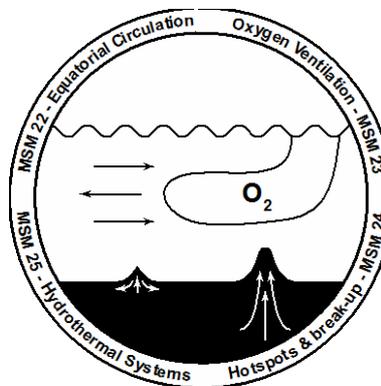


**Forschungsschiff**

# **MARIA S. MERIAN**

**Reisen Nr. MSM 22 – 23 – 24 - 25**

**24. 10. 2012 – 05. 03. 2013**



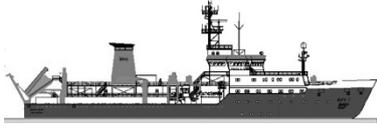
## **Equatorial Circulation, Oxygen Ventilation, Hotspots & Break-up, und Hydrothermale Systeme im Tropischen Atlantik und Südatlantik**

Herausgeber

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

gefördert durch

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

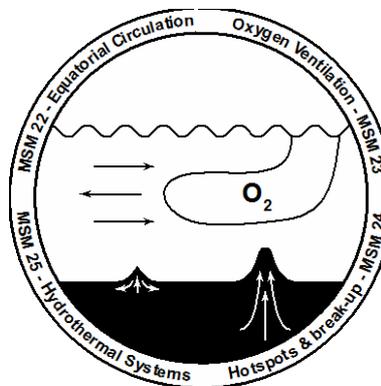


**Forschungsschiff**

# **MARIA S. MERIAN**

**Reisen Nr. / Cruises No. MSM 22 – 23 – 24 - 25**

**24. 10. 2012 – 05. 03. 2013**



**Equatorial Circulation, Oxygen Ventilation, Hotspots & Break-up, und  
Hydrothermale Systeme im Tropischen Atlantik und Südatlantik**

***Equatorial Circulation, Oxygen Ventilation, Hotspots & Break-up, and  
Hydrothermal Systems in the Tropical and South Atlantic***

Herausgeber / *Editor*:

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

gefördert durch / *sponsored by*:

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

## **Anschriften / Addresses**

### **Prof. Dr. Peter Brandt**

Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung  
Kiel GEOMAR  
Düsternbrooker Weg 20  
24105 Kiel

Telefon: +49 431 600-4105  
Telefax: +49 431 600-4102  
E-mail: pbrandt@geomar.de

### **Prof. Dr. Martin Visbeck**

Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung  
Kiel GEOMAR  
Düsternbrooker Weg 20  
24105 Kiel

Telefon: +49 431 600-4100  
Telefax: +49 431 600-4102  
E-mail: mvisbeck@geomar.de

### **Dr. Wolfram Geißler**

Alfred-Wegener-Institut  
für Polar- und Meeresforschung  
Am Alten Hafen 26  
D-27568 Bremerhaven

Telefon: +49 471 4831 1550  
Telefax: +49 471 4831 1926  
E-mail: Wolfram.Geissler@awi.de

### **Prof. Dr. Colin Devey**

Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung  
Kiel GEOMAR  
Wischhofstr. 1-3  
24118 Kiel

Telefon: +49 431 600-2257  
Telefax: +49 431 600-2924  
E-mail: cdevey@geomar.de

### **Leitstelle Deutsche Forschungsschiffe**

Institut für Meereskunde  
Universität Hamburg  
Bundesstraße 53  
20146 Hamburg

Telefon: +49-40-428-38-3640  
Telefax: +49-40-428-38-4644  
E-mail: leitstelle@ifm.uni-hamburg.de  
<http://www.ifm.zmaw.de/de/ldf/>

### **Reederei**

Briese Schifffahrts GmbH & Co. KG  
Abt. Forschungsschifffahrt  
Hafenstrasse 12  
26789 Leer

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

### **Senatskommission für Ozeanographie**

der Deutschen Forschungsgemeinschaft  
Vorsitzender: Prof. Dr. Michael Schulz  
Marum, Universität Bremen  
Leobener Strasse  
28359 Bremen

Telefon: +49-421-218-65444  
Telefax: +49-421-218-7040  
E-mail: SeKom.Ozean@marum.de

## Forschungsschiff / *Research Vessel* MARIA S. MERIAN

<b>Rufzeichen</b>	DBBT	
<b>Inmarsat</b>	Fleet77	Fleet33
Telefon:	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

<b>VSAT</b>	North Atlantic, Mediterranien, europe	0046 3133 44820
-------------	--	-----------------

<b>GSM</b>	Telefon:	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 email 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 Reisen Nr. MSM 22 – 23 – 24 - 25**  
***MERIAN Cruises No. MSM 22 – 23 – 24 - 25***

**24. 10. 2012 – 05. 03. 2013**

**Equatorial Circulation, Oxygen Ventilation, Hotspots & Break-up, und Hydrothermale Systeme im Tropischen Atlantik und Südatlantik**

***Equatorial Circulation, Oxygen Ventilation, Hotspots & Break-up, and Hydrothermal Systems in the Tropical and South Atlantic***

**Fahrt/ Cruise MSM 22**                      24.10.2012 – 23.11.2012  
Mindelo (Kap Verde) – Mindelo (Kap Verde)  
Fahrtleiter / *Chief Scientist*: Prof. Dr. Peter Brandt

**Fahrt/ Cruise MSM 23**                      26.11.2012 – 20.12.2012  
Mindelo (Kap Verde) – Walvis Bay (Namibia)  
Fahrtleiter / *Chief Scientist*: Prof. Dr. Martin  
Visbeck

**Fahrt/ Cruise MSM 24**                      27.12.2012 – 21.01.2013  
Walvis Bay (Namibia)– Cape Town (S. Africa)  
Fahrtleiter / *Chief Scientist*: Dr. Wolfram  
Geissler

**Fahrt/Cruise MSM 25**                      24.01.2013 – 05.03.2013  
Cape Town (S. Africa) – Mindelo (Cape Verde)  
Fahrtleiter / *Chief Scientist*: Prof. Dr. Colin Devey

**Koordination / *Coordination***              Leitstelle Deutsche Forschungsschiffe

**Kapitän / *Master* MARIA S.MERIAN** MSM 22-23 R. Schmidt  
24 T. Ogrodnik  
25 M. Günther

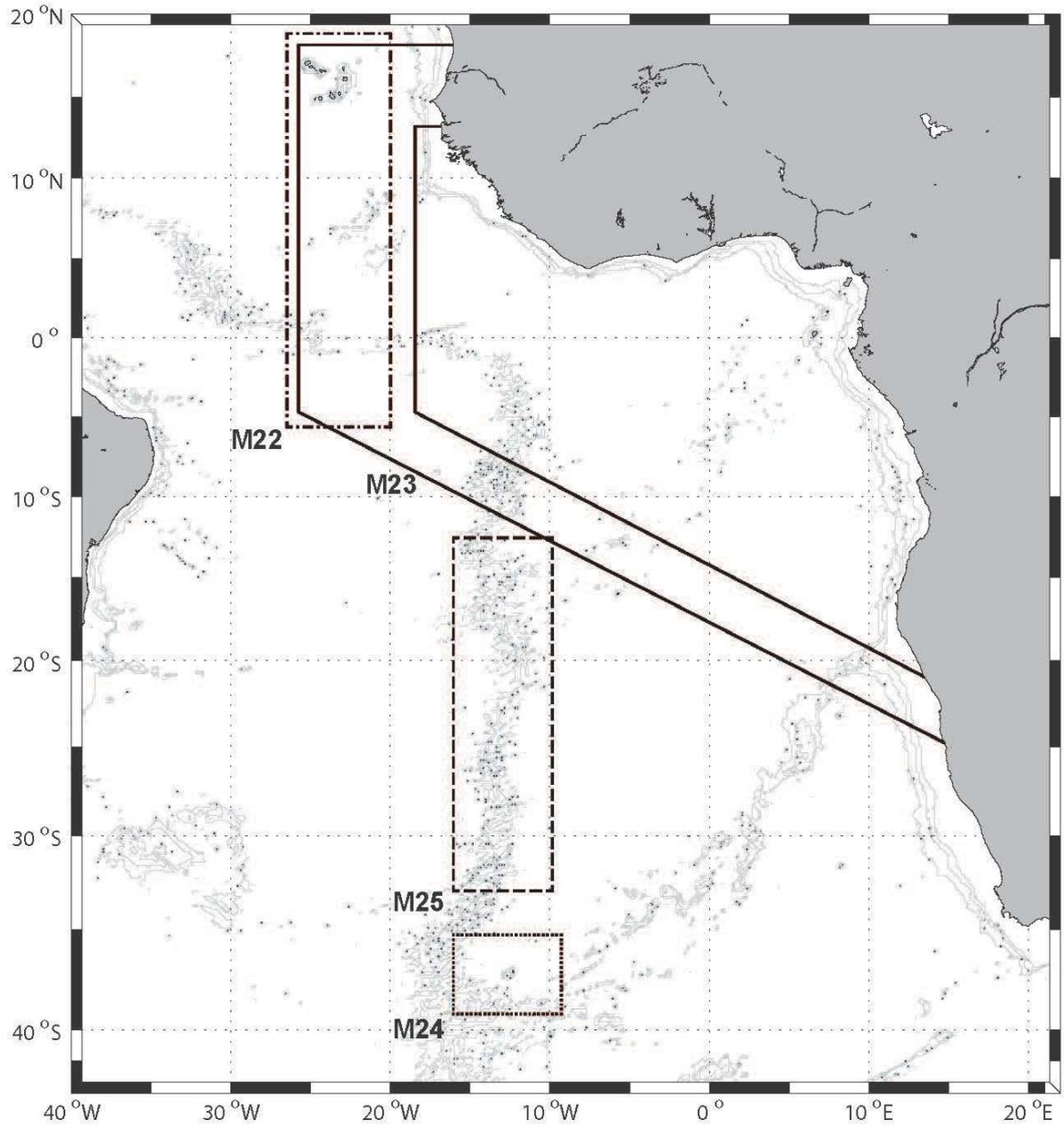


Abb. 1 Geplante Fahrtrouten und Arbeitsgebiete der MERIAN Expeditionen MSM 22, 23, 24, 25.

*Fig. 1 Planned cruise tracks and working areas of MERIAN cruises MSM 22, 23, 24, 25.*

## **Wissenschaftliches Programm der MERIAN Reisen Nr. MSM 22 – 23 – 24 - 25** *Scientific Program of MERIAN Cruises No. MSM 22 – 23 – 24 - 25*

### **Übersicht**

#### **MERIAN Reise MSM 22**

Die Reise MSM22 ist eine Projektkomponente des Kieler Sonderforschungsbereiches SFB 754 (Klima – Biogeochemie Wechselwirkungen im tropischen Ozean), der BMBF Verbundprojekte NORDATLANTIK/ RACE und SOPRAN, sowie des deutsch-französischen Kooperationsvorhabens AWA. Im Rahmen des SFB 754 sollen sowohl Ventilationsprozesse der Sauerstoffminimumzone (laterale und vertikale Vermischung sowie Advektion, TP A3, A4) als auch die Rolle des Zooplanktons für Sauerstoffverbrauch und biogeochemische Zyklen (TP B8) untersucht werden. Ein weiterer Aspekt wird die Untersuchung von Wirbeln sein, die in den Küstenauftriebsgebieten vor Westafrika entstehen, sich Richtung Westen ausbreiten und durch besondere physikalische und biogeochemische Wassereigenschaften gekennzeichnet sind (BMBF SOPRAN, AWA, SFB754). Am Äquator gilt unser Hauptinteresse dem äquatorialen Strömungssystem, seinen zwischenjährlichen Schwankungen, sowie seinem Einfluss auf den zonalen Transport von Wärme, Frischwasser und Sauerstoff (BMBF NORDATLANTIK/RACE, SFB754). Die Hauptarbeiten während MSM22 sind Bergung und Ausbringung von Tiefseeverankerungen, Durchführung eines Gleiterschwarmexperiments und Stationsarbeiten mit einem CTD/Lowered ADCP/ Underwater Vision Profiler (UVP) /Tracor Acoustic Profiling System (TAPS), einer Mikrostruktursonde und einem Zooplankton-Multinetz. Zusätzlich werden Unterwegsmessungen der Strömungen mit den bordeigenen Schiffs-ADCPs sowie von Wassereigenschaften mit dem Thermosalinographen und der  $p\text{CO}_2$  Sonde durchgeführt. Während MSM22 werden 3 Gleiter ausgelegt, die während MSM23 aufgenommen werden sollen.

