

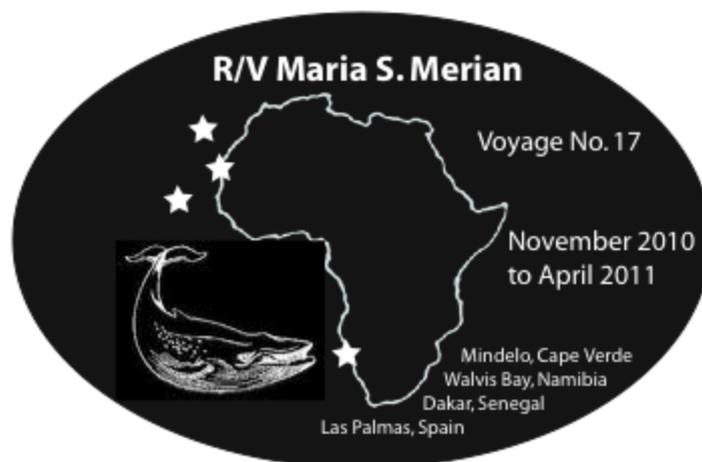


Forschungsschiff

MARIA S. MERIAN

Reise Nr. MSM17

23. 11. 2010 – 12. 04. 2011



**Geophysik, Ozeanographie, Biogeochemie und Ökologie des östlichen
Atlantischen Ozeans vor Mauretanien, Senegal und Namibia**

MeriAtlantic

Herausgeber

Institut für Meereskunde Universität Hamburg
Leitstelle METEOR / MERIAN
<http://www.ifm.zmaw.de/de/leitstelle/>

gefördert durch

Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)
ISSN 1862-8869

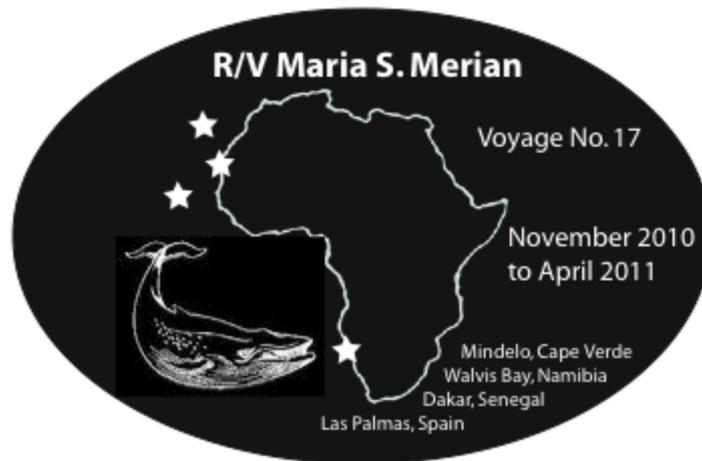


Forschungsschiff

MARIA S. MERIAN

Reise Nr. MSM17 / Cruise No. MSM17

23. 11. 2010 – 12. 04. 2011



Geophysik, Ozeanographie, Biogeochemie und Ökologie des östlichen Atlantischen Ozeans vor Mauretanien, Senegal und Namibia

Geophysics, Oceanography, Biogeochemistry and Ecology of the eastern Atlantic Ocean, offshore Mauretania, Senegal and Namibia

MeriAtlantic

Herausgeber / *Editor:*

Institut für Meereskunde Universität Hamburg
Leitstelle METEOR / MERIAN
<http://www.ifm.zmaw.de/de/leitstelle/>

gefördert durch / *sponsored by:*

Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)
ISSN 1862-8869

Anschriften / Addresses

Fahrtleiter 1

Prof. Dr. Jan Behrmann

Leibniz-Institut für Meereswissenschaften
IFM-GEOMAR
Wischhofstr. 1-3
D-24148 Kiel, Germany

Tel.: +49-(0)431 600 2272
Fax: +49-(0)431 600 2922
E-mail: jbehrmann@ifm-geomar.de

Fahrtleiter 2

Dr. Wilfried Jokat

Alfred Wegener Institut
für Polar- und Meeresforschung
Columbusstr.
D-27569 Bremerhaven, Germany

Tel.: +49-(0)471 483 11211
Fax: +49-(0)471 483 11196
E-mail: jokat@awi-bremerhaven.de

Fahrtleiter 3

Dr. Niko Lahajnar

Institut für Biogeochemie und Meereschemie
Universität Hamburg
Bundesstraße. 55
D-20146 Hamburg, Germany

Tel.: +49-(0)40 42838 7087
Fax: +49-(0)40 42838 6347
E-mail: niko.lahajnar@zmaw.de

Fahrtleiter 4

Dr. Olaf Pfannkuche

Leibniz-Institut für Meereswissenschaften
IFM-GEOMAR
Wischhofstr. 1-3
D-24148 Kiel, Germany

Tel.: +49-(0)431 600 2113
Fax: +49-(0)431 600 2928
E-mail: opfannkuche@ifm-geomar.de

Leitstelle Meteor / Merian

Universität Hamburg
Institut für Meereskunde
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

Reederei

Briese Schifffahrts GmbH & Co. KG
Abt. Forschungsschifffahrt
Hafenstrasse 12
D-26789 Leer, Germany

Telefon: +49 491 92520 160
Telefax +49 491 92520 169
e-mail: research@briese.de

Senatskommission für Ozeanographie

der Deutschen Forschungsgemeinschaft
Vorsitzende: Prof. Dr. Karin Lochte
Postfach 120161
D-27515 Bremerhaven, Germany

Telefon: +49-471-4831-1100
Telefax: +49-471-4831-1102
e-mail: karin.lochte@awi.de

Forschungsschiff / Research Vessel MARIA S. MERIAN

Rufzeichen	DBBT	
Inmarsat	Fleet77	Fleet33
Telephone:	00870 764 354 964	00870 764 354 967
Fax:	00870 764 354 966	00870 764 354 969

Inmarsat C

Telex (Satellite Region Atlantic East):	00581 421 175 310
Telex (Satellite Region Atlantic West):	00584 421 175 310
Telex (Satellite Region Indian Ocean):	00583 421 175 310
Telex (Satellite Region Pacific Ocean):	00582 421 175 310

Iridium (all areas) 00881 631 814 467

VSAT north atlantic,
Mediterranien, europe 0046 3133 44820

GSM Telephone: 0049 (0) 173 628 48 15
Fax: 0049 (0) 173 642 50 52

Email

Ship / Crew

Vessel's general email address:
master@merian.briese-research.de

Crew's direct email address (duty):
via master only

Crew's direct email address (private):
n.name.p@merian.briese-research.de
(p = private)

Scientists

Scientific general email address:
chiefscientist@merian.briese-research.de

Scientific direct email address (duty):
n.name.d@merian.briese-research.de
(d = duty)

Scientific direct email address (private):
n.name.p@merian.briese-research.de
(p = private)

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:

- g.tietjen.d@merian.briese-research.de for official (duty) correspondence
(paid by the Merian Leitstelle)
- g.tietjen.p@merian.briese-research.de for personal (private) correspondence
(to be paid on board)

- Data exchange ship/shore every 4 hours: 08:00/12:00/16:00/20:00

- Maximum attachment size: 500 kB, extendable (on request) up to 8 MB

- The system operator on board is responsible for the administration of the email addresses

MERIAN Reise Nr. MSM17/1 – MSM17/4
MERIAN Cruise No. MSM17/1 – MSN17/4

23. 11. 2010 – 12. 04. 2011

**Geophysik, Ozeanographie, Biogeochemie und Ökologie des östlichen Atlantischen
Ozeans vor Mauretanien, Senegal und Namibia**

*Geophysics, Oceanography, Biogeochemistry and Ecology of the eastern Atlantic Ocean,
offshore Mauretania, Senegal and Namibia*

MeriAtlantic

Fahrtabschnitt / Leg 17/1	23.11.2010 – 29.12.2010 Von Mindelo (Cape Verde) – nach Walvis Bay (Namibia) Fahrtleiter / <i>Chief Scientist</i> : Jan Behrmann
Fahrtabschnitt / Leg 17/2	01.01.2011 – 27.01.2011 Von Walvis Bay (Namibia) – nach Walvis Bay (Namibia) Fahrtleiter / <i>Chief Scientist</i> : Wilfried Jokat
Fahrtabschnitt / Leg 17/3	30.01.2011 – 07.03.2011 Von Walvis Bay (Namibia) – nach Dakar (Senegal) Fahrtleiter / <i>Chief Scientist</i> : Niko Lahajnar
Fahrtabschnitt / Leg 17/4	10.03.2011 – 12.04.2011 Von Dakar (Senegal) – nach Las Palmas (Spain) Fahrtleiter / <i>Chief Scientist</i> : Olaf Pfannkuche
Koordination / <i>Coordination</i>	Jan Behrmann

Kapitän / *Master* MARIA S.MERIAN Karl-Friedhelm von Staa

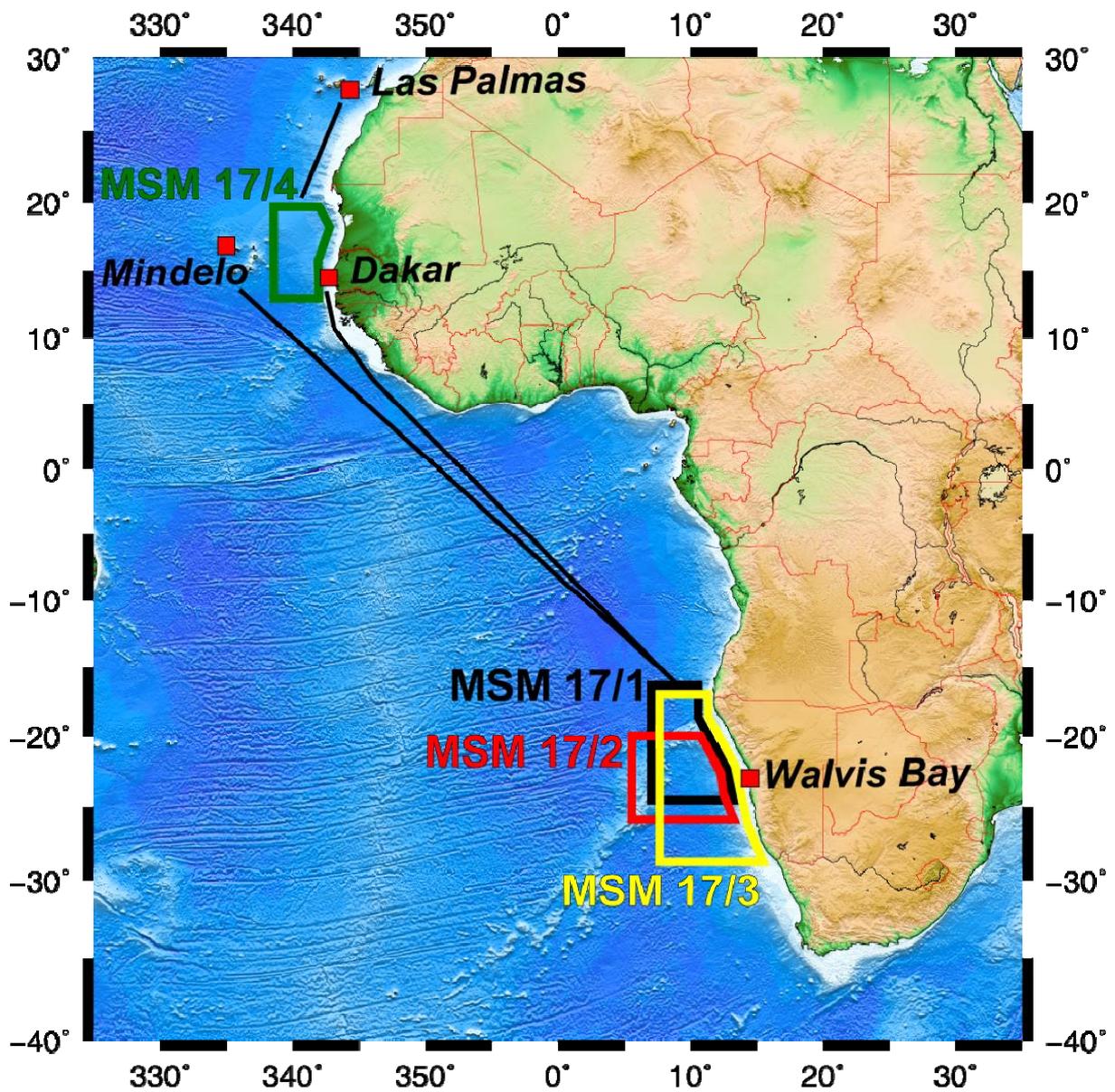


Abb. 1 Geplante Fahrtrouten und Arbeitsgebiete der MERIAN Expeditionen MSM17/1 - MSM 17/4

Fig. 1 Planned cruise tracks and working areas of MERIAN cruises MSM 17/1 - MSM 17/4.

Wissenschaftliches Programm der MERIAN Reise Nr. MSM17 *Scientific Programme of MERIAN Cruise No. MSM17*

Übersicht

Fahrtabschnitte MSM 17/1 und 17/2

Am Beispiel einer klassischen Flutbasaltprovinz (Paraná-Etendeka), soll die zeitliche und räumliche Beziehung zwischen Deformation und magmatischer Einwirkung beim Zerschneiden eines Kontinents und der Bildung eines aсейsmischen Rückens (dem Walfischrücken) aufgeklärt werden. Experimentelle Ansätze sind die marine Seismologie und Magnetotellurik. Bei beiden Expeditionen wird die Struktur der Kruste und des obersten Erdmantels im Übergangsbereich zwischen kontinentaler und ozeanischer Kruste so abgebildet, dass magmatische Budgets abgeschätzt, und Aussagen zur relativen Zeitabfolge von Magmatismus und Deformation getroffen werden können. Die Expeditionen sind Teil des DFG-SPP SAMPLE

Fahrtabschnitt MSM 17/3

Die Arbeiten der Expedition MSM 17-3 im Küstenauftriebsgebiet vor Namibia werden im Rahmen des vom BMBF geförderten Projektes GENUS durchgeführt und sollen klären, welche physikalischen Prozesse die Sauerstoffdynamik auf dem Schelf steuern und welche Konsequenzen die Änderungen der Sauerstoffversorgung des Schelfs für biogeochemische Stoffflüsse, die biologische Produktion und deren Auswirkung auf das Nahrungsnetz insgesamt haben.

Fahrtabschnitt MSM 17/4

Das Thema von Fahrtabschnitt MSM 17/4 ist die Untersuchung der Sauerstoffminimumzone (OMZ) im Bereich des Küstenauftriebsgebiets vor Mauretanien und Senegal. Die Untersuchungen finden im Rahmen des von der Deutschen Forschungsgemeinschaft DFG an der Universität Kiel geförderten Sonderforschungsbereichs 754 „Klima – biogeochemische Wechselwirkungen im tropischen Ozean“ statt.

Synopsis

Legs MSM 17/1 and 17/2

We use the example of a classical flood basalt province (Paraná-Etendeka), to elucidate the temporal and spatial relationships between deformation and magmatic input in the course of continental breakup and later development of an aseismic ridge on oceanic crust (the Walvis Ridge). The methodologies used are marine seismology and magnetotellurics. The main purpose of both expeditions is to image the crust and uppermost mantle at the continent-ocean boundary sufficiently well to be able to infer magmatic budgets, and the relative timing of magmatism and deformation. The expeditions are part of the DFG-SPP SAMPLE.

Leg MSM 17/3

Work of expedition Maria S. Merian 17-3 in the coastal upwelling area offshore Namibia, funded by the BMBF and carried out within the project GENUS will be dedicated to clarify, which physical processes drive the oxygen dynamics on the shelf, and what consequences for biogeochemical cycles and the entire biological production and its food-web structure arise from variations of the physical processes.

Leg MSM 17/4

Main research topic of leg MSM 17/4 is the investigation of the oxygen minimum zone (OMZ) in the coastal upwelling areas off Mauretania and Senegal. The research will be carried out in the context of the Sonderforschungsbereich 754 at the University of Kiel, "Climate – Biogeochemistry Interactions in the Tropical Ocean" which is funded by the German Research Council (DFG).

**Fahrtabschnitt / Leg MSM17/1
Von Mindelo – Nach Walvis Bay**

**Fahrtabschnitt / Leg MSM17/2
Von Walvis Bay – Nach Walvis Bay**

Wissenschaftliches Programm

Das Aufbrechen von Kontinenten ist eng verknüpft mit der Frage, welche treibenden Kräfte im Erdmantel vor, während und nach solch einem einschneidenden geologischen Ereignis aktiv waren. Eine gängige Erklärung ist, dass Mantelplumes die entscheidenden Auslöser für die Trennung von Kontinenten sind. Im Bereich des Plumekopfes sind die Manteltemperaturen stark erhöht. Nachdem die Erdkruste durch Dehnungsprozesse entsprechend geschwächt worden ist, lösen die erhöhten Temperaturen einen starken Vulkanismus (Flutbasalte oder Large Igneous Province = LIP) auf dem Kontinent und in einigen Fällen auch in dem neuen ozeanischen Becken aus. Folgt man der Theorie, so werden im idealen Fall vor dem Aufbrechen des Kontinents Flutbasalte abgelagert. Nach Einsetzen der Driftphase und damit der Produktion ozeanischer Kruste sollte der Mantelplume durch seine andauernde Aktivität einen aseismischen Rücken erzeugen, der die Position des Plumes in Raum und Zeit markiert. Dieser klare Zusammenhang zwischen Vulkanismus auf den Kontinenten und in den angrenzenden Ozeanbecken ist allerdings global selten zu beobachten. Die weltweit besten Beispiele sind:

Die Parana/Etendeka Flutbasalte und der Rio Grande Rise/Walfisch Rücken (Abb. 2)

Die Flutbasalte von Ostgrönland und der Vulkanismus auf Island.

