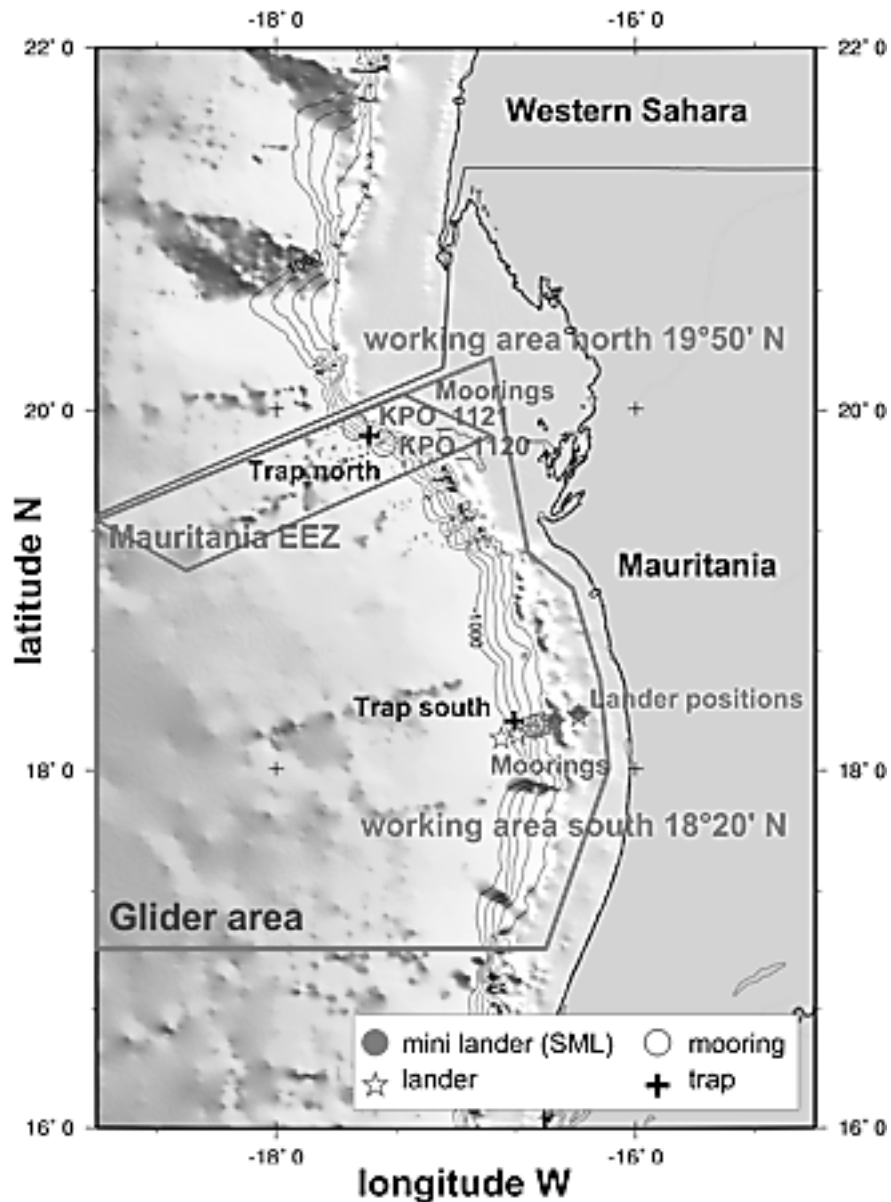


Abb. 5 Die Arbeitsgebiete der M 107-Reise. Die Stationsarbeiten werden in den Gebieten bei 18°20'N und 19°50'N durchgeführt, wobei sich die benthischen Arbeiten im Wesentlichen auf Stationen bei 18°20'N, die während der FS Merian Reise MSM 17-4 Reise im März/April 2011 beprobt wurden, konzentrieren. Arbeiten in der Wassersäule werden in beiden Arbeitsgebieten durchgeführt.

Fig. 5 The Working areas of the M 107 cruise. The investigations will be conducted at 18°20'N and 19°50'N. The benthic studies will predominantly focus on sites at 18°20'N, which were already sampled during RV Merian cruise MSM 17-4 in March/April 2011. Investigations in the water column will be conducted in both working area.