### **Synopsis**

#### **MERIAN Cruise MSM 22**

*Cruise MSM22 is a joint effort of the Kiel Collaborative Research Centre SFB 754 ("Climate - Biogeochemistry Interactions in the Tropical Ocean") of the BMBF joint projects NORDATLANTIK/RACE and SOPRAN as well as of the German-French Cooperative Project AWA. Within the framework of the SFB 754, ventilation processes of the oxygen minimum zone (OMZ), including lateral and vertical mixing and oxygen advection (SP A3 and A4) as well as the role of zooplankton for oxygen consumption and biogeochemical cycles (SP B8) will be investigated. Another aspect of cruise MSM22 is the study of mesoscale eddies which are generated in the coastal upwelling region off West Africa and then migrate westward. Such eddies are characterized by particular physical and biogeochemical properties that will be further investigated during the cruise (BMBF SOPRAN, AWA, SFB754). At the equator, the cruise will focus on the equatorial current system, its interannual variability and its role in the zonal transport of heat, freshwater, and oxygen (BMBF NORDATLANTIK/RACE, SFB 754). The main tasks during MSM22 will be the recovery and redeployment of several subsurface moorings, a glider swarm experiment at the southern rim of the OMZ and station work with a CTD/Lowered ADCP/Underwater Vision Profiler (UVP)/Tracor Acoustic Profiling System (TAPS), a microstructure probe and a zooplankton multinet. In addition, underway measurements of upper ocean currents with both shipboard ADCPs and hydrographic measurements with thermosalinograph and  $p\text{CO}_2$  probe will be performed. During MSM22, three gliders will be deployed and are scheduled for recovery during MSM23.*

### **Fahrt MSM 23**

Auf der Reise MSM 23 werden Arbeiten im Rahmen des von der DFG finanzierten Sonderforschungsbereichs (SFB) 754, Klima – biogeochemische Wechselwirkungen im Tropischen Ozean, Teilprojekt A3 durchgeführt. Das Ziel der Arbeiten ist es, den Eintrag von Sauerstoff in die Sauerstoffminimumzone (OMZ) des tropischen Atlantiks zu quantifizieren und besser zu verstehen, besonders im Hinblick auf die Rolle submesoskaliger Prozesse auf laterale und vertikale Sauerstofftransporte, die kritische Aspekte der Region darstellen. Das „Oxygen Supply Tracer Release Experiment“ (OSTRE) wird begonnen und dient der quantitativen Bestimmung von diapycnischen und lateraler Vermischung in der Region. Die Reise steht in engem Bezug zu der Reise MSM 22 (Brandt). Während der Fahrt soll eine kleine Flotte von Glidern aufgenommen werden, die auf der vorangegangenen Fahrt eingesetzt wurden. Damit kann der operative Einsatz der Glider etwa einen Monat verlängert werden.

Die Hauptziele der Fahrt MSM 23 sind:

- Quantitative Bestimmung der Stärke mesoskaliger und submesoskaliger Transporte und deren Auswirkungen auf die Sauerstoffverteilung durch Abschätzungen lateraler Mischungs- und Ventilationsprozesse der OMZ durch ein “Tracer Release Experiment”.
- Bestimmung von isopyknischen und diapycnischen Mischungskoeffizienten.

Die Hauptarbeit der beantragten Reise ist das Ausbringen des Tracers SF<sub>5</sub>CF<sub>3</sub> in der Nähe der Sauerstoffminimumzone bei ca. 11°N und etwa 500 Meter Tiefe (potentielle Dichte von ~27,2 kg/m<sup>3</sup>) als ersten Schritt in einem Tracer Release Experiment.

Weitere Arbeiten beinhalten die biogeochemische Probennahme des zu markierenden Wassers, um vergleichende Studien mit markiertem Wasser durchführen zu können.

### **Cruise MSM 23**

*MERIAN cruise MSM 23 in the tropical Atlantic Ocean is a contribution to the DFG Sonderforschungsbereich (SFB) 754, Climate - Biogeochemistry Interactions in the Tropical Ocean, subproject A3. The goal of the study is to quantify and better understand the supply of oxygen to the oxygen minimum zone (OMZ) of the Tropical Atlantic with a particular focus on the role of submesoscale processes for lateral and vertical oxygen fluxes and thus a critical aspect of the ventilation of this region. The “Oxygen Supply Tracer Release Experiment (OSTRE) will be launched in order to quantify diapycnal and lateral mixing rates in the region. This cruise is closely related to cruise MSM 22 (Brandt). This cruise will recover a small fleet of gliders that were deployed by the previous cruise, thus optimizing the life time (about one month) of the gliders operational endurance.*

*The main goals of the work are:*

- *Quantification of the strength of mesoscale and submesoscale transports and their influence on the oxygen distribution via estimates of lateral mixing and ventilation of the OMZ by means of a tracer release experiment.*
- *Determination of isopycnal and diapycnal mixing coefficients.*

*The work of this cruise will focus on the deployment of the tracer SF<sub>5</sub>CF<sub>3</sub> near the OMZ at around 11°N and about 500 meters depth (potential density ~27.2 kg/m<sup>3</sup>), i.e. the initial step in the tracer release experiment.*

*Additional work will include biogeochemical sampling in the layer marked by the tracer and on the CTD transects.*

### **Fahrt MSM 24**

Entsprechend der klassischen Plume-Theorie wird dem Auftreffen des Tristan da Cunha-Hotspots eine zentrale Rolle beim Aufbruch des Südatlantiks und bei der Entstehung des aseismischen Walvis-Rückens zugeschrieben. Jedoch konnte Tristan da Cunha bis heute nicht zweifelsfrei als Hotspot identifiziert werden. Andere Studien gehen davon aus, dass es sich bei Tristan da Cunha eher um eine flachere Anomalie handelt, die sich als Konsequenz des Aufbruchs von Gondwana entwickelt hat. Die unklare Entstehungsgeschichte von Tristan da Cunha ist dem Mangel an geophysikalischen Daten in dieser Region zuzuschreiben. Um die Dynamik des Aufbruchs des Südatlantiks besser verstehen zu können und um abzuklären, ob Tristan da Cunha die Ursache oder das Ergebnis des Aufbruchs ist, ist es von zentraler Bedeutung, die Region um Tristan da Cunha anhand geophysikalischer Daten genauer zu untersuchen. Wir beabsichtigen daher, eine multidisziplinäre geophysikalische Studie zur Erhebung von magnetotellurischen, seismologischen und gravimetrischen Daten durchzuführen. Anhand dieser Daten sollen die Krustenstruktur sowie Temperatur und Schmelzanomalien im Mantel abgebildet werden.

### **Fahrt MSM 25**

Derzeit sind im Südatlantik keine Hydrothermalquellen südlich von 10°S bekannt. Aufbauend auf den Ergebnissen des SPP1144 (Vom Mantel zum Ozean: Energie-, Stoff- und Lebenszyklen an Spreizungsachsen) wurde von Devey et al. (2010) ein Modell für den Zusammenhang zwischen Vulkanismus und Hydrothermalismus entwickelt. Es wird der Mittelatlantischen Rücken zwischen 13° und 33°S systematisch auf hydrothermale Aktivität untersucht. Dabei soll die Kartierung der Hydrothermalquellen und Plumes mittels eines kombinierten Einsatzes von AUV und schiffsgestützten CTD Stationen erfolgen. Die Reise hat die folgenden wis-

### **Cruise MSM 24**

*According to classical plume theory, the Tristan da Cunha hotspot is thought to have played a major role in the rifting of the South Atlantic margins and the formation of the aseismic Walvis Ridge by impinging at the base of the continental lithosphere shortly before or during the breakup of the South Atlantic margins. However, Tristan da Cunha is enigmatic as it cannot be clearly identified as a hot-spot but may also be classified as a more shallow type of anomaly that may actually have been caused by the opening of the South Atlantic. The ambiguous character of Tristan is largely due to lack of geophysical data in this region. It is of central importance to characterize the region around Tristan da Cunha with geophysical data in a more coherent way to understand the tectonic processes of the opening of the South Atlantic and the formation of the Walvis Ridge, i.e. to understand whether Tristan da Cunha is the cause or the consequence of the rifting. We, therefore, intend to implement a multi-disciplinary geophysical study of the region by acquiring marine electromagnetic, seismological as well as gravity data with the goal to identify the crustal structure and temperature and partial melt anomalies in the upper mantle.*

### **Cruise MSM 25**

*Up to now, no hydrothermal vent sites are known in the south Atlantic south of 10°S. As a result of the work in SPP1144 (From Mantle to Ocean: Energy-, Material- and Lifecycles at Spreading Axes), Devey et al. (2010) proposed a model for the relation between volcanism and hydrothermalism. We will explore in a systematic approach the Mid-Atlantic Ridge between 13° and 33°S for hydrothermal activity and plume dispersal by using combined AUV deployments and ship-based CTD casts. The cruise has the following scientific goals:*

- 1. Testing the link between volcanism and hydrothermalism: As the time-scale of activity on the deeper parts of the ridges is likely*

senschaftlichen Ziele:

1. Überprüfung des Zusammenhangs zwischen Vulkanismus und dem Auftreten von Hydrothermalismus: Hier ist die zu erwartende Zeitskala von der Größenordnung 1000 Jahre, darum muss die räumliche Ausdehnung als Proxy für die Zeit verwendet werden, indem eine hinreichend große Anzahl von solchen Segmenten untersucht wird, um eines in einer eruptiven Phase zu finden.
2. Überprüfung des Zusammenhangs zwischen Rückenmorphologie und Stärke der ozeanischen diapycnischen Vermischung: Die Untersuchungen an einer großen Vielfalt morphologisch unterschiedlicher Rückensegmente wird es erlauben, bessere Aussagen über den Zusammenhang zwischen Stärke von Vermischung, Eigenschaften des Strömungsfeldes, sowie Rauigkeit der Bathymetrie zu treffen. Die Stärke der Vermischung oberhalb des Rückens und im Achsengraben bestimmt zu großen Teilen den Eintrag von chemischen Spezies aus den hydrothermalen Fluiden und dem Ozeaninneren.
3. Großräumige Kartierung der Ausbreitung hydrothermaler Plumes: Die Kombination von hydrographischen Messungen, chemischen Analysen des Plumes (Helium, Methan, Metalle, Spurenelemente), so wie Strömungsmessungen erlauben eine genaue Charakterisierung der Plume Ausbreitung entlang der Spreizungsachse, und eröffnen damit die Möglichkeit, den Eintrag von Plume Material in die ozeanische Zirkulation sowie die möglichen Ausbreitungspfade für Larven zu untersuchen.
4. Schließen der Lücke in den bisher auf hydrothermale Aktivität untersuchten Rückensegmenten im Südatlantik südlich von 10°S, um so die Beschreibung biogeographischer Provinzen zwischen dem südlichen Ozean und dem äquatorialen Atlantik voranzutreiben.
5. Verbesserung der Techniken zur Entdeckung hydrothermalen Quellen. Der großräumige Einsatz von Autonomen Unterwasserfahrzeugen (Autonomous Underwater Vehicles, AUV) in Kombination mit schiffsgestützten CTD Messungen erlaubt

