



Forschungsschiff

METEOR

Reisen Nr. M97 – M98

26.05.2013 – 28.07.2013



Vermischung und Zirkulation im tropischen Atlantik

Herausgeber:

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

Gefördert durch:

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

ISSN 0935-9974



Forschungsschiff / *Research Vessel*

METEOR

Reisen Nr. M97 – M98 / *Cruises No. M97 - M98*

26.05.2013 – 28.07.2013



Vermischung und Zirkulation im tropischen Atlantik

Mixing and Circulation in the Tropical 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 0935-9974

Anschriften / Addresses

Dr. Toste Tanhua

GEOMAR Helmholtz Zentrum
für Ozeanforschung Kiel
Düsternbrooker Weg 20
24105 Kiel

Telefon: +49 431 600-4219
Telefax: +49 431 600-4202
e-mail: ttanhua@geomar.de

Prof. Dr. Peter Brandt

GEOMAR Helmholtz Zentrum
für Ozeanforschung Kiel
Düsternbrooker Weg 20
24105 Kiel

Telefon: +49 431 600-4106
Telefax: +49 431 600-4102
e-mail: pbrandt@geomar.de

Leitstelle Deutsche Forschungsschiffe

Institut für Meereskunde
Universität Hamburg
Bundesstraße 53
D-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* METEOR

Ship / Crew	Scientists
Vessel's general email address	Scientific general email address
master@meteor.briese-research.de	chiefscientist@meteor.briese-research.de
Crew's direct email address (duty)	Scientific direct email address (duty)
via master only	n.name.d@meteor.briese-research.de → d = duty
Crew's direct email address (private)	Scientific direct email address (private)
n.name.p@meteor.briese-research.de → p = private	n.name.p@meteor.briese-research.de → p = private
<p>Each cruise participant will receive an e-mail address composed of the first letter of his first name and the full last name. Günther Tietjen, for example, will receive the address:</p> <ul style="list-style-type: none"> → g.tietjen.d@meteor.briese-research.de for official (duty) correspondence → g.tietjen.p@meteor.briese-research.de for personal (private) correspondence <p>all emails on VSAT are free of charge, on non VSAT (e.g. Fleet77) private correspondence to be paid on board which will be arranged by the system operator on board.</p> <p>notation on VSAT service availability will be done by ships management team / system operator</p>	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Data exchange ship/shore : on VSAT continuously / non VSAT every 4 hours: 08:00/12:00/16:00/20:00 ➤ Maximum attachment size: 500 kB, extendable (on request) up to 2 MB ➤ The system operator on board is responsible for the administration of the email addresses 	
Phone/Fax Bridge (Inmarsat Fleet 77)	
Fax: +870 764 354 966	
Phone: +870 761 651 726	
Phone Chief Scientist	
Phone: +881 677 701 859	
+49 421 98504372	

METEOR Reisen Nr. M 97 – M98
METEOR Cruises No. M97 – M98

26.05.2013 – 28.07.2013

Vermischung und Zirkulation im tropischen Atlantik

Mixing and Circulation in the Tropical Atlantic

Fahrt / Cruise M97	26.05.2013 – 28.06.2013 Mindelo (Kapverden) – Fortaleza (Brasilien) Fahrtleiter / <i>Chief Scientist</i> : Dr. Toste Tanhua
Fahrt / Cruise M98	01.07.2013 – 28.07.2013 Fortaleza (Brasilien) – Walvis Bay (Namibia) Fahrtleiter / <i>Chief Scientist</i> : Prof. Dr. Peter Brandt
Koordination / <i>Coordination</i>	Leitstelle Deutsche Forschungsschiffe
Kapitän / <i>Master</i> METEOR	M97: M. Schneider M98: M. Schneider

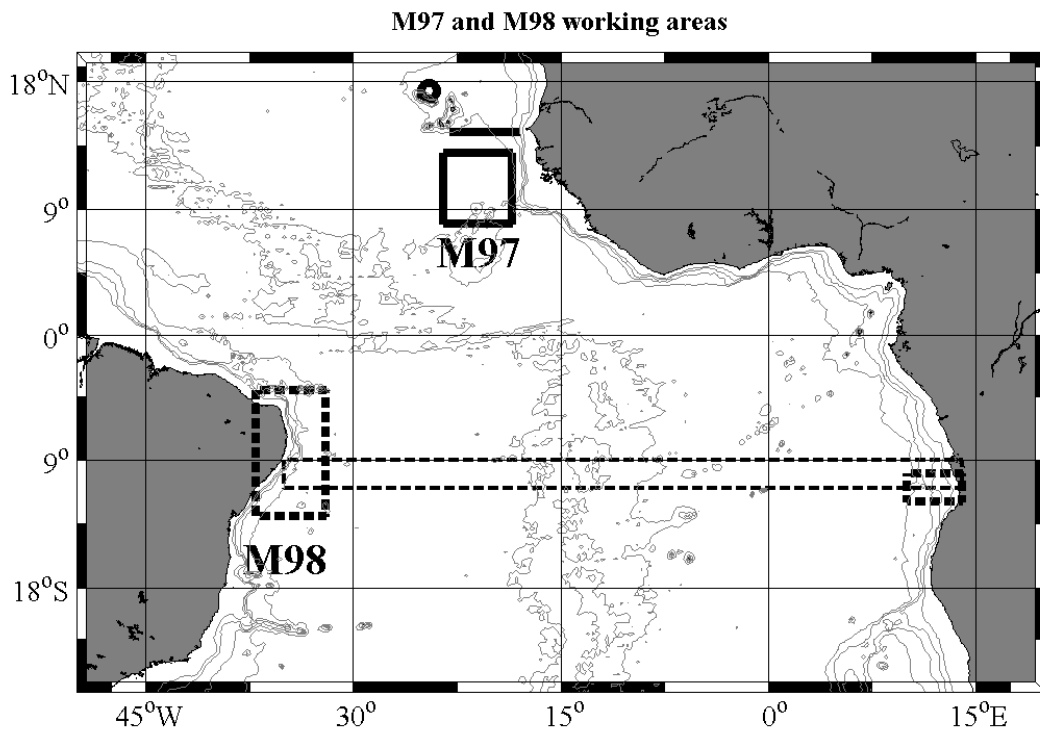


Abb. 1: Geplante Fahrtrouten und Arbeitsgebiete der METEOR Expeditionen M97 (durchgezogene Linien) und M98 (gestrichelte Linien).

