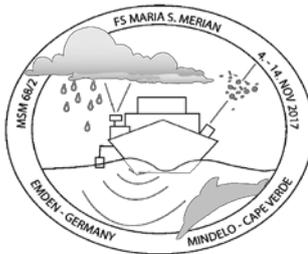


Forschungsschiff

MARIA S. MERIAN

Reisen Nr. / *Cruises No.* MSM68/2 – MSM70

04. 11. 2017 – 04. 02. 2018



**Sammlung von atmosphärischen Referenzmessungen
über Ozeanen, CARO**

Struktur und Entwicklung Ozeanischer Lithosphäre, LITHOS-iLAB

**Intraplattenvulkanismus der Bathymetrists-Seamounts und der Effekt auf
die geochemische Entwicklung ozeanischer Kruste, BathyChem**

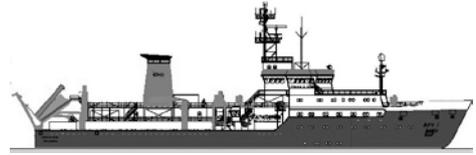
Herausgeber

Institut für Geologie Universität Hamburg
Leitstelle Deutsche Forschungsschiffe
<http://www.ldf.uni-hamburg.de>

Gefördert durch

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

ISSN 1862-8869

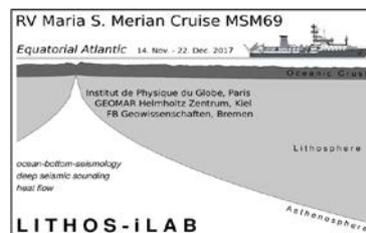
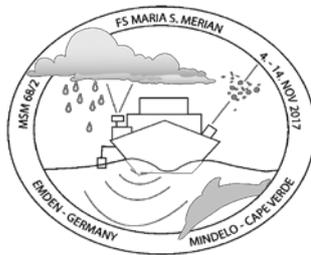


Forschungsschiff / Research Vessel

MARIA S. MERIAN

Reisen Nr. / Cruises No. MSM68/2 – MSM70

04. 11. 2017 – 04. 02. 2018



Sammlung von atmosphärischen Referenzmessungen über Ozeanen
Collecting Atmospheric Reference Data over Oceans, CARO

Struktur und Entwicklung Ozeanischer Lithosphäre
Structure and Evolution of the Oceanic Lithosphere, LITHOS-iLAB

Intraplattenvulkanismus der Bathymetrists-Seamounts und der Effekt auf die geochemische Entwicklung ozeanischer Kruste
Intraplate Volcanism of the Bathymetrists Seamounts and its Effect on the Geochemical Evolution of Oceanic Lithosphere, BathyChem

Herausgeber / *Editor:*

Institut für Geologie Universität Hamburg
Leitstelle Deutsche Forschungsschiffe
<http://www.ldf.uni-hamburg.de>

Gefördert durch / *Sponsored by:*

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

ISSN 1862-8869

Anschriften / *Addresses*

Dr. Stephanie Fiedler

Max-Planck Institut für Meteorologie
Bundesstr. 53
20146 Hamburg

Telefon: +49 40 41173 416
e-mail: stephanie.fiedler@mpimet.mpg.de

Prof. Dr. Ingo Grevemeyer

GEOMAR
Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung
Wischhofstrasse 1-3
D-24148 Kiel

Telefon: +49-431-600-2336
Telefax: +49-431-6002922
e-mail: igrevemeyer@geomar.de
http: www.geomar.de

Dr. Froukje M. van der Zwan

Institut für Geowissenschaften
an der Universität Kiel
Ludewig-Meyn-Str. 10
24118 Kiel

Telefon: +49 431 880 1628
Telefax: +49 431 880 4376
e-mail: fvdz@gpi.uni-kiel.de

Leitstelle Deutsche Forschungsschiffe

Institut für Geologie
Universität Hamburg
Bundesstraße 55
D-20146 Hamburg

Telefon: +49-40-428-38-3640
Telefax: +49-40-428-38-4644
e-mail: leitstelle@ifm.uni-hamburg.de
http: www.ldf.uni-hamburg.de