*to be on the order of 1000's of years we need to use geography as a proxy for time - surveying multiple segments for hydrothermal activity to find one in the eruptive phase.*

*2. Testing the link between ridge morphology and strength of oceanic diapycnal mixing: The sampling of a large variety of ridge morphology will enable us to better understand the relation between mixing strength, flow properties, and bathymetric roughness. The strength of mixing above the ridge crest and in the axial valley determines to a large extent the vertical exchange of chemical species from the hydrothermal fluids and the ocean interior.*

*3. Large scale mapping of plume dispersal: Combined along-axis CTD (Conductivity, Temperature, Depth), plume chemistry (helium, methane, metals, rare elements), and current measurement will allow to characterize the large scale, particularly along axis, displacement of plume material and to identify possible pathways for larvae dispersal.*

*4. Closing the gap between 10°S and the Antarctic ridges of ridge crest explored for hydrothermal activity, a region of high importance for the definition of biogeographical boundaries.*

*5. Refining hydrothermal plume hunting techniques: The long-range AUV (Autonomous Underwater Vehicles) deployments coupled with ship-based CTD casts hold the possibility to survey whole segments in relatively short time-periods.*

die hydrothermale Erkundung von ganzen Rückensegmenten in relativ kurzen Zeitspannen.

## **Fahrt / Cruise MSM 22** **Mindelo (Kap Verde) – Mindelo (Kap Verde)**

### **Wissenschaftliches Programm**

Die wissenschaftlichen Fragen des SFB 754, denen mit MSM 22 nachgegangen werden soll, sind

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

Diese beiden allgemeinen Fragen beinhalten spezifische Forschungsthemen, wie z.B. die Quantifizierung des Sauerstoffbudgets in der Sauerstoffminimumzone, die Produktion und Dissipation von Sauerstoffvarianz, die Rolle von mesoskaligen Wirbeln für die Erzeugung von extrem niedrigen Sauerstoffniveaus und die Rolle der Zirkulation für Sauerstoffverteilung und Variabilität.

Ziel des BMBF NORDATLANTIK Teilprojekts „Rolle des äquatorialen Atlantiks als Schlüsselregion für die atlantische Klimavariabilität“ ist die Verbesserung der saisonalen bis zwischenjährlichen Klimavorhersage. Forschungsthemen sind die Quantifizierung der Stärke und Variabilität des äquatorialen, zonalen Stromsystems sowie dessen Beitrag zum Wärme- und Frischwasserbudget. Ziel hier ist ein verbessertes Verständnis der klimarelevanten Oberflächentemperaturvariabilität im östlichen tropischen Atlantik.

Weitere Ziele sind die Bestimmung des Austauschs von klimarelevanten Gasen an der Meeresoberfläche sowie ein besseres Verständnis der physikalisch-biogeochemischen Kopplung im oberflächennahen tropischen Ozean (BMBF SOPRAN).

### **Scientific Program**

*The main scientific questions of SFB 754 that will be addressed during MSM 22 are:*

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

*These two general questions include more specific research topics, like the quantification of the oxygen budget in the oxygen minimum zone, the production and dissipation of oxygen variance, the role of mesoscale eddies for producing extremely low oxygen levels and the intermediate and deep circulation in the tropical Atlantic relevant for the oxygen distribution and variability.*

*The goal of the BMBF joint project NORD-ATLANTIK/RACE subproject “Role of the equatorial Atlantic as key region for Atlantic climate variability” is to improve predictions of the tropical Atlantic variability which includes research topics like the quantification of strength and variability of the zonal currents in the central equatorial Atlantic and their contribution to the heat and freshwater budget, thus contributing to an improved understanding of sea surface temperature variability in the eastern tropical Atlantic.*

*Further objectives are the quantification of air-sea gas exchange and a better understanding of the physical-biogeochemical coupling in the near-surface layer of the tropical ocean (BMBF joint project SOPRAN).*

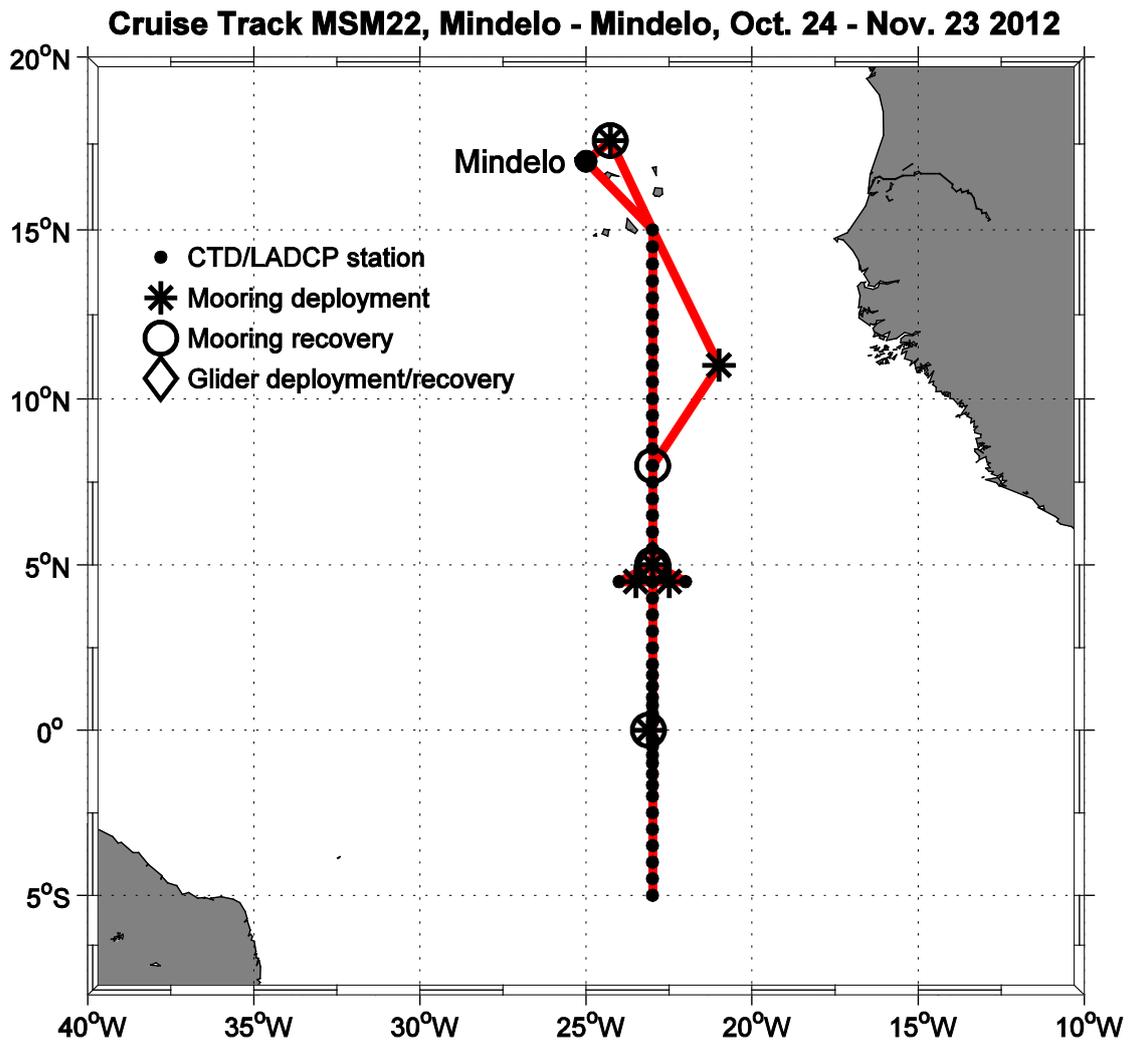


Abb. 2 Geplante Fahrtroute (rote Linie) und Verankerungs- und Stationsarbeiten (Legende). Das Gleiterschwarmexperiment findet im Bereich von 5°N, 23°W statt. Zusätzlich zur hier dargestellten Fahrtroute soll die Vermessung von mesoskaligen Wirbeln im Bereich der Kapverdischen Inseln zwischen 18°N und 14°N erfolgen.

Fig. 2 *Planned cruise track (red line) and mooring and station work (legend). The glider swarm experiment will be carried out at about 5°N, 23°W. In addition to the cruise track shown, mesoscale eddies will be studied in the region adjacent to the Cape Verdian islands between 18°N and 14°N.*

## Arbeitsprogramm

Es ist geplant während MSM22 4 Verankerungen aufzunehmen und 6 Verankerungen auszulegen. Dies beinhaltet die CVOO Verankerung nördlich der Kapverden, Verankerungen in der Sauerstoffminimumzone bei 11°N und 5°N, sowie eine Verankerung am Äquator, 23°W (Abb. 1). Am südlichen Rand der Sauerstoffminimumzone bei etwa 5°N wird erstmals ein Array von 3 Verankerungen zur Untersuchung der Sauerstoffvarianz ausgelegt.

Während der Fahrt sollen 3 Gleiter zum Einsatz kommen. Sie sollen zu Beginn der Reise ausgelegt und während der nächsten Reise MSM23 wieder aufgenommen werden. Das Gleiterschwarmexperiment soll bei 5°N, 23°W stattfinden und die verankerten Beobachtungen zur Sauerstoffvarianz unterstützen. Einer dieser Gleiter ist mit einer Mikrostruktursonde ausgerüstet und soll die vertikale Vermischung von Sauerstoff bestimmen.

Stationsarbeiten schließen Arbeiten mit der CTD/LADCP und der Mikrostruktursonde sowie mit dem Zooplankton Multinetz sowie akustischer (TAPS) und optischer (UVP) Partikelbeobachtungstechniken an der CTD Rosette ein. Entlang des meridionalen Schnittes über den Äquator bei 23°W zwischen 5°N und 5°S werden hochauflösend, tiefe hydrographische und Strömungsprofile mit dem CTD/LADCP System vermessen. Kontinuierlich werden Unterwegsmessungen zur Bestimmung von Oberflächentemperatur und –salzgehalt,  $p\text{CO}_2$ , sowie Strömungsmessungen mit beiden schiffseigenen ADCPs (OS 38kHz, OS 75kHz) durchgeführt.