Fig. 1: Planned cruise tracks and working areas of METEOR cruises M97 (solid lines) and M98 (dashed lines).

Wissenschaftliches Programm der METEOR Reisen Nr. M97 – M98

Scientific Programme of METEOR Cruises No. M97 – M98

Übersicht

Die zwei Meteorreisen M97 und M98 zwischen Mai 2013 und Juli 2013 führen in den tropischen Atlantischen Ozean (Abb. 1). Die Reisen werden im Rahmen des DFG Sonderforschungsbereichs SFB-754 (M97) und der BMBF Verbundprojekte RACE und SACUS (M98) durchgeführt.

Fahrt M 97

Die Reise M97 in den tropischen Ostatlantik ist ein Beitrag des DFG Sonderforschungsbereich (SFB) 754 „Climate-biogeochemistry interactions in the tropical ocean“ der Teilprojekte A3, A4 und B8. Die Ziele dieser Reise sind:

- 1) Quantifizierung und besseres Verständnis der Zufuhr in die Sauerstoffminimumzone (OMZ) des tropischen Atlantiks mit einem speziellen Fokus auf die Rolle der sub-mesoskaligen Prozesse für die lateralen und vertikalen Sauerstoffflüsse und somit eine kritische Komponente der Ventilation dieser Region.
- 2) Beschreibung der Änderungen der Sauerstoffkonzentration in der OMZ auf täglichen bis saisonalen Zeitskalen.
- 3) Untersuchung der Zooplanktonbedingten Kohlenstoff-, Sauerstoff- und Stickstoffflüsse und heterotropher Reaktionen auf niedrigen Sauerstoffgehalt. Häufigkeit, Biomasse und Vielfalt der Zooplanktongemeinschaften werden im Vergleich zu den Wassermassencharakteristiken untersucht.

Die Reise ist die erste Reise, um die Verteilung eines im Dezember 2012 (Merian Reise MSM23, “Oxygen Supply Tracer Release Experiment (OSTRE)”) in dieser Region ausgebrachten Tracers zu kartieren. Die Er-

Synopsis

The two Meteor cruises M97 und M98 between May 2013 and July 2013 will be carried out in the tropical Atlantic Ocean (Fig. 1). The cruises are made in the context of the DFG Collaborative Research Center SFB-754 (M97) and the BMBF projects RACE and SACUS (M98).

Cruise M 97

The cruise M97 to the tropical eastern Atlantic Ocean is a contribution to the DFG Sonderforschungsbereich (SFB) 754, Climate - Biogeochemistry Interactions in the Tropical Ocean, work packages A3, A4 and B8. The goal of this cruise are:

- 1) *Quantify and better understand the supply of oxygen to the oxygen minimum zone (OMZ) of the Tropical Atlantic with a particular focus on the role of sub-mesoscale processes for lateral and vertical oxygen fluxes and thus a critical aspect of the ventilation of this region.*
- 2) *Describe variations in the oxygen concentrations in the OMZ from daily to seasonal time scales.*
- 3) *Study the zooplankton-mediated carbon, oxygen and nitrogen flux and heterotrophic responses to low oxygen. Abundance, biomass and diversity of the zooplankton community will be studied in relation to water mass characteristics.*

The cruise is the first cruise to map the deliberately released tracer that was injected to the area in December of 2012 (Merian cruise MSM23), as the “Oxygen Supply Tracer Release Experiment (OSTRE)”. The results from these measure-

gebnisse werden helfen, die diapycnischen und lateralen Mischungsraten zu quantifizieren.

ments will help quantifying diapycnal and lateral mixing rates in the region.

Fahrt M98

Die Reise M98 in den südlichen tropischen Atlantik vereint wichtige Feldarbeiten des BMBF Projektes RACE sowie des BMBF Projektes SACUS. Beide Projekte haben das übergeordnete Ziel, ein besseres Verständnis für die Rolle des tropischen Atlantiks in Bezug auf Klimaschwankungen im atlantischen Raum zu erlangen. Der speziellen Zielsetzung der beiden Teilprojekte entsprechend, besitzt diese Reise zwei regionale Schwerpunkte:

Im Rahmen des RACE Projektes hat die Reise das Ziel, die Variabilität der westlichen Randstromzirkulation vor Südamerika zu untersuchen. Hierbei soll ein spezieller Focus auf Transportschwankungen des North Brazil Undercurrent (NBUC) - als Teil der meridionalen Umwälzbewegung (AMOC) - auf intrasaisonalen bis dekadischen Zeitskalen gelegt werden.

Das Projekt SACUS beschäftigt sich mit dem Einfluss des äquatorialen Atlantiks auf das Auftriebsgebiet vor der Küste Südwestafrikas. Ziel dieser Reise ist es, die Fernwirkung aus der äquatorialen Region sowohl durch Wellenausbreitung als auch durch Wassermassentransport und die dazugehörigen Zeitskalen zu vermessen.

Ein Großteil der Arbeit auf dieser Reise stellt die Auslegung von 2 Verankerungsarrays bei 11°S einerseits vor der brasilianischen und andererseits vor der Küste Angolas dar. Zusätzlich werden die Randstromzirkulationssysteme durch zwei hochauflösende hydrographische Schnitte (CTD/LADCP, Mikrostruktur) entlang von 5°S und 11°S vor Brasilien und einen hydrographischen Schnitt entlang von 11°S vor Angola vermessen.

Cruise M98

The cruise M98 to the southern tropical Atlantic joins important field work of the BMBF project RACE and the BMBF project SACUS. Both projects have the overarching goal to gain better understanding for the role of the tropical Atlantic in relation to climate variability in the Atlantic region. According to the special issues within the subprojects this cruise has two major regional focuses:

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

The project SACUS is concerned with the influence of the equatorial Atlantic on the upwelling region off Southwest Africa. This cruise aims at investigating these teleconnections from the equatorial region towards the upwelling system and their attributed time scales via wave propagation and water mass advection.

The substantial part of work for this cruise constitutes of the deployment of two mooring arrays at 11°S at shelf and continental slope off the Brazilian coast and off the Angolan coast. Additionally, the boundary current systems will be surveyed with two high-resolution, hydrographic sections (CTD/LADCP, microstructure) at 5°S and 11°S off Brazil and a hydrographic section at 11°S off Angola.