Reederei

Briese Schifffahrts GmbH & Co. KG
Abt. Forschungsschiffahrt
Hafenstrasse 6d (Haus Singapore)
26789 Leer

Telefon: +49 491 92520 160
Telefax +49 491 92520 169
e-mail: research@briese.de
http: <http://www.briese.de/>

Geschäftsstelle

des Gutachterpanels Forschungsschiffe (GPF)
c/o Deutsche Forschungsgemeinschaft
Kennedyallee 40
53175 Bonn

e-mail: GPF@dfg.de

Forschungsschiff / *Research Vessel* MARIA S. MERIAN

Vessel's general email address

merian@merian.briese-research.de

Crew's direct email address

n.name@merian.briese-research.de

Scientific general email address

chiefscientist@merian.briese-research.de

Scientific direct email address

n.name@merian.briese-research.de

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

Günther Tietjen, for example, will receive the address:

g.tietjen@merian.briese-research.de

Notation on VSAT service availability will be done by ship's management team / system operator.

- Data exchange ship/shore : on VSAT continuously / none VSAT every 15 minutes
- Maximum attachment size: on VSAT no limits / none VSAT 50 kB, extendable on request
- The system operator on board is responsible for the administration of all email addresses

Phone Bridge

(Iridium Open Port)

+881 631 814 467

(VSAT)

+46 313 344 820

04. 11. 2017 – 04. 02. 2018

Sammlung von atmosphärischen Referenzmessungen über Ozeanen
Collecting Atmospheric Reference Data over Oceans, CARO

Struktur und Entwicklung Ozeanischer Lithosphäre,
Structure and Evolution of the Oceanic Lithosphere, LITHOS iLAB

**Intraplattenvulkanismus der Bathymetrists-Seamounts
und der Effekt auf die geochemische Entwicklung ozeanischer Kruste**
*Intraplate Volcanism of the Bathymetrists Seamounts and its Effect on the
Geochemical Evolution of Oceanic Lithosphere, BathyChem*

Fahrt / Cruise MSM68/2	04.11.2017 – 14.11.2017 Emden (Deutschland) – Mindelo (Cape Verde) Fahrtleiter / <i>Chief Scientist</i> : Dr. Stephanie Fiedler
Fahrt / Cruise MSM69	14.11.2017 – 22.12.2017 Mindelo (Kapverden) – Mindelo (Kapverden) Fahrtleiter / <i>Chief Scientist</i> : Prof. Dr. Ingo Grevemeyer
Fahrt / Cruise MSM70	25.12.2017 – 04.02.2018 Mindelo (Kap Verde) – Las Palmas (Spanien) Fahrtleiter/ <i>Chief Scientist</i> : Dr. Froukje M. van der Zwan
Koordination / Coordination	Leitstelle Deutsche Forschungsschiffe
Kapitän / Master MERIAN	MSM68/2 – MSM69: Björn Maaß MSM70: Ralf Schmidt