## Work program

*Substantial mooring work will be carried out during the cruise. This includes the CVOO mooring north of Cape Verde, moorings within the oxygen minimum zone at 11°N and 5°N, and the equatorial current meter mooring at 23°W (Fig. 1). At the southern rim of the oxygen minimum zone at about 5°N, we will - for the first time - deploy a mooring array consisting of 3 moorings aimed at studying the oxygen variance. During the cruise we will operate 3 gliders. The gliders will be deployed at the beginning of the cruise and recovered during the following cruise MSM23. The glider swarm experiment will be carried out at about 5°N, 23°W to corroborate moored observations regarding the oxygen variance. One glider has a microstructure probe attached and will continuously observe the turbulence field close to the mooring positions to observe the vertical mixing of oxygen.*

*Station work includes CTD/LADCP and microstructure measurements as well as zooplankton multinet stations and particle observations with acoustical (TAPS) and optical (UVP) instruments attached to the CTD rosette. At the meridional section along 23°W between 5°N and 5°S, full ocean depth measurements with high horizontal resolution will be carried out with the CTD/LADCP system to obtain deep hydrographic and current sections. Continuous underway observations will be carried out to measure temperature, salinity, and  $p\text{CO}_2$  at the sea surface as well as velocity in the upper 1000m using both shipboard ADCPs (OS 38kHz, OS 75kHz).*

**Zeitplan / Schedule**  
**Fahrt / Cruise MSM 22**

	Tage/days
Auslaufen von Mindelo (Kapverden) am 24.10.2012 <i>Departure from Mindelo (Cape Verde) 24.10.2012</i>	
Transit zum Arbeitsgebiet / <i>Transit to working area</i>	0
Wirbelstudie / <i>Mesoscale eddy study</i>	2
Aufnahmen (4) und Auslegungen (6) von Verankerungen <i>Mooring recoveries (4) and deployments (6)</i>	3
CTD-O2/LADCP Stationen (57) / <i>CTD-O2/LADCP stations (57)</i>	8
Mikrostrukturstationen (56) / <i>Microstructure stations (56)</i>	2
Multinetz und CTD/TAPS (16) / <i>Multinet stations and CTD/TAPS (16)</i>	1
Gleiterarbeiten / <i>Glider work</i>	1
Unterwegsmessungen zwischen den Stationen <i>Underway measurements between stations</i>	13
Transit zum Hafen / <i>Transit to port</i>	0
<b>Total</b>	<b>30</b>
Einlaufen in Mindelo (Kapverden) am 23.11.2012 <i>Arrival in Mindelo (Cape Verde) 23.11.2012</i>	

## **Fahrtabschnitt / Leg MSM 23 Mindelo (Kap Verde) – Walvis Bay (Namibia)**

### **Wissenschaftliches Programm**

Das Tracer-Experiment OSTRE zur Sauerstoffverfügbarkeit wird sich auf die horizontale Sauerstoffverteilung im süd-westlichen Gebiet der Durchmischungszone (OMZ) konzentrieren. Im Vergleich zum vorangegangenen Experiment GUTRE wird der Tracer in einer größeren Tiefe und weiter nördlich ausgebracht. OSTRE wird direkt zur Beantwortung der aktuellen zentralen Forschungsfragen des SFB 754 beitragen: Wie kann gelöster Sauerstoff in die Durchmischungszone über Gradienten des mittleren Sauerstoffgehalts hinweg transportiert werden? Dies kann nicht durch mittlere Strömung, in Abwesenheit von Durchmischung und/oder anderen lokalen Quellen und Senken entlang der Gradienten fließen müsste, entstanden sein. Daher muss die Sauerstoffversorgung in der Durchmischungszone von einem nicht-linearen, wahrscheinlich von Eddies ausgelösten Mischungsprozess angetrieben werden. Wie effizient sind diese Prozesse? Geben unsere Modelle diesen fundamentalen Prozess in der Dynamik der Durchmischungszone quantitativ korrekt wieder?

### ***Scientific Program***

*In the oxygen supply tracer release experiment (OSTRE), we will focus on the horizontal oxygen supply route in the southwestern area of the OMZ. The tracer will be released at a larger depth, i.e. on a higher density surface, compared to GUTRE and the tracer will be released about 180 nautical miles further north. OSTRE will directly address an emerging central issue of the SFB754: How can dissolved oxygen be transported into the OMZ across mean oxygen gradients? This cannot be the result of a mean flow, which in the absence of mixing and/or significant local sources and sinks must be aligned parallel to mean property gradients. Thus the oxygen supply to the OMZ must be facilitated by non-linear stirring most likely due to eddy mixing processes. How efficient are they? And do our models represent this fundamental process of OMZ dynamics quantitatively correct?*

## Fahrtroute/Cruise track MSM 23 Mindelo – Walvis Bay, 26.11. - 20.12.2012

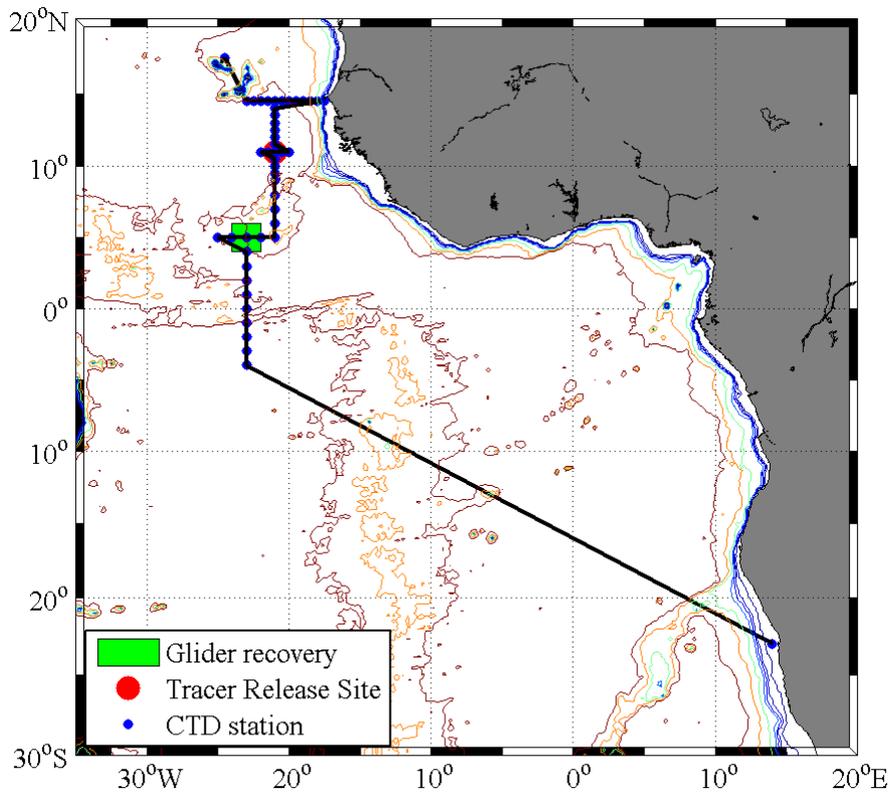


Abb. 3 Geplante Fahrtroute (schwarze Linie) und Region für die Tracer-Ausbringung (roter Kreis). Die Aufnahme des Gleiters ist im Bereich von 5°N, 23°W (grünes Rechteck) geplant.

Fig. 3 *Planned cruise track (black line) and tracer release site (red circle). The glider will be recovered at about 5°N, 23°W (green square).*

## Arbeitsprogramm

Nach dem Auslaufen aus Mindelo (Kapverden) werden wir an der Zeitserien-Station TENATSO nordöstlich von Sao Vicente eine CTD-Station machen. Von dort werden wir eine Station südlich der Hauptstadt Praia anlaufen, und dort den horizontalen CTD-Schnitt entlang  $14^{\circ}30'N$  in Richtung Dakar (Senegal) beginnen. Anschließend werden wir die CTD-Arbeiten südwärts entlang  $21^{\circ}W$  fortsetzen bis wir die Position für das Tracer-Release Experiment (ca.  $11^{\circ}N$ ,  $21^{\circ}W$ ) erreicht haben. Hier werden wir eine zusätzliche kleinskalige CTD-Messraster, in alle Richtungen etwa 60 nm von der Aussetzstelle des Tracers entfernt, durchführen. Auf diesem Abschnitt sind flache CTD-Messungen bis in 1.300 m Wassertiefe (jedes halbe Grad) und CTD-Messungen über die komplette Wassertiefe (jedes volle Grad) sowie Mikrostruktur-Messungen und Unterwegsmessungen der Geschwindigkeit geplant. Die schiffsbasierten Mikrostrukturprofile werden besonders für den Vergleich mit den Ergebnissen des Tracer-Experiments benötigt. Der Tracer wird mit dem Ocean Tracer Injection-System (OTIS) ausgebracht. OTIS wird hinter dem, mit ca. 1 kn gegen den Wind laufenden, Schiff in etwa 500 m Wassertiefe gezogen. Wir erwarten, die gewünschte Tracer-Menge innerhalb von vier Tagen aussetzen zu können.

Nach dem Aussetzen des Tracers und Einholen des Gliders, werden wir den meridionalen CTD-Transekt entlang  $21^{\circ}W$  bis etwa  $5^{\circ}N$  fortsetzen und dabei auch die Mikrostruktursonde einsetzen. Diese Messungen sind ergänzend zu den Messungen von Brandt und Körtzinger auf MSM 22. Ziel ist es, kurzzeitige Veränderungen beobachten zu können. In diesem Bereich werden auch die auf MSM 22 ausgesetzten Glider eingesammelt bevor der Schnitt entlang  $23^{\circ}W$  nach Süden fortgesetzt wird. Während der Fahrt nach Süden werden unterwegs Messungen (z.B. ADCP, Gehalt von  $CO_2$ ,  $O_2$ , Nitrat, Gesamtgas, SST und SSS im Oberflächenwasser) gemacht. Aus

## Work program

*After leaving Mindelo, Cape Verde, we will go to the time-series station TENATSO situated northeast of Sao Vicente, where a CTD station will be made. From there we will steam southward to a position south of the Capitol Praia, where we will start a zonal CTD section along  $14^{\circ}30'$  north towards the coast of Senegal close to Dakar. From here we will continue with the CTD survey along  $21^{\circ}W$  going south towards the position where we will release the tracer, i.e.  $11^{\circ}N$  and  $21^{\circ}W$ . Here we will conduct an additional small scale CTD survey of the area, approximately 60 nm in all directions of the predetermined release site. Measurements along this section include shallow CTD stations down to 1300m (every half degree), full depth CTD stations (every full degree) and microstructure measurements using the loosely tethered probe and underway velocity measurements. The ship-based microstructure profiles will be used particularly in comparison with the tracer release experiment.*

*The tracer will be injected into the ocean using the Ocean Tracer Injection System (OTIS) which will be towed behind, and below, the boat at approximately 500 meters depth, while the ship steams into the wind at approximately 1 knot through the water. We expect that we will be able to inject the desired amount of tracer within about 4 day time.*

*After finishing the tracer release and glider recovery, we will continue the meridional CTD section along  $21^{\circ}W$  to about  $5^{\circ}N$  together with microstructure measurements. These measurements will be complementary to the measurements made during the previous leg by Brandt and Körtzinger, particularly will aspects of short time-scale variability be observed. Here we will recover a few gliders that were initiated during the previous leg (Brandt & Körtzinger), before continuing the CTD section towards the south along  $23^{\circ}W$ .*

*Underway measurements will be taken during the cruise, including sampling of near-surface water sampling for the determina-*

den Wasserproben der CTD-Rosette werden eine Reihe von Parametern, wie Sauerstoff, bestimmt. Damit sollen die Messungen der CTD- und Glider-Sensoren kalibriert werden. Nach Abschluss der CTD-Arbeiten werden wir direkt nach Walvis Bay fahren, wobei die Messungen während der Dampfstrecken fortgeführt werden.