In addition, the flux of CO₂ and Dimethylsulphide (DMS) between surface ocean and overlying atmosphere will be moni-

Außerdem wird der Fluss von CO₂ und Dimethylsulphide (DMS) zwischen Ozeanoberfläche und angrenzender Atmosphäre kontinuierlich während der Fahrt vermessen. *tored continuously during the cruise.*

Fahrt / Cruise M 97 **Mindelo (Cape Verde) – Fortaleza (Brazil)**

Wissenschaftliches Programm

Im „Sauerstoffzufuhr Tracer Ausbringungs-experiment“ (OSTRE) liegt der Fokus auf den horizontalen Sauerstoffzufuhrpfaden in der Sauerstoffminimumzone (OMZ) des tropischen Nordatlantiks. Ein künstlicher Tracer wurde im Zentrum der OMZ (sowohl im lateralen als auch im vertikalen Sinn) im Dezember 2012 auf der Reise MSM 23 ausgebracht. OSTRE wird eine zentrale Fragestellung des SFB-754 bearbeiten: Wie kann gelöster Sauerstoff in die OMZ über die mittleren Sauerstoffgradienten transportiert werden? Dies kann nicht das Ergebnis einer mittleren Strömung sein, die in Abwesenheit von Vermischung und/oder signifikanter lokaler Quellen und Senken parallel zum mittleren Gradienten verlaufen. Somit muss die Sauerstoffzufuhr durch nichtlineares Mischen wahrscheinlich durch Wirbelmischung geschehen. Wie effizient ist dies? Stellen Modelle die fundamentalen Prozesse der OMZ-Dynamik richtig dar?

Weitere Ziele der Fahrt sind: Darstellung der Sauerstoffverteilung der OMZ im Nordatlantik entlang 23°W mit hoher zeitlicher und räumlicher Auflösung (schiffsgestützte wiederholte hydrographische Schnitte); Identifizierung von subtropisch-tropischer Zirkulationspfade, die Sauerstoff zu den östlichen OMZ's transportieren; Beobachtung zeitlicher Variabilität (z.B. zwischenjährlich, saisonal, kurzzeitig) der Zufuhr von Sauerstoff zu und im Inventar des Sauerstoffs in der OMZ.

Ein Zooplankton-Sammelprogramm zielt darauf ab, die Rolle des Zooplanktons in biogeochemischen Zyklen und speziell ihre Rolle für den Transport von organischen und anorganischen Stoffen von der Oberfläche in die OMZ-Schicht durch tägliche vertikale Wanderungen zu erklären.

Am ersten Tag der Reise wird ein tiefes CTD an der Zeitserienstation Kapverden Ozeanobservatorium (CVOO) durchgeführt. Hier wird dann eine Verankerung ausgelegt, die hydrographische Parameter in der oberen Wassersäule in regulären Zeitintervallen

Scientific Programme

In the oxygen supply tracer release experiment (OSTRE), we will focus on the horizontal oxygen supply route in the Tropical North Atlantic Oxygen Minimum Zone (OMZ). An artificial tracer was released in the center of the OMZ (both in a lateral and vertical sense) in December of 2012, during cruise MSM 23. 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?

Further goals of the cruise are to: Provide the oxygen distribution of eastern North Atlantic OMZ along 23°W with high temporal and spatial resolution (ship based repeat hydrography sections); to identify subtropical-tropical circulation pathways that provide oxygen to the eastern tropical oxygen minimum zones; to observe temporal variability (e.g. inter-annual, seasonal, short-term) in the supply of oxygen to and in the inventory of oxygen in the OMZ.

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

During the first day of the cruise we will make a deep CTD profile at the time-series stations Cape Verde Ocean Observatory (CVOO)". Here we will also deploy a mooring that will measure hydrographic properties in the upper water column at regular

messen wird.

Während der ganzen Fahrtroute wird kontinuierlich der Partialdruck von CO₂ (pCO₂), gelöster Sauerstoff sowie Temperatur und Salzgehalt des Oberflächenwasser bestimmt.

intervals.

Continuous surface water measurements of the following parameter will be conducted throughout the entire cruise: sea surface temperature (SST) and salinity (SSS), partial pressure of CO₂ (pCO₂) and dissolved oxygen concentration.