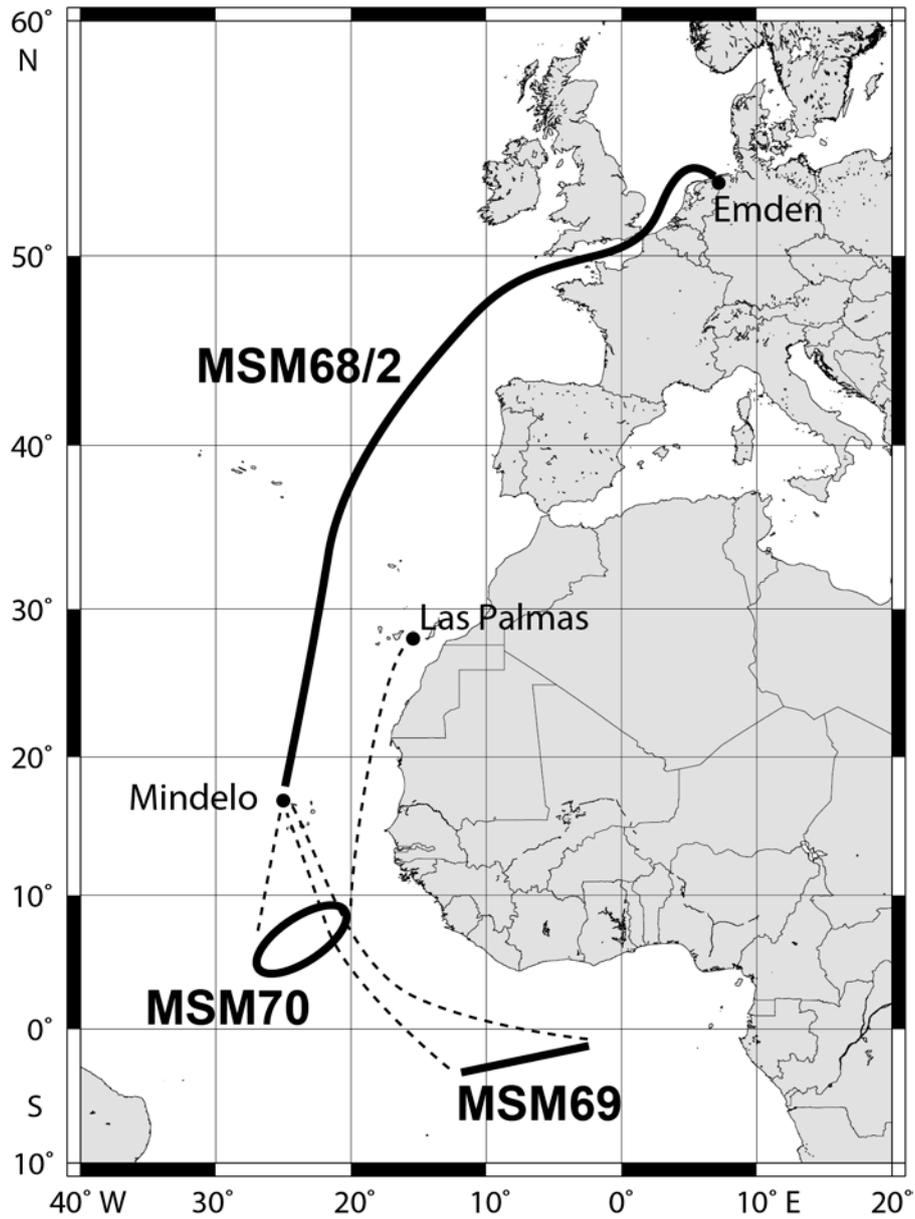


Abb. 1: Geplante Fahrtrouten und Arbeitsgebiete der MERIAN Expeditionen MSM68/2 – MSM70. MSM70.
Fig. 1: Planned cruise tracks and working areas of MERIAN cruises MSM68/2 – MSM70.

Übersicht

Fahrt MSM68/2

Das Hauptziel der Expedition MSM68/2 von Emden nach Mindelo umfasst die Ermittlung von atmosphärischen Eigenschaften mit Fernerkundungsmessgeräten in Meeresregionen, in denen bodengestützte Beobachtungen selten durchgeführt werden können. Neben meteorologischen Standardmessungen werden spezielle Geräte in Betrieb genommen, um Aerosol und Wolken zu beobachten. Darunter fallen zwei halbautomatisierte Wolkenkamarasysteme zur Ermittlung der Wolkenbedeckung, ein optisches Instrument für die Höhe der Wolkenbasis, ein Sonnenphotometer für Wasserdampf und Aerosolbelastung sowie ein Instrument für die Erfassung der vertikalen Änderung der atmosphärischen Zusammensetzung. Zusätzlich zu den meteorologischen Messungen wird ein neues Verfahren zur Bestimmung der Alkalinität des oberflächennahen Meerwassers getestet, das Höhenprofil des Meeresgrunds vermessen, die vertikale Änderung von Meerwassertemperatur und -salzgehalt an einer Atlantikstation bestimmt, und die Sichtung von Walsarten erfasst.