## **Arbeitsprogramm**

Nach einem mehrtägigen Transit ist es geplant, die Stationsarbeiten im südlichen Arbeitsgebiet bei 18°20'N zu beginnen. Die Tagesarbeiten umfassen folgende Geräteeinsätze: Lander zu Stoffflussmessungen (BIGO, Profiler) sowie Sedimentgewinnung mittels eines Multi-Corers (MUC). Sowohl die Lander als auch der MUC werden videokontrolliert eingesetzt. Die Einsatzdauer von BIGO und Profiler umfassen maximal 48 Stunden. Zusätzlich zu diesen Geräten wird die Oberflächenbeschaffenheit der Sedimente mit einem geschleppten Kamerasystem (OFOS) kartiert. Weitere Einsätze zur Tagzeit umfassen die Auslegung von 2 Verankerungen, das Verankern von 1 Mini Lander (SML) zur Erfassung des Strömungsregimes, sowie das Ausbringen von Glidern. Nicht zuletzt sollen noch frei treibende Sedimentfallen eingesetzt werden. Der SML verbleibt bis kurz vor Ende der Ausfahrt am Meeresboden. Die Nacharbeiten werden durch CTD, in situ Pumpen und Mikrostruktur CTD Einsätze, sowie bathymetrischer Vermessungen bestimmt. Die in situ Pumpen werden für verlängerte Zeiträume von ca. 4 Stunden eingesetzt. Hinzu kommen Einsätze des BBL zur Erfassung von Nährstoffgradienten im Bodenwasser. Der BBL Lander wird jedoch nicht autonom am Meeresboden abgestellt, sondern verbleibt während der gesamten Einsatzdauer über den Draht mit dem Schiff verbunden.

Nach ca. 7 Arbeitstagen im südlichen Arbeitsgebiet bei 18°20'N werden die Stationsarbeiten zunächst in das nördliche Arbeitsgebiet bei 19°50'N verlegt. Hier werden überwiegend Arbeiten in der Wassersäule stattfinden, wobei folgende Geräte eingesetzt werden sollen: 2 Verankerungen, Glider, Mikrostruktur CTD, CTD Kranzwasserschöpfer, sowie treibende Sedimentfallen.

Nach ca. 3.5 Arbeitstagen in diesem nördlichen Gebiet werden die Untersuchungen für weitere ca. 10.5 Arbeitstage wieder in das Arbeitsgebiet bei 18°20'N verlegt. Der Geräteeinsatz entspricht dem wie oben bereits

## **Work Programme**

*Following a transit of several days the station work will start in the southern working area at 18°20'N. Investigations performed during daytime include lander to measure fluxes (BIGO, Profiler) as well as sediment sampling using a multiple corer (MUC). All these gears will be deployed video-controlled. Maximum deployment duration of the BIGO and the Profiler on the seafloor will be 48 hours. In addition to these gears a towed camera system (OFOS) will be used for the visual inspection of the sediment surface. Further deployments during daytime comprise the moorings, the mooring of one "mini lander" (SML) for the measurement of the current regime, as well as glider activities. The SML will remain on the seafloor almost until the end of the cruise. Lastly, drifting sediment traps will be deployed. Works conducted during the night-time include casts with the CTD water sampling rosette and the micro-structure CTD, deployment of in situ pumps that were mounted on the wire, as well as bathymetrical mapping. The in situ pumps will be deployed for prolonged time periods of about 4 hours. These investigations will be supplemented by the deployment of a BBL Lander for the measurement of solute gradients in the bottom water. The BBL Lander will not be deployed autonomously at the seafloor. During its entire deployment it will remain tethered to the ship.*

*After about 7 working days in the southern working area at 18°20'N, activities will be shifted towards the northern working area at 19°50'N. There predominantly investigations in the water column will be conducted, whereat the following gears will be deployed: Two moorings, glider, micro-structure CTD, CTD water sampling rosette and drifting sediment traps. Subsequent to about 3.5 working days the investigations will be continued at the southern working area at 18°20'N and last for about 10.5 days. For the deployment of the different gears see above. The recovery of the glider, the moorings and the SML will finish the*

beschrieben. Am Ende dieser Arbeiten bei 18°20'N werden die Verankerungen, der SML sowie die Glider geborgen und die Messungen in diesem Arbeitsgebiet abgeschlossen.