*tion of CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, nitrate, total gas tension, SST, and SSS as well as current observations with the shipboard ADCP's. The water samples from the CTD rosette will be analysed for a variety of parameter including oxygen, which will be particularly useful for calibrating the corresponding sensors at CTD and gliders. After finishing the CTD survey we will steam towards Walvis Bay in Namibia, continuing with the underway measurements.*

**Zeitplan / Schedule**  
**Fahrt / Cruise MSM23**

	Tage/days
Auslaufen von Mindelo (Kapverden) am 26.11.2012 <i>Departure from Mindelo (Cape Verde) 26.11.2012</i>	
Transit zum Arbeitsgebiet / <i>Transit to working area</i>	0,5
Transit zum CTD-Start / <i>Transit to start of CTD section</i>	1
CTD-Arbeiten / <i>CTD work</i>	5
Tracer Ausbringung / <i>Tracer release</i>	4
CTD-Arbeiten / <i>CTD work</i>	3
Aufnahme des Gliders / <i>Glider recovery</i>	2
Transit zum Hafen / <i>Transit to port</i>	9
<b>Total</b>	<b>24,5</b>
Einlaufen in Walvis Bay (Namibia) am 20.12.2012 <i>Arrival in Walvis Bay (Namibia) 20.12.2012</i>	

## **Fahrt / Cruise MSM 24 Von Walvis Bay– Nach Cape Town**

### **Wissenschaftliches Programm**

Das Ziel dieses Projektes ist die Beantwortung der Frage, ob es sich bei Tristan da Cunha um einen Hot-Spot handelt, der die Öffnung des Südatlantiks initiierte und mit tief in die Asthenosphäre reichenden Anomalien assoziiert ist, oder ob die Existenz von Tristan da Cunha eine Konsequenz dieses Öffnungsprozesses ist und die assoziierten Anomalien eher in der Lithosphäre zu suchen sind. Um diese Frage zu beantworten, muss ein Temperatur- und partielles Schmelzmodell der Kruste und des Mantels unterhalb Tristan da Cunha erstellt werden, welches nur anhand regionaler Messungen mit mehreren geophysikalischen Methoden möglich ist. Diese Ausfahrt dient dazu, um Tristan herum eine Kombination von Schiffsgravimetermessungen (Ausfahrt MSM 20/2) und seismologischen und elektromagnetischen Daten zu erheben, aus denen seismische Geschwindigkeits-, elektrische Widerstand- sowie Dichtemodelle bis zu Tiefen von mehreren hundert Kilometern hergeleitet werden. Diese Modelle werden dann im Kontext geochemischer Daten und der im SPP1375 „South Atlantic Margin Processes and Links with onshore Evolution (SAMPLE)“ entwickelten tektonischen Modelle interpretiert.

### **Arbeitsprogramm**

- Bergung von 18 IFM-GEOMAR Ocean Bottom Electromagnetic (OBEM) Empfängern
- Bergung von 8 University of Tokyo Ocean Bottom Electromagnetic (OBEM) Empfängern
- Bergung von 24 Breitband-Ozeanboden-seismometern (BB-OBS)
- Abbau temporärer Messstationen (Magnetotellurik, Seismologie) auf der Nightingale-Insel
- Erhebung von bathymetrischen Daten

### **Scientific Program**

*Our aim is to answer the question whether Tristan da Cunha classifies as a hot-spot with deep reaching asthenospheric anomalies and initiated the opening of the South Atlantic or whether Tristan da Cunha is a consequence of tectonic processes associated with more shallow anomalies. The answer to this question requires a temperature model of the crust and mantle, which is only possible to derive, based on a multi component geophysical survey around Tristan da Cunha. It is the mission of the cruise to acquire a combination of a long term passive electromagnetic and passive seismic experiment as well as shipboard gravity data (MSM 20/2) from which we will derive an electrical resistivity, velocity and density model down to a depth of several hundred kilometres. These models will be interpreted in the context of geochemical data and tectonic models developed within the SPP1375 „South Atlantic Margin Processes and Links with onshore Evolution (SAMPLE)“.*

### **Workprogram**

- Recovery of 18 IFMGEOMAR Ocean Bottom Electromagnetic (OBEM) receivers
- Recovery of 8 University of Tokyo OBEM
- Recovery of 24 broadband Ocean Bottom Seismometers (BB-OBS)
- Dismantling of land stations (magnetotelluric, seismological) on Nightingale Island
- Acquisition of bathymetric data

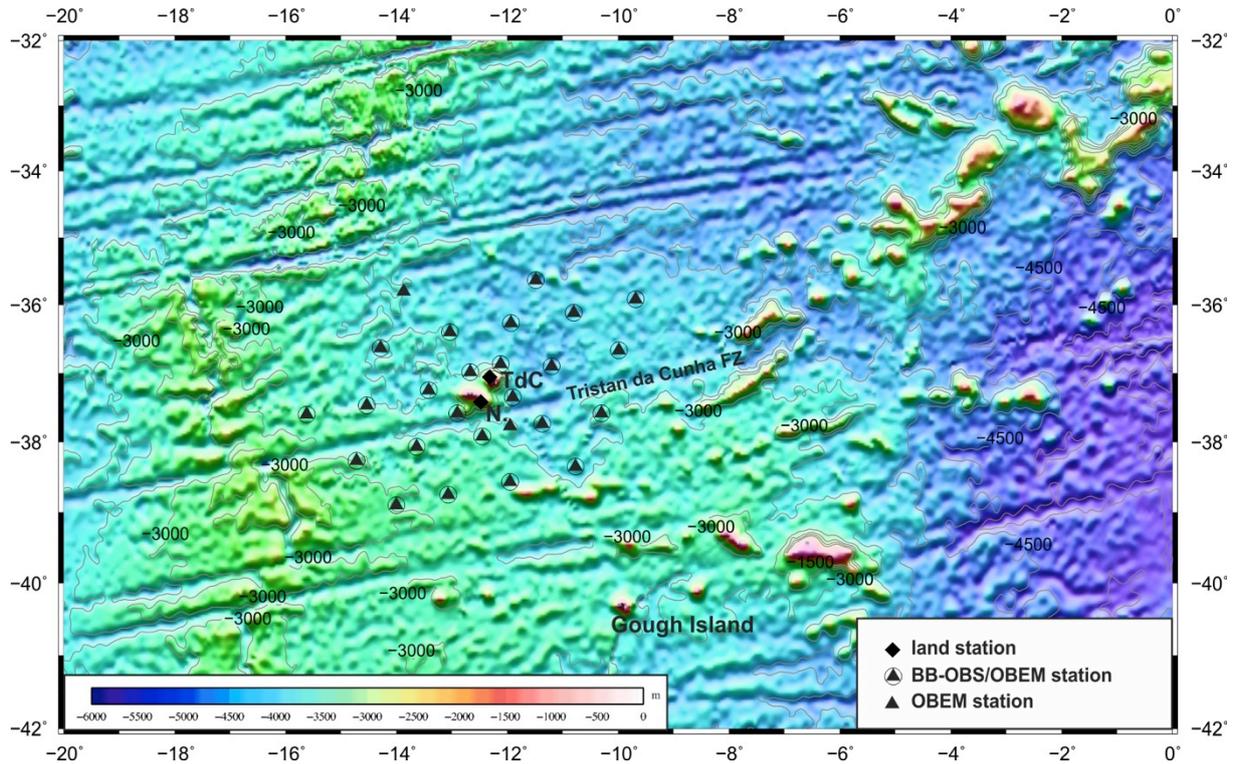


Abb. 4 Einsatzgebiet bei Tristan da Cunha (TdC), Südatlantik. Auf der Fahrt MSM 24 werden seismologische und elektromagnetische Stationen geborgen, welche auf dem Fahrtabschnitt MSM 20/2 Anfang 2012 ausgesetzt wurden. FZ, Bruchzone; N., Nightingale-Insel.

Fig. 4 Map of working area around Tristan da Cunha (TdC), South Atlantic. During cruise MSM 24 ocean bottom seismic (BB-OBS) and magnetotelluric stations (OBEM) will be recovered. They have been deployed during cruise leg MSM 20/2 in early 2012. FZ, Fracture Zone; N., Nightingale Island.

**Zeitplan / Schedule**  
**Fahrt / Cruise MSM 24**

	Tage/days
Auslaufen von Walvis Bay (Namibia) am 27.12.2012 <i>Departure from Walvis Bay (Namibia) 27.12.2012</i>	
Transit zum Arbeitsgebiet / <i>Transit to working area</i>	7
Bergen von 50 Ozeanbodenstationen (OBEM und BB-OBS) <i>Recovery of 50 ocean-bottom instruments (OBEM and BB-OBS)</i>	9
Stationsabbau auf Nightingale, Meeresbodenkartierung <i>Dismantling of land stations on Nightingale, Acquisition of bathymetric data</i>	3
Transit zum Hafen Kapstadt (Südafrika) <i>Transit to port Cape Town (South Africa)</i>	6
<b>Total</b>	<b>25</b>
Einlaufen in Kapstadt (Südafrika) am 21.01.2013 <i>Arrival in Cape Town (South Africa) 21.01.2013</i>	

## **Fahrt / Cruise MSM 25**

### **Von Kapstadt /From Cape Town – Nach/ To Mindelo**

#### **Wissenschaftliches Programm**

Hydrothermale Aktivität im Südatlantik. Es gibt einige gute Gründe dafür, die hydrothermale Aktivität des globalen Ozeanrückensystems zu quantifizieren. Man möchte zum Beispiel die Energiebilanz bei Genese und Abkühlung von Ozeankruste bestimmen, Modelle für die Verbindung zwischen Vulkanismus, Tektonik und hydrothermalen Tiefseequellen (Vents) testen oder die die Biogeografie kontrollierenden Mechanismen in den chemosynthetischen Vent-Ökosystemen untersuchen. Vorangehende Arbeiten im Südatlantik haben Hydrothermalquellen südlich bis 9°S und nördlich bis zu den Südlichen Sandwichinseln nachgewiesen. Die Quellen bis zu 9°S weisen die gleiche Faunenzusammensetzung, mit einer Dominanz der Garnele *Rimicaris* sp. und der Muschel der Gattung *Bathymodiolus*, auf wie die Hydrothermalquellen im Nordatlantik. Hier sind deutliche Unterschiede zu der Faunengemeinschaft im Backarc-Becken der antarktischen Scotia-See zu erkennen, bei der Krabben eine bedeutende Komponente des Ökosystems sind. Bei der Untersuchung des geologischen Hintergrunds der südatlantischen Quellen zeigt sich, dass diese sowohl mit rezentem Vulkanismus als auch Brüchen außerhalb der Achse assoziiert sind. Ein generelles Modell für den Zusammenhang zwischen der Intensität der magmatischen Aktivität der Spreizungsachse und der Intensität der hydrothermalen Aktivität wurde kürzlich veröffentlicht (Devey et al., 2010). Dieses Modell (Abb. 5) gibt klare Hinweise für die Suche nach magmatisch-assoziierten Hydrothermalquellen im Bereich der Achse im Südatlantik (Abb. 6).