Fahrt MSM69

Entlang der mittelozeanischen Rücken wird kontinuierlich neue ozeanische Lithosphäre generiert, die ca. 57% der Erdoberfläche bedeckt. Die Krustenmächtigkeit und die Schallgeschwindigkeit in der Kruste werden durch die Schmelzgenerierung an der Rückenachse kontrolliert. Die Variabilität dieser Parameter bildet somit zeitliche Änderungen im Spreizungsprozess ab. Nach ihrer Bildung führen hydrothermale Prozesse über Millionen von Jahren zu Änderungen in der Struktur der Lithosphäre. Die Zirkulation von Seewasser durch die Kruste

Synopsis

Cruise MSM68/2

The main purpose of expedition MSM68/2 from Emden to Mindelo is to measure atmospheric properties with remote sensing instruments in ocean regions where ground-based observations are rare. In addition to meteorological standard measurements, special instruments will be operated for observing aerosol and clouds. These are semi-automated cloud imager systems for measuring the cloud fraction, an optical instrument for the cloud base height, a sun photometer for the water vapour and aerosol burden as well as an instrument for the vertical changes in the atmospheric composition. Additionally to the meteorological measurements, a new method for determining the alkalinity of the near-surface sea water is tested, the orography of the sea floor is mapped, the vertical change in sea water temperature and salinity at an Atlantic station is determined, and sightings of cetaceans are recorded.

Cruise MSM69

The oceanic lithosphere is created by sea-floor spreading at mid-ocean ridges and covers approximately 57% of the Earth surface. Crustal thickness and lower crustal velocity are inherently related to the formation of the lithosphere and can be used to infer temporal variations in crustal accretion when moving away from the spreading ridge. After its formation, the shallow lithosphere is affected by hydrothermal circulation in the uppermost permeable crust over tens of millions of years. In turn, heat is removed from the lithosphere by circulating

führt (i) zu einer altersabhängigen Abkühlung der Kruste und (ii) Ausfällungen hydrothermaler Alterationsprodukte in Hohlräume erhöhen die Schallgeschwindigkeit in der Oberkruste. Als Konsequenz der Abkühlung verdickt und verdichtet sich die Lithosphäre. Diese Änderungen spiegeln sich in der Zunahme der Wassertiefe, der Abnahme des Wärmestroms sowie in einer Erhöhung der seismischen Geschwindigkeit in der Mantel-Lithosphäre wider. Die Verdickung der Lithosphäre führt dazu, dass sich die Basis der Lithosphäre von ca. 11 km (Krusten-Mantelgrenze im Bereich der Spreizungsachse) bis in viele zehner Kilometer Tiefe verschiebt. Während die Bildungsprozesse der Lithosphäre an den Rückenachsen relativ gut untersucht sind, wissen wir nur wenig darüber, wie sich der Spreizungsprozess mit der Zeit verändert hat und welchen Einfluss altersbedingte Änderungen auf die Struktur und Eigenschaften der Lithosphäre haben. Entlang eines 1100 km langen Korridors im äquatorialen Atlantik werden während der Reise MSM69 mit geophysikalischen Methoden systematisch altersabhängige Änderungen im Wärmestrom der Krustenstruktur sowie in der Lage bedeutender Manteldiskontinuitäten wie Moho und Basis der Lithosphäre untersucht.

Fahrt MSM70

Ziel der BATHYCHEM-Expedition ist es, die kaum untersuchte Bathymetrists Seamount Chain sowie den Cape Verde Ridge und die Guinea Fracture Zone hochauflösend zu kartieren und umfangreich geologisch zu beproben. Die Haupt-, Spurenelement- und Isotopengeochemie von Intraplattenvulkanismus unterscheidet sich wegen der geringeren Aufschmelzgrade unter dickerer Lithosphäre stark vom Mittelozeanischen Rücken. Platznahme und Magmatismus von Intraplattenvulkanen beeinflusst die ozeanische Kruste nicht nur lokal (z.B. durch Kleintektonik und Gesteins-Schmelze-Interaktion), sondern führt auch weiträumig zu chemischen und mineralogischen Veränderungen der Kruste durch z.B. hydrothermale Zirkulation. Die Entstehung der

seawater and mineral precipitation modifies and seals open void spaces, affecting the heat loss, seismic velocity, and composition of the crust. In addition, lithosphere cools and thickens with age, resulting in the well-known subsidence of the seafloor, decreasing heat flow, and increasing seismic velocities in the rigid lithospheric mantle. In addition, the depth to the Lithosphere-Astenosphere-Boundary (LAB) increases from approximately Moho depth to several tens of kilometres in Cretaceous crust. While the formation of crust and lithosphere at the spreading ridges is reasonably well studied, little is known about how crustal accretion changed over time and how crust and lithosphere change when carried away from the underlying heat source. Understanding how lithosphere evolves with age is thus a major challenge in Earth sciences. During MSM69, geophysical surveys on a 580 sm long transect will be acquired in the equatorial Atlantic using seismic refraction and heat flow methods. The goal is to collect a data set which reveals the age-dependent features of the lithospheric structure such as crustal and mantle properties, age-dependent heat flow and major lithospheric boundaries like Moho and the LAB.