An diese Arbeiten schließt sich ein weiterer ca. 3.5 tägiger Arbeitsaufenthalt bei 19°50'N an. Die Stationsarbeiten finden wie zuvor beschrieben im Wesentlichen in der Wassersäule statt.

Kurz nach Erreichen der jeweiligen Arbeitsgebiete werden zunächst die Sedimentfallen, die Glider und die Verankerungen ausgebracht, um eine möglichst lange Einsatzzeit dieser Geräte zu erzielen. Dies hat zur Folge, dass die Arbeiten in beiden Arbeitsgebieten miteinander verzahnt wurden und nicht in Folge abgearbeitet werden können. In beiden Arbeitsgebieten sollen die Stationsarbeiten im Wesentlichen in Wassertiefen zwischen ca. 50 und 1500 m stattfinden.

*investigations in this area and the ship will again move to the northern working area to conclude with measurements in the water column for another 3.5 days.*

*Shortly after the respective working areas were reached the sediment traps, the glider and the moorings will be deployed in order to achieve a longest possible deployment time. The SML lander will be only deployed at 18°20'N. This causes that the investigations at the different working areas are interlocked with each other instead of conducting the station work at each area subsequently. In both working areas the investigations will take place in water depths between about 50 and 1500 m.*

**Zeitplan / Schedule**  
**Fahrt / Cruise M107**

	Tage/days
Auslaufen von Fortaleza (Brasilien) am 29.05.2014 <i>Departure from Fortaleza (Brazil) on 29.05.2014</i>	
Transit zum Arbeitsgebiet / <i>Transit to working area at 18°20'N, 1820 nm</i>	7.5
Arbeiten entlang des Tiefenschnitts bei / <i>Investigations along the depth transect at 18°20'N (18°09.99'N 16°45.00'W- 18°17.29'N 16°19.01'W)</i>	7
Transit zum Arbeitsgebiet 19°50'N / <i>Transit to working area at 19°50'N, 110 nm</i>	0.5
Arbeiten entlang des Tiefenschnitts / <i>Investigations along the depth transect</i>	3.5
Transit zum Arbeitsgebiet 18°20'N / <i>Transit to working area at 18°20'N</i>	0.5
Arbeiten entlang des Tiefenschnitts / <i>Investigations along the depth transect</i>	10.5
Transit zum Arbeitsgebiet 19°50'N / <i>Transit to working area at 19°50'N</i>	0.5
Arbeiten entlang des Tiefenschnitts / <i>Investigations along the depth transect</i>	3.0
Transit nach Las Palmas / <i>Transit to Las Palmas ca. 500 nm</i>	2
<b>Total</b>	<b>35</b>

Einlaufen in Las Palmas (Spanien) am 03.07.2014  
*Arrival in Las Palmas (Spain) on 03.07.2014*

Der 29.05.2014 und der 03.07. 2014 sind als Be- und Entladetage in Fortaleza und Las Palmas vorgesehen. Es ist geplant, dass die Wissenschaft bereits am 28.05.2014 ankommt und mit den Ladearbeiten in Fortaleza beginnt.

*The 29.05.2014 and the 03.07.2014 are planned for loading and unloading the ship Fortaleza and Las Palmas. It is envisioned that the scientists will arrive at the 28.05.2014 and start with loading in Fortaleza.*

## **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 'Deutscher Wetterdienst' (DWD Hamburg).*

#### *Duties:*

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

*Prepare daily weather forecasts for scientific and nautical management and for scientific groups. Upon request, prepare weather forecasts for other research vessels, especially as part 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. Supply these to 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 supplied to the GTS via satellite as part of the international programme ASAP (Automated Shipborne Aerological Programme), which feeds the data into 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  
Internet: <http://www.awi.de>

### **DWD**

Deutscher Wetterdienst  
Seeschiffahrtsberatung  
Bernhard-Nocht-Straße 76  
20359 Hamburg / Germany  
Internet: [www.dwd.de](http://www.dwd.de)

### **GEOMAR**

GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel  
Düsternbrooker Weg 20  
24105 Kiel / Germany  
Internet: <http://www.geomar.de/>

### **IAEA International Atomic Energy Agency Monaco**

4a, Quai Antoine 1er  
98000 Monaco  
Principality Of Monaco  
Internet: [www.iaea.org/nael](http://www.iaea.org/nael)