Ein derartig klarer Zusammenhang zwischen einer kontinentalen und ozeanischen LIP ist aber eher die Ausnahme denn die Regel. Um Beobachtung und Theorie in

Scientific Programme

Continental break-up is closely related to the question, which are the driving forces behind processes related to such an incisive geological event. A common explanation is that mantle plumes are the most important triggers for the separation of continents. Around the head of a plume the upper mantle temperatures are strongly increased. After weakening of the continental crust by horizontal extension the high temperatures cause extensive volcanism, forming flood basalts as parts of so-called Large Igneous Provinces (LIP) on the continents, and in some cases also in the newly formed oceanic basin. Following this theory, in the ideal case flood basalts are deposited on the continents before break-up. After the begin of the drifting stage with formation of oceanic crust between the continents, the mantle plume should create an aseismic ridge due to its continuing activity. The aseismic ridge will mark the plume position through space and time. However, such a clear relationship between volcanism on the continents and the adjoining ocean basins is rarely observed on a global scale. The best examples on Earth for such a relationship are:

The Parana/Etendeka flood basalts and the Rio Grande Rise/Walvis Ridges (Fig. 2)

The flood basalts of Eastern Greenland and the volcanism on Iceland.

Such a clear relationship between continental and oceanic LIP is the exception rather than the rule, however. To merge theory and observation, the sizes of plume heads often have to be thousands of kilometers, so that distant volcanic rocks can be reconciled with the plume concept. From such a model the following question emerges:

Einklang zu bringen, muss die Größe des Plumekopfes auf mehrere 1000 km ausgedehnt werden, so dass auch der Vulkanismus in entfernten Regionen mit dem Auftreten eines Plumes erklärt werden kann. Aus dieser Vorstellung ergibt sich jedoch sofort die folgende Frage:

Wie lange dauert es nach dem Auftreffen des Plume auf die Lithosphäre bis der Kontinent auseinander bricht?

Hierzu gibt es zwei konkurrierende Modelle:

Inkubationsmodell: Zwischen dem Auftreffen des Plumes und dem Aufbrechen eines Kontinentes liegt eine große geologische Zeitspanne, üblicherweise 20-30 Mio. Jahre.

Starting Plume Modell: Mit dem Auftreffen des Plumes wird die Lithosphäre/Kruste sehr schnell so stark geschwächt, dass ein entsprechender Vulkanismus nach geologischen Zeitmaßstäben sofort auftritt.

Die geologischen und geophysikalischen Datensätze über die Existenz von Plumes sowie deren Rolle beim Aufbruch von Kontinenten sind mehrdeutig. Zwischen den entsprechenden wissenschaftlichen Schulen gibt es einen heftigen Disput über die Existenz oder Nichtexistenz von Mantelplumes. In den letzten Jahren wurden auf diesem Forschungsgebiet kaum neue Daten erhoben. Dies gilt besonders für die Geophysik. Es existieren nur spärliche Informationen über die Struktur des oberen Mantels, und dies insbesondere im ozeanischen Bereich.

Ein weiterer Aspekt bei der Bewertung der Modelle im Licht vorhandener Information ist ein gesichertes Wissen über den zeitlichen Zusammenhang zwischen der Ablagerung der Flutbasalte auf dem Kontinent und aseismischen Rücken in der ozeanischen Kruste.

Die Hypothesen zur Bildung des Walfisch-

How long does it take for continental break-up to occur after a plume head has hit the lithosphere?

There are two models to answer this question:

The incubation model: there is a long geological timespan between the the plume head hitting the lithosphere and continental break-up, typically 20-30 million years.

The starting plume model: Immediately after the plume arriving at its base the lithosphere is weakened sufficiently to allow volcanism to start instantly in geological terms.

The geological and geophysical data sets on plumes and their role in continental break-up are ambiguous. Between schools of thought there is a vivid dispute whether mantle plumes are of overriding importance or do not exist at all. In the past years, however, no substantial new data were generated in this field of research. This is especially true for geophysics. There are only few observations on the structure of the upper mantle, especially in the oceanic realm.

Another important aspect of the evaluation of models in the light of the available data is hard evidence of the temporal relationships between the deposition of flood basalts on continental crust, and the formation of aseismic ridges seaward of the ocean-continent boundary.

The hypotheses regarding the formation of Walvis Ridge can be divided into two categories. The first one requires lithospheric plates moving over a spatially fixed Tristan-Gough hotspot. The second group requires fracture of the oceanic crust to explain the magmatism. At the moment the hypotheses involving hotspot activity are better developed and fairly widely accepted. In its simplest form the formation of Walvis Ridge on the African plate is driven by the existence of magma in a spatially fixed hot region, which is presently located at or near the

rücken lassen sich in zwei Kategorien unterteilen – diejenigen die Plattenbewegung über einen ‘fixen’ Tristan-Gough-Hotspot benötigen und andere, für welche der Bruch ozeanischer Kruste nötig ist. Momentan ist die Hotspot-Hypothese die am besten entwickelte und am weitesten akzeptierte. In seiner einfachsten Form ist für diese Erklärung der Bildung des Walfischrückens auf der Afrikanischen Platte das Vorhandensein von Magma aus einem unterliegenden “fixen” Hotspot nötig, der sich momentan bei oder nahe an den vulkanisch aktiven Inseln Tristan da Cunha and Gough befindet. Dieses Modell wird auch durch neuere Arbeiten gestützt, in denen gezeigt wird, dass die wenigen vorhandenen, teilweise allerdings in Frage gestellten Altersdatierungen vom Walfischrücken mit dem gleichen Euler-Pol und der gleichen Rotationsraten erklärt werden können wie die Vulkanketten von Madeira, den Kanaren und von St. Helena. Der Beginn der Entstehung des Walfischrückens steht sowohl mit den Etendeka (Namibia) als auch Paraná- (Südostbrasilien) Flutbasalten in Verbindung, der ältesten bekannten Manifestierung des Hotspots, der für die Bildung von Walfischrücken und Rio Grande Rise verantwortlich ist.

Eine gegensätzliche Hypothese, die vorwiegend auf geophysikalischen Schlussfolgerungen basiert, geht von der Bildung von Ost-West streichenden Abschnitten des Walfischrückens als Bestandteilen eines großen Transformsystems aus, wobei die Nord-Süd verlaufenden Abschnitte das Ergebnis von Krustenneuanordnungen in Zusammenhang mit der Rotationspolverlagerung während der frühen Öffnung des Südatlantiks sind. Ein hieraus entwickeltes, neueres Modell schlägt vor, dass der Rücken aus der periodischen Bruchbildung in Form von Scher- und Zerrungsbrüchen resultiert. Für diese Modelle muss ein Hotspot-Vulkanismus flachen Ursprungs im Erdmantel angenommen werden. Diese Vorstellungen haben im Verlauf der vergangenen Jahre zunehmend an

volcanically active islands of Tristan da Cunha and Gough. This model is supported by new work, which demonstrates that the few age determinations of Walvis Ridge volcanic rocks can be explained by the the same Euler pole and rotation rates for the African plate as the volcanic chains of Madeira, the Canary Islands and St. Helena. The beginning of formation of Walvis Ridge is coincident with the Etendeka (Namibia) and Parana (SE Brasil) flood basalts. These are the oldest manifestation of the hotspot responsible for the formation of Walvis Ridge and Rio Grande Rise.

A competing hypothesis mainly based on interpretation of geophysical data, considers the east-west trending segments of Walvis Ridge as parts of a large transform system. The north-south trending parts of the ridge are then considered accommodation structures necessary to adapt crustal geometry after relocation of the pole of plate rotation during the early opening stages of the South Atlantic. A more recent model derived from this interpretation suggests that Walvis Ridge is the result of periodic shearing and extension. For these models the thermal anomaly driving the magmatism must be located at a shallow level in the upper mantle. These ideas have gained more acceptance in recent years, while the plume hypothesis has been increasingly questioned in favour of volcanism located on fracture zones imposed by differential movement of plate segments.

To gain new knowledge about the role of plumes in continental break-up the plan for expeditions MSM17/1 and MSM17/2 is to investigate critical parameters, like crustal thickness and structure of the subjacent Earth's mantle in this model region for a globally important plate tectonic process. This will be done in an amphibian experiment for both, the oceanic and continental parts of the area. In the South Atlantic there are no refraction seismic and magnetotelluric data available for the aseismic ridge system Walvis Ridge – Rio Grande Rise.

Gewicht gewonnen, während gleichzeitig die Plumehypothese in Frage gestellt wird, zugunsten von Vulkanismus entlang von plattenkinematisch induzierten Bruchzonen in der Lithosphäre.

Um neue Erkenntnisse über den Einfluss von Plumes beim Aufbrechen eines Kontinents zu erhalten sollen kritische Parameter in den beiden Expeditionen MSM17/1 und MSM 17/2, wie Krustenmächtigkeit und Mantelstruktur dieser modellhaften Region sowohl unter dem Kontinent als auch im Ozean bestimmt werden. Im Südatlantik liegen zurzeit keinerlei refraktionsseismische und magnetotellurische Daten für das System Rio Grande Rise/Walfischrücken vor.

Wir glauben, dass substanzielle Fortschritte auf diesem Gebiet durch die in den Expeditionen MSM 17/1 und 17/2 geplante Vorgehensweise zu erzielen sind. Reine Krustenmodelle allein sind wahrscheinlich zu kleinskalig, um neue Erkenntnisse auf diesem Forschungsgebiet zu erzielen. Wie in anderen Bereichen hoffen wir, dass im oberen Erdmantel Hinweise auf die Kinetik und Dynamik der vergangenen Prozesse eingefroren sind und sichtbar gemacht werden können.

Unser Arbeitsansatz bedingt, dass die Struktur des Kontinentalrandes vor Namibia und landnahe Teile des Walfischrückens mit allen verfügbaren geophysikalischen Methoden untersucht wird. Zielgebiete sind die Etendeka LIP und die Küstenregion Walfischrücken – Namibia (Abb. 2).

We believe that substantial progress can be made during the expeditions MSM17/1 and 17/2. Pure crustal models are probably too small in scale in order to obtain progress in the field of oceanic deformation and magmatism. Like elsewhere we hope that in the uppermost Earth's mantle structures relating to fossil plume and/or deformation processes is frozen in and can be visualized by seismic, seismological and magnetotelluric methods

Our approach mandates us to investigate the structure of the Namibian continental margin, and near-shore parts of Walvis Ridge with all geophysical methods available. Target areas are the Etendeka LIP and the near-shore oceanic region around Walvis Ridge and the Namibian margin.

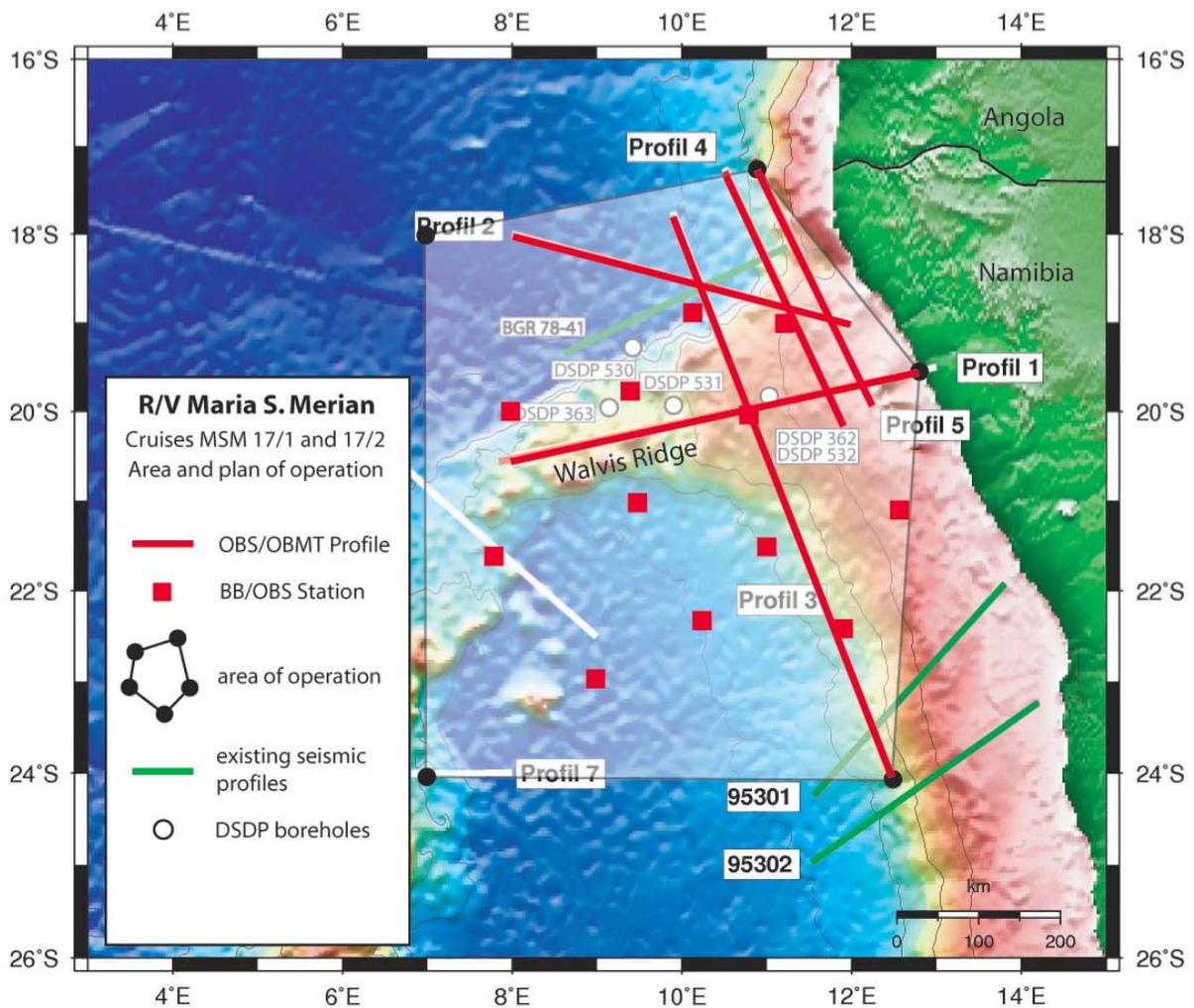


Abb.2 Geplante Profile für Weitwinkelseismik und OBMT, und Stationen für Breitband-Ozeanbodenseismometer der MERIAN Expeditionen MSM 17/1 und MSM 17/2.

Fig.2 *Planned profiles of wide angle seismic and OBMT surveys, and stations of broadband ocean bottom seismometers of MERIAN cruises MSM 17/1 and MSM 17/2.*

Arbeitsprogramm

Das Arbeitsprogramm gliedert sich in drei Teile: aktive seismische Messungen in denen die OBS/OBH (ocean bottom seismometer/ocean bottom hydrophone) nur maximal 5 Tage ausliegen, das magnetotellurische Programm bei dem die Geräte nur einige Wochen ausgelegt werden sowie das seismologische Programm bei dem die BB-OBS (broad band ocean bottom seismometer) für 9-12 Monate ausgelegt werden. Auf die geplanten Experimente (Abb. 2) soll im Folgenden kurz eingegangen werden.

Refraktionsseismik: Nördlicher Walvisfischrücken

Profil 1: 524 km (offshore), 40 OBH/OBS mit einem Abstand von etwa 12 km

Dieses Profil ist der zentrale Transekt für die Problemstellung inwiefern die kontinentale und ozeanische Kruste durch einen Mantelplume modifiziert worden ist. Insbesondere ist der Schnittpunkt vom Walvisfischrücken mit dem Kontinent wichtig. Ändert sich hier die Krustenstruktur mehr zu einer kontinentalen Standardkruste oder ist in der Unterkruste ein Hochgeschwindigkeitskörper ($V_p > 7$ km/s) vorhanden? Wenn ja wäre dies ein erster Hinweis darauf, dass der Mantelplume kontinuierlich aktiv war. Um diese Frage zu klären, soll auch an Land seismische Energie angeregt werden, um die Krustenstruktur im Detail zu erfassen. Dies gilt insbesondere im Bereich der Etendeka Flutbasalte. Es wurde folgende Experimentanordnung gewählt:

Empfänger

Offshore: 40 OBS/OBH mit einem Abstand von etwa 12 km, schon oben im Absatz erwähnt.

Work program

The work program is divided into three parts: active seismic measurements in which the OBS/OBH (ocean bottom seismometer/ocean bottom hydrophone) are deployed for a maximum of 5 days, the magnetotelluric measurement program with instrument deployment for a few weeks, and the seismological program, in which BB-OBS (broad band ocean bottom seismometer) are deployed for 9-12 months. The planned experiments (Fig. 2) will be described in brief below.

Refraction seismic survey: Northern Walvis Ridge

Profile 1: 524 km (offshore), 40 OBH/OBS with about 12 km instrument spacing

This profile is the transect central for the question whether the continental and oceanic crust has been modified by a mantle plume. Especially the intersection between the Walvis Ridge and the continent is a crucial segment. Is there a abrupt change between standard oceanic and continental crusts, or does the lower crust contain a high-velocity body ($V_p > 7$ km/s)? If yes this would be a strong indication for operation of a continuously active mantle plume. To clarify this seismic energy will be released by blasts onshore in order to image crustal structure in detail. This is especially true for the area of the Etendeka flood basalts.

Receivers

Offshore: 40 OBS/OBH with about 12 km spacing, as mentioned above.

Onshore: 50 seismic data recorders with about 2 km spacing. A reconnaissance survey in Namibia was completed in 2001.

Seismic sources

Onshore: 50 seismische Datenrekorder mit einem Abstand von etwa 2 km. Eine Vorkundung der Trasse in Namibia wurde bereits erstmals 2001 durchgeführt.

Seismische Quellen

Offshore: Es werden Luftpulser mit einem Gesamtvolumen von bis zu 100 l Kammerolumen verwendet. Der Schussabstand wird etwa 150-200 m betragen.

Onshore: Hier sind mehrere Dynamitschüsse pro Profil geplant. Pro Schuss sollen etwa 100 kg TNT verwendet werden

Sowohl die Airgun- und die Dynamitschüsse sollen von der gesamten Auslage registriert werden.

Profil 2: 420 km, 40 OBS/OBH mit einem Abstand von ca. 10 km

Dieses Profil soll den Übergang des Kontinents nördlich des Walfischrückens untersuchen. Dieses Profil soll ein Gegenstück zu den Profilen südlich des Walfischrückens bilden (grüne Linien in Abb. 2), die bereits vermessen worden sind. Profil 2 kann nicht weiter nach Norden verschoben werden, da hier die politischen Randbedingungen (Grenze zu Angola) momentan schlecht sind. Wir sehen daher eine Ausweitung des Experiments in angolanische Gewässer nicht vor. Konfiguration und Dichte der Quellen und Empfänger etwa wie in Profil 1.