Cruise MSM70

The BATHYCHEM cruise aims to undertake high-resolution mapping and dense rock sampling of the poorly investigated intraplate volcanism along the Bathymetrists Seamount Chain and its corresponding fault zones Cape Verde Ridge and Guinea Fracture Zone. Intraplate volcanism, in contrast to mid-ocean-ridge (MOR) oceanic crustal basalts, is formed by low degrees of mantle melting under thick lithosphere and, thus, has a unique and distinct major element, trace element, and isotopic composition. Magmatism associated with the emplacement of this seamount province did not only directly alter the composition of the underlying lithosphere but triggered local structural changes and fluid flow causing large-scale hydrothermal activity

Bathymetrists Seamounts könnte demnach die Zusammensetzung weiter Teile ozeanischer Kruste mit einer Altersspanne von 30 bis >100 Ma und unterschiedlichen Stadien der Krustenentwicklung stark beeinflusst haben. Ziel des Projektes ist es, die Struktur, das Alter und die Zusammensetzung der Bathymetrists Seamounts sowie des naheliegenden Cape Verde Ridge und der Guinea Fracture Zone zu untersuchen, um zeitliche Variation in der Akkretion ozeanischer Kruste sowie durch Intraplattenvulkanismus hervorgerufene Veränderungen der Morphologie und Zusammensetzung ozeanischer Kruste besser zu verstehen.

that would have modified the original composition of the lithosphere. The formation of the Bathymetrists Seamounts may have affected the composition of oceanic crust that has a wide range of ages from 30 to >100 Ma and thus has been exposed to variable degrees of seafloor alteration during the evolution of the seafloor. This project aims at characterizing the structure, age, and composition of the Bathymetrists Seamounts and adjacent Cape Verde Ridge and Guinea Transform fault to understand their origin and formation mechanism. This will allow for better constraints how accretion of oceanic crust changes and intraplate volcanism modifies the structure and composition of oceanic lithosphere through time.

Wissenschaftliches Programm

Die Fahrt MSM68/2 von Deutschland zu den Kapverdischen Inseln wird hauptsächlich genutzt, um (1) detaillierte Messungen von Aerosol und Wolken vorzunehmen und (2) ein neues Messsystem für die Alkalinität von Meerwasser zu testen. Die Messungen sind wissenschaftlich wichtig, da das Netzwerk von marinen bodengebundenen Beobachtungen der Atmosphäre und des Ozeans typischer Weise dünn ist. Solche Messungen werden zum Beispiel gebraucht, um satellitengestützte Beobachtungsprodukte sowie die Leistung von Wetter- und Erdsystemmodellen zu bewerten. Die Beobachtungen unterschiedlicher Disziplinen während MSM68/2 tragen dazu bei, Lücken in unserem Beobachtungssystem zu schließen. Darüber hinaus planen wir, ein Argo Float während dieser Fahrt auszulegen, um dazu beizutragen, das Netzwerk für kontinuierliche Profilmessungen des oberen Ozeans zu unterstützen.