### **IfAM**

Institut für Allgemeine Mikrobiologie  
Am Botanischen Garten 1-9  
24118 Kiel / Germany  
Internet: [www.uni-kiel.de/mikrobio/](http://www.uni-kiel.de/mikrobio/)

### **IfM**

Institut für Meereskunde  
CEN Centrum für Erdsystemforschung und Nachhaltigkeit  
Universität Hamburg  
Bundesstr. 53  
D-20146 Hamburg/Germany  
Internet: <http://www.zmaw.de/>



**INDP**

Instituto de Desenvolvimento das Pescas  
Cova de Inglesa  
P.B. 132 Mindelo  
S. Vicente / Cape Verde  
Internet: <http://www.indp.cv/>

**MPI-BGC**

Max-Planck-Institut für Biogeochemie  
Hans-Knöll-Str. 10  
D-07745 Jena  
Internet: <http://www.bgc-jena.mpg.de/>

**MPI-Bremen**

Max-Planck Institute for Marine Microbiology  
Celsiusstrasse 1 28359 Bremen / Germany  
Internet: [www.mpi.bremen.de](http://www.mpi.bremen.de)

**MPI-M**

Max-Planck-Institut für Meteorologie  
Bundesstr. 53  
D-20146 Hamburg  
Internet: <http://www.mpimet.mpg.de/>

**UFPE**

Lab. Oceanografia Física Estuarina e Costeira - LOFEC  
Depart. Oceanografia da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE  
Av. Arquitetura, s/n, 50740-550 - Cidade Universitária Recife-PE Brasil  
Internet: <http://www.ufpe.br/docean/index.php>

## Teilnehmerliste/ *Participants* METEOR M104 – M107

### Fahrt / *Cruise* M104

Name/ <i>Name</i>	Tätigkeit/ <i>Task</i>	Institut/ <i>Institute</i>
1. Quadfasel, Detlef	Fahrtleiter / Chief Scientist	IfM
2. Backhaus, Jan	Hydrographie	IfM
3. Hainbucher, Dagmar	Hydrographie, ADCP	IfM
4. Hösen, Elisabeth	Hydrographie, ADCP	IfM
5. Kauhs, Carola	Luftchemie	MPI-M
6. Leverenz, Franziska	Hydrographie	IfM
7. Mickoleit, Anett	Bordwetterwarte	DWD
8. Möller, Judith	Hydrographie	IfM
9. Raeke, Andreas	Bordwetterwarte	DWD
10. Seifert, Thomas	Luftchemie	MPI-BGC
11. Terrassa, Francisca	Hydrographie	IfM
12. Welsch, Andreas	Verankerung, Hydrographie	IfM

## Teilnehmerliste/ *Participants* METEOR M104 – M107

### Fahrt / *Cruise* M105

Name/ <i>Name</i>	Tätigkeit/ <i>Task</i>	Institut/ <i>Institute</i>
1. Martin Visbeck, Prof. Dr.	Fahrtleiter / <i>Chief Scientist</i>	GEOMAR
2. Toste Tanhua, Dr.	Co-Chief Scientist, tracer	GEOMAR
3. Schütte, Florian	Gliders	GEOMAR
4. Barth, Juliane	CTD	GEOMAR
5. Link, Rudolf (tech)	CTD/Technical	GEOMAR
6. Schmidtko, Sunke	CTD/SADCP	GEOMAR
7. Vieira, Nuno (tech)	CTD	INDP
8. N.N.	CTD	GEOMAR
9. Hahn, Tobias	O <sub>2</sub>	GEOMAR
10. Bogner, Boie (tech)	Tracer	GEOMAR
11. Köllner, Manuela	Tracer	GEOMAR
12. Vollmer, Thorsten (student)	Tracer	GEOMAR
13. Wiser, Lea (student)	Tracer	GEOMAR
14. Rudminat, Francie (student)	Tracer	GEOMAR
15. Waltermathe, Henning (student)	Tracer	GEOMAR
16. Hoving, Henk-Jan, Dr.	zooplankton/biooptics	GEOMAR
17. Danelli, Maria	zooplankton	GEOMAR
18. Christiansen, Svenja (Student)	zooplankton	GEOMAR
19. Esser, Elisabeth (Student)	zooplankton / sediment trap	GEOMAR
20. Wagner, Hannes, Dr.	sediment traps	GEOMAR
21. Roa, Jon (tech)	sediment traps	GEOMAR
22. Loginova Alexandra	sediment traps / DOM	GEOMAR
23. Meyer, Judith	Nitrogen Fixation	GEOMAR
24. Singh, Arvind, Dr.	Nitrogen fixation	GEOMAR
25. N.N.	Observer	Guinea Bissau
26. N.N.	Observer	Senegal
27. Hoffmann, Lisa	pCO <sub>2</sub>	GEOMAR
28. Stelzner, Martin	Bordwetterwarte	DWD