Profil 3: 755 km, 2x40 OBS/OBH in Doppelauslage mit Abständen von ca. 10 km

Dieses Profil verläuft im Streichen der Übergangszone zwischen Kontinent und Ozean, in der südlich des Walfischrückens Hinweise für einen Unterplattungskörper gefunden worden sind. Die räumliche Variation dieser Unterplattung entlang der Kontinent-Ozean Grenze sowie nördlich des Walfischrückens ist vollkommen unbekannt. Dieses Profil soll, in Kombinati-

Offshore: Airguns with up to 100 liters of volume will be used. Shots will be fired at spacings of 100-200 meters.

Onshore: Several dynamite explosions per profile are planned. About 100 kg TNT equivalent will be used per shot.

Airgun and dynamite shots will be recorded by the complete layout of seismometers.

Profile 2: 420 km, 40 OBS/OBH with about 10 km spacing.

This profile will investigate the continental margin immediately north of Walvis Ridge. It is a counterpart to the profiles south of Walvis Ridge (green lines in Fig. 2), which have already been surveyed. Profile 2 cannot be shifted further to the north, as the political boundary conditions (boundary with Angola) are currently unfavourable. Thus we do not plan extension of operations into Angolan waters. Configuration and spacing of receivers and seismic sources as in Profile 1.

Profile 3: 755 km, 2x40 OBS/OBH in dual layout with instrument spacings of about 10 km.

This profile follows the ocean-continent transition zone, in which a underplated body was found at its the southern end. The spatial variations of underplating structures along the continent-ocean boundary and north of Walvis Ridge is completely unknown. In combination with Profiles 1 and 2, this profile will make a 3D estimate of magmatic underplating possible. Configuration and spacing of receivers and seismic sources similar to Profile 1.

Profile 4: Airgun shots at 5kn speed.

Crustal tomography. Only land stations will be used as receivers.

Profile 5: Airgun shots at 5kn speed.

on mit Profil 1 und 2, eine 3D Abschätzung für die Gesamtgröße dieses Underplating im Bereich des Walfischrückens ermöglichen. Konfiguration und Dichte der Quellen und Empfänger etwa wie in Profil 1.

Profil 4: 360 km, Abschiessen des Profils mit Airguns (5 ktn)

Krustentomographie. Hierfür werden nur Landstationen als Empfänger verwendet

Profil 5: 370 km, Abschiessen des Profils mit Airguns (5 ktn)

Krustentomographie. Hierfür werden nur Landstationen als Empfänger verwendet

Seismologisches Langzeitexperiment

In Nord-Namibia werden 20 GFZ-Seismometerstationen aufgestellt, während das AWI 12 Breitband-OBS in der Umgebung des Walfischrückens aufstellt. Die geplante Konfiguration wurde nach umfangreiche „Resolution“ Tests und aufgrund einer ersten Erkundung (2001) ausgewählt. Die OBS Stationen liegen alle in Wassertiefen > 1500 m, um Probleme mit Fischerei und Noise zu reduzieren. In den so gewonnen Datensatz werden auch Daten eines älteren 5 Stationen BB-Experiments (GFZ; 1998/99) aus dem Damara-Belt integriert. Die Permanentstation in Tsumeb in der Nähe unserer Auslage wird hierzu die Verknüpfung für teleseismische Tomographie und die anderen Studien herstellen. Diese Gesamtkonfiguration erlaubt die großräumige Kartierung der Kruste und Lithosphäre unter dem passiven Kontinentrand Nord-Namibias und die Untersuchung des postulierten Hotspot Tracks des Walfischrückens.

Einsatz von Geräten

Ozeanboden-Seismometer und Ozeanboden-Hydrophone (OBS/OBH)

Etwa 40 dieser Geräte (davon 27 OBH)

Crustal tomography. Only land stations will be used as receivers.

Seismological long-term experiment

Twenty GFZ seismometer stations will be deployed in the north of Namibia, while twelve broad band OBS will be deployed at the seabed around Walvis Ridge. This configuration of the seismometer array was chosen after extended resolution tests based on a first reconnaissance (2001). All OBS stations are in water depths > 1500 m, to minimize problems caused by fishing and noise. The data will be integrated with older results from a five-station network (GFZ; 1998/99) in the Damara Belt. The permanent station in Tsumeb close to the deployment will provide the link to teleseismic tomography and to other studies. The complete array will allow large-scale mapping of crust and lithosphere underneath the passive North-Namibian continental margin, and characterize the postulated hotspot track underneath Walvis Ridge.

Use of instruments

Ocean Bottom Seismometers and Ocean Bottom Hydrophones (OBS/OBH)

About 40 of these instruments (27 OBH) will be provided by IFM-GEOMAR for the active refraction seismic measurements.

Broad band ocean bottom seismometers/Land stations

These instruments are necessary for the conduction of the active and passive seismological experiments around Walvis Ridge. The instruments will be provided by the DEPAS pool. The same is true for the on-land recording stations.

IFM-GEOMAR Broad Band Marine MT Stations

IFM-GEOMAR will provide 24 marine magnetotelluric broad band receivers (Ocean Bottom MT Station, OBMT). These instruments will be deployed on Profiles 1 and 3.

werden vom IFM-GEOMAR für die aktiven refraktionsseismischen Messungen zur Verfügung gestellt.

Breitband-Ozeanbodenseismometer/ Landstationen

Diese werden für die Durchführung der aktiven und passiven seismischen Experimente entlang des Walfischrückens benötigt. Die Geräte kommen aus dem DEPAS Pool. Dies gilt ebenfalls für die Aufzeichnungsgeräte, die an Land eingesetzt werden.

IFM-GEOMAR Broad Band Marine MT-Stationen

Das IFM-GEOMAR ist im Besitz von 24 marinen magnetotellurischen Breitbandempfängern (Ocean Bottom MT Station, OBMT). Diese Geräte sollen für das Experiment auf den Profilen 1 und 3 eingesetzt werden. Aus logistischen und dateninterpretativen Gründen ist es sinnvoll die MT Stationen zeitgleich mit den OBS-Stationen auf Profil 1 und dem küstenparallelen Profil 3 auszulegen. Die geplante Standzeit der Geräte auf dem Meeresboden beträgt wenigstens zehn Tage, besser jedoch aber die nach der Expeditionsplanung maximal mögliche Zeit von Tagen. Längere Standzeiten kommen in Betracht, weil die Profile 2, 4 und 5 nicht mit OBMT bestückt werden.

Airguns

Diese Geräte werden für die aktiven refraktionsseismischen Experimente benötigt. Die Luftpulser werden vom AWI zur Verfügung gestellt.

Hochdruckkompressor

Zur Versorgung der Luftpulser steht an Bord ein entsprechend dimensionierter Kompressor zur Verfügung.

Multibeam Fächersonar

Dieses Gerät an Bord fest eingebaut. Dieses Gerät soll während der Profilmfahrten zusätzlich routinemäßig hochauflösende Bathymetriedaten gewinnen.

For logistical and interpretative reasons it is useful to deploy the OBMT stations simultaneously with the OBS/OBH on Profile 1 and the coast-parallel Profile 3. The duration of deployment on the ocean floor needs to be at least 10 days. An optimal approach is to leave them deployed as long as possible. This is feasible, as OBMT deployments will not be done on Profiles 2, 4 and 5.

Airguns

These devices will be needed for the refraction seismic experiments, and will be provided by AWI.

Compressor

For the supply of airguns with compressed air a fixed compressor is available on board.

Multibeam Sonar

This device is permanently installed on board. It will provide additional high-resolution bathymetric data during surveys along the profiles.

Zeitplan / Schedule
Fahrtabschnitt / Leg MSM 17/1

	Tage/days
Auslaufen von Mindelo (Cape Verde) am 23.11.2010 <i>Departure from Mindelo (Cape Verde) 23.11.2010</i>	
Transit zum Arbeitsgebiet / <i>Transit to working area</i>	10
Arbeiten auf Profil 3/ <i>Work on Profile 3</i>	13
Arbeiten auf Profil 2/ <i>Work on Profile 2</i>	7
Arbeiten auf Profilen 4 und 5/ <i>Work on Profiles 4 and 5</i>	4
Transit zum Hafen Walvis Bay <i>Transit to port Walvis Bay</i>	2
	Total 36
Einlaufen in Walvis Bay (Namibia) am 29.12.1010 <i>Arrival in Walvis Bay (Namibia), 29.12.1010</i>	

Zeitplan / Schedule
Fahrtabschnitt / Leg MSM 17/2

	Tage/days
Auslaufen von Walvis Bay (Namibia) am 01.01.2011 <i>Departure from Walvis Bay (Namibia) 01.01.2011</i>	
Transit zum Arbeitsgebiet / <i>Transit to working area</i>	1
Aufnahme OBMT, Profil 3/ <i>Collection of OBMT, Profile 3</i>	2.5
Arbeiten auf Profil 1/ <i>Work on Profile 1</i>	13
Aussetzen von BB-OBS/ <i>Deployment of BB-OBS</i>	7.5
Transit zum Hafen Walvis Bay <i>Transit to port Walvis Bay</i>	2
	Total 26
Einlaufen in Walvis Bay (Namibia) am 27.01.2011 <i>Arrival in Walvis Bay (Namibia), 27.01.2011</i>	

Fahrtabschnitt / Leg MSM17/3 Von Walvis Bay – Nach Dakar

Wissenschaftliches Programm

Die Arbeiten während der Expedition 17-3 und der folgenden auswertenden Arbeiten zielen auf die Beantwortung der folgenden Fragenkomplexe und Einzelfragen:

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

Welches sind die synoptischen Muster in Sauerstoff- und Nährstoffkonzentrationen sowie ihrer stöchiometrischen Verhältnisse zur Zeit der Expedition? Welches sind die CO₂- und CH₄-Gehalte in Auftriebswässern auf dem Schelf? Vor dem Hintergrund existierender Daten und früherer synoptischer Aufnahmen wird damit die herrschende ozeanographische Situation mit den chemischen Eigenschaften in der Wassersäule abgeglichen. Die Daten dienen wesentlich als Validierungsdatensatz für die numerische Modellierung, einem

Scientific Programme

Work of expedition 17-3 and subsequent shorebased research aims to answer the following questions related to the response of the coastal upwelling system to changes in external physical forcing:

How large is the natural variability in atmospheric forcing and in current fields of at the surface, in the water column and in bottom waters? Which processes lead to the observed homogeneous bottom water layer on the shelf? What consequences do these processes have for the oxygen supply to the shelf environment? Main scientific goal of hydrographic investigations is to clarify the mechanisms which lead to the generation of short-term and mesoscale filament structures. This cannot be achieved with the vessel-mounted ADCP system alone and thus requires deployment of moored acoustic current meters and the use of a towed lowered ADCP system. To asses the regional hydrographic situation during the cruise, standard CTD profiles across the entire water column will be measured at all stations occupied. In addition, the use of a microstructure probe allows us to assess the water column in a very high resolution mode.

Which are the synoptic patterns of oxygen and nutrient concentrations at the time of the expedition? What are CO₂ and CH₄ concentrations in upwelling and other water masses over the shelf? Together with existing data and results of previous expeditions, we will use these new data to constrain characteristics of typical water masses under prevailing forcing conditions. These data will be used to validate results of numerical coupled physical and ecosystem model experiments - a fundamental part of the GENUS project.

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

zentralen Anliegen im GENUS Projekts.

Wie effizient ist die Regenerierung von Nährstoffen aus Sedimenten als Funktion der Bodenwasser-Sauerstoffkonzentration und welche physikalischen Prozesse beeinflussen die Freisetzung bzw. Fixierung der Nährstoffe Phosphat, Silikat, Nitrat und Ammonium sowie der Austausch von gelöstem Kohlenstoff? Wir werden Raten der molekularen Stickstoffbildung bestimmen; in Kombination mit Messungen an Porenwässern und in der Wassersäule werden verbesserte Ratenabschätzungen für den Austausch zwischen Sediment und Wasser möglich, um ein besseres Verständnis für den Stickstoffkreislauf zu erlangen.

Wie spiegeln sich die Prozesse der Denitrifikation in den Isotopenverhältnissen des gelösten anorganischen Stickstoffs im Wasser und Porenwasser wider? Messungen der Isotopenzusammensetzung des gelösten anorganischen und organischen Stickstoffs in der Wassersäule sowie Porenwasser, gepaart mit Konzentrationsmessungen aller wichtigen Spezies in Oberflächenwässern sollen Hinweise auf regional unterschiedliche, möglicherweise Wassermassen-spezifische Konzentrationen einzelner Nährstoffe, ihre stöchiometrischen Beziehungen untereinander und zu Sauerstoff, sowie die Isotopensignatur des gelösten anorganischen und organischen Stickstoffs etablieren. Hieraus erwarten wir eindeutige Hinweise auf die Intensität der Denitrifizierung bzw. der Phosphatfreisetzung aus Sedimenten, sowie auf die Rolle des Küstenauftriebs für die Düngung des angrenzenden Ozeans.

Neben den ozeanographischen / physikalischen und biogeochemischen Rahmenbedingungen stehen biologische Fragestellungen im Zentrum des GENUS Projekts. Wie beeinflussen die Rahmenbedingungen das Vorkommen und die Zusammensetzung der Nahrungskette im einzelnen? Zusätzlich wird auch der Frage nachgegangen, inwiefern anthropogene Einflüsse

oxygen concentrations in bottom water, and which physical processes influence the liberation or sequestration of nutrients such as phosphate, silicate, nitrate, and ammonium as well as dissolved carbon species in sediments? In combination with standard pore-water sampling of multicores, these additional samples will enable us to better constrain exchange rates between sediment and bottom water. Furthermore, we will determine rates of N_2 formation and investigate processes in the benthic nitrogen cycle.

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

Besides the oceanographic / physical and biogeochemical questions, one key element of the GENUS project is the investigation of biological tasks. How do the general non-biotic conditions influence biological production and composition? Are there any modifications in the food chain structure? And how much do anthropogenic influences change the occurrence and composition of fish stock in the study area? For this purpose a systematic investigation of phytoplankton, zooplankton and small fish is planned. This will help to identify all ecologically important plankton groups as well as to characterize the food-web structure. The entire work of the GENUS program is dedicated to elucidate the relationship between climatic changes, nutrient cycles and

für die Veränderung der Fischbestände im Arbeitsgebiet eine Verantwortung tragen. Hierfür wird eine systematische Aufnahme verschiedenster Planktongruppen durchgeführt (Phytoplankton, Zooplankton, Ichthyoplankton). Dabei sollen die ökologisch wichtigen Hauptgruppen identifiziert und die Strukturen des Nahrungsnetzes charakterisiert werden. Alle geplanten Arbeiten stehen unter der Prämisse, die Beziehungen zwischen Klimawandel, Nährstoffkreisläufen und Ökosystemstrukturen im Benguela Auftriebsgebiet zu klären.

ecosystem structure in the Benguela Upwelling System

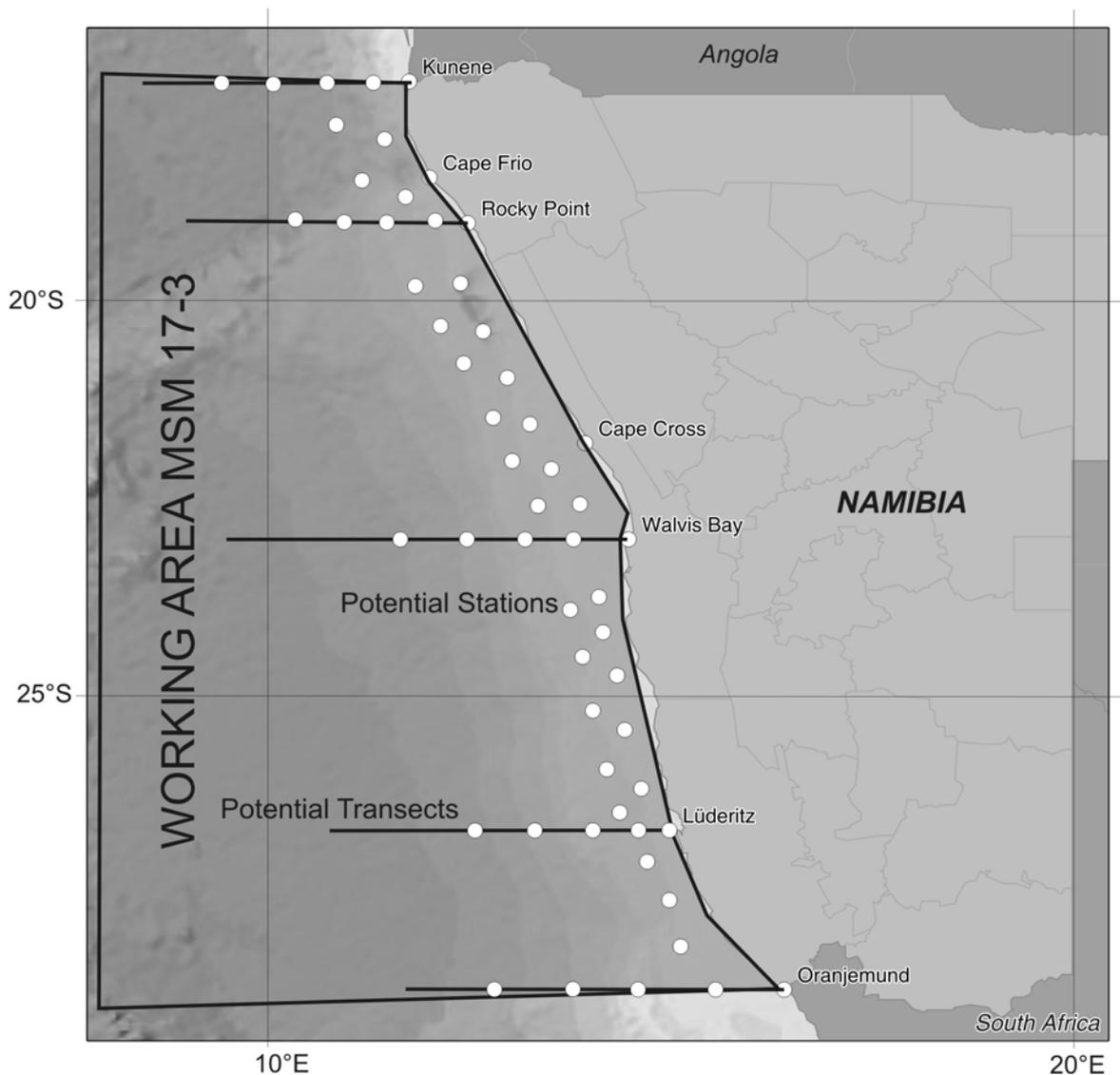


Abb. 3 Arbeitsgebiet und Fahrtroute des Abschnitts MSM 17/3
 Fig. 3 The working area of cruise MSM 17/3

Arbeitsprogramm

Während der Expedition 17/3 werden im Gebiet von 28.5°S bis 17°S insgesamt 4-5 Profile senkrecht zur Küste bearbeitet. Daneben ist ein ausgedehntes Stationsprogramm entlang des namibischen Schelfs geplant, das teilweise von den kurzlebigen und mesoskaligen Filamenten abhängig ist.