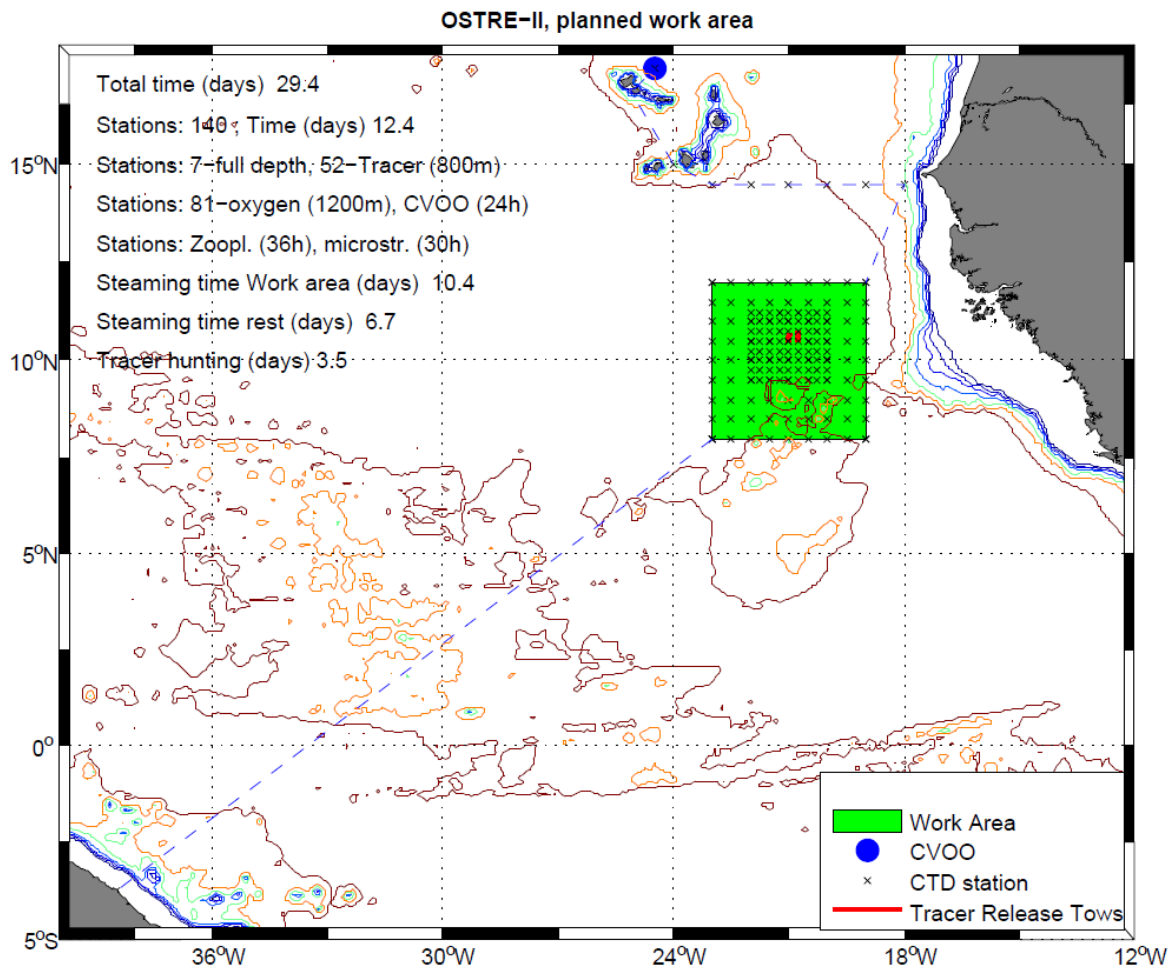


Abb. 2: Geplantes Arbeitsgebiet der Reise M97.

Fig. 2: Planned net-work of CTD stations during the M97 cruise.

Arbeitsprogramm

Am ersten Tag der Reise werden wir hydrographische Untersuchungen an der CVOO Zeitserienstation ca. 40 nm nordöstlich von Mindelo durchführen. Wir planen dorthin am frühen Morgen zu fahren und das Tageslicht für die Ausbringung einer Verankerung und ein tiefes CTD zu nutzen. Nach Beendigung der Arbeiten fahren wir zurück nach Mindelo, um einen Teil der wissenschaftlichen Gruppe auszutauschen.

Work Programme

During the first day of the cruise we will make hydrographic investigations at the CVOO time-series site about 40 nm NE of Mindelo. We plan to steam there in the early morning, and use the day light hours for the deployment of a mooring and for a deep CTD cast. Once these are complete we will go back to Mindelo to exchange some scientific personnel.

Nach dem kurzen Stopp in Mindelo fahren wir südwärts, um einen zonalen Schnitt entlang 14°30' Nord fortzusetzen (Abb. 2). Der westliche Teil dieses Schnittes (von der Karibik zu den Kapverden) wurde auf der vorhergehenden Fahrt M96 aufgenommen. Der östliche Teil dieses Schnittes von Praia nach Dakar wurde zuvor mehrfach von uns vermessen.

Vom Ende des „Praia-Dakar“-Schnittes fahren wir zum Hauptuntersuchungsgebiet – das Gebiet, in dem der Tracer ausgebracht worden war. In diesem Gebiet werden wir detaillierte CTD Vermessungen mit dem Ziel einer möglichst genauen Kartierung der Tracerverteilung durchführen und gleichzeitig die Sauerstoffverteilung in dem Gebiet vermessen. Wir werden zusätzlich Mikrostrukturmessungen an mehreren (ungefähr 20) Stationen in dem Gebiet durchführen.

Zusätzlich werden wir einige (ungefähr 12) biologische Stationen durchführen, auf denen MOCNESS (große Zooplankton/Nekton Netze) und/oder Hydrobios Multinetze sowohl am Tage als auch in der Nacht ausgebracht werden, um die tägliche vertikale Wanderung von Zooplankton zu charakterisieren. Außerdem wird ein „Underwater Vision Profiler“ am CTD angebracht, welches die Häufigkeit von kleinem Zooplankton und Partikel liefert.

Die Arbeit in dem Gebiet wird mit einer kurzen Wiederholung des 23°W Schnittes in Richtung Äquator beendet, bevor Meteor zum Endhafen der Reise M97 in Fortaleza fährt.

Für die kontinuierlichen Oberflächenwassermessungen wird eine Pumpe im Hydrographenschacht installiert, die die Messgeräte im Labor mit Wasser versorgt.

After the short port-stop in Mindelo we will steam south to continue a zonal section along 14°30' north (Fig. 2). This western part of this section (i.e. from the Caribbean to Cape Verde) was conducted on the previous cruise, M 96. The eastern part of the section, i.e. from Praia to Dakar, has been occupied repeatedly by us in the past.

From the end of the “Praia-Dakar” section we will steam to the main area of investigation – the area where the deliberately released tracer. In this area we will carry our detailed CTD surveys with the aim to map the tracer as detailed as possible, and at the same time map the oxygen distribution in the area. We will also conduct microstructure measurements at several (around 20) stations in the area.

We will additionally be doing a few (approximately 12) biological stations, during which we will deploy a MOCNESS (large Zooplankton/Nekton net) and/or a Hydrobios Multinet during both day- and night-time in order to characterise diurnal vertical migrations of zooplankton. Also, we will have an Underwater Vision Profiler mounted on the CTD, which gives abundance of small zooplankton and particles.

The work in the area will end by a short repeat of the 23°W CTD section towards the Equator, before heading for the final port of Fortaleza.

For the continuous surface water measurements a submersible pump will be installed in the ship's moonpool, which supplies water to the instruments.