Topografische Kontrolle der Durchmischung an mittelozeanischen Rücken. Diapykische Wassermassenmischung im Ozean ist sehr bedeutend für die Aufrecht-

#### **Scientific Program**

*Hydrothermal activity in the South Atlantic*  
*There are several pressing reasons for wanting to quantify the hydrothermal activity of the global ridge system. These include wanting to calculate energy balances for crustal creation and cooling, testing models of the links between volcanism, tectonism and hydrothermal venting and also examining the controls on biogeography in chemosynthetic vent ecosystems. Previous work in the southern Atlantic has shown the existence of vents as far south as 9°S and as far north as the South Sandwich Islands. The vents down to 9°S apparently have similar fauna to those found in the North Atlantic, with the shrimp rimicaris and bathymodiolus mussels dominating the faunal assemblage. This differs greatly from the situation in the Scotia Sea back-arc, where crabs are an important part of many of the ecosystems, for example. Examination of the geological setting of the South Atlantic vents shows them to be associated both with recent volcanism and also with off-axis fractures. A general model for the relationship between the intensity of magmatic activity of the spreading axis and the intensity of hydrothermalism has been recently presented (Devey et al., 2010). This model (Fig. 5) gives clear guides for the search for within-axis magmatic-associated hydrothermalism in the South Atlantic (Fig. 6).*

*Topographic control of mixing at mid-ocean ridges*

*Diapycnal oceanic mixing is most important for maintaining ocean stratification and overturning circulation when it crosses the thermocline i.e. over seamounts and ridges, or at the continental shelf. Largest variations in bathymetric roughness occur at oceanic ridge systems. Published estimates of turbulent mixing in and above rift valleys of midocean ridges are sparse, with the notable exceptions of the Rainbow (Thurnherr*

erhaltung der Schichtung des Ozeane und der atlantischen Umwälzbewegung beim Überschreiten der Thermokline, z.B. über untermeerischen Bergen und Rücken oder auf dem kontinentalen Schelf. An Ozeanrücken-Systemen treten die größten Varianzen der bathymetrischen Rauigkeit auf. Publikationen, die die turbulente Durchmischung in und über Grabenbrüchen mittelozeanischer Rücken abschätzen, sind rar. Bedeutende Ausnahmen sind die Publikationen über die Bereiche Rainbow (Thurnherr et al., 2002, Thurnherr 2006) und Lucky Strike (St. Laurent et al., 2007, cf. Fig. 7a) auf dem Mittelatlantischen Rücken im Nordatlantik. In diesen Bereichen werden hohe diapycnische Diffusivitäten, drei Größenordnungen über denen des ozeanischen Hintergrunds, in Verbindung mit Strömungen über Schwellen berichtet. Im Grabenbruch-System des Rainbow-Segments ist die eine Hälfte der Durchmischung assoziiert mit kontrollierten Flüssen über Hindernisse, die andere mit dem Brechen Gezeiten verstärkter interner Wellen. Messungen der Durchmischung im Nibelungen-Feld im Südatlantik (Walter et al., 2010; Keir et al. 2008) liegen in der selben Größenordnung wie Messungen aus dem Nordatlantik in einer Region, die gekennzeichnet ist durch schwache Hauptströmungen und die Abwesenheit von Jets und starken topographischen Einflüssen. Hier weist die Aufzeichnung eines Gezeitenzyklusses im Durchmischungsmuster (Abb. 7b) darauf hin, dass die Gezeiten die Hauptenergiequelle für die Durchmischung in diesem Segment des Mittelatlantischen Rückens darstellen.

*et al., 2002, Thurnherr 2006) and Lucky Strike (St. Laurent et al., 2007, cf. Fig. 7a) segments on the Mid-Atlantic Ridge of the North Atlantic. Here, large diapycnal diffusivities, three orders of magnitude above oceanic background were reported to occur in conjunction with flows over sills. For the rift valley average for the Rainbow segment, half of the total mixing was attributed to turbulence associated with hydraulically controlled flows over obstacles, and the other half to breaking of tidally forced internal waves. Observations of mixing from the Nibelungen Field in the South Atlantic (Walter et al., 2010; Keir et al., 2008) are of a similar magnitude as reported from the North Atlantic, but in a region with weak mean currents in the absence of jets and strong topographic controls. Here, a tidal cycle in mixing (Fig. 7b) strongly suggests that the tides are the main energy source for mixing this particular segment of the Mid-Atlantic Ridge.*

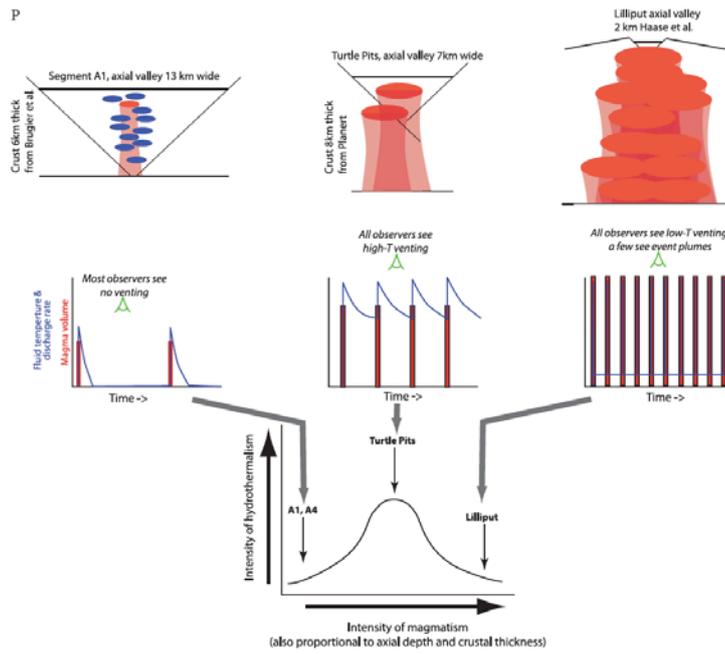


Abb. 5 Modell der hydrothermalen Aktivität in einem Rückensegment als Funktion der Intensität der magmatischen Aktivität.

Fig. 5 The model of hydrothermal activity on a ridge segment as a function of intensity of magmatism.

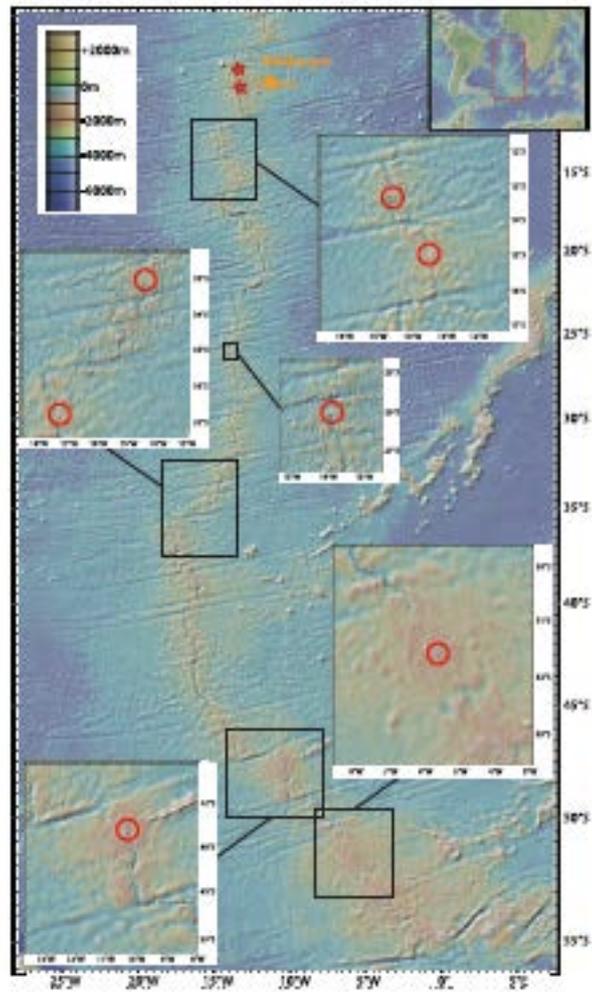


Abb. 6 Regionen im Südatlantik, in denen aufgrund der Aussagen des Modells aus Abb. 5, höchst wahrscheinlich Hydrothermalquellen mit hohen Temperaturen zu finden sind.

*Fig. 6 The regions in the South Atlantic thought most likely to host high-temperature hydrothermal systems based on the model in Figure 5.*

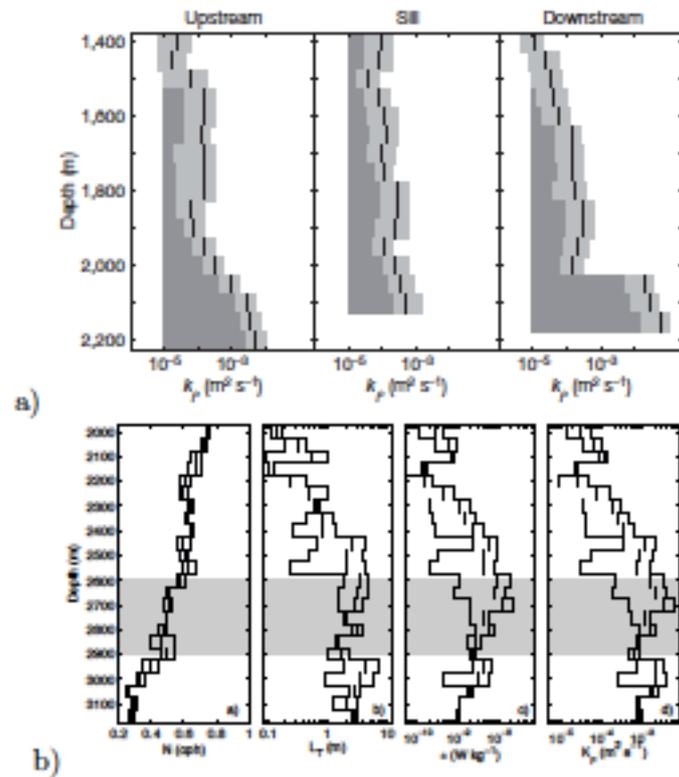


Abb. 7 Durchmischung des Wassers über mittelozeanischen Rücken: a) Bereich mit hydraulisch kontrollierter Durchmischung. Schätzungen für die turbulente Diffusivität für Stationsgruppen, in Strömungsrichtung vor, auf und hinter dem Hindernis für den östlichen Durchgang des Lucky-Strike-Feldes auf dem nördlichen Mittelatlantischen Rücken. Mittelwerte (dunkle Segmente) und 95%-Konfidenz-Intervalle (hell schattiert) werden relativ zu einer typischen thermoklinen Durchmischungsrate gezeigt (Abbildung von St. Laurent & Thurnherr, 2007). b) Bereich mit Gezeiten initiiert Durchmischung. Darstellung der Stratifizierung (a), durchschnittliche Thorpe-Werte (b), durchschnittliche Dissipationsrate (c), und turbulente Diffusivität (d) für das Rifttal nahe des Nibelungen-Feldes auf dem südlichen Mittelatlantischen Rückens (dicke Linie). Separat dargestellt während Flut (gestrichelte Linie) und Ebbe (dünne Linie) (Abbildung aus Walter et al., 2010).

Fig. 7 Mixing above mid-oceanic ridges. a) Site with hydraulic controlled mixing. Turbulent diffusivity estimates for station groups upstream, at the sill, and downstream of the eastern passage at the Lucky Strike site, northern MAR. Mean values (dark line segments) and 95% confidence intervals (light-shaded band) are shown relative to a typical thermocline mixing rate. Figure from St. Laurent and Thurnherr, 2007. b) Site with tidal mixing. Panels of stratification (a), average Thorpe scale (b), average dissipation rate (c), and turbulent diffusivity (d) for the rift valley close to the Nibelungen site, southern MAR (solid bold); and separately during flood (thin dashed) and ebb (thin solid) flow. Figure from Walter et al., 2010.