Transits, Transekte und Stationen:

Auf jedem Profil und den Transitstrecken werden das Lowered ADCP für Strömungsmessungen und ein Ferrybox-System zur Messung von T, S und der wichtigsten Nährstoffe sowie ein Gerät zur Messung des CO₂-Partialdrucks zur kontinuierlichen Probennahme im Oberflächenwasser eingesetzt. Auf allen Stationen, die in Wassertiefen bis 3000 m liegen, werden standardmäßig CTD mit Rosettenschöpfer eingesetzt, Pump-CTDs und Mikrostruktursonden zur hochauflösenden Erfassung der Wassersäule gefahren, Planktonproben mit verschiedenen Netzsystemen (MOCNESS, Multi-schließnetz, WP-2 Netz u.a.) genommen und Oberflächensedimente in Abhängigkeit der lithogenen Verteilung und biogeochemischen Zusammensetzung mithilfe von Multicorern. Die Sedimentproben werden teilweise inkubiert und mit einer MIMS direkt auf verschiedene gelöste Gasverhältnisse gemessen. Porenwässer werden für weitere Analysen an Bord und in den Heimplaboratorien extrahiert.

Des Weiteren sollen diverse Kurz- und Langzeitverankerungen, hauptsächlich bestückt mit ozeanographischen Messinstrumenten, geborgen und nach Auswertung der Daten wieder ausgesetzt werden. Je nach Ausbildung von Filamentstrukturen im Arbeitsgebiet ist zudem der Einsatz von Driftbojen, teilweise auch bestückt mit einer Sedimentfalle, geplant.

Auf ausgewählten Stationen auf dem namibischen Schelf wird ein ROV zum Einsatz kommen, um insbesondere die boden-

Work program

Expedition 17-3 will occupy stations on 4-5 transects aligned perpendicular to the coast in the area between 28.5°S and 17°S. In addition, a station program along the Namibian shelf will be conducted, which partly will be modified according to short-term and mesoscale filament formation.

Transits, transects and stations:

On transits between stations we will operate the lowered ADCP system, and we will obtain continuous data on T, S, nutrient concentrations and pCO₂ of surface waters from a ferrybox system for online measurements. On every station up to 3000 m water depth we will perform standard CTD-casts with rosette sampling of water. Furthermore, a pumpcast-CTD system and a microstructure-probe will be used in order to carry out a high-resolution sampling of the water column. Plankton samples will be obtained by using a variety of different net systems (MOCNESS, Multi-closing-nets, WP-2 nets and others). Surface sediment samples, dependent on the lithogenic structure and the biogeochemical composition, will be taken from multicorer deployments. These sediment cores will be partly incubated and measured with a MIMS instrument for certain gas ratios within the sediments. Pore-water content is subsequently analysed onboard or used for further measurements in our home laboratories.

In addition to the repeating station work, several short-term and long-term moorings, mostly equipped with oceanographic instruments, will be recovered and after inspection and data retrieval re-deployed. In case of clear filament structures in the working area, drift-buoys and drifting sediment traps might be lowered and followed throughout their journeys in the filament.

At selected stations on the Namibian shelf we intend to use a ROV for visual mapping of the benthic boundary layer and surface sediment structure. This is a valuable support to perform well-targeted sampling of

nahe Grenzschicht visuell zu kartieren und um eine weitere, gezielte Probennahme am Meeresboden zu ermöglichen.

Auf dem zeitlich sehr langen Transit (ca. 10 Tage) vom Arbeitsgebiet nach Dakar (Senegal) werden drei Stationen im offenen Meer angepeilt: Angola Dome, Äquator-Station, Kontinentalhang NW-Afrika. An diesen Stationen wird jeweils ein kurzes CTD- und Netzprogramm durchgeführt.

the seafloor.

On the very long transit from the working area to the port of Dakar (Senegal) we plan to perform three open-water stations: Angola Dome, Equatorial and continental margin off NW-Africa. On these stations a short CTD and net-program will be conducted.

Zeitplan / Schedule
Fahrtabschnitt / Leg MSM17/3

	Tage/days
Auslaufen von Walvis Bay (Namibia) am 30.01.2010 <i>Departure from Walvis Bay (Namibia) 30.01.2010</i>	
Transit zum Arbeitsgebiet / <i>Transit to working area</i>	0.2
50 Stationen mit Arbeiten in der Wassersäule und der Sedimentoberfläche zwischen 28.5°S und 17°S <i>50 stations with work in the water column and surface sediment between 28.5°S and 17°S</i>	17.3
Transit zwischen den Stationen <i>Transit time between stations</i>	8.0
Transit zum Hafen Walvis Bay / Crewaustausch <i>Transit to port Walvis Bay / Crewexchange</i>	0.5
Transit zum Hafen Dakar / <i>Transit to port Dakar</i>	10.0
Einlaufen in Dakar (Senegal) am 07.03.2010 <i>Arrival in Dakar (Senegal) 07.03.2010</i>	
Total (exkl. Transit Working Area - Dakar)	26
Total (inkl. Transit Working Area - Dakar)	36

Fahrtabschnitt / Leg MSM17/4 Von Dakar – Nach Las Palmas

Wissenschaftliches Programm

Die Sauerstoffbedingungen im Ozean werden durch das Zusammenwirken von physikalischen, biologischen und geochemischen Prozessen kontrolliert. Sauerstoffquellen sind die Atmosphäre und Photosynthese. Zirkulation und Durchmischung transportieren Sauerstoff aus dem oberflächennahen Bereich in große Tiefen. Gleichzeitig wird ein Teil des Sauerstoffs im gesamten Ozean durch den Abbau organischer Substanz wieder aufgezehrt. Beide Prozesse reagieren sensibel auf klimatische Veränderungen im Ozean. Die Kernregionen mit stark reduziertem Sauerstoffgehalt sind heute auf die Sauerstoffminimum-Zonen (SMZ) in den Tropen beschränkt. Änderungen in diesen regionalen SMZ können sich durch die Ozeanzirkulation aber auch auf den globalen marinen Nährstoffhaushalt auswirken. Auf diese Weise kontrolliert die Sauerstoffverteilung im Ozean die Verfügbarkeit von Nährstoffen wie Stickstoff, Phosphor oder Eisen und kann deshalb beim Unterschreiten bestimmter Schwellenwerte radikal wirkende, mikrobiologische und chemische Prozesse in der Wassersäule und in den Ozeansedimenten in Gang setzen. Daher können derartige Schwellenwerte als „Schaltpunkte“ für die Nährstoffverteilung im Ozean betrachtet werden. Klimatisch erzeugte Änderungen in der Ausdehnung von SMZ können wiederum starke biogeochemische Reaktionen durch Effekte auf die biologische Produktion und die CO₂ Aufnahme aus der Atmosphäre und damit auch wieder auf das Klima hervorrufen.

Aus der geologischen Vergangenheit sind Zeitabschnitte mit dramatisch reduziertem Sauerstoffgehalt im Ozean bekannt. Dies hatte extreme Auswirkungen auf die damaligen marinen Ökosysteme bis hin zu Massenaussterben. Derartige anoxische Ereignisse, z.B. im Perm oder in der Krei-

Scientific Programme

Oceanic oxygen levels are controlled by the interplay of physics and biology. Circulation and mixing transport oxygen into the ocean interior from the near-surface where it is produced by photosynthesis and exchanged with the atmosphere. Oxygen consumption occurs throughout the ocean and is fuelled by organic matter sinking out of surface waters into the depths. Both the supply and consumption of oxygen are sensitive to climate change in ways that are not fully understood.

Major changes to marine sources and sinks of important nutrient elements such as nitrogen, phosphorus and iron occur when oceanic oxygen concentrations decrease below threshold levels. On crossing the threshold, radically different microbial and chemical processes start to operate. Oxygen levels can therefore be viewed as a “switch” or “tipping point” for nutrient cycling.

The Oxygen Minimum Zones (OMZs) of the tropics are the key regions of low oxygen in today’s ocean. The effects of oxygen-dependent nutrient cycling in these relatively small regions are carried into the rest of the ocean by the circulation. Hence “small” OMZs can impact nutrient budgets, biological productivity and CO₂-fixation of the global ocean.

Paleo-records from the late Permian and Cretaceous give evidence for periods of dramatically reduced oceanic oxygen levels that had major consequences for marine ecosystems (including mass extinctions). Major low oxygen events, including Cretaceous Ocean Anoxic Events, were associated with warmer climates and higher atmospheric CO₂ levels. Recent modelling results suggest that oceanic oxygen levels will decrease significantly over the next decades in response to high atmospheric CO₂, climate

dezeit, traten bei sehr warmem Klima und sehr hohen CO₂ Gehalten in der Atmosphäre auf. Simulationen mit Klimamodellen weisen auf eine Abnahme der Sauerstoffgehalte bei zunehmender Erwärmung und weiterem Anstieg der atmosphärischen CO₂ Gehalte in den nächsten Dekaden hin.

Der zukünftige Ozean könnte deshalb starke biogeochemische Veränderungen mit positiven und negativen Rückkoppelungseffekten auf das Klima erfahren, erzeugt durch Wechselwirkungen zwischen Sauerstoffgehalt, Nährstoffhaushalt, biologischer Produktivität und Stofftransport aus Sedimenten. Die Intensität und Konsequenzen solcher Rückkoppelungseffekte sowie die auslösenden „Schaltpunkte“ sind aber weder für die Vergangenheit noch für den heutigen Ozean wirklich bekannt. Die Vorhersage von globalen Konsequenzen für das Klima durch weiter abnehmende Sauerstoffgehalte ist deshalb noch nicht möglich.

Der SFB 754 soll helfen, die O₂-Schwellenwerte und damit die „Schaltpunkte“ für radikale Änderungen im Wechselspiel von Klima und Biogeochemie des tropischen Ozeans besser zu definieren. Hierzu sollen folgende Kernfragen beantwortet werden: Wie reagieren die tropischen SMZ auf Änderungen in der Ozeanzirkulation und Ventilation des tiefen Ozeans? Wie reagieren Senken und Quellen von Nährstoffen auf Veränderungen im Sauerstoffgehalt? Was sind die Größenordnungen, Zeitskalen, und wichtigsten Kontrollmechanismen von früheren, heutigen und zukünftigen Veränderungen im ozeanischen Sauerstoff- und Nährstoffhaushalt? Durch den SFB wird ein besseres Verständnis über die Kopplung zwischen Klimavariabilität, O₂-Gehalt und Biogeochemie im tropischen Ozean erwartet. Dies soll eine genauere Vorhersage von zukünftigen biogeochemischen Veränderungen im Ozean und den damit verbundenen klimatischen Konsequenzen erlauben. Der SFB verbindet die

change, and altered ocean circulation.

Hence the future ocean may experience major shifts in nutrient cycling triggered by expansion and intensification of tropical OMZs. There are numerous feedbacks between oxygen levels, nutrient cycling and biological productivity. Positive biogeochemical feedbacks would accelerate climate-initiated oxygen depletion and the spreading of the oxygen minimum zones. Such changes would have profound global consequences for the future ocean, as they have had in the past. However, our existing knowledge is insufficient to understand past interactions or to adequately assess the potential for future change.

The SFB 754 addresses what we consider to be a newly recognised ‘tipping point’ of the global climate-biogeochemistry system. Specifically, the following key questions will be addressed: How does subsurface dissolved oxygen in the tropical ocean respond to changes in ocean circulation and ventilation? What are the sensitivities and feedbacks linking low oxygen levels and key nutrient source and sink mechanisms? What are the magnitudes, timescales and controlling factors of past, present and likely future variations in oceanic oxygen and nutrient levels? The overall goal is to improve understanding of the coupling of tropical climate variability and circulation with the ocean’s oxygen and nutrient balance, to quantitatively evaluate the nature of oxygen-sensitive tipping points, as well as to assess consequences for the Ocean’s future.

To address these questions we will study interactions, tracers, mechanisms and thresholds operating in the present-day tropical ocean as well as examine new records of past changes. The SFB 754 will link experimental studies with the development of improved models of redox-sensitive processes involving multiple bio-reactive elements: the biogeochemical models will be integrated with state-of-the-art models of climate change and ocean circulation. Regional foci are on the tropical South East Pacific

Untersuchung von klimatisch-biogeochemischen Wechselwirkungen und O₂-Schwellenwerten im heutigen Ozean mit solchen die in der Vergangenheit gewirkt haben. Es sollen Experimente mit Tracern durchgeführt, biochemisches Plankton-verhalten untersucht, sowie gekoppelte Klimasimulationen (Atmosphäre-Ozeanographie-Biogeochemie) gerechnet und mit Messungen der heutigen Sauerstoff- und Nährstoffbedingungen verglichen werden. Diese sollen durch die Einbeziehung von Rekonstruktionen zur Variabilität von SMZs unter anderen klimatischen Randbedingungen (Holozän und Kreide) eine umfassende Synthese zu den vielfältigen Aspekten der Klima-Biogeochemischen Wechselwirkungen im tropischen Ozean ermöglichen. Hierfür werden Forschungsgebiete wie chemische und physikalische Ozeanographie, marine Ökologie, molekulare Biologie, Biogeochemie der Sedimente, Paläo-ozeanographie und Geologie sowie Klima- und biogeochemische Modellierung eng zusammenarbeiten. Die Arbeitsgebiete sind der im tropischen Ostatlantik und Ostpazifik.

Sechs Teilprojekte des SFB 754 nehmen an der Ausfahrt MSM 17/4 teil. Das wissenschaftliche Programm umfasst biologische, mikrobiologische, biogeochemische und geochemische Untersuchungen der Wassersäule und des Meeresbodens sowie paläo-ozeanographische Untersuchungen

Stickstoff und Nährstoffkreislauf in der Wassersäule

Derzeit wird davon ausgegangen, dass ca. ein Drittel bis die Hälfte des weltweiten Verlustes an in den Ozeanen gebundenen Stickstoffes (Nitrat, Nitrit, Ammonium) in Sauerstoffminimumzonen (OMZ) auftritt. Tatsächlich ist der Nordwesten Afrikas die einzige bedeutende OMZ, wo bisher weder Sediment noch Wassersäule systematisch daraufhin untersucht wurden. Obwohl der Sauerstoffgehalt in der Wassersäule im allgemeinen über den kritischen ~10µM für den gebundenen Stickstoffver-

Ocean and the tropical North East Atlantic Ocean. Addressing the SFB goals requires multi-disciplinary study. The SFB builds upon wide-ranging expertise available in Kiel, including chemical and physical oceanography, sediment biogeochemistry, marine ecology, molecular microbiology, paleoceanography, geology, as well as climate and biogeochemical modelling.

Six SFB754 subprojects participate in cruise MSM 17/4. The scientific program comprises of biological, microbiological, biogeochemical and geochemical investigations of water and sediments as well as paleo-oceanographic investigations.

Nitrogen and nutrient cycles in the water column

Current estimates indicate that about one third to one half of the global loss of fixed nitrogen (Nitrate, Nitrite, Ammonium) in the oceans occurs in oxygen minimum zones. In fact, northwestern Africa is the only major oxygen minimum zone where neither sediments nor water column has been systematically studied in terms of fixed nitrogen loss. Although the oxygen content in the water column is generally well above the ~10µM critical for fixed nitrogen loss, enhanced oxygen consumption by the shelf sediments can cause oxygen depletion in the benthic boundary layer (BBL). Moreover, marine snow aggregates, which are the primary sites of remineralisation of particulate organic matter in the water, could provide anaerobic microenvironments at ambient oxygen concentrations of ~25 µM and so creating an environment for anaerobic activity. High nutrient release from the sediment as well as high particle density in the turbulent mixed layer defining the benthic boundary layer (BBL) has been generally recognized as a zone of enhanced microbial activity. However, gradients, fluxes and activity measurements in the lower water column directly above the sediment surface have so far not been taken into account, mainly because appropriate sampling methods did not exist. Now we have the opportunity to sample and profile this layer and will

lust liegt, kann erweiterter Sauerstoffverbrauch des Schelfsediments Sauerstoffabbau in der Oberflächengrenzschicht (BBL) hervorrufen. Anhäufungen von marinem Schnee, die primären Plätze der Remineralisierung partikulären organischen Materials im Wasser, könnten anaerobe Mikroumgebungen bei umgebenden Sauerstoffkonzentrationen von $\sim 25 \mu\text{M}$ bilden und so eine Umgebung anaerober Aktivitäten schaffen. Hohe Nährstoffabgabe des Sediments wie auch hohe Partikeldichte in der wirbelnd gemischten Schicht, die BBL bestimmend, ist allgemein als Zone erweiterter mikrobieller Aktivität anerkannt worden. Dennoch sind Gradienten-, Fluss- und Aktivitätsmessungen in der unteren Wassersäule direkt über der Sedimentoberfläche bisher nicht in Betracht gezogen worden, da es keine entsprechenden Beprobungsmethoden gab. Jetzt haben wir die Möglichkeit diese Schicht zu beproben und werden den Nährstoffkreislauf (Stickstoff und Phosphor) in der BBL durch Konzentrationsmessungen und Inkubation mit stabilen und radioaktiven Isotopen untersuchen. In der höheren Wassersäule erwarten wir höhere Sauerstoffkonzentrationen ($>40\mu\text{M}$) zu finden. Um herauszufinden, wie schnell hier eine Veränderung durch die globale Erwärmung eintritt, planen wir auch Messungen der Sauerstoffabbauraten in der Wassersäule.