Zeitplan / Schedule
Fahrt / Cruise M 97

	Tage/days
Auslaufen von Mindelo (Cape Verde) am 26.05.2013 <i>Departure from Mindelo (Cape Verde) am 26.05.2013</i>	
Transit zur CVOO time-series station / <i>Transit to working area</i>	0.2
CVOO Station Verankerungsauslegung / <i>CVOO station mooring deployment</i>	0.5
Transit nach Mindelo / <i>Transit to Mindelo</i>	0.2
Transit zum 14.5°N CTD-Schnitt / <i>Transit to 14.5 N CTD section</i>	0.8
CTD-Arbeiten entlang 14°30'N / <i>CTD section along 14°30'N</i>	2
Transit zum Arbeitsgebiet / <i>Transit to work area</i>	0.5
CTD-Stationsarbeiten / <i>CTD station work</i>	23.5
Biologische Probenahmen / <i>Biological sampling</i>	1.5
Mikrostruktur Messungen / <i>Microstructure sensor work</i>	0.8
Transit zum Hafen nach Fortaleza / <i>Transit to port Fortaleza</i>	4
	Total 34
Einlaufen in Fortaleza (Brasilien) am 28.06.2013 <i>Arrival in Fortaleza (Brazil) 28.06.2013</i>	

Fahrt / Cruise M98 **Fortaleza (Brazil) – Walvis Bay (Namibia)**

Wissenschaftliches Programm

Die Reise M98 beinhaltet wichtige Feldarbeiten der BMBF Projekte RACE und SACUS. Das übergeordnete Ziel beider Projekte ist, ein besseres Verständnis für den Einfluss des tropischen Atlantiks auf Klimaschwankungen im atlantischen Raum zu erhalten, speziell im Hinblick auf den globalen Klimawandel.

Das Hauptziel von RACE ist es, Änderungen der zukünftigen Atlantikzirkulation als Teil des globalen Wandels hochaufgelöst regional zu simulieren und deren Auswirkungen auf den Ozean, das Klimasystem und auf den europäischen Schelfbereich abzuschätzen. Um dieses Ziel zu erreichen, sind ein besseres regionales Prozessverständnis sowie verbesserte Simulationen unerlässlich. Innerhalb des Teilprojektes AP1.1 soll die Variabilität des westlichen Randstromsystems, speziell des NBUC vor der Küste Brasiliens untersucht werden. Der NBUC reagiert sehr sensitiv auf Schwankungen der AMOC und der subtropischen Zelle (STC) und bildet deshalb eine Schlüsselregion für die Zirkulation des Atlantiks. Das Beobachtungsprogramm beinhaltet ein Verankerungsarray vor der brasilianischen Küste bei 11°S und zwei hochauflösende hydrographische Schnitte bei 5°S sowie 11°S. Während all dieser Beobachtungen sollen Strömungen sowie Wassermasseneigenschaften aufgezeichnet werden.

Ziele des Beobachtungsprogrammes sind die Bestimmung

- des nordwärtigen Transports des NBUC als Teil der AMOC und STC
- von Transportschwankungen der Zirkulation des Randstromsystems auf intrasaisonalen bis dekadischen (im Vergleich zu früheren Messungen) Zeitskalen
- des Zusammenhangs zwischen Transportschwankungen im westlichen Randstrom und der Variabilität im subpolaren

Scientific Programme

The cruise M98 includes important field work of the BMBF projects RACE and SACUS. The overarching goal of both projects is to gain a better understanding of the influence of the tropical Atlantic on climate variability in the Atlantic region especially in light of global climate change.

The main goal of RACE is to simulate future changes in the Atlantic circulation as a result of climate change on regional scale and with high resolution, and to estimate the impact of these circulation changes on the ocean, the climate system and the European shelf. To reach this goal a better understanding of the involved processes and an improvement of simulations are inevitable. Within the sub-project AP1.1 the variability of the western boundary current system, in particular the NBUC, off the coast of Brazil will be investigated. The NBUC is very sensitive to fluctuations within the AMOC and the subtropical cell (STC) and therefore forms a key region for the Atlantic circulation. The observational program consists of a mooring array off the Brazilian coast at 11°S and two high-resolution hydrographic sections at 5°S and 11°S. During these observations the underlying currents as well as water mass properties will be monitored.

The main goals of the observational program are the determination of:

- *the northward transport of the NBUC as part of the AMOC and STC*
- *transport variability of the boundary current circulation system on intraseasonal to decadal (in comparison to previous measurements) time-scales*
- *the relation of transport variability within the western boundary current and variability in the subpolar North Atlantic concerning signal propaga-*

Nordatlantik in Bezug auf die Signalausbreitung innerhalb der AMOC

- der Ausbreitung von Wassermassenanomalien innerhalb der AMOC
- des Zusammenhangs zwischen NBUC Schwankungen bei 11°S und Schwankungen des äquatorialen Unterstroms (EUC) bei 23°W und dessen Bedeutung für die Wärme- und Frischwasserbilanz des tropischen Ostatlantiks

SACUS beschäftigt sich mit der Variabilität des Auftriebsgebiets vor Südwestafrika auf intrasaisonalen bis dekadischen Zeitskalen, sowie deren Auswirkungen auf das Klima und die Ökonomie der angrenzenden Staaten. Besonders die Benguela Ninos, ähnlich zum Pazifischen El Niño Phänomen, verändern die ozeanischen Gegebenheiten der Region stark und haben weitreichende wirtschaftliche Folgen. Starke Abweichungen zwischen simulierten und beobachteten Oberflächentemperaturen innerhalb dieser Region fordern ein besseres Verständnis der verschiedenen Einflussfaktoren, um Modelle und deren Vorhersagen für diese Region zu verbessern. Im Fokus des Teilprojekts SP 1 steht die Variabilität an der nördlichen Grenze des Auftriebsgebiets durch Fernwirkung aus der äquatorialen Region. Hierbei soll einerseits die Fernwirkung durch Wellenausbreitung und andererseits durch die Advektion von Wassermasseneigenschaften untersucht werden. Die notwendigen Beobachtungsdaten sollen mit einem Verankerungsarray bei 11°S vor der Küste Angolas sowie einem hochauflösenden hydrographischen Schnitt bei 11°S gesammelt werden.