Die Beobachtungen der Wetterstation an Bord werden durch meteorologische Fernerkundungsinstrumente ergänzt, um die folgenden Eigenschaften zu messen:

- Bedeckungsgrad und Basishöhe von Wolken, um Daten für eine erste schiffsbasierte Wolkentypstatistik zu sammeln, gestützt auf vertikal ausgerichtete Kamerasysteme und einem Ceilometer
- Optische Dicke und Größe von Aerosol von einem MICROTOPS Sonnenphotometer, einem MAX-DOAS und dem Ceilometer
- Atmosphärischer Wasserdampfgehalt vom MICROTOPS
- Regenrate und Tröpfchengrößen von einem optischen Disdrometer OceanRAIN ODM470

Die folgenden ozeanografischen Beobachtungen werden durchgeführt:

Scientific Programme

The cruise MSM68/2 from Germany to Cape Verde will be primarily used (1) to take detailed measurements of aerosol and clouds and (2) to test a novel measurement system for seawater alkalinity. The measurements are scientifically important since the network of marine ground-based observations of the atmosphere and ocean is typically sparse. For instance, such observations are necessary for evaluating satellite-borne observational products and the performance of weather and Earth system models. The observations for different disciplines during MSM68/2 contribute to filling gaps in our observational systems. Moreover, we plan to deploy an Argo float during this cruise for contributing to the network of continuous profile measurements of the upper ocean.

In addition to the observations of the weather station aboard, atmospheric remote sensing instruments will be installed for measuring the following properties:

- *cloud fraction and base height for collecting data for a first ship-based cloud type statistic, based on vertically oriented imager systems and a ceilometer*
- *aerosol optical depth and size from the sun photometer MICROTOPS, the MAX-DOAS and the Ceilometer*
- *atmospheric water vapour content from the MICROTOPS*
- *precipitation rate and droplet size spectrum from the optical disdrometer OceanRAIN ODM470*

The following oceanographic measurements will be carried out:

- Temperatur, Salzgehalt und Alkalinität des oberflächennahen Meerwassers unter Verwendung einer tauchfähigen Pumpe, eines Thermosalinographens und eines neuartigen automatisierten Filtrierungssystems
- Topography des Meeresgrundes von einem Fächerecholot
- Walfiere mit Photo-IDs und GPS Ortsangabe
- Profilmessung (Temperatur, Salzgehalt und Druck) und Seewasserentnahme (Gehalt von O₂, Nährstoffe und CO₂) von Wasserschöpfungen mit einer CTD-Rosette an der Kapverdischen Ozeanbeobachtungsstation (17.6°N 24.3°W)
- *temperature, salinity and alkalinity of near-surface sea water using a submersible pump, a thermosalinograph and a novel automated filtration system*
- *sea-floor topography from an multibeam echo sounder*
- *cetaceans with photo IDs and GPS locations*
- *profile measurement (temperature, salinity, pressure) and seawater sampling (O₂, nutrients, and CO₂ content) from CTD-rosette hydrocasts at the Cape Verde Ocean Observatory site (17.6°N 24.3°W)*