Mit den Ergebnissen des Sauerstoffabbaus durch das Sediment, die BBL und die Wassersäule, können wir die Bedeutung dieser Zonen vergleichen und diese in biogeochemische Kreislaufmodelle für zukünftige Vorhersagen zur nordafrikanischen OMZ eingeben.

Der Verlust an gebundenem Stickstoff aus den Sedimenten und der Wassersäule wird weitestgehend durch die Stickstoffbindung im Meer ausgeglichen, was maßgeblich den großen fadenförmigen Cyanobakterien (z. B. *Trichodesmium*) zugeschrieben wird. Dieser Prozess ist auf dem offenen Meer vor Nordwestafrika gut zu beobach-

study the nutrient (nitrogen and phosphorus) cycling in the BBL by concentration measurements and incubations with stable and radioactive isotopes. Further up in the water column we expect to find higher oxygen concentrations ($>40\mu\text{M}$) but this is postulated to change with global warming and to find out how fast this can change we plan to measure the oxygen consumption rates in the water column as well. From the results of oxygen consumption by the sediment, the BBL and the water column, we can compare the relative importance of these zones and feed these results into biogeochemical circulation models for future predictions of the North African OMZ.

*The loss of fixed nitrogen from sediments and water column is largely balanced in the ocean by nitrogen fixation which has mainly been subscribed to large filamentous cyanobacteria (i.e. *Trichodesmium*). This process is generally well studied in the open ocean off Northwest Africa where it is thought to be boosted by trace elements (i.e. iron) input by the Saharan dust. However, new results suggest that the conventional techniques used to determine might have largely underestimated the importance of non-filamentous single cell nitrogen fixers. This calls both for a systematic comparison of the techniques as well as redoing experiments with the new technique in an area where we know that Nitrogen fixation is important. Moreover, nitrogen fixation in the ocean is generally thought to be limited by either phosphorous or iron, and over the Northwest African shelf, where both the dust deposition as well as the sedimentary phosphorous release is probably highest, nitrogen fixation has yet not been studied.*

Hence, during this cruise we aim to determine the processes responsible for nitrogen losses, nitrogen fixation and the associated processes and their rates under various low oxygen concentrations along the Northwest African coast. Molecular ecological techniques will be used to identify the microorganisms involved in various nitrogen transformations in the OMZ and investigate

ten, wobei er wahrscheinlich durch Spurenelementeintrag (z. B. Eisen) durch den Saharastaub noch verstärkt wird. Dennoch wird vermutet, dass durch die konventionellen Techniken die Bedeutung nichtfadenförmiger, einzelliger Stickstoffbinder weit unterschätzt geblieben ist. Dies ruft nach dem systematischen Vergleich der Techniken und nach Wiederholung der Experimente mit den neuen Techniken in einem Gebiet, von dem wir wissen, dass Stickstoffbindung dort beträchtlich ist. Da die Einschränkung der Stickstoffbindung im Meer im allgemeinen Phosphor oder Eisen zugeschrieben wird und über dem nordwestafrikanischen Schelf, wo die Staubablagerung wie auch der Austritt von Phosphor aus dem Sediment wahrscheinlich am höchsten ist, wurde Stickstoffbindung bisher nicht untersucht.

Folglich ist unser Ziel dieser Ausfahrt die Bestimmung der verantwortlichen Prozesse für Stickstoffverlust, Stickstoffbindung und dazugehörige Prozesse sowie Bestimmung ihrer Raten unter verschiedenen niedrigen Sauerstoffkonzentrationen entlang der Nordwestküste Afrikas. Wir werden molekularökologische Techniken einsetzen, um die an verschiedenen Stickstofftransformationen beteiligten Mikroorganismen in der OMZ zu identifizieren und die Rolle des Sauerstoffs durch Kontrolle ihrer Aktivitäten und Verteilung untersuchen. Makronährstoffregenerierung (N und P) von gelöster und partikelförmiger organischer Materie unter niedrigen Sauerstoffkonzentrationen und die Stöchiometrie der regenerierten Nährstoffe wird ebenfalls untersucht werden.

Chemie der Wassersäule

Diese Expedition ist eine kontinuierlich weiter laufende Studie über Sauerstoffminimumzonen (OMZ) und deren Einfluss auf biogeochemische Kreisläufe im Ozean und stellen einen Teil unseres Beitrags (TP5) für den SFB754 dar. Ein besonderes Merkmal der Arbeit entlang des Nordwestlichen Afrikanischen Festlandssockels ist die Kombination der OMZ und der Eintrag

the role of oxygen in controlling their activities and distribution. Macronutrient regeneration (N and P) from dissolved and particulate organic matter under low oxygen concentrations and the stoichiometry of the regenerated nutrients would also be studied.

Water column chemistry

This cruise is a continuation of ongoing studies into oxygen minimum zones (OMZ) and their influence on ocean biogeochemical cycles that forms part of our contribution (TPB5) to SFB754. A special feature of the work along the Northwest African shelf is the combination of the OMZ and the input of Saharan dust, which provides a good contrast to our other working area in the Peruvian OMZ where dust inputs are small. In cooperation with national and international partners we will assess the combined impacts of trace metal chemistry, their sources and sinks and irradiation effects on the biogeochemistries of the bioactive trace elements Fe and Mn, the nutrient Phosphate (PO_4^{3-}) and the redox active species Hydrogen Peroxide (H_2O_2), Iodine (I) and CDOM (Colored Dissolved Organic Matter).

The overall aim of the trace metal work is to improve our understanding of the processes controlling Fe, Mn and Phosphorus supply from sediments under low oxygen conditions. The results from this work should ultimately improve the ability to model the distribution and speciation of these elements in the global ocean and aid in interpreting the paleo-record. At each daily station, shipboard measurements will be made of CDOM, PO_4^{3-} , Mn, I/ IO_3^- and the transient redox species Fe(II) and H_2O_2 in near surface waters to examine the influence of the low oxygen level, dust supply and irradiation in the oxygen minimum zone at the stations close to the coast and a transect parallel to the coast. We would also like to investigate diel cycle measurements by visiting the same station 3 or 4 times during the day to improve our knowledge about irradiation effects on this transient species. A key aspect of this work is to determine if the water column distribution of Mn and Fe is controlled

von Staub aus der Sahara, was einen guten Kontrast zu unserer weiteren Arbeit in der peruanischen OMZ darstellt da dort wenig Staub eingetragen wird. In Zusammenarbeit mit inter- und nationalen Partnern werden wir vereinigten Auswirkungen bewerten die aus Spuren metallchemie, deren Quellen und Senken und Auswirkungen von Einstrahlung auf die Biogeochemie der bioaktiven Spurenmetall Eisen und Mangan, dem Nährstoff Phosphat (PO_4^{3-}) und der redox aktiven Spezies Wasserstoffperoxid (H_2O_2), Iodid (I^-) und CDOM (Colored Dissolved Organic Matter, Gelbstoff) bestehen.

Das insgesamt Ziel der Spurenmetallarbeit ist es die Prozesse die Eisen, Mangan und den Phosphat Eintrag aus den Sedimenten unter niedrigen Sauerstoffkonzentrationen zu verstehen. Die Ergebnisse dieser Arbeit sollen letztendlich die Möglichkeit verbessern die Verteilung und Spezifikation dieser Elemente im globalen Ozean zu modellieren und somit die Interpretation des Paleorekords zu fördern.

An jeder Tagesstation werden auf dem Schiff Messungen von CDOM, PO_4^{3-} , Mn, I^-/IO_3^- und den kurzlebigen Redoxspezies Fe(II) und H_2O_2 im Oberflächenwasser erstellt um den Einfluss des geringen Sauerstoffgehalts, dem Staubeintrag und den Einstrahlungseffekten in der OMZ an den küstennahen Stationen und auf einem küstenparallelen Transect zu bestimmen. Ein Schlüsselpunkt dieser Arbeit ist zu bestimmen ob die Verteilung von Mangan und Eisen in der Wassersäule durch den aolischen Staubeintrag oder durch die Auflösung von Sedimenten kontrolliert wird. Diese Arbeit stellt einen Teil des Beitrags zu sowohl dem SFB574 und dem deutschen SOLAS (SOPRAN) Programm dar.

Biogeochemie und Geochemie von Sedimenten und bodennaher Wasserschicht

Die Verfügbarkeit von gebundenem Stickstoff (z.B. NO_3^- , NO_2^- , NH_4^+ , R- NH_2), Phosphor und Eisen nimmt eine zentrale Rolle in der Biogeochemie der Ozeane ein. Da diese Elemente limitierend für die bio-

by the input of aeolian dust supply or via release from the sediments. This work forms part of the contribution to both SFB754 and German SOLAS (SOPRAN).

Biogeochemistry and geochemistry of sediments and BBL

The availability of reactive nitrogen, N_{reac} (e.g. NO_3^- , NO_2^- , NH_4^+ , R- NH_2), phosphorus, and iron occupies a central role in ocean biogeochemistry, because these elements are limiting for primary productivity, and hence exert a significant influence on cycles of other elements, in particular carbon. As such, the balance of N_{reac} removal and production is linked to primary production with its availability controlling not only the productivity of the oceans but also the sequestration of CO_2 from the atmosphere. Due to the redox-sensitivity of many processes involved in the N-cycle a globally significant proportion of N-turnover proceeds in the relatively restricted areas of the world ocean oxygen minimum zones (OMZ). Presently, OMZ's are incurring drastic changes from the combined impact of both rapidly declining O_2 concentrations and increasing CO_2 levels. The analysis of historical O_2 -data, reaching back to 1960, indicates a progressively increasing vertical expansion of the major worldwide OMZs, which will have major consequences for the biogeochemical turnover of elements. For instance, it is well known that OMZs in contact with the sea floor are sites of enhanced release of iron and phosphorus, which in a positive feedback loop may accelerate primary productivity and in turn further enlarge the size of global OMZs. However, our mechanistic understanding of relevant processes is still quite incomplete, and the contribution of the sediments to various element budgets is still largely unknown. It is a common belief that high-nitrate-low-oxygen environments that are restricted to upwelling settings at the eastern ocean boundaries and slope sediments represent important sinks in the marine nitrogen cycle removing reactive nitrogen from the environment with heterotrophic denitrification representing the major process. Cruise MSM 17-4 aims to elucidate this

logische Primärproduktion sind beeinflusst sie auch die Stoffkreisläufe anderer wichtiger Elemente, insbesondere den des Kohlenstoffs. Das Gleichgewicht zwischen Produktion und Verbrauch von reaktivem Stickstoff nimmt beispielsweise nicht nur direkten Einfluss auf die Primärproduktion der Ozeane, sondern auch auf die Bindung von atmosphärischem CO₂. Eine Vielzahl der im Stickstoffkreislauf involvierten Prozesse ist redox-sensitiv, daher findet ein bedeutender Teil des globalen Stickstoffumsatzes in den räumlich begrenzten Sauerstoff-Minimum-Zonen (SMZ) des Ozeans statt. Gegenwärtig verändern sich die SMZ drastisch unter dem Einfluss von rapide abnehmenden O₂- und stark ansteigenden CO₂ Konzentrationen. Die Analyse historischer O₂ Daten, die bis in das Jahr 1960 zurückreichen, zeigt dass die vertikale Mächtigkeit der SMZ weltweit in zunehmenden Maß ansteigt, was weitreichende Konsequenzen für globale, biogeochemische Stoffumsätze zur Folge haben kann. Es ist beispielsweise bekannt, daß SMZ im Kontakt mit dem Meeresboden Regionen bevorzugter Freisetzung von Phosphor und Eisen sind, was letztendlich über eine positive Rückkopplung zu erhöhter Produktion und der fortgesetzten Ausweitung der weltweiten SMZ führen kann. Unser Prozeßverständnis im marinen System ist jedoch immer noch sehr lückenhaft, wobei der Beitrag der Sedimente zum zu den jeweiligen Element-Budgets in vielen Bereichen nahezu unbekannt ist. So wird beispielsweise angenommen dass „High Nutrients Low Oxygen“ Gebiete, zu denen auch die SMZ des Ost-Pazifiks und der Kontinentalhang vor Mauretanien gehören, sowie die Sedimente des Schelfs und des oberen Kontinentalhangs im Allgemeinen Senken für den reaktiven Stickstoff darstellen. Die Fahrt MSM 17-4 soll zur Klärung dieser und ähnlicher Problematiken beitragen. Die verbesserte Quantifizierung von Nährstoff-Flüssen und Inventaren ist somit ein wesentlicher Baustein zum Verständnis klimagesteuerter Veränderungen und Rückkopplungen im biogeochemischen System des Ozeans.

and related problems. Hence, the quantification of inventories and fluxes and the study of the dynamical response to variations of major environmental conditions are key to the understanding of climate induced biogeochemical variations and their feedbacks. Specific goal of our working group is to determine and quantify the effect of bottom water oxygenation on the magnitude of benthic-pelagic fluxes. Specifically, we will determine speciation and in situ flux rates of major N-species (N₂, NO₃⁻, NO₂⁻, NH₄⁺), ΣPO₄, Fe²⁺, DIC and other redox-sensitive elements across the sediment water interface in response to strong bottom water nitrate and oxygen gradients in the Mauretanian OMZ. This is essential for determining the source/sink function of these sediments for relevant elements. In addition, this will allow for an assessment, if the sediments may contribute to a positive feedback in stimulating surface water primary production, and hence their potential to further enhance the spreading of the Mauretanian OMZ.

Further aim is to link these above described flux measurements to the hydrodynamic regime which is necessary to determine transport and vertical turbulent mixing of solutes that are released from the seabed. This will be achieved by synoptically coupling benthic flux and current measurements (lander, gradient measurements in the bottom water, eddy flux of O₂ and temperature) to CTD- and microstructure based measurements of the physical properties of the water column.

Microbial activity at the benthic-pelagic boundary

Anaerobic microbial degradation of organic material plays an important role in sediments of oxygen minimum zones. During the expedition two of the most important anaerobic degradation processes manganese/iron and sulfate reduction will be studied along oxygen gradients on the continental slope. For determination of microbial turnover so-called sediment-bag incubations (manganese/iron reduction) and radiotracer incubations with sediment cores will be conducted with samples retrieved by lander and

Konkretes Ziel von MSM 17-4 ist die Untersuchung des Einflusses niedriger Sauerstoff-Konzentrationen auf redox-kontrollierte, benthisch-pelagische Austauschprozesse. Im Einzelnen umfaßt dies die Bestimmung der Speziationen und die Flussraten der hauptsächlichen N-Spezies (N_2 , NO_3^- , NO_2^- , NH_4^+), ΣPO_4 , Fe^{2+} , DIC sowie anderer redox-sensitiver Elemente entlang der Sediment-Wasser Grenzschicht in Abhängigkeit von stark ausgeprägten Bodenwasser Sauerstoff-Nitrat-Gradienten entlang der Mauretanischen SMZ quantitativ zu erfassen. Diese Messungen werden dringend benötigt um die Funktion dieser Sedimente als Senke oder Quelle für die jeweiligen Elemente zu quantifizieren, sowie um deren Potential für eine positive Rückkoppelung für die Primärproduktion und somit mögliche weitere Ausbreitung dieser SMZ bewerten zu können.

Weiteres Ziel ist es diese Flussmessungen mit dem hydrodynamischen Regime dieser Region zu koppeln. Dies ist nötig um den Transport und die vertikale Durchmischung von Stoffen die vom Meeresboden freigesetzt werden zu erfassen. Dies soll durch eine synoptische Koppelung von benthischen Fluss- und Strömungsmessungen (Lander, Gradienten Technik, Eddy Flux O_2 und Temperatur) mit CTD und Mikrostrukturmessungen der physikalischen Eigenschaften der Wassersäule erreicht werden.

Mikrobielle Aktivität an der benthisch-pelagischen Grenzschicht

Anaerober mikrobieller Abbau von organischem Material spielt eine zentrale Rolle in Sedimenten innerhalb von Sauerstoffminimumzonen. Während der Expedition sollen zwei der wichtigsten Abbauprozesse, Mangan/Eisen- und Sulfatreduktion in Sedimenten entlang von Sauerstoffgradienten am Kontinentallhang untersucht werden. Hierfür werden sogenannte Sediment-Tüten-Inkubationen (Mangan/Eisenreduktion) und Radiotracer-Inkubationen mit Sedimentkernen (Sulfatreduktion) an Proben aus Lander- und Multicorer-

multicorer systems. One objective is to reveal whether the magnitude of the two processes change with the availability of oxygen in the overlying water (i.e. in the presence of absence of aerobic degradation processes and bioturbation/bioirrigation of fauna). Another scientific objective will be the investigation of benthic nitrogen fixation. Several studies demonstrated that nitrogen fixation (i.e. by sulfate-reducing bacteria) can play a major role in sediments. Especially in surface layers of the sediments the magnitude of the process could be controlled by the oxygen concentration in the overlying water. Goal of the investigation will be to compare the extent of benthic nitrogen fixation within and outside of oxygen minimum zones. Rates gained will be directly incorporated into the calculations of nitrogen fluxes across the benthic-pelagic boundary. Studies will be done with samples gained by lander and multicorer systems. Two different methods, acetylene reduction and ^{15}N -labeling, will be conducted with retrieved sediments to determine N_2 -fixation rates. Additionally, molecular studies (in collaboration with B3, Ruth Schmitz-Streit and B4, Marcel Kuypers) will be conducted after the expedition to identify the organisms involved in benthic nitrogen fixation.