Der direkte Gasaustausch zwischen Atmosphäre und Ozean wird auf M98 ebenfalls untersucht. Mit der Eddy-Kovarianz Methode, welche Windturbulenzen und Änderungen der Konzentration der Gase DMS und CO₂ in Verbindung setzt, lassen sich Gasflüsse zwischen Ozean und Atmosphäre ableiten.

tion within the AMOC

- *the spreading of water mass anomalies within the AMOC*
- *the connection between NBUC variability at 11°S and Equatorial Under Current (EUC) variability at 23°W and its impact for the heat and freshwater budgets in the eastern tropical Atlantic*

SACUS is concerned with the variability of the upwelling region off the coast of South Africa on intraseasonal to decadal time-scales, its impact for the climate and economy of the surrounding countries. Especially the Benguela Ninos, having similar characteristics as the El Niño phenomenon in the Pacific, change the oceanic setting in the upwelling system dramatically with extensive consequences for the economy. Strong biases of the sea surface temperatures in numerical simulations within this region call for a better understanding of the involved processes to improve models and their forecasts for this region. The focus of the subproject SP 1 lies on the variability at the northern edge of the upwelling region caused by teleconnections from the equatorial region. The teleconnections will be decomposed into teleconnections via wave propagation and teleconnections via the advection of water mass properties. The required observational data will be collected with a mooring array at 11°S off the coast of Angola and a high-resolution hydrographic section at 11°S.

A direct air-sea exchange measurement technique will also be deployed and tested onboard M98. The technique, called eddy covariance, will be used to measure DMS and CO₂ open ocean fluxes. Direct measurements of gas exchange can help to understand the role of the ocean in the atmospheric budgets of trace gases important for air quality and global climate change. In addition, they can aid the understanding of the physical and biogeochemical drivers of gas exchange. However, the technique is challenging to deploy, especially on a moving

Die Eddy-Kovarianz Methode ist sehr hilfreich, um die Rolle des Ozeans als Reservoir oder Quelle von Spurengasen, welche die Luftqualität und den Klimawandel beeinflussen, zu beschreiben. Diese Messtechnik ist auf Land etabliert, jedoch betritt man auf Schiffen und sich bewegenden Plattformen Neuland. Dieser Umstand kann nur durch Messkampagnen auf Forschungsfahrten wettgemacht werden.

Ziele des Beobachtungsprogramms sind:

- Bestimmung der Variabilität des östlichen Randstromsystems, speziell des südwardigen Transportes von sauerstoffarmen, nährstoffreichen Wassermassenanomalien aus der äquatorialen Zone
- Untersuchung der Signalpropagation entlang des Äquators und südwärts entlang der Küste (durch Kombination der aufzunehmenden Zeitserien mit Zeitserien aus der äquatorialen Region)
- Aufteilung der beobachteten Variabilität des Randstromsystems in lokale erzeugte Signale und Signale aus der äquatorialen Region

platform, and requires rigorous field testing.

The goals of this observational program are:

- *Determination of the variability of the eastern boundary current system, especially the southward transport of oxygen-low, nutrient-rich water mass anomalies originating from the equatorial zone*
- *Investigation of the signal propagation along the equator and southward along the coast (via combination of the timeseries to be recorded by the mooring array and moored timeseries from the equatorial region)*
- *Decomposition of the observed variability of the boundary current system into locally forced signals and signals originated in the equatorial region*

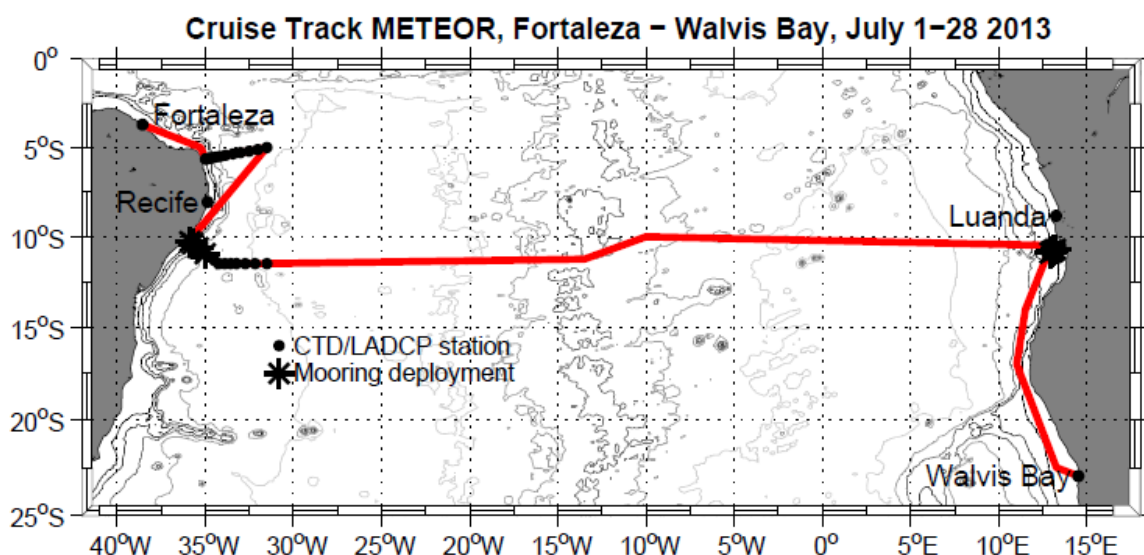


Abb. 3: Das Arbeitsgebiet der Reise M98.

Fig. 3: The working area of cruise M98.

Arbeitsprogramm

Es ist geplant, während M98 2 Verankerungsarrays bei 11°S vor Brasilien bzw. vor Angola auszulegen. Das Array vor Brasilien besteht aus 4 Verankerungen mit ADCPs, die jeweils im oberflächennahen Ozean installiert werden, Punktströmungsmessern für die Vermessung der tieferen Strömungen und CTD Sensoren. Das Array vor Angola besteht aus 4 Verankerungen (davon 2 Bodenrahmen), die mit ADCPs, CTD Sensoren sowie Sauerstoffloggern ausgestattet sind. Die Verankerungen werden jeweils entlang des Kontinentalhangs ausgelegt, um möglichst alle Komponenten des Randstromsystems zu erfassen.

Stationsarbeiten während der hydrographischen Schnitte beinhalten Arbeiten mit dem CTD/LADCP System sowie der Mikrostruktursonde. Entlang der Schnitte bei 5°S und 11°S vor der Küste Brasiliens und bei 11°S vor der Küste Angolas werden die Randstromsysteme hochauflösend mit insgesamt etwa 50 Stationen vermessen.