## Arbeitsprogramm

Wir werden die hydrothermale Aktivität erkunden und Messungen zur ozeanischen Wassermassendurchmischung entlang des Mittelatlantischen Rückens von 33 – 13°S durchführen. Die Gebiete werden segmentweise (insgesamt 18 Segmente) nach immer gleichem Schema untersucht: Der bathymetrischen Kartierung mit dem schiffseigenen Multibeam folgen Erkundungen mit dem AUV und CTD-Messungen. Das Arbeitsschema ist in Abb. 8 zu sehen. Die Segmente die entlang der Achse untersucht werden sollen finden sich in Abbildung 9 und 10.

## Work program

We will perform hydrothermal prospection and oceanographic mixing measurements along the Mid-Atlantic Ridge from 33-13°S. The work will proceed segment by segment (18 segments in all) with the same scheme: mapping of the bathymetry using the ship's own multibeam followed by AUV and CTD prospection. The schematic is shown in Figure 8. The axial segments to be studied are shown in Figures 9 & 10.

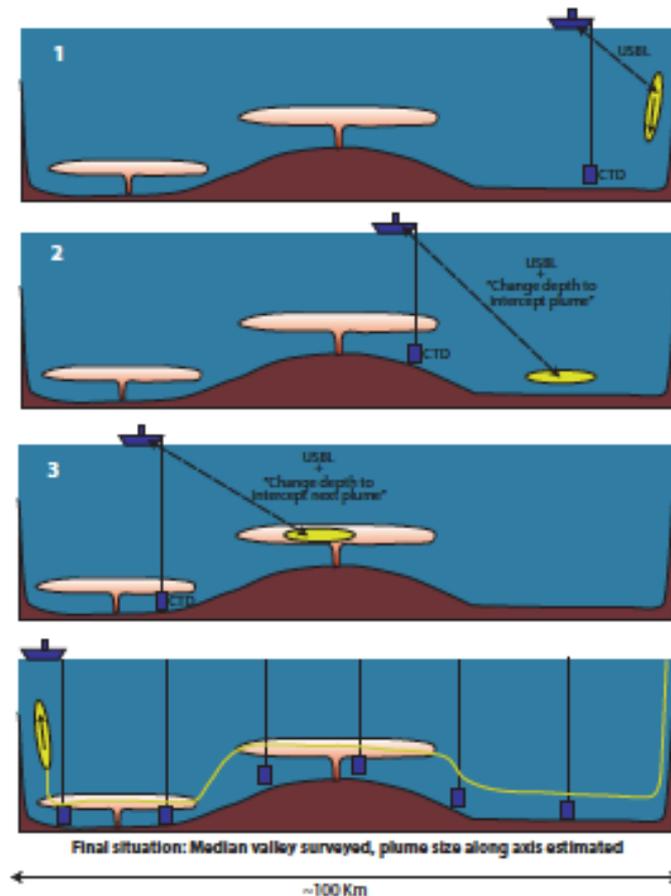


Abb. 8 Es werden die Messungen mit dem AUV und die Schiffmessungen kombiniert um die Prospektion von Hydrothermalfeldern und die Untersuchung der Durchmischung für alle Abschnitte durchzuführen. Die Abbildung zeigt den Fortschritt der Arbeiten (von oben nach unten) für ein Segment mit einer Anhöhe in der Mitte der Achse und zwei hydrothermalen Gasaustrittsstellen.

Fig. 8 Using the AUV in combination with the ship to carry out hydrothermal prospection, water sampling and mixing studies on a segment scale. The graphic shows the progress of work (from top to bottom) on a segment with a mid-axial

*high and two hydrothermal plumes.*

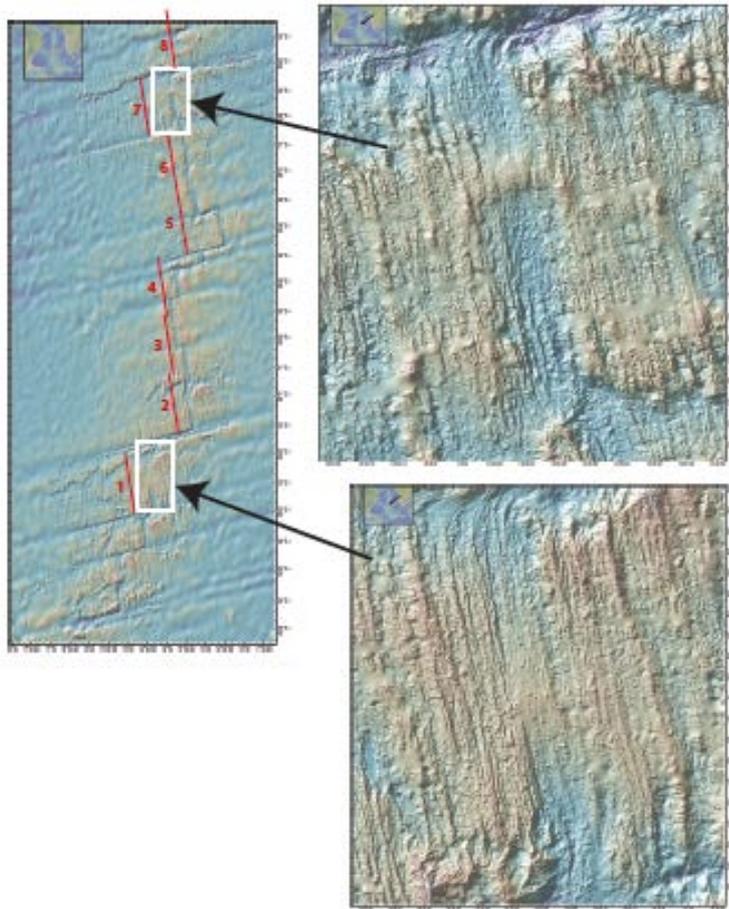


Abb. 9 Untersuchungssegmente in der südlichen Hälfte des Arbeitsgebietes. Die einzelnen Segmente, in denen das AUV eingesetzt wird, sind durchnummeriert.

*Fig. 9 Segments to be studied in the southern half of the working area. Individual segments, which comprise one AUV deployment, are numbered.*

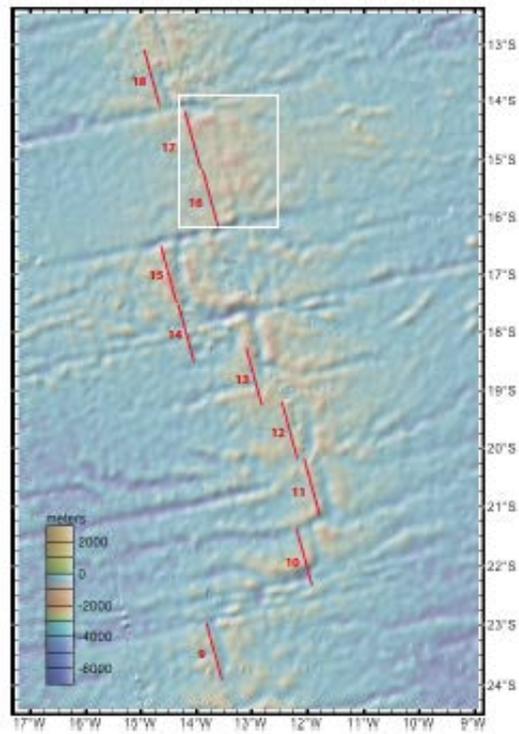


Abb. 10 Untersuchungssegmente in der nördlichen Hälfte des Arbeitsgebietes. Die einzelnen Segmente, in denen das AUV eingesetzt wird, sind durchnummeriert.

*Fig. 10 Segments to be studied in the northern half of the working area. Individual segments, which comprise one AUV deployment, are numbered.*

**Zeitplan / Schedule**  
**Fahrt / Cruise MSM 25**

	Tage/days
Auslaufen von Kapstadt am 24.01.2013 <i>Departure from Cape Town on 24.01.2013</i>	
Transit zum Arbeitsgebiet / <i>Transit to working area</i>	6
Mapping and sampling of segments as shown above	27
Transit zum Hafen Mindelo <i>Transit to port Mindelo</i>	7
<b>Total</b>	<b>40</b>
Einlaufen in Mindelo (Kapverden) am 05.03.2013 <i>Arrival in Mindelo (Cape Verde) on 05.03.2013</i>	

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

### **AWI**

Alfred-Wegener Institut für Polar- und Meeresforschung  
Am Handelshafen 12  
27570 Bremerhaven  
Germany  
[www.awi.de](http://www.awi.de)

### **ERI TOKYO**

Earthquake Research Institute  
Ocean Hemisphere Research Center  
University of Tokyo  
1-1-1, Yayoi, Bunkyo-ku  
Tokyo, 113-0032  
Japan  
<http://eri-ndc.eri.u-tokyo.ac.jp/en/ohrc/index.html>

### **GEOMAR**

Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel  
Düsternbrooker Weg 20  
24105 Kiel, Germany  
[www.geomar.de](http://www.geomar.de)

### **INDP**

Instituto de Desenvolvimento das Pescas  
Cova de Inglesa, P.B. 132  
Mindelo, S. Vicente / Cape Verde  
[www.indp.cv](http://www.indp.cv)

### **WTD 71/FWG**

Forschungsbereich für Wasserschall und Geophysik  
Klausdorfer Weg 2-24  
24148 Kiel, Germany  
[www.bwb.org/wtd71/](http://www.bwb.org/wtd71/)

## Teilnehmerliste/ *Participants* MERIAN MSM 22

1	Brandt, Peter, Prof. Dr.	Fahrtleiter / <i>Chief Scientist</i>	GEOMAR
2	Thomsen, Soeren	CTD, microstructure, glider/microrider	GEOMAR
3	Fu, Yao	CTD, moored ADCPs, current meters	GEOMAR
4	Funk, Andreas, Dr.	Glider, CTD, shipboard ADCP	WTD 71/FWG
5	Hahn, Johannes	CTD, optodes, MicroCATs	GEOMAR
6	Kiko, Rainer, Dr.	Zooplankton ecophysiology	GEOMAR
7	Krahmann, Gerd, Dr.	Glider/microrider, LADCP, CTD	GEOMAR
8	Martens, Wiebke	CTD, MicroCATs, Salinometer	GEOMAR
9	Vogel, Bendix	CTD, moored ADCPs	GEOMAR
10	Niehus, Gerd	Mooring technology	GEOMAR
11	Papenburg, Uwe	Mooring technology	GEOMAR
12	Kisjeloff, Boris	Optodes, CTD	GEOMAR
13	Hauss, Helena, Dr.	Zooplankton ecophysiology	GEOMAR
14	Bittig, Henry	O <sub>2</sub> , optodes, MicroCAT, CTD	GEOMAR
15	Herrford, Josefine	Salinometer, CTD	GEOMAR
16	Sandel, Vera	Zooplankton hydroacoustics	GEOMAR
17	Kopte, Robert	CTD, shipboard ADCPs	GEOMAR
18	Schütte, Florian	Salinometer, CTD	GEOMAR
19	Didwischus, Sven-Helge	CTD, moored profiler, microstructure	GEOMAR
20	Rodriguez, Elizandro	CTD, O <sub>2</sub>	INDP
21	NN	Ship doctor	-