## Teilnehmerliste/ *Participants* METEOR M104 – M107

### Fahrt / *Cruise* M106

	Name/ <i>Nam</i>	Tätigkeit/ <i>Task</i>	Institut/ <i>Institute</i>
1	Brandt, Peter, Prof. Dr.	Chief Scientist	GEOMAR
2	Ansorge, Cedrick	Microtops, aerosol	MPIM
3	Faustmann, Jannik	UVP, towed camera	GEOMAR
4	Fischer, Tim, Dr.	CTD, CTD watch, microstructure	GEOMAR
5	Grundle, Damian S., Dr.	N <sub>2</sub> O	GEOMAR
6	Hahn, Johannes, Dr.	CTD watch, optodes, MicroCATs	GEOMAR
7	Hauschildt, Jaard	Underway CO <sub>2</sub> /O <sub>2</sub> , CTD watch	GEOMAR
8	Hummels, Rebecca, Dr.	LADCP, CTD, CTD watch	GEOMAR
9	Kiko, Rainer, Dr.	UVP	GEOMAR
10	Kisjeloff, Boris	CTD watch, optodes, MicroCATs	GEOMAR
11	Kopte, Robert	CTD watch, shipboard ADCP, moored ADCPs	GEOMAR
12	Kühnle, Svenja	UVP	GEOMAR
13	Martens, Wiebke	CTD watch, CTD technique	GEOMAR
14	Müller, Mario	Glider, moored ADCPs, MMP	GEOMAR
15	Niehus, Gerd	Moorings, CTD, releaser	GEOMAR
16	Panknin, Ulrike	O <sub>2</sub> , UVP	GEOMAR
17	Papenburg, Uwe	Moorings, current meters, ADCPs	GEOMAR
18	Rath, Willi, Dr.	CTD, CTD watch, mooring start protocols	GEOMAR
19	Schweizer, Ellen	O <sub>2</sub> , CTD watch, optodes	GEOMAR
20	Singh, Arvind, Dr.	N <sub>2</sub> fixation	GEOMAR
21	Stelzner, Martin	Meteorology	DWD
22	Stolle, Clara	2xCTD watch, thermosalinograph	GEOMAR
23	Tchamabi, Christine Carine	CTD	UFPE
24	Tuchen, Franz Philip	2xCTD watch, moored profiler	GEOMAR
25	Vandromme, Pieter, Dr.	UVP	GEOMAR
26	Vogel, Bendix	Salinometer, CTD watch, current meters	GEOMAR
27	N.N.	Observer	Brazil
28	N.N.	Observer	Cape Verde