Kontinuierlich werden während der Fahrt Oberflächentemperatur und –salzgehalt mit dem Thermosalinograph aufgezeichnet. Das Oberflächenwasser und die überliegende Atmosphäre werden mit Hilfe von verschiedenen optischen Methoden kontinuierlich auf Konzentrationen von CO₂, N₂O, O₂ und DMS untersucht. Ebenfalls kontinuierlich werden Strömungsmessungen mit beiden schiffseigenen ADCPs (75 kHz und 38 kHz) gemacht. Als Besonderheit auf dieser Fahrt werden kontinuierlich direkte Messungen des turbulenten CO₂ und DMS Flusses durch eine Eddy-Kovarianz Methode gemacht. Hierfür soll eigens ein 4m hoher Mast mit einem Einlass für ein Massenspektrometer errichtet werden. Um die Konzentration von DMS zu messen, wird ein Massenspektrometer mit chemischer Ionisation verwendet. Die CO₂ Konzentration wird mit zwei LICOR 7500 optisch gemessen. Beide Messsysteme werden mit einem 3D Ultraschall-Windmessgerät synchronisiert. Es müssen mittels Beschleunigungssensoren auch die Schiffsbewegungen herausgerechnet werden.

Work Programme

During M98 it is planned to deploy 2 mooring arrays at 11°S off the Brazilian coast and the coast off Angola. The array off Brazil consists of 4 moorings with ADCPs each located close to the surface, current meters to monitor the deeper currents and CTD sensors. The array off Angola consists of 3 ? moorings equipped with ADCPs, CTD sensors and oxygen loggers. The moorings will be deployed along the shelf break in order to capture all features of the boundary current system.

Station work on hydrographic sections constitutes of CTD/LADCP and microstructure profiling. Along the sections at 5°S and 11°S off the Brazilian coast and the 11°S section off Angola the boundary current systems will be surveyed with about 50 stations in total.

During the cruise sea surface temperature and salinity are continuously monitored with the thermosalinograph. The concentrations of CO₂, N₂O, O₂ and DMS at the ocean surface and overlying atmosphere are investigated using different optical methods. Observation of the underlying currents will be also performed continuously using both shipboard ADCPs (75 kHz and 38 kHz). To complete the continuous measurements this cruise also records the flux of CO₂ and DMS using direct measurements with an eddy covariance method. For this purpose a special mast with an inlet for a mass spectrometer will be installed. The DMS measurements will be performed with an atmospheric pressure chemical ionization mass spectrometer and the CO₂ fluxes will be measured using two LICOR 7500 systems. Both systems will be synchronized with sonic anemometer 3D wind measurements and 3D ship motion detectors to compute the air-sea fluxes.

Zeitplan / Schedule
Fahrt / Cruise M 98

	Tage/days
Auslaufen von Fortaleza (Brasilien) am 01.07.2013 <i>Departure from Fortaleza (Brazil) on 01.07.2013</i>	
Transit zum Arbeitsgebiet / <i>Transit to working area</i>	1
CTD Stationsarbeiten / <i>CTD station work</i>	4.2
Mikrostrukturstationen / <i>Microstructure stations</i>	1
Auslegung von Verankerungen / <i>Deployment of moorings</i>	2.5
Untwegsmessungen zwischen Stationen / <i>Underway measurements between stations</i>	14.8
Transit zum Hafen / <i>Transit to port</i>	3.5
	Total
	27
 Einlaufen in Walvis Bay (Namibia) am 28.07.1013 <i>Arrival in Walvis Bay (Namibia) 28.07.2013</i>	

Bordwetterwarte / *Ship's meteorological Station*

Operationelles Programm

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

Aufgaben

1. Beratungen.

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

2. Meteorologische Beobachtungen und Messungen.

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

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

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

Operational Programme

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

Duties:

1. Weather consultation.

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

2. Meteorological observations and measurements.

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

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

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

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

Beteiligte Institutionen / *Participating Institutions*

AWI

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

DWD

Deutscher Wetterdienst
Seeschiffahrtsberatung
Bernhard-Nocht-Straße 76
20359 Hamburg / Germany
Internet: www.dwd.de
e-mail: seeschiffahrt@dwd.de

FWS

Freie Waldorfschule Kiel
Hofholzallee 20
24109 Kiel / Germany
Internet: <http://www.waldorfschule-kiel.de>

GEOMAR

GEOMAR Helmholtz Center for Marine Research
Düsternbrooker Weg 20
24105 Kiel / Germany
Internet: www.geomar.de

INDP

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

MPI-HH

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

UFPE

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

UFRN

Departamento de Geofísica / CCET

Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN

Lagoa Nova, Natal - RN, Brazil. CEP 59078-970

Internet: <http://www.ccet.ufrn.br/>

Teilnehmerliste/ *Participants* METEOR M97 – M98

Fahrt / *Cruise* M97

1	Tanhua, Toste. Dr.	Fahrtleiter / <i>Chief Scientist</i>	GEOMAR
2	Stramma, Lothar, Dr	Co-Chief Scientist, Sali	GEOMAR
3	Schütte, Florian	CTD processing	GEOMAR
4	Fischer, Tim, Dr.	Microstructure/CTD	GEOMAR
5	Link, Rudolf	CTD/Technical	GEOMAR
6	Liang, Xi, Dr.	CTD/SADCP	GEOMAR
7	Vieira, Nuno	CTD	INDP
8	Maas, Josefine (student)	CTD	GEOMAR
9	Lohmann, Martina	O ₂	GEOMAR
10	Bogner, Boie	Tracer	GEOMAR
11	Köllner, Manuela	Tracer	GEOMAR
12	Huang, Peng	Tracer	GEOMAR
13	Theisen, Stefan, Dr.	Tracer	FWS
14	Ito, Maysa (student)	Tracer	GEOMAR
15	Rudminat, Francie (student)	Tracer	GEOMAR
16	Böhnert, Hauke (student)	Tracer	GEOMAR
17	Kiko, Rainer, Dr.	zooplankton	GEOMAR
18	Hauss, Helena, Dr.	zooplankton	GEOMAR
19	Buchholz, Friedrich, Prof. Dr.	zooplankton	AWI
20	Piatkowski, Uwe, Dr.	zooplankton	GEOMAR
21	Valdares Costa, Marcia	zooplankton	INDP
22	Ossenbrügger, Holger	zooplankton	GEOMAR
23	N.N.	Nitrogen Fixation	GEOMAR
24	Singh, Arvind, Dr.	Nitrogen fixation	GEOMAR
25	Redler, Rene, Dr.	MICROTOPS	MPI-HH
26	Observer		Guinea Bissau
27	Observer		Senegal
28	Robert Brünjes	pCO ₂	GEOMAR
29	Stelzner, Martin	Bordwetterwarte	DWD
30	N.N.	Meteorologist	DWD