## Teilnehmerliste / *Participants* MERIAN MSM 23

1	Visbeck, Martin, Prof. Dr.	Fahrtleiter / <i>Chief Scientist</i>	GEOMAR
2	Tanhua, Toste Dr.	OTIS	GEOMAR
3	Karstensen, Johannes Dr.	CTD/salinometer	GEOMAR
4	Pinck, Andreas	OTIS/Glider	GEOMAR
5	Sutherland, Stewart	OTIS	LDEO
6	Haas, Sabine	CTD/Microstructure	GEOMAR
7	Reckhardt, Anja	CTD/Microstructure	U-Oldenburg
8	Vogel, Jefim	CTD/Microstructure	GEOMAR
9	N.N.	CTD/Microstructure	GEOMAR
10	Brünjes, Robert	OTIS, SF5 sampling	U-Oldenburg
11	Kinzel, Julian	CTD//Microstructure/sali	GEOMAR
12	Schaffer, Janin	ADCP/Microstructure/CTD	GEOMAR
13	Hahn, Tobias	CTD/O <sub>2</sub>	GEOMAR
14	Schäfer, Kirsten Dr.	Biological Work	GEOMAR
15	Faustmann, Jannik	Biological Work	GEOMAR
16	Pöhl, Rike	Outreach	Kiel
17	Rulle, Linnea	Outreach	Kiel
18			
19			
20	Paal, Gabor	Reporter	Germany
21	Rossbauer, Maria	Reporter	Germany
22	N.N.	Observer	Senegal
23	N.N.	Medical doc	

## Teilnehmerliste / *Participants* MERIAN MSM 24

1.	Geissler, Wolfram	Fahrtleiter / <i>Chief Scientist</i>	AWI
2.	Kirk, Henning	BB-OBS	AWI
3.	Schulten, Irena	BB-OBS	Kiel
4.	Tsekhmistrenko, Maria	BB-OBS	Munich
5.	NN	Bathymetrie/Parasound	
6.	Kammann, Janina	Bathymetrie/Parasound	Hamburg
7.	Barkawitz, Gesa	Bathymetrie/Parasound	Bremen
8.	Baba, Kiyoshi	OBEM	ERI
9.	Ota, Toyonobu	OBEM	ERI
10.	Schröder, Patrick	OBEM	GEOMAR
11.	NN	OBEM	GEOMAR
12.	NN	OBEM	GEOMAR
13.	NN	OBEM	GEOMAR
14.	NN		
15.	NN		
16.	NN		
17.	NN		
18.	NN		
19.	NN		
20.	NN		
21.	NN		
22.	NN		

## Teilnehmerliste/ *Participants* MERIAN MSM 25

1.	Prof. Colin Devey	Fahrtleiter / <i>Chief Scientist</i>	GEOMAR
2.	Dr. Maren Walter	Phys. Oceanography	IUP Bremen
3.	Dr. Christopher German	Hydrothermal chemistry	WHOI
4.	Janna Köhler	Phys. Oceanography	IUP Bremen
5.	Antje Buß	Phys. Oceanography	IUP Bremen
6.	Sinah Schäfer	Phys. Oceanography	IUP Bremen
7.	Dr. Sven Petersen	Hydrothermal precipitates	GEOMAR
8.	Isobel Yeo	Volcanology, Bathymetry	GEOMAR
9.	Marcel Rothenbeck	IT Engineer, AUV	GEOMAR
10.	Jan Sticklus	Electronics Engineer, AUV	GEOMAR
11.	Momme Deutschmann	Mechanical Engineer, AUV	GEOMAR
12.	Dr. S. Sylva	Trace elements	WHOI
13.	Dr. J. McDermott	Trace Elements	WHOI
14.	Dr. Mak Saito	Trace elements	WHOI
15.	Dr. Koichi Makamura	Sensors	AIST
16.	Tea Laurila	MAPR	U. Ottawa
17.	NN	Student, Oceanography	IUP Bremen
18.	NN	Doctoral student, volcanology	GEOMAR

## **Besatzung / Crew MSM 22**

<b>Dienstgrad / Rank</b>	<b>Name, Vorname / Name, first name</b>
Kapitän / Master	Schmidt, Ralf
Ltd. Naut. Offizier / Ch. Off.	Soßna, Yves-Michael
Erster Naut. Offizier / 1st Off.	Günther, Jan-Phillip
Zweiter Naut. Offizier / 2nd Off.	Wichmann, Gent
Leit. Ing. / Ch. Eng.	Schüler, Achim
II. Techn. Offizier / 2nd Eng	Rogers, Benjamin
III. Techn. Offizier / 3rd Eng	NN
Elektriker / Electrician	Neitzel, Gerd
Elektroniker / Electro Eng.	Riedel, Frank
System Operator / System- Manager	Maggiulli, Michael
Motorenwärter / Motorman	Sauer, Jürgen
Deckschlosser / Fitter	Friesenborg, Helmut
Bootsmann / Bosun	Bosselmann, Norbert
Schiffsmechaniker / SM	Wolff, Andreas
Schiffsmechaniker / SM	Peschel, Jens
Schiffsmechaniker / SM	Vredenburg, Enno
Schiffsmechaniker / SM	Peters, Karsten
Schiffsmechaniker / SM	Plink, Sebastian
Schiffsmechaniker / SM	Siefken, Tobias
Schiffsmechaniker / SM	Peschkes, Peter
Koch / Ch. Cook	Wolff, Thomas
Kochsmaat / Cook's Ass.	Kröger, Sven
1. Steward / Ch. Steward	Jordan, Dieter
Schiffsarzt / Ship's Doctor	Müller, Reinhard

## Besatzung / Crew MSM 23

<b>Dienstgrad / Rank</b>	<b>Name, Vorname / Name, first name</b>
Kapitän / Master	Schmidt, Ralf
Ltd. Naut. Offizier / Ch. Off.	Soßna, Yves-Michael
Erster Naut. Offizier / 1st Off.	Günther, Jan-Phillip
Zweiter Naut. Offizier / 2nd Off.	Wichmann, Gent
Leit. Ing. / Ch. Eng.	Ogrodnik, Thomas
II. Techn. Offizier / 2nd Eng	Boy, Manfred
III. Techn. Offizier / 3rd Eng	NN
Elektriker / Electrician	Neitzel, Gerd
Elektroniker / Electro Eng.	Riedel, Frank
System Operator / System- Manager	NN
Motorenwärter / Motorman	Sauer, Jürgen
Deckschlosser / Fitter	Friesenborg, Helmut
Bootsmann / Bosun	Bosselmann, Norbert
Schiffsmechaniker / SM	Peschel, Jens
Schiffsmechaniker / SM	Peters, Karsten
Schiffsmechaniker / SM	Plink, Sebastian
Schiffsmechaniker / SM	Peschkes, Peter
Schiffsmechaniker / SM	Müller, Gerhard
Schiffsmechaniker / SM	Siefken, Tobias
Schiffsmechaniker / SM	NN
Koch / Ch. Cook	Wolff, Thomas
Kochsmaat / Cook's Ass.	Kröger, Sven
1. Steward / Ch. Steward	NN
Schiffsarzt / Ship's Doctor	Müller, Reinhard

## Besatzung / Crew MSM 24

<b>Dienstgrad / Rank</b>	<b>Name, Vorname / Name, first name</b>
Kapitän / Master	Günther, Matthias
Ltd. Naut. Offizier / Ch. Off.	Maaß, Björn
Erster Naut. Offizier / 1st Off.	Günther, Jan-Phillip
Zweiter Naut. Offizier / 2nd Off.	Eilers, Jens
Leit. Ing. / Ch. Eng.	Ogrodnik, Thomas
II. Techn. Offizier / 2nd Eng	Boy, Manfred
III. Techn. Offizier / 3rd Eng	Lorenzen, Olaf
Elektriker / Electrician	Schmidt, Hendrik
Elektroniker / Electro Eng.	Pregler, Hermann
System Operator / System- Manager	NN
Motorenwärter / Motorman	Sauer, Jürgen
Deckschlosser / Fitter	Wiechert, Olaf
Bootsmann / Bosun	Kreft, Norbert
Schiffsmechaniker / SM	Peters, Karsten
Schiffsmechaniker / SM	Plink, Sebastian
Schiffsmechaniker / SM	Siefken, Tobias
Schiffsmechaniker / SM	Papke, Rene
Schiffsmechaniker / SM	Müller, Gerhard
Schiffsmechaniker / SM	Peschkes, Peter
Schiffsmechaniker / SM	NN
Koch / Ch. Cook	Arndt, Waldemar
Kochsmaat / Cook's Ass.	Kröger, Sven
1. Steward / Ch. Steward	Seidel, Iris
Schiffsarzt / Ship's Doctor	Müller, Reinhard

## Besatzung / Crew MSM 25

<b>Dienstgrad / Rank</b>	<b>Name, Vorname / Name, first name</b>
Kapitän / Master	Günther, Matthias
Ltd. Naut. Offizier / Ch. Off.	Maaß, Björn
Erster Naut. Offizier / 1st Off.	Günther, Jan-Phillip
Zweiter Naut. Offizier / 2nd Off.	Eilers, Jens
Leit. Ing. / Ch. Eng.	Ogrodnik, Thomas
II. Techn. Offizier / 2nd Eng	Rogers, Benjamin
III. Techn. Offizier / 3rd Eng	Lorenzen, Olaf
Elektriker / Electrician	Schmidt, Hendrik
Elektroniker / Electro Eng.	Pregler, Hermann
System Operator / System- Manager	NN
Motorenwärter / Motorman	Sauer, Jürgen
Deckschlosser / Fitter	Wiechert,Olaf
Bootsmann / Bosun	Kreft, Norbert
Schiffsmechaniker / SM	Wolff, Andreas
Schiffsmechaniker / SM	Peschel, Jens
Schiffsmechaniker / SM	Vredenburg, Enno
Schiffsmechaniker / SM	Peters, Karsten
Schiffsmechaniker / SM	Papke, Rene
Schiffsmechaniker / SM	Müller, Gerhard
Schiffsmechaniker / SM	NN
Koch / Ch. Cook	Arndt, Waldemar
Kochsmaat / Cook's Ass.	NN
1. Steward / Ch. Steward	Seidel, Iris
Schiffsarzt / Ship's Doctor	Dr. Wolters, Gabriele

## **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

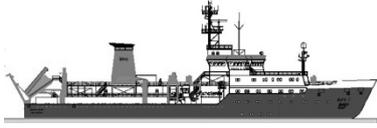
Die Leitstelle Deutsche Forschungsschiffe der Universität Hamburg ist für die wissenschaftlich-technische, logistische und finanzielle Vorbereitung, Abwicklung und Betreuung des Schiffsbetriebes verantwortlich. Sie arbeitet einerseits mit den Expeditionskoordinatoren partnerschaftlich zusammen, andererseits 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 Operations Control Office for German Research Vessels at University of Hamburg is responsible for the scientific, technical, logistical and financial preparation and administration of expeditions of the research vessel as well as for supervising the operation of the vessel. On one hand, it cooperates with the expedition coordinators on a partner-like basis and on the other hand it is the direct partner of the managing owners Briese Schifffahrts GmbH.*

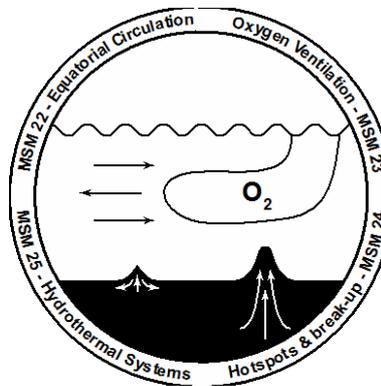


*Research Vessel*

# MARIA S. MERIAN

*Cruises No. MSM 22 – 23 – 24 - 25*

*24. 10.2012– 05. 03. 2013*



*Equatorial Circulation, Oxygen Ventilation, Hotspots & Break-up, and  
Hydrothermal Systems in the Tropical and South Atlantic*

*Editor:*

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

*sponsored by:*

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