Micropaleontology

The oxygen-dependent distribution and assemblage composition of living benthic foraminifera from the NW African upwelling system will be investigated. The steep gradient of the oxygen concentration allows to determine the oxygen-dependent changes of species distribution and compositions in a relatively small area

Therefore, sediment cores from within, above and below the oxygen minimum zone will be recovered on a transect perpendicular to the coast. Proxies for oxygen concentrations in the near-bottom water and for the redox conditions in near-surface sediments are to be developed with the data collected in conjunction with isotope and geochemical investigations. Moreover, the variations of past oxygen concentrations during the last 20,000 years are to be reconstructed by us-

Systemen durchgeführt. Eine Fragestellung ist hierbei, wie sich die Prozesse je nach Verfügbarkeit von Sauerstoff in der darüber liegenden Wassersäule (d.h. je nach Anwesenheit oder Abwesenheit aerober Abbauprozesse und Bioturbation/Bioirrigation durch Fauna) verändern. Ein weiterer Schwerpunkt liegt auf der Untersuchung der benthischen Stickstofffixierung. Verschiedene Studien haben bisher gezeigt, dass Stickstofffixierung (z.B. durch Sulfatreduzierer) durchaus eine bedeutende Rolle im Sediment spielen kann. Die Ausprägung der Stickstofffixierung insbesondere in Oberflächenschichten könnte hierbei stark vom Sauerstoffgehalt im angrenzenden Wasser abhängen. Ziel der Untersuchung wird es sein, die Rolle der benthischen Stickstofffixierung innerhalb und außerhalb der Sauerstoffminimumzonen zu untersuchen. Die ermittelten Raten finden unmittelbare Anwendung in der Berechnung von Stickstoffflüssen über die benthisch-pelagische Grenzfläche. Die Untersuchungen sollen ebenfalls an Proben aus Lander- und Multicorer-Systemen durchgeführt werden. Mit den gewonnenen Sedimenten werden zwei verschiedene Methoden, die Acetylen-Reduktion und ¹⁵N-Markierung, zur Gewinnung von N₂-Fixierungsraten durchgeführt. Zusätzlich zur Ermittlung mikrobieller Raten, sollen im Anschluss an die Fahrt molekularbiologische Untersuchungen (Kollaboration mit B3, Ruth Schmitz-Streit und B4, Marcel Kuypers) zur Identifizierung der stickstofffixierenden Organismen im Sediment durchgeführt werden

Mikropaläontologie

Die Tiefenverbreitung und Artenzusammensetzung benthischer Foraminiferen in Abhängigkeit der Sauerstoffkonzentration im Auftriebsgebiet vor NW-Afrika soll untersucht werden. Der steile Gradient der Sauerstoffkonzentration im Auftriebsgebiet bietet eine gute Möglichkeit, um sauerstoffabhängige Änderungen in der Verteilung und Artenzusammensetzung benthischer Foraminiferen in einem relativ kleinen Arbeitsgebiet zu untersuchen.

ing the abundance of particular indicator species in sediment cores.

Paleoceanography

OMZs in the world ocean have reacted in response to climate fluctuations, which have caused significant changes of the physical and chemical ocean properties. In turn, OMZ fluctuations associated with processes of denitrification and export production influence the greenhouse gas concentration (e.g., CO₂ and N₂O) and hence, climate. Therefore, studies on past fluctuation of OMZ conditions must take into account climate-related changes in surface and subsurface circulation regimes, including variations in preformed oxygen and nutrient conditions, as well as changes in local upwelling intensity and export production.

The Holocene and Pleistocene history of the NW-African upwelling and associated processes were widely studied. However, most of these studies lack a direct comparison of past changes in nutrient cycling with systematic oceanographic and biogeochemical investigations of the modern settings. The combined effort of studying modern and past biogeochemical, oceanographic and climatic processes at the same location across the Mauretania margin will improve to understand the interactions between basin-scale ocean circulation, local upwelling and productivity, and oxygen minimum conditions during the past.

The paleoceanographic studies during cruise MERIAN 17/4 are related to the reconstruction of past atmosphere and ocean interactions that could have controlled the behaviour of the Mauretania oxygen minimum zone (OMZ) by changing physical and biochemical boundary conditions in the tropical E-Atlantic.

The paleoceanographic studies should enable to intimately compare past variations in the oxygen minimum conditions with changes in local or remote oceanic and atmospheric circulation regimes, as well as past fluctuations in the biochemical processes associated with high productivity

Auf einem Transekt senkrecht zum Kontinentalrand werden hierzu innerhalb, ober- und unterhalb der Sauerstoffminimumzone Sedimentproben entnommen. Es soll aus den erhobenen Daten, zusammen mit isotopengeochemischen Untersuchungen an Foraminiferengehäusen, Proxies für Sauerstoffkonzentrationen im Bodenwasser und Redoxverhältnisse in den oberflächennahen Sedimenten entwickelt werden. Desweiteren sollen mit Hilfe von Indikatorarten Schwankungen in der Sauerstoffkonzentration über die letzten 20.000 Jahre im NW-afrikanischen Auftriebsgebiet rekonstruiert werden.

Paläoozeanographie

Die Sauerstoffminimumzonen des Weltozeans haben nachhaltig auf Klimafluktuationen reagiert und weitreichende physikalische und chemische Veränderungen im Ozean hervorgerufen. Gleichsam bedingen die Variationen der Sauerstoffminimumzonen mit den daran gekoppelten Prozessen der Denitrifizierung und der Exportproduktion Veränderungen der atmosphärischen Treibhausgaskonzentrationen (e.g., CO₂ and N₂O) und somit Veränderungen des Klimas. Untersuchungen zur langfristigen Entwicklung der Sauerstoffminimumzonen müssen somit den klimabezogenen Veränderungen der oberflächlichen und oberflächennahen ozeanischen Zirkulation, ihrer initialen Sauerstoff- und Nährstoffgehalte, sowie den Veränderungen des lokalen Auftriebsgeschehens und der Exportproduktion Rechnung tragen.

Die holozäne bis spätpleistozäne Entwicklung des NW-afrikanischen Auftriebs wurde bereits in Ansätzen untersucht, jedoch soll in diesem Rahmen erstmalig ein direkter und systematischer Vergleich der Paläo-Veränderungen im Nährstoffkreislauf mit modernen ozeanographischen und biogeochemischen Prozessen erfolgen. Der kombinierte Ansatz, moderne als auch vergangene biogeochemische, ozeanische und klimatische Prozesse an denselben Kernlokalationen entlang des Mauretani-schen Kontinentalhanges zu betrachten,

and strong oxygen minimum conditions. Past changes in marine productivity, nutrient cycling, and denitrification, upwelling intensity and thermocline depth, intermediate water circulation, insolation, continental aridity and dust flux, as well as trade-wind strength will be estimated. These results should help to relate magnitudes of modern OMZ changes (seasonal or interannual to decadal) with the longer history of OMZ conditions under natural climate forcing.

By using new sediment core material covering the Holocene to late Last Glacial time period on centennial to millennial-scales, we will address the following topics:

How have past surface and deeper E-Atlantic ocean biogeochemical conditions varied with respect to temperature (salinity), thermocline structure, and productivity along an E-W gradient across the Mauretania margin inside and outside the tropical OMZ?

What was the phasing (leads and lags) between biogeochemical variability in the OMZ and past climate change?

How have remote rapid climate changes during the Holocene and the deglacial period influenced the development of low oxygen conditions along the Mauretania margin?

To tackle the abovementioned topics, we will follow sedimentological and geochemical approaches:

$d^{13}C_{(foraminifera, alkenones)}$, $d^{15}N$, biogenic silica and Ba_{excess} , and P to deduce productivity changes, nutrient gradients, and denitrification processes,

foraminiferal $d^{13}C$ and $d^{11}B$ to reveal ocean pH and surface PCO₂ changes,

foraminiferal multi-species $d^{18}O$ and Mg/Ca to reconstruct upwelling, variations in thermocline depth, and subsurface/intermediate circulation changes,

wird die Zusammenhänge zwischen ozeanischer Zirkulation, lokalem Auftriebsgeschehen und Produktivität und den Sauerstoffminimumbedingungen während der Vergangenheit verstehen helfen.

Die paläoozeanographischen Untersuchungen im Rahmen der MERIAN 17/4 Ausfahrt betreffen die Rekonstruktion der vergangenen atmosphärisch/ozeanischen Wechselbeziehungen, die die Entwicklung der Mauretanischen Sauerstoffminimumzone über die veränderten physikalischen und biochemischen Randbedingungen im tropischen Ostatlantik steuern. Sie sollten den direkten Vergleich zwischen den vergangenen Sauerstoffbedingungen und den lokalen bzw. entfernteren ozeanischen und atmosphärischen Zirkulationsmustern sowie den vergangenen biochemischen Variationen, die mit Wechseln der marinen Produktion und der Sauerstoffminimumbedingungen in Zusammenhang stehen, erlauben. Dazu werden die Paläovariationen der marinen Produktivität, des Nährstoffumsatzes, der Denitrifizierung, der Auftriebsintensität und Thermoklinentiefe, der Zwischenwasserzirkulation, der Insolation, der kontinentalen Aridität und Staubeintrag als auch der Passatstärke erfaßt. Unsere Ergebnisse sollten helfen, das Ausmaß der heutigen (saisonalen, interannualen, dekadischen) Sauerstoffminimum-Veränderlichkeit in Beziehung zu den langfristigen und natürlichen Veränderungen der Sauerstoffminimumzone zu setzen.

Mit der Gewinnung neuen und hochqualitativen Sedimentkernmaterials, das die Zeitspanne vom späten Glazial bis ins Holozän in einer zeitlichen Auflösung von hunderten bis tausenden Jahren erfassen soll, können folgende Themenkomplexe bearbeitet werden:

Wie veränderten sich die biogeochemischen Bedingungen im oberflächennahen bis intermediären Ostatlantik über die Zeit in Abhängigkeit von Änderungen in der Temperatur (Salinität), Thermoklinenstruktur und Produktivität entlang eines E-W-gerichteten Profils über den Maure-

foraminiferal Ba/Ca and Sr/Ca to infer changes in riverine flux (Senegal) and ocean chemistry,

eolian grain sizes to decipher changes in wind intensity and atmospheric circulation,

bulk sediment geochemistry to assess terrigenous influx,

micropaleontological studies to reconstruct bottom oxygenation processes and redox conditions,

spectral analyses to assess the impact of insolation on OMZ.

tanischen Kontinentalhang innerhalb und außerhalb der tropischen Sauerstoffminimumzone?

Wie waren die zeitlichen Beziehungen zwischen den vergangenen Klimaveränderungen und der biogeochemischen Variabilität im oberflächennahen bis intermediären Ostatlantik als auch in der Atmosphäre?

Hatten schnelle Klimawechsel während des Holozäns und der letzten Deglaziation Einfluss auf die Ausbildung von Sauerstoffminimum-Bedingungen am Mauretanischen Kontinentalhang?

Die geochemischen Arbeitsweisen sind:

$d^{13}C_{\text{(foraminifera, alkenones)}}$, $d^{15}N$, biogenes Silikat und Ba_{excess} , sowie P zur Rekonstruktion der marinen Produktivität, der Nährstoffgradienten und der Denitrifizierungsprozesse,

Foraminiferen $d^{13}C$ und $d^{11}B$, um Änderungen des ozeanischen pH und oberflächennaher pCO_2 Konzentrationen aufzuspüren,

$d^{18}O$ und Mg/Ca an verschiedenen Foraminiferenarten, um Auftriebsprozesse, Veränderungen der Thermoklinentiefe, sowie tiefere Zirkulationsänderungen zu rekonstruieren,

Foraminiferen Ba/Ca und Sr/Ca, um Änderungen in der Flusszufuhr (Senegal) und der Ozeanchemie abzuleiten, Äolische Korngrößen zur Rekonstruktion der atmosphärischen Zirkulation und Stärke,

Sedimentgeochemie, um die Terrigenzufuhr zu bilanzieren,

Mikropaläontologische Methoden zur Rekonstruktion der Bodenventilation und Redox-Bedingungen,

Spektralanalysen, um den Einfluss der Insolation auf die Sauerstoffminimumzone

zu untersuchen.

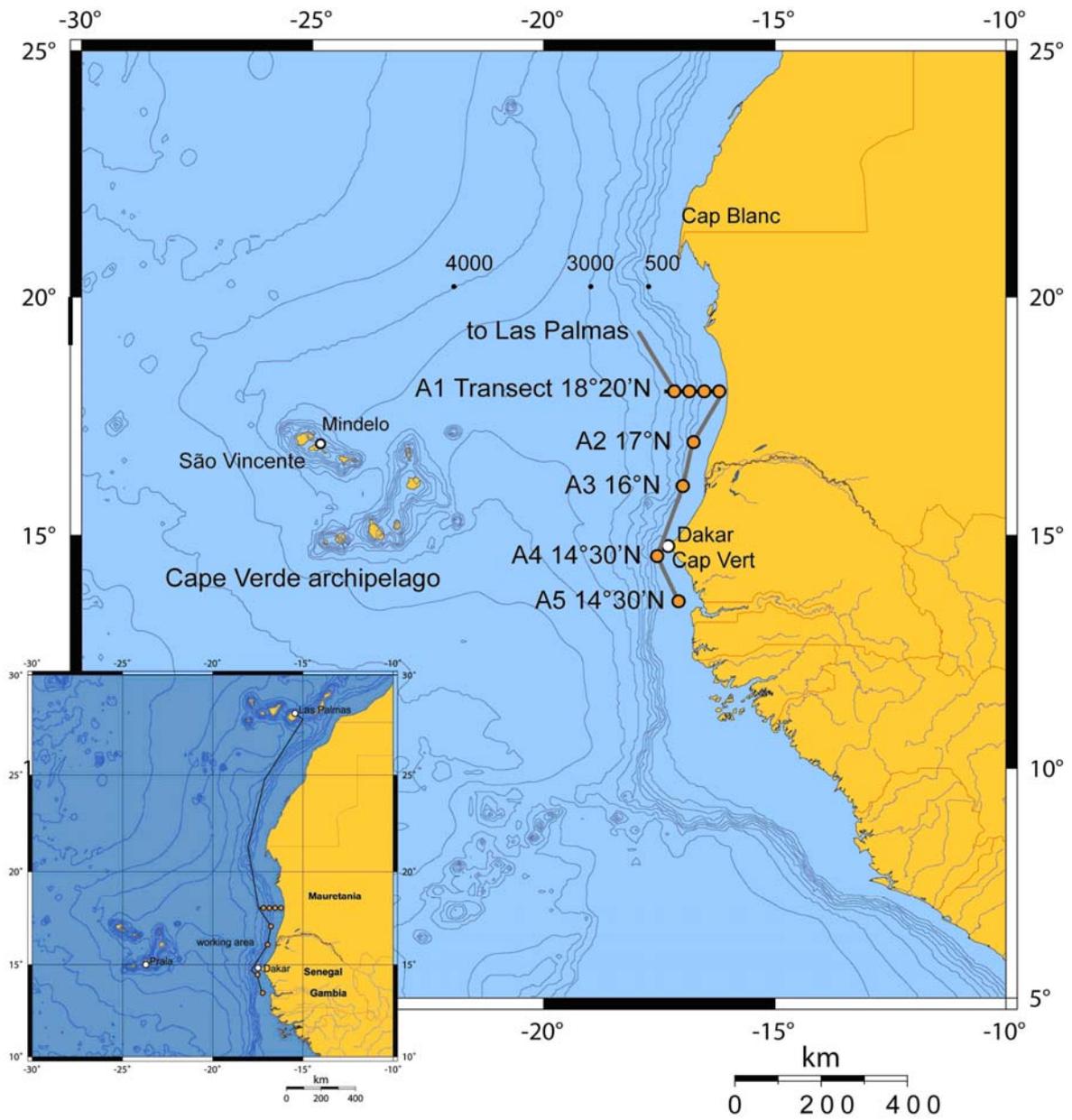


Abb. 4: Arbeitsgebiete (A1-A5) und Fahrtroute MSM 17/4 vor Mauretanien und Senegal.

Fig. 4: Working areas (A1-A5) and cruise track MSM 17/4 A1-A5 off Mauretania and Senegal

Arbeitsprogramm

Stickstoff und Nährstoffkreislauf in der Wassersäule

An einigen Stationen wird das Pump-CTD-System eingesetzt werden, um Wasserbeprobung in hochauflösenden Tiefenintervallen durch die Wasserschichten zu ermöglichen. Für den unteren Teil der Wassersäule, die Oberflächengrenzschicht (BBL), werden wir den BBL-Profilier einsetzen, um den Gradienten und die hochauflösenden Profile zu messen und den Bodenwassersammler (BWS), um große Wasserproben für die molekulare Arbeit und Ratenbestimmung zu nehmen. Die Probennahme an Abschnitten mit hohen und niedrigen Sauerstoffkonzentrationen wird erfolgen, um Nährstoffregenerationsmuster und Stoichiometrie in bezug auf Sauerstoffkonzentrationen festzustellen. Verteilungsmuster gelöster Nährstoffe, gelöstem, organischem Stickstoff, Phosphorarten und die elementare Zusammensetzung biogener Partikel (C, N, P) werden bestimmt werden. Diese Messungen ermöglichen die Kalkulation der Nettonährstoffregeneration und des offenbaren Sauerstoffverbrauchs (AOU) wie auch Ratenmodellierung für Nitrifikation und Stickstoffverlust.

Kurzzeitinkubationsexperimente mit ^{15}N -Isotopentechniken werden an Bord mit verschiedenen niedrigen Sauerstoffkonzentrationen (inkl. In situ-Konzentrationen) ausgeführt werden, um Nitrifikations- und N-Verlusten über Anammox- und Denitrifikationsprozesse entlang von Sauerstoffgradienten und Oberflächensedimenten zu untersuchen. Die so erhaltenen ^{15}N -gekennzeichneten Produkte werden im Labor analysiert mit irm-GC-MS. Mikrosensoren und Experimente mit Zusatz von ^{18}O (Stabile Isotopen) gekennzeichnetem Wasser werden eingesetzt, um die Sauerstoffkonzentration während der Inkubation zu beobachten. Einige dieser Experimente werden angereichert mit $^{15}\text{N}/^{13}\text{C}$ gekenn-

Work program

Nitrogen und nutrient cycles in the water column

At some stations a pump-CTD system will be used to enable water sampling at high-resolution depth intervals across the water layers and for the lower part of the water column, the benthic boundary layer (BBL), we will use a BBL profiler to measure the gradient and high resolution profiles and a bottom water sampler (BWS) to retrieve large water samples for Molecular work and rate determinations. Sampling on transects from high to low oxygen concentrations will be carried out to assess patterns of nutrient regeneration and stoichiometry relative to oxygen concentrations. Distribution patterns of dissolved nutrients, dissolved organic nitrogen, , phosphorus species, and the elemental composition of biogenic particles (C:N:P) will be determined. These measurements will allow the calculation of net nutrient regeneration and apparent oxygen utilisation (AOU), as well as rate-modeling for nitrification and nitrogen loss.