## Teilnehmerliste/ *Participants* METEOR M104 – M107

### Fahrt / *Cruise* M107

Name/ <i>Name</i>	Tätigkeit/ <i>Task</i>	Institut/ <i>Institute</i>
1. Sommer, Stefan	Fahrtleiter / <i>Chief Scientist</i>	GEOMAR
2. Petersen, Asmus	Lander / <i>Coring</i>	GEOMAR
3. Türk, Matthias	Lander electronics, video	GEOMAR
4. Kriwanek, Sonja	Lander geochemistry	GEOMAR
5. Yucel, Mustafa	Lab on Chip, voltammetry	GEOMAR
6. David Clemens	Membrane Inlet Massspectrometry	GEOMAR
7. Dale, Andrew	Pore water geochemistry	GEOMAR
8. Domeyer, Bettina	Pore water geochemistry	GEOMAR
9. Lomnitz, Ulrike	Pore water geochemistry	GEOMAR
10. Trinkler, Sven	Pore water geochem., voltammetry	GEOMAR
11. Bryant, Lee	Water column geochemistry	GEOMAR
12. Treude, Tina	Microbiology	GEOMAR
13. Schüßler, Gabriele	Microbiology	GEOMAR
14. Gier, Jessica	Microbiology	GEOMAR
15. Dengler, Marcus	Turbulence measurements, CTD	GEOMAR
16. Schütte, Florian	Turbulence measurements, CTD	GEOMAR
17. Begler, Christian	Turbulence measurements, CTD	GEOMAR
18. Reichert, Patrick	Ra Tracer, in situ pumps	GEOMAR
19. Gasser, Beat	in situ pumps	IAEA, Monaco
20. Pietri, Alice	Glider	GEOMAR
21. Flerus, Ruth	DOM geochemistry	GEOMAR
22. Wagner, Hannes	Sediment trap	GEOMAR
23. NN Student assistant	DOM geochemistry	GEOMAR
24. Thomson, Sören	Glider	GEOMAR
25. Schoffelen, Niels	N/P fixation, BBL Sampler	MPI, Bremen
26. Martinez, Clara	N/P fixation, BBL Sampler	MPI, Bremen
27. Neulinger, Sven	N fixation	IfAM
28. N.N.	Observer, Mauritania	
29. N.N.	Bordwetterwarte	DWD

## Besatzung / Crew METEOR M104 – M107

### Fahrt / Cruise M104

Kapitän / Master	Hammacher, Rainer
1. N.O.	Birnbaum-Fekete, Tilo
1. N.O.	NN
2. N.O.	NN
Schiffsarzt	Rathnow, Klaus
Ltd. Ing.	Neumann, Peter
2. Ing.	Heitzer, Ralf
2. Ing.	Schade, Uwe
Elektro Techniker / Electric Engineer	Freitag, Rudolf
Ltd. Elektroniker	Voigt-Wentzel, Heinz
Elektroniker	Schulz, Harry
System Operator	Gerken, Andree
Decksschlosser	Sebastian, Frank
Bootsmann	Hadamek, Peter
Matrose	Bußmann, Piotr
Matrose	Hildebrandt, Hubert
Matrose	Zeigert, Michael
Matrose	Kruszona, Torsten
Matrose	Neitzsch, Bernd
Matrose	Weiß, Eberhard
Matrose	Zimmermann, Dirk
Motorenwärter	Schroeder, Manfred
Motorenwärter	Lange, Gerhard
Motorenwärter	NN
Koch	NN
Kochsmaat	Langhof, Maik
1. Stwd.	Wege, Andreas
2. Stwd.	Jürgens, Monika
2. Stwd.	NN
Wäscher	Zhang, Guomin
Azubi SM	NN
Azubi SM	NN
Prak. Nautik	Werner, Lena
Prak. Technik	NN

## Besatzung / Crew METEOR M104 – M107

### Fahrt / Cruise M105

Kapitän / Master	Hammacher, Rainer
1. N.O.	Birnbaum-Fekete, Tilo
1. N.O.	Volland, Helge
2. N.O.	von Aswege, Marvin
Schiffsarzt	Rathnow, Klaus
Ltd. Ing.	Neumann, Peter
2. Ing.	Heitzer, Ralf
2. Ing.	Dölling, Paul
Elektro Techniker / Electric Engineer	Freitag, Rudolf
Ltd. Elektroniker	Voigt-Wentzel, Heinz
Elektroniker	Schulz, Harry
System Operator	Gerken, Andree
Decksschlosser	Lange, Gerhard
Bootsmann	Hadamek, Peter
Matrose	Bußmann, Piotr
Matrose	Hildebrandt, Hubert
Matrose	Drakopoulos, Evgenios
Matrose	Kruszona, Torsten
Matrose	Neitzsch, Bernd
Matrose	Weiß, Eberhard
Matrose	Behlke, Hans-Joachim
Motorenwärter	Krüger, Frank
Motorenwärter	Rademacher, Herman
Motorenwärter	NN
Koch	NN
Kochsmaat	Götze, Rainer
1. Stwd.	Wege, Andreas
2. Stwd.	Jürgens, Monika
2. Stwd.	NN
Wäscher	Zhang, Guomin
Azubi SM	NN
Azubi SM	NN
Prak. Nautik	Werner, Lena
Prak. Technik	NN