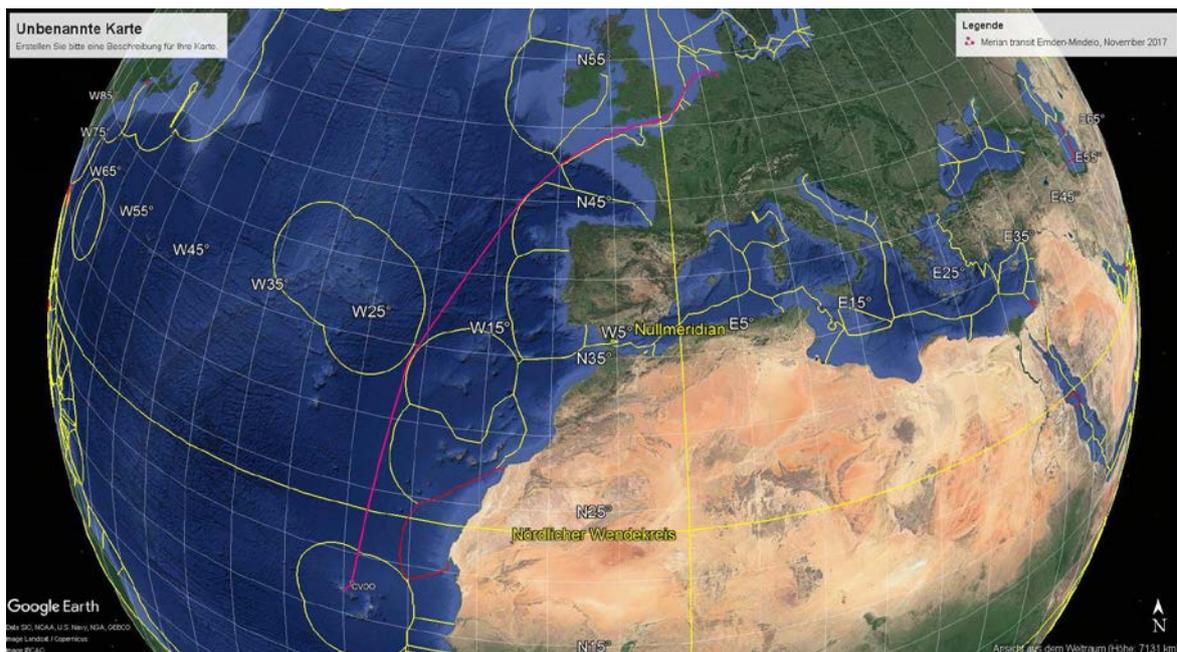


Abb. 2: Das Arbeitsgebiet während der Expedition MSM68/2. Die pinkfarbene Linie zeigt den Fahrtverlauf. Weiterhin ist die CTD Station markiert.

Fig. 2: *The working area of cruise MSM68/2. The cruise transect is shown as pink line. The CTD station is marked in the waters of Cape Verde.*

Arbeitsprogramm

Unsere Arbeiten werden mit mobilen Instrumenten ausgeführt, die vor Abfahrt an Bord installiert werden und kontinuierliche Messungen während der Fahrt aufnehmen.

Work Programme

Our work will be mainly carried out with mobile instruments that are installed on the ship prior to departure and continuously operate during the cruise. In the following,

Nachstehend wird ein Überblick zu den geplanten Beobachtungen gegeben. Die Route der Messfahrt von Emden (Deutschland) durch die Nordsee und den Englischen Kanal über den Nordatlantik nach Mindelo (Kapverdische Inseln) ist in Abb. 1 schematisch dargestellt.

Wolkenbildkameras Dumbo & Pinocchio

Es werden zwei Systeme mit Wolkenbildkameras des MPI-M, Dumbo und Pinocchio, betrieben, um den Verlauf des Wolkenbedeckungsgrads und –typs entlang des Schiffweges abzuleiten. Beide Systeme bestehen aus jeweils einer Kamera für den sichtbaren und den thermischen Bereich. Der Öffnungswinkel der Kameras beträgt in etwa 35 Grad und ergänzt mit der dadurch räumlich breiteren Messung die lokal beschränkte Messung der Wolkenuntergrenze des Ceilometers. Es gibt mehrere Gründe für das Betreiben von zwei Kameratypen und Geräten. Beide Kameratypen ergänzen sich, weil die Bilderfassung der thermischen Kamera während der Mittagszeit unterbrochen werden muss, um das Verschlechtern der Bilder und der Funktionalität des Instrumentendetektors durch direktes Sonnenlicht zu vermeiden. Während dieser Zeit sind die sichtbaren Aufnahmen die einzige Messung. Diese liefern wiederum nur nützliche Informationen während des Tages, sodass die Infrarotaufnahmen die einzigen Datenquellen in der Nacht sind. Die zeitgleichen Messungen während des Morgens und am Nachmittag sind nützlich für den Vergleich und die gegenseitige Kalibrierung der Ergebnisse.

Die Dopplung der Systeme ist durch das unterschiedliche Alter und die Komplexität der Systeme begründet. Das größere und komplexere System Dumbo hat einen fortgeschritteneren Infrarotsensor, der mehr Wartungsarbeiten erfordert als das kleine, leichte und flexible System Pinocchio. Die Absicht ist, Pinocchio zukünftig auf mehreren Schiffen zur automatisierten Aufzeichnung von Wolken einzusetzen. Während der Expedition MSM68/2 messen wir zeitgleich mit beiden Systemen, um

an overview on the planned observations is given. The cruise track from Emden (Germany) via the North Sea and the English Channel across the North Atlantic to Mindelo (Cape Verde) is schematically depicted in Fig. 1.