Short-term incubation experiments with ^{15}N -stable isotope pairing techniques will be carried out on board at various low oxygen concentrations (including in situ concentrations), to study rates of nitrification and N-loss via anammox and denitrification processes along oxygen gradients as well as the surface sediments. The subsequently the produced ^{15}N -labeled products will be analyzed in the laboratory with isotope ratio monitoring gas-chromatography mass-spectrometry (irm-GC-MS). Micro sensors as well as experiments with addition of ^{18}O (stable isotope) labeled water, will be used to monitor the oxygen concentrations during the incubations. Some of there experiments will be amended with $^{15}\text{N}/^{13}\text{C}$ labeled organic matter to detect the products of the remineralization. To study the cycling of phosphorous in the water column and BBL we will use a combination of experiments with radiotracers (^{33}P) onboard and natural

zeichnetem organischem Material, um Produkte der Remineralisation aufzudecken. Um den Phosphorkreislauf in der Wassersäule und der BBL zu untersuchen, werden wir eine Kombination aus Experimenten mit radioaktiven Markern (^{33}P) an Bord und natürlicher Menge $\delta^{18}\text{O}$ Isotopen des Phosphors im Sediment verglichen mit BBL und Wassersäule einsetzen. Zur Bestimmung der Stickstoffbindung in der Wassersäule wird die neu entwickelte Methode des Zusatzes von $^{15}\text{N}_2$ Marker durch entgastes $^{15}\text{N}_2$ equilibriertes Wasser angewandt. Die N-Bindung wird an Tiefenprofilen, die gesamte Wassersäule umfassend von der photischen Zone in die der OMZ-Wasser hinein untersucht werden. Alle Ratenbestimmungen werden begleitet vom Beprobieren freilebender Mikroorganismen aus der Wassersäule und Mikroorganismen verbunden mit Beprobung von mikrobiellen Gemeinschaften für DNA/RNA (*nifH*, *amoA*) wie auch Einzelzellquantifizierung (FISH, CARD FISH) und Einzelzellaktivitätsbestimmungen (NanoSIMS, HISH SIMS).

Alle Inkubationen außer Stickstoffbindung im Oberflächenwasser müssen bei in situ Temperatur ausgeführt werden und erfordern einen Kühlraum mit in situ Temperatur ($\sim 10^\circ\text{C}$).

Chemie der Wassersäule

Spurenmessungen von Go-Flos bei denselben Stationen, bei denen auch Mangan aus Bodenwasserproben gemessen wird, um schauen zu können, ob der Haupteintrag eher aus dem Saharastaub oder aus den Sedimenten kommt. Dadurch kann unser Verständnis über die Quellen und Senken verbessert werden.

Gesamtkonzentration von Spurenmetallen werden aus den GoFlo Proben gemessen. Messungen von Fe und Mn, dem Nährstoff Phosphat (PO_4^{3-}) sowie H_2O_2 , Iod und Gelbstoff. Zudem Messungen von Tageszyklen von diesen Spezies, indem eine Station wiederholt beprobt wird.

abundance $\delta^{18}\text{O}$ isotopes of the phosphorus in the sediments compared to the BBL and Watercolumn.

To determine the nitrogen fixation in the water column we will apply the newly developed method by adding the $^{15}\text{N}_2$ tracer by degassed $^{15}\text{N}_2$ equilibrated water instead of the traditional method of adding the traces as a gas-bubble. N-fixation will be studied on depth profiles covering the whole water column from the photic zone and into the OMZ waters.

*All rate determinations will be accompanied by sampling for Free-living microorganisms from the water column, and microorganisms associated with sampling of the microbial community both for DNA/RNA (i.e. *nifH*, *amoA*) as well as single cell quantification (FISH, CARD FISH) and single cell activity determinations (NanoSIMS, HISH SIMS).*

All incubations, except nitrogen fixation in surface waters, needs to be carried out at in situ temperature and requires a cold room at in situ temperature ($\sim 10^\circ\text{C}$)

Water column chemistry

Trace Metal Sampling of the Go-Flos at the same station where Mn is measured from the pore and bottom waters. Measure trace metal concentrations throughout the whole water column to see whether the sediment or/and the dust impact is stronger and to improve our understanding about the sources and sinks.

Measure Fe and Mn, the nutrient Phosphate (PO_4^{3-}) and H_2O_2 , Iodine and CDOM and measure the daily cycling of these species at the same station 3 or 4 times.

In samples from the CTD measurements of CDOM, PO_4^{3-} , Mn, Γ/IO_3^- and the transient redox species Fe(II) and H_2O_2 will be done in near surface waters and in the OMZ at the stations close to the coast and a transect parallel to the coast.

Biogeochemistry and geochemistry of sedi-

Aus Proben von der CTD wird zudem Gelbstoff, PO_4^{3-} , I^-/IO_3^- und die kurzlebigen Spezies Fe(II) and H_2O_2 gemessen in den oberflächennahen Gewässern und in der OMZ nahe der Küste und auf einem küstenparallelen Transekt.

Biogeochemie und Geochemie von Sedimenten und bodennaher Wasserschicht

Die oben erwähnten Arbeiten werden hauptsächlich entlang eines latitudinalen Tiefenschnitts entlang des Mauretianischen Kontinentalhangs und Schelf bei 18°N durchgeführt. Diese Region ist durch starke Gradienten von Nitrat und O_2 im Bodenwasser gekennzeichnet. Flussmessungen der verschiedenen N-Spezies aber auch von O_2 , Fe, Mn, P und Si werden mittels des BIGO Landers in benthischen Kammern gemessen. Diese Lander werden für 24 – 48 Stunden an verschiedenen Stellen entlang des Tiefenschnitts eingesetzt. Zusätzlich zu diesen Lander-Einsätzen wird das Sediment mittels eines Multicorers für die spätere Porenwasser Analyse beprobt. Zusätzlich zu den Bodenwasserproben, die von den BIGO's in einer Distanz von ca. 30 cm über dem Meeresboden genommen werden, wird die Wassersäule insbesondere der Bodenwasserkörper mittels einer CTD/Rosette beprobt. Ein Mikrostruktur CTD wird eingesetzt um die vertikale turbulente Durchmischung der Wassersäule zu erfassen (Kooperation mit M. Dengler IFM-GEOMAR). Parallel zu diesen Messungen wird ein 3D Mikroprofiler zur Erfassung von O_2 und NO_3^- Mikrogradienten in den Oberflächensediment eingesetzt (Kooperation mit R. Glud SDU). Diese Messungen erlauben es die zeitliche Variabilität der diffusiven Flüsse beider Substanzen mit dem hydrodynamischen Regime in Verbindung zu setzen. Der 3D Mikroprofiler wird mit Modulen zur Beprobung der Wassersäule, einem ADCP und mehreren Optoden bestückt sein. Ein geschlepptes Kamerasystem wird eingesetzt um spezifische Lithologien oder Lebensgemeinschaften am Meeresboden, die mit der charakteristischen Biogeoche-

ments and BBL

The above described investigations will focus on a latitudinal transect across the Mauretianian slope and shelf at 18°N covering strong gradients of nitrate and oxygen in the bottom water. Flux measurements of the different N-species as well as of O_2 , Fe, Mn, P, and Si will be conducted with two BIGO type lander each housing two benthic chambers. The observatories will be deployed for the duration of about 24 to 48 hours at different sites along the depth transect at 18°N . These investigations will be flanked by additional sediment sampling activities using the multiple-corer for latter pore water analyses. In addition to bottom water samples that will be obtained by the BIGO's in a distance of about 30 cm to the sea floor further bottom water samples will be taken using conventional CTD/water sampling rosette casts. A micro structure CTD will be deployed at several locations along the 18°N -transect to determine the strength of vertical turbulent mixing (Cooperation with M. Dengler, IFM-GEOMAR). In parallel to these measurements a 3D micro-profiler will be used to determine O_2 and NO_3^- micro-gradients in the surface sediments (Cooperation with R. Glud, SDU). This allows linking the temporal variability of diffusive fluxes of either solute to the hydrodynamic regime. This micro-profiler will be further equipped with a water sampling system, a current meter (ADCP) and several optodes. A towed camera (OFOS) will be deployed to determine specific sea floor lithologies and epibenthic communities that can be related to the biogeochemistry of the sediments.

Microbial activity at the benthic-pelagic boundary

Investigations of manganese/iron and sulphate reduction as well as nitrogen fixation in sediments will be coupled to deployments of the lander system BIGO and multicorer systems. Sediment cores will be taken out of BIGO chambers respectively sub-sampled from multicorer cores and incubated/fixed for microbiological investigations.

mie der Sedimente in Verbindung gebracht werden können, abzubilden.

Mikrobielle Aktivität an der benthisch-pelagischen Grenzschicht

Untersuchungen von Mangan/Eisen- und Sulfatreduktion sowie Stickstofffixierung in Sedimenten sind gekoppelt an Einsätze des Landersystems BIGO und an Einsätze des Multicorer-Systems. Hierfür werden Sedimentkerne aus den BIGO-Kammern entnommen bzw. Kerne aus dem Multicorer beprobt und für mikrobiologische Untersuchungen inkubiert bzw. fixiert.

Mikropaläontologie

Für die feinskalige Beprobung benthischer Foraminiferen werden Sedimentproben mit möglichst gerader Oberfläche benötigt. Daher werden diese Sedimentproben mit einem TVMulticorer gewonnen. Jeweils ein Rohr wird für die Beprobung lebender und toter Foraminiferen benötigt. Zusätzlich wird je eine Sedimentprobe aus dem benthic chamber lander entnommen. Die Beprobung der Sedimentkerne richtet sich nach den in-situ im Porenwasser gemessenen Sauerstoffgradienten der Landerstationen, um eine präzise Untersuchung der Foraminiferenvergesellschaftungen

Paläoozeanographie

Der Schwerpunkt der paläoozeanographischen Arbeiten während der Expedition MERIAN 17/4 liegt auf dem 18°N-Transect vor Mauretanien. Auf diesem Transect über den Kontinentalhang sollen Sedimentoberflächenproben und lange Sedimentkerne aus der Sauerstoffminimumzone, aber auch oberhalb und unterhalb dieser Zone, aus ca. 150 m, 300 m, 500 m, 1000m und 1500 m mit Multicorer und Kolbenloten gewonnen werden. Aufgrund der guten Karbonaterhaltung in diesem Meeresgebiet erwarten wir karbonatreiche Sedimente. Um genügend Sedimentmaterial gewinnen zu können, sind mindestens 2 Kolbenloteinsätze pro Kernstation geplant. Die Auswahl der Kernlokationen erfolgt nach intensiver Meeresbodenkartierung mittels

Micropaleontology

A TV-coupled multicorer will be used for sampling benthic foraminifera. Two tubes with a smooth sediment surface are required from each selected station. Additionally, one sediment sample from each deployed benthic chamber lander will be taken using a small tube. The sampling on living benthic foraminifera need to be adapted to the in-situ measured oxygen gradient in the pore water. This allows an exact investigation of the endobenthic foraminiferal assemblages.

Paleoceanography

The paleoceanographic working program during cruise MERIAN 17/4 is geographically focused to the 18°N-transect off Mauretania . Here, we will recover sediment surface samples and long sediment records from above, within, and below the OMZ at about 150 m, 300 m, 500 m, 1000m, and 1500 m by multicorer and piston corer. As carbonate preservation is good, we expect to recover sediments rich in biogenic carbonate, which is essential to our measurements. In order to gain enough sediment material, we suggest double-coring at each coring location. Site locations will be selected after intense seafloor mapping with PARASOUND and MULTIBEAM. We will participate in any sediment surface sampling accomplished by other working groups in order to improve proxy calibrations. Also, participation in plankton and water sampling is acknowledged, which will provide important contributions to improve calibration of paleohydrographic and paleo-oxygen proxy methods.

We will apply the following methods and scientific approaches:

EM120 swath bathymetry device.

PARASOUND echosounder: Very detailed sediment acoustic surveys across the shelf and upper slope will be needed to locate coring positions.

Surficial sediment sampling with TV-multicorer (and box grab).

PARASOUND und MULTIBEAM. Wir planen an jeder weiteren Sedimentoberflächenbeprobung durch andere Arbeitsgruppen zu partizipieren. Das gleiche gilt für Planktonnetz- und Wasserbeprobung, um unsere Proxy-Kalibrationen insbesondere für Paläo-Sauerstoffbedingungen auf eine bessere Datenbasis zu stellen.

Es sind folgende paläoozeanographische Arbeiten geplant:

EM120 bathymetrische Vermessungen.

PARASOUND Vermessungen: Detaillierte sedimentakustische Vermessungen auf dem Schelf und entlang des Kontinentalhanges sind nötig, um die Kernpositionen auszuwählen

Beprobung von Oberflächensedimenten mit TV- Multicorer (und Kastengreifer).

Schwereloteinsätze (bis 18m): Hochauflösende Holozäne bis glaziale Sedimentfolgen sollen mit Kolbenloten gewonnen werden (Schwerelote nur mit geringerer Priorität). Die paläoozeanographischen Kernlokationen sollen möglichst dort plaziert werden, wo auch andere Arbeitsgruppen mit Lander und CTD arbeiten. Dies wird es erleichtern, die paläoozeanographischen Records mit den rezenten biogeochemischen Prozessen abzugleichen.

Hochauflösende Kernlogging-Verfahren (Magnetische Suszeptibilität und Farbscanner) werden sedimentphysikalische Parameter erstellen, mit denen eine Kernkorrelation bzw. die Etablierung der Chronostratigraphie erreicht werden kann.

Öffnung und Beschreibung der wichtigsten Sedimenkerne an Bord.

Beprobung der Sedimentkerne: Die Transitzeit wird genutzt, um die Kernbeprobung vorzunehmen. Insbesondere werden Proben für organisch-geochemische Untersuchungen genommen und eingefroren.

Long piston corer sampling (up to 18 m): high-resolution Holocene to glacial sediment sequences will be recovered by piston corer (gravity coring only as back-up system). Paleoceanographic stations will be placed preferentially at locations, where an intensive lander and CTD-program will be performed. This will facilitate to link paleo-records to the recent biogeochemical processes studied from landersystems at the same sites.

Sediment core logging tools: magnetic susceptibility, color scanning to provide high-resolution sediment-physical data, necessary to correlate sediment records and to establish a preliminary chronostratigraphy.

Opening and description of most important sediment cores aboard the ship

Sampling of sediment cores: Transit-time will be used to accomplish sediment sampling aboard the ship. In particular, samples will be taken that need to be deep frozen (organic geochemistry).

Zeitplan / Schedule

Fahrtabschnitt / Leg MSM17/4

	Tage/days
Auslaufen von Dakar (Senegal) am 10. 03. 2011 <i>Departure from Dakar (Senegal) am 10. 03. 2011</i>	
Transit zum Arbeitsgebiet A5 / <i>Transit to working area A5</i>	0.7
Arbeiten an einer Station, Wasserprobenahme (CTD/Ro, Goflow- und Bodenwasserschöpfer, in situ Pumpen); Sedimentprobenahme (TV-Multicorer). <i>Work at one station, water sampling (CTD/Ro, Goflow- and bottom water sampler, in situ pumps); sediment sampling (TV-multicorer).</i>	1.0
Transit zum Arbeitsgebiet A4 / <i>Transit to working area A4</i>	0.5
Arbeiten an einer Station, Wasserprobenahme (CTD/Ro, Goflow- und Bodenwasserschöpfer, in situ Pumpen); Sedimentprobenahme. TV-Multicorer. <i>Work at one station, water sampling (CTD/Ro, Goflow- and bottom water sampler, in situ pumps); sediment sampling (TV-multicorer).</i>	1.0
Transit zum Arbeitsgebiet A3 / <i>Transit to working area A3</i>	0.8
Arbeiten an einer Station, Wasserprobenahme (CTD/Ro, Goflow- und Bodenwasserschöpfer, in situ Pumpen); Sedimentprobenahme. TV-Multicorer. <i>Work at one station, water sampling (CTD/Ro, Goflow- and bottom water sampler, in situ pumps); sediment sampling (TV-multicorer).</i>	1.0
Transit zum Arbeitsgebiet A1 / <i>Transit to working area A1</i>	0.8
Untersuchungsschnitt auf dem Kontinentalshelf und Hang von 70m bis 3000m Wassertiefe nach vorhergehenden Multibeam-/Parasound Profilen. Arbeiten auf mehreren Stationen auf dem Tiefentransekt: Lander-Verankerungen, Photo- und Video Beobachtung des Meeresbodens (OFOS) Wasserprobenahme (CTD/Ro, Goflow- und Bodenwasserschöpfer, in situ Pumpen); Sedimentprobenahme. TV-Multicorer. Kastengreifer. Schwerelot) <i>Section along continental margin 70m 300m water depth after pre-site surveys with multibeam and parasound. Several working station along depth transect: Lander deployments, sea floor imaging (OFOS), water sampling (CTD/Ro, Goflow- and bottom water sampler, in situ pumps); sediment sampling (TV-multicorer, box grab, piston corer).</i>	21,9
Transit zum Arbeitsgebiet A4 (hin/zurück) / <i>Transit to working area A4 (back&forth)</i>	0.8
Arbeiten an einer Station, Wasserprobenahme (CTD/Ro, Goflow- und Bodenwasserschöpfer, in situ Pumpen); Sedimentprobenahme (TV-Multicorer). <i>Work at one station, water sampling (CTD/Ro, Goflow- and bottom water sampler, in situ pumps); sediment sampling (TV-multicorer).</i>	1.0
Transit nach Las Palmas/ <i>Transit to Las Palmas</i>	2.5
Summe/Total	32.0
Einlaufen in Las Palmas (Spanien) am 12. 04. 2011 <i>Arrival at Las Palmas (Spain) on 12. 04. 2011</i>	