Teilnehmerliste/ *Participants* METEOR M97 – M98

Fahrt / Cruise M98

1	Brandt, Peter, Prof. Dr.	Fahrtleiter / <i>Chief Scientist</i>	GEOMAR
2	Arevalo Martinez, Damian	N ₂ O	GEOMAR
3	Bonou, Frédéric Kpèdonou	CTD	UFPE
4	Dengler, Marcus, Dr.	Microstructure, ADCPs	GEOMAR
5	Didwischus, Sven-Helge	CTD, moorings, microstructure	GEOMAR
6	Hounsou-Gbo, Gbèkpo Aubains	CTD	UFPE
7	Lüdke, Jan	CTD watch, shipboard ADCP	GEOMAR
8	Kisjeloff, Boris	CTD watch, optodes, MicroCATs	GEOMAR
9	Krahmann, Gerd, Dr.	LADCP, CTD	GEOMAR
10	Marandino, Christa, Prof. Dr.	DMS	GEOMAR
11	Müller, Mario	CTD watch, MicroCATs, CTD	GEOMAR
12	Niehus, Gerd	Moorings, CTD, releaser, ADCPs	GEOMAR
13.	Papenburg, Uwe	Moorings, current meters, ADCPs	GEOMAR
14	Pereira da Silva, Mario, Dr.	Moorings, CTD	UFRN
15	Raeke, Andreas	Meteorology	DWD
16	Rühs, Siren	CTD watch, shipboard ADCPs	GEOMAR
17	Schweizer, Ellen	DMS, CO ₂	GEOMAR
18	Steinhoff, Tobias, Dr.	CO ₂ , N ₂ O	GEOMAR
19	Vogel, Bendix	Salinometer, CTD watch	GEOMAR
20	Zavarsky, Alex	DMS	GEOMAR

Besatzung / Crew METEOR M 97 – M 98

Fahrt / Cruise M 97

Kapitän / Master	Schneider, Michael
Ltd. N.O. / Ch. Mate	Dugge, Heike
1. N.O. / Mate	Volland, Helge
2. N.O. / Mate	Günther, Jan Phillip
Schiffsarzt / Surgeon	Hinz, Michael
Ltd. Ing. / Ch. Engineer	Neumann, Peter
2. TO / 2nd Engineer	Brandt, Björn
2. TO / 2nd Engineer	Heitzer, Ralf
Elektro Techniker / Electric Eng.	Starke, Wolfgang
Ltd. Elektroniker / Ch. Electron.	Voigt-Wentzel, Heinz
Elektroniker / Electron. Eng.	Schulz, Harry
System-Manager / Sys.-Man.	Gerken, Andree
Decksschlosser / Fitter	Lange, Gerhard
Bootsm. / Boatswain	Hadamek, Peter
Matrose / A.B.	Wegner, Erdmann
Matrose / A.B.	Weiß, Eberhard
Matrose / A.B.	Kruszona , Torsten
Matrose / A.B.	Hildebrandt, Hubert
Matrose / A.B.	Wolf, Alexander
Matrose / A.B.	N.N.
Matrose / A.B.	NN
Motorenwärter / Motorman	Rademacher, Hermann
Motorenwärter / Motorman	Krüger, Frank
Motorenwärter / Motorman	Schroeder, Manfred
Koch / Cook	Ennenga, Johann
Kochsmaat / Cooksmate	Wiechers, Timo
1. Steward / Ch. Steward	N.N.
2. Steward / 2nd Steward	Zimmermann, Petra
2. Steward / 2nd Steward	Hoppe, Jan
Wäscher / Laundryman	Zhang, Guomin
Azubi SM / Apprentice SM	N.N.
Azubi SM / Apprentice SM	N.N.
Prak. Nautik	Ehrlich, Stefan
Prak. Technik	N.N.

Besatzung / Crew METEOR M 97 – M 98

Fahrt / Cruise M 98

Kapitän / Master	Schneider, Michael
Ltd. N.O. / Ch. Mate	Birnbaum-Fekete, Tilo
1. N.O. / Mate	Volland, Helge
2. N.O. / Mate	Günther, Jan Phillip
Schiffsarzt / Surgeon	Hinz, Michael
Ltd. Ing. / Ch. Engineer	Hartig, Volker
2. TO / 2nd Engineer	Brandt, Björn
2. TO / 2nd Engineer	Schade, Uwe
Elektro Techniker / Electric Eng.	Freitag, Rudolf
Ltd. Elektroniker / Ch. Electron.	Voigt-Wentzel, Heinz
Elektroniker / Electron. Eng.	Schulz, Harry
System-Manager / Sys.-Man.	Gerken, Andree
Decksschlosser / Fitter	Sebastian, Frank
Bootsm. / Boatswain	Wolf, Alexander
Matrose / A.B.	Bußmann, Piotr
Matrose / A.B.	Weiß, Eberhard
Matrose / A.B.	Zeigert, Michael
Matrose / A.B.	Hildebrandt, Hubert
Matrose / A.B.	N.N.
Matrose / A.B.	N.N.
Matrose / A.B.	N.N.
Motorenwärter / Motorman	Kudraß, Klaus
Motorenwärter / Motorman	Krüger, Frank
Motorenwärter / Motorman	N.N.
Koch / Cook	Ennenga, Johann
Kochsmaat / Cooksmate	Wiechers, Timo
1. Steward / Ch. Steward	N.N.
2. Steward / 2nd Steward	Zimmermann, Petra
2. Steward / 2nd Steward	Hoppe, Jan
Wäscher / Laundryman	Zhang, Guomin
Azubi SM / Apprentice SM	N.N.
Azubi SM / Apprentice SM	N.N.
Prak. Nautik	Ehrlich, Stefan
Prak. Technik	N.N.

Das Forschungsschiff / *Research Vessel METEOR*

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

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

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

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

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

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

Das Schiff wird zu 70% von der DFG und zu 30% vom BMBF genutzt und finanziert.

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

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

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

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

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

METEOR

Cruises No. M97 – M98

26.05.2013 – 28.07.2013



Mixing and Circulation in the Tropical 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 0935-9974