## **Besatzung / Crew METEOR M104 – M107**

### **Fahrt / Cruise M106**

Kapitän / Master	Schneider, Michael
1. N.O.	Volland, Helge
1. N.O.	NN
2. N.O.	von Aswegen, Marvin
Schiffsarzt	NN
Ltd. Ing.	Neumann, Peter
2. Ing.	Heitzer, Ralf
2. Ing.	Dölling, Paul
Elektro Techniker / Electric Engineer	Starke, Wolfgang
Ltd. Elektroniker	Voigt-Wenzel, Heinz
Elektroniker	Hebold, Catharina
System Operator	Gerken, Andree
Decksschlosser	Lange, Gerhard
Bootsmann	Hadamek, Peter
Matrose	Bußmann, Piotr
Matrose	Hildebrandt, Hubert
Matrose	Drakopoulos, Evgenios
Matrose	Zeigert, Michael
Matrose	Zimmermann, Dirk
Matrose	Wolf, Alexander
Matrose	Behlke, Hans-Joachim
Motorenwärter	Krüger, Frank
Motorenwärter	Rademacher, Hermann
Motorenwärter	Kudraß, Klaus
Koch	NN
Kochsmaat	Götze, Rainer
1. Stwd.	NN
2. Stwd.	Jürgens, Monika
2. Stwd.	NN
Wäscher	Zhang, Guomin
Azubi SM	NN
Azubi SM	NN
Prak. Nautik	Werner, Lena
Prak. Technik	Flack, Jan-Willem



## Besatzung / Crew METEOR M104 – M107

### Fahrt / Cruise M107

Kapitän / Master	Schneider, Michael
1. N.O.	Birnbaum-Fekete, Tilo
1. N.O.	NN
2. N.O.	NN
Schiffsarzt	NN
Ltd. Ing.	Hartig Volker
2. Ing.	Heitzer, Ralf
2. Ing.	Dölling, Paul
Elektro Techniker / Electric Engineer	Freitag, Rudolf
Ltd. Elektroniker	Willms, Olaf
Elektroniker	Hebold, Catharina
System Operator	Flack, Jan-Willem
Decksschlosser	Sebastian, Frank
Bootsmann	Wolf, Alexander
Matrose	NN
Matrose	NN
Matrose	Drakopoulos, Evgenios
Matrose	Zeigert, Michael
Matrose	Zimmermann, Dirk
Matrose	Weiß, Eberhard
Matrose	Behlke, Hans-Joachim
Motorenwärter	Krüger, Frank
Motorenwärter	Schroeder, Manfred
Motorenwärter	Kudraß, Klaus
Koch	Götze, Rainer
Kochsmaat	Möller, Martin
1. Stwd.	NN
2. Stwd.	Zimmermann, Petera
2. Stwd.	NN
Wäscher	Zhang, Guomin
Azubi SM	NN
Azubi SM	NN
Prak. Nautik	Werner, Lena
Prak. Technik	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 Bundesministerium 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.

*The vessel is used and financed to 70% by the DFG and to 30% by the BMBF.*

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

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

Die Leitstelle Deutsche Forschungsschiffe der Universität Hamburg ist für die wissenschaftlich-technische, logistische und finanzielle Vorbereitung, Abwicklung und Betreuung des Schiffsbetriebes verantwortlich. Sie arbeitet einerseits mit den Fahrtleiter partnerschaftlich zusammen, andererseits ist sie Partner der Briese Schifffahrts GmbH & Co. KG.

*The Operations Control Office for German Research Vessels at University of Hamburg is responsible for the scientific, technical, logistical and financial preparation and administration of expeditions of the research vessel as well as for supervising the operation of the vessel. On one hand, it cooperates with the chief scientists on a partner-like basis and on the other hand it is the direct partner of the managing owners Briese Schifffahrts GmbH & Co KG.*



*Research Vessel*

# METEOR

*Cruises No. M 104 – M 107*

23.02.2014 – 03.07.2014



*Oxygen in the tropical Atlantic: Circulation, mixing, and benthic feedbacks*

*Editor:*

Institut für Meereskunde Universität Hamburg  
Leitstelle Deutsche Forschungsschiffe  
<http://www.ifm.zmaw.de/de/ldf/>

*Sponsored by:*

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

ISSN 0935-9974