Beteiligte Institutionen / *Participating Institutions*

AWI

Alfred-Wegener Institut für Polar- und Meeresforschung
Am Handelshafen 12
27570 Bremerhaven
Germany

GKSS-IfK

GKSS-Forschungszentrum
Institut für Küstenforschung
Max-Planck-Str.1
21502 Geesthacht
Germany

HUB

Humboldt-Universität zu Berlin
Museum für Naturkunde
Invalidenstr. 43
10115 Berlin
Germany

IFAM

Institut für allgemeine Mikrobiologie
Christian-Albrechts Universität Kiel
Biologiezentrum,
Am Botanischen Garten 1-9,
24118 Kiel
Germany

IfBM

Institut für Biogeochemie und Meereschemie
Universität Hamburg
Bundesstraße 55
20146 Hamburg
Germany

IFG

Institut für Geowissenschaften
Christian-Albrechts Universität Kiel
Ludwig-Meyn Straße 10
24118 Kiel
Germany

IFM-GEOMAR

Leibniz-Institut für Meereswissenschaften
an der Universität Kiel
Wischhofstr. 1-3
24148 Kiel
Germany

IHF

Institut für Hydrobiologie und Fischereiwissenschaft
Universität Hamburg
Große Elbstraße 133
22767 Hamburg
Germany

IOW

Leibniz-Institut für Ostseeforschung Warnemünde
Seestraße 15
18119 Rostock
Germany

MarZoo

Marine Zoologie
Universität Bremen
Leobener Straße
28359 Bremen
Germany

MPI-Bremen

Max-Planck-Institut für Marine Mikrobiologie
Celsiusstrasse 1
28359 Bremen
Germany

NatMIRC Swakopmund

Ministry of Fisheries and Marine Resources
P.O. Box 912 NAM
Swakopmund
Namibia

ZMT

Zentrum für Marine Tropenökologie
Fahrenheitstraße 6
28359 Bremen
Germany

Teilnehmerliste/ *Participants* MERIAN MSM17

Fahrtabschnitt / *Leg* MSM 17/1

1. Behrmann, Jan	Fahrtleiter / <i>Chief Scientist</i>	IFM-GEOMAR
2. Planert, Lars	OBS/OBH	IFM-GEOMAR
3. Shulgin, Alexej	OBS/OBH	IFM-GEOMAR
4. Kraft, Helene Anja	OBS/OBH	IFM-GEOMAR
5. Speckbacher, Romed	OBS/OBH	IFM-GEOMAR
6. Meissl, Sandra	OBS/OBH	IFM-GEOMAR
7. Villar Munoz, Lucia Alejandra	OBS/OBH	IFM-GEOMAR
8. Schäfer, Jörg-Stephan	OBS/OBH	IFM-GEOMAR
9. Seelig, Ulrike	OBS/OBH	IFM-GEOMAR
10. Herter, Ulrich Jürgen	OBS/OBH	AWI
11. Labahn, Erik	Airgun Techniker	KUM, Kiel
12. Schröder, Patrick	OBMT Techniker	IFM-GEOMAR
13. Wetzels, Gero	OBMT Techniker	IFM-GEOMAR
14. Nöske, Karl-Ulrich	OBS/OBH Techniker	IFM-GEOMAR
15. NN	Beobachter	Namibia
16. NN	Beobachter	Namibia

Teilnehmerliste/ *Participants* MERIAN MSM17

Fahrtabschnitt / *Leg* MSM 17/2

1. Jokat, Wilfried	Fahrtleiter / <i>Chief Scientist</i>	AWI
2. Geissler, Wolfram	BB-OBS/OBS	AWI
3. Heincke, Björn	OBMT	IFM-GEOMAR
4. Herter, Ulrich Jürgen	BB-OBS/OBS	AWI
5. Fritsch, Sandy	BB-OBS/OBS	AWI
6. Hermann, Tobias	BB-OBS/OBH	AWI
7. Meissl, Sandra	BB-OBS/OBS	AWI
8. Meissl, Sandra	OBS/OBH	IFM-GEOMAR
9. Schäfer, Jörg-Stephan	OBS/OBH	IFM-GEOMAR
10. Seelig, Ulrike	OBS/OBH	IFM-GEOMAR
11. Steffen, Klaus Peter	Airgun Techniker	IFM-GEOMAR
12. Matthiesen, Torge	OBMT Techniker	IFM-GEOMAR
13. Wollatz-Vogt, Martin	OBMT Techniker	IFM-GEOMAR
14. Nöske, Karl-Ulrich	OBS/OBH Techniker	IFM-GEOMAR
15. NN	Beobachter	Namibia
16. NN	Beobachter	Namibia

Teilnehmerliste/ *Participants* MERIAN MSM17

Fahrtabschnitt / *Leg* MSM 17/3

1.	Lahajnar	Niko	Fahrtleiter / Chief Scientist	IfBM
2.	Ankele	Markus	Ferrybox / MIMS	IfBM / GKSS
3.	Heddaeus	Annette	Filtration / Pore Water Geochemistry	IfBM
4.	Struck	Ulrich	Sediment Sampling / Multicorer	HUB
5.	Mohrholz	Volker	CTD / Moorings / Hydrography	IOW
6.	Heene	Toralf	CTD / Moorings / Hydrography	IOW
7.	Muller	Annathea	CTD / Moorings / Hydrography	IOW
8.	Hansen	Anja	Phytoplankton	IOW
9.	Ekau	Werner	Ichthyoplankton	ZMT
10.	Kreiner	Anja	Ichthyoplankton	NatMIRC
11.	Rixen	Tim	Carbonate / CO ₂	ZMT
12.	Flohr	Anita	Carbonate / CO ₂	ZMT
13.	Koppelman	Rolf	Plankton / ROV	IHF
14.	Martin	Bettina	Plankton / ROV	IHF
15.	Jung	Sarina	Plankton / ROV	IHF
16.	Eckardt	André	Plankton / ROV	IHF
17.	Hagen	Wilhelm	Zooplankton	MarZoo
18.	Schukat	Anna	Zooplankton	MarZoo
19.	Teuber	Lena	Zooplankton	MarZoo
20.	NN		Zooplankton	NatMIRC
21.	Buchholz	Friedrich	Krill	AWI
22.	Werner	Thorsten	Krill	AWI

Teilnehmerliste/ *Participants* MERIAN MSM17

Fahrtabschnitt / *Leg* MSM 17/4

1. Pfannkuche , Olaf	<i>Chief Scientist</i>	IFM-GEOMAR
2. Bannert, Bernhard	<i>Video Technician</i>	IFM-GEOMAR
3. Türk, Matthias	<i>Engineer</i>	IFM-GEOMAR
4. Blanz, Thomas	Paleoceanography	IFG
5. Bleyer, Anke	Geochemistry	IFM-GEOMAR
6. Bodenbinder, Andrea	Geochemistry	IFM-GEOMAR
7. Bohlen, Lisa	Geochemistry	IFM-GEOMAR
8. Heller, Maija	Water chemistry	IFM-GEOMAR
9. Holtappels, Moritz	Nutrient chemistry	MPI-Bremen
10. Kalvelage, Tim	Nutrient chemistry	MPI-Bremen
11. Kriwanek, Sonja	Biogeochemistry	IFM-GEOMAR
12. LaRoche, Julie	Molecular Biology	IFM-GEOMAR
13. Lavik Gaute	Nutrient chemistry	MPI-Bremen
14. Löscher, Claudia	Molecular Biology	IFAM
15. Mallon, Jürgen	Micro-paleontology	IFM-GEOMAR
16. Noffke, Anna	Geochemistry	IFM-GEOMAR
17. Petersen, Asmus	Gear Technology	IFM-GEOMAR
18. Rovelli, Lorenzo	Oceanography	IFM-GEOMAR
19. Schneider, Ralph	Paleoceanography	IFG
20. Sommer, Stefan	Biogeochemistry	IFM-GEOMAR
21. Treude Tina	Microbiology	IFM-GEOMAR
22. NN	Observer	Mauretania
23. NN	Observer	Senegal

Besatzung / Crew MSM17/1

Dienstgrad / Rank	Name, Vorname / Name, first name
Kapitän / Master	von Staa, Karl-Friedhelm
Ltd. Naut. Offizier / Ch. Off.	Maaß, Björn
Erster Naut. Offizier / 1st Off.	Behnisch, Holm
Zweiter Naut. Offizier / 2nd Off.	Günther, Jan-Phillip
Leit. Ing. / Ch. Eng.	Ogrodnik, Thomas
II. Techn. Offizier / 2nd Eng	Boy, Manfred
III. Techn. Offizier / 3rd Eng	Schmalfeldt, Mario
Elektriker / Electrician	Schmidt, Hendrik
Elektroniker / Electro Eng.	Riedel, Frank
System Operator / System- Manager	Tomiak, Martin
Motorenwärter / Motorman	Lorenzen, Olaf
Deckschlosser / Fitter	Friesenborg, Helmut
Bootsmann / Bosun	Bosselmann, Norbert
Schiffsmechaniker / SM	Scheibe, Thomas
Schiffsmechaniker / SM	Wiechert, Olaf
Schiffsmechaniker / SM	Müller, Gerhard
Schiffsmechaniker / SM	Wolff, Andreas
Schiffsmechaniker / SM	Papke, Rene
Schiffsmechaniker / SM	Peters, Karsten
Schiffsmechaniker / SM	Badtke, Rainer
Koch / Ch. Cook	Wolff, Thomas
Kochsmaat / Cook's Ass.	Kroeger, Sven
1. Steward / Ch. Steward	Seidel, Iris
Schiffsarzt / Ship's Doctor	Dr. Mueller, Reinhard

Besatzung / Crew MSM17/2

Dienstgrad / Rank	Name, Vorname / Name, first name
Kapitän / Master	Schmidt, Ralf
Ltd. Naut. Offizier / Ch. Off.	Maaß, Björn
Erster Naut. Offizier / 1st Off.	Behnisch, Holm
Zweiter Naut. Offizier / 2nd Off.	Werther, Johannes
Leit. Ing. / Ch. Eng.	Schüler, Achim
II. Techn. Offizier / 2nd Eng	Boy, Manfred
III. Techn. Offizier / 3rd Eng	Schmalfeldt, Mario
Elektriker / Electrician	Schmidt, Hendrik
Elektroniker / Electro Eng.	Meinecke, Stefan
System Operator / System- Manager	Maggiulli, Michael
Motorenwärter / Motorman	Lorenzen, Olaf
Deckschlosser / Fitter	Wiechert, Olaf
Bootsmann / Bosun	Kreft, Norbert
Schiffsmechaniker / SM	Vredenburg, Enno
Schiffsmechaniker / SM	Müller, Gerhard
Schiffsmechaniker / SM	Wolff, Andreas
Schiffsmechaniker / SM	Papke, Rene
Schiffsmechaniker / SM	Peters, Karsten
Schiffsmechaniker / SM	Badtke, Rainer
Schiffsmechaniker / SM	Pomplun, Matthias
Koch / Ch. Cook	Wolff, Thomas
Kochsmaat / Cook's Ass.	Ennenga, Nicole
1. Steward / Ch. Steward	Seidel, Iris
Schiffsarzt / Ship's Doctor	Dr. Mueller, Reinhard

Besatzung / Crew MSM17/3

Dienstgrad / Rank	Name, Vorname / Name, first name
Kapitän / Master	Schmidt, Ralf
Ltd. Naut. Offizier / Ch. Off.	Maaß, Björn
Erster Naut. Offizier / 1st Off.	Soßna, Yves-Michael
Zweiter Naut. Offizier / 2nd Off.	Werther, Johannes
Leit. Ing. / Ch. Eng.	Schüler, Achim
II. Techn. Offizier / 2nd Eng	Rogers, Benjamin
III. Techn. Offizier / 3rd Eng	Schmalfeldt, Mario
Elektriker / Electrician	Schmidt, Hendrik
Elektroniker / Electro Eng.	Meinecke, Stefan
System Operator / System- Manager	Maggiulli, Michael
Motorenwärter / Motorman	NN
Deckschlosser / Fitter	Wiechert, Olaf
Bootsmann / Bosun	Kreft, Norbert
Schiffsmechaniker / SM	Pomplun, Matthias
Schiffsmechaniker / SM	Vredenburg, Enno
Schiffsmechaniker / SM	Roob, Christian
Schiffsmechaniker / SM	Papke, Rene
Schiffsmechaniker / SM	Badtke, Rainer
Schiffsmechaniker / SM	NN
Schiffsmechaniker / SM	NN
Koch / Ch. Cook	Arndt, Waldemar
Kochsmaat / Cook's Ass.	Ennenga, Nicole
1. Steward / Ch. Steward	NN
Schiffsarzt / Ship's Doctor	Dr. Mueller, Reinhard

Besatzung / Crew MSM17/4

Dienstgrad / Rank	Name, Vorname / Name, first name
Kapitän / Master	von Staa, Karl-Friedhelm
Ltd. Naut. Offizier / Ch. Off.	NN
Erster Naut. Offizier / 1st Off.	Soßna, Yves-Michael
Zweiter Naut. Offizier / 2nd Off.	NN
Leit. Ing. / Ch. Eng.	Schüler, Achim
II. Techn. Offizier / 2nd Eng	Rogers, Benjamin
III. Techn. Offizier / 3rd Eng	Lorenzen, Olaf
Elektriker / Electrician	NN
Elektroniker / Electro Eng.	Riedel, Frank
System Operator / System- Manager	Tomiak, Martin
Motorenwärter / Motorman	Sauer, Jürgen
Deckschlosser / Fitter	Friesenborg, Helmut
Bootsmann / Bosun	Bosselmann, Norbert
Schiffsmechaniker / SM	Vredenborg, Enno
Schiffsmechaniker / SM	Roob, Christian
Schiffsmechaniker / SM	Kreft, Norbert
Schiffsmechaniker / SM	Pomplun, Matthias
Schiffsmechaniker / SM	Müller, Gerhard
Schiffsmechaniker / SM	NN
Schiffsmechaniker / SM	NN
Koch / Ch. Cook	Arndt, Waldemar
Kochsmaat / Cook's Ass.	Kroeger, Sven
1. Steward / Ch. Steward	NN
Schiffsarzt / Ship's Doctor	Winther, Almut

Das Forschungsschiff / *Research Vessel* MARIA S. MERIAN

Das Eisrandforschungsschiff "Maria S. Merian" ist Eigentum des Landes Mecklenburg-Vorpommern, vertreten durch das Institut für Ostseeforschung Warnemünde. Das Schiff wird als „Hilfseinrichtung der Forschung von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) betrieben, die dabei von einem Beirat unterstützt wird.

Der Senatskommission für Ozeanographie der DFG obliegt, in Abstimmung mit der Steuerungsgruppe "Mittelgroße Forschungsschiffe", die wissenschaftliche Fahrtplanung, sie benennt Koordinatoren und Fahrtleiter von Expeditionen

Die Kosten für den Betrieb des Schiffes, für Unterhaltung, Ausrüstung, Reparatur und Ersatzbeschaffung, sowie für das Stammpersonal werden entsprechend den Nutzungsverhältnissen zu 70% von DFG und zu 30% vom Bundesministerium für Bildung und Forschung getragen

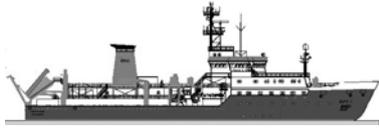
Die Leitstelle Meteor / Maria S. Merian der Universität Hamburg ist für die wissenschaftlich-technische, logistische und finanzielle Vorbereitung, Abwicklung und Betreuung des Schiffsbetriebes verantwortlich. Sie arbeitet einerseits mit den Expeditionskoordinatoren partnerschaftlich zusammen, andererseits ist sie Partner der Briese Schifffahrts GmbH.

The "Maria S. Merian", a research vessel capable of navigating the margins of the ice cap, is owned by the Federal State of Mecklenburg-Vorpommern, represented by the Baltic Sea Research Institute Warnemünde. The vessel is operated as an "Auxiliary Research Facility" by the German Research Foundation (DFG). For this purpose DFG is assisted by an Advisory Board.

The DFG Senate Commission on Oceanography, in consultation with the steering committee for medium-sized vessels, is responsible for the scientific planning and coordination of expeditions as well as for appointing coordinators and expedition leaders.

The running costs for the vessel for maintenance, equipment, repairs and replacements, and for the permanent crew are borne proportionately to usage, with 70% of the funding provided by DFG and 30% by Federal Ministry of Education and Research.

The "Meteor / Maria S. Merian Operations Control Office" 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 expedition coordinators on a partner-like basis and on the other hand it is the direct partner of the managing owners Briese Schifffahrts GmbH.

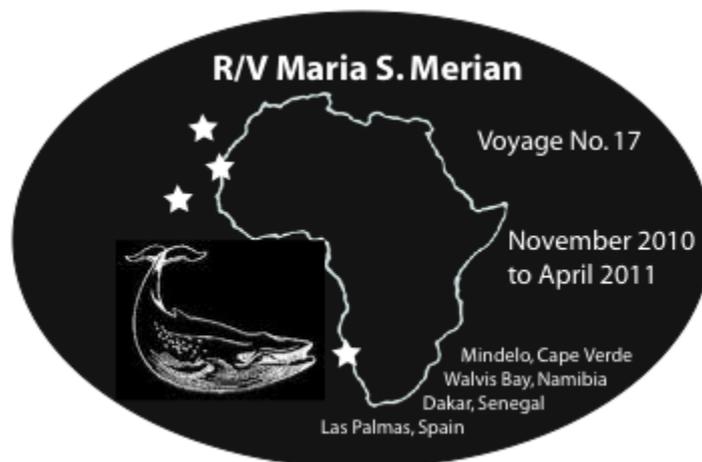


Research Vessel

MARIA S. MERIAN

Cruise No. MSM17

23. 11. 2010 – 12. 04. 2011



Geophysics, Oceanography, Biogeochemistry and Ecology of the eastern Atlantic Ocean, offshore Mauretania, Senegal and Namibia

MeriAtlantic

Editor:

Institut für Meereskunde Universität Hamburg
Leitstelle METEOR / MERIAN
<http://www.ifm.zmaw.de/de/leitstelle/>

sponsored by:

Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)
ISSN 1862-8869