Cloud imagers Dumbo & Pinocchio

The two MPI-M cloud imager systems, Dumbo and Pinocchio, are operated for deriving transects of cloud fraction and type along the ship track. Both systems consist of one mid-visible camera and one thermal camera. Their field of view is about 35 degree and complements with their spatially broader measurements the locally restricted cloud-base measurement of the ceilometer. There are several reasons for the operation of two camera types and systems. Both camera types complement each other, because the thermal camera sampling needs to be intermitted around noon to avoid that direct sun-light deteriorates the thermal images and the functionality of the instrument detector. During that time the visible camera is the only measurement. The visible camera, however, is only useful during daytime such that the infrared images are the sole data source at night. The simultaneous measurements during the morning and afternoon are useful to compare and calibrate the results to each other.

Bringing two systems is motivated by the different age and complexity of the two imager systems. The larger and more complex system Dumbo has a more advanced IR imager and needs more maintenance than the small, lightweight and flexible system Pinocchio. In the future, the intent is to deploy Pinochios on several ships for automated operation. Onboard this cruise, we take simultaneous measurements to calibrate Pinocchio with Dumbo images, verify the functionality of Pinocchio for the

Pinocchio- mit Dumbo-Aufzeichnungen zu kalibrieren, die Funktionsfähigkeit von Pinocchio für den automatisierten Betrieb auf Maria S. Merian zu prüfen, und die Software zur Nachbearbeitung der Messungen weiterzuentwickeln. Zusätzliche tägliche Arbeiten umfassen die Prozessierung und Speicherung der Bilder von Dumbo und Instandhaltarbeiten der Instrumentenlinsen.

Ceilometer

Das Jenoptik Ceilometer des MPI-M ist ein Lasersystem, das Strahlungspulse einer Wellenlänge im nicht-sichtbaren nahen Infrarot (1064nm) aussendet, das nicht signifikant durch atmosphärische Spurengasabsorption beeinflusst wird. Basierend auf der Laufzeit und der Stärke des zurückgestreuten Signals, leitet das System das atmosphärische Profil von Aerosol und Wolken ab. Da das Laserlicht stark durch optisch dicke Wolken ausgelöscht wird, gibt es typischer Weise keine Information oberhalb der Wolkenuntergrenze, die Daten vor allem für die Bestimmung der Basishöhe und der Häufigkeit von Wolken dient. In wolkenfreien Bedingungen und unterhalb von Wolken kann das Profil der Aerosolrückstreuung gemessen werden, das die Höhe der Grenzschicht anzeigt, vor allem, wenn große Aerosolpartikel wie Mineralstaub vorhanden sind. Messungen unterhalb von 500m sind wegen der Instrumenteneigenschaften nicht nützlich, werden aber durch MAX-DOAS und MICROTOPS Messungen ergänzt.

MICROTOPS Sonnenphotometer

Das tragbare Sonnenphotometer MICROTOPS misst die Abschwächung der direkten Sonnenstrahlung während wolkenfreier Bedingungen. Diese erlauben es, Informationen zur aerosol optischen Dicke, der Aerosolgröße und dem Wasserdampfgehalt des Atmosphärenpfades zwischen dem Beobachter und der Sonne abzuleiten. Das Instrument misst die Intensität der Sonnenstrahlung für fünf Wellenlängen (380, 440, 670, 870 und 940nm). Die einfallende Sonnenstrahlung an der Obergrenze der Atmosphäre wird intern aus Ort und Zeit der gleichzei-

automated operation on Maria S. Merian, and continue the development of the post-processing software. Additional daily work includes the processing and saving of images produced by Dumbo and maintenance work on all instrument lenses.

Ceilometer

The Jenoptik Ceilometer of the MPI-M is a laser system that vertically emits radiation pulses at a non-visible near-infrared wavelength (1064nm), which is not influenced by significant atmospheric trace-gas absorption. Based on the time-delay and strength of the backscattered signal the instrument derives an atmospheric profile of aerosol and clouds. Since the laser light is strongly attenuated in optically thicker clouds, usually no information is retrieved above the cloud base such that the data is primarily useful for information on the cloud base height and frequency of cloud passage. In cloud-free conditions and below clouds, the aerosol backscatter profile is measured that might indicate the boundary layer depth, primarily in the presence of aerosol species of large size like mineral dust. The measurements below 500m are not useful due to the instrument characteristics, but will be complemented by MAX-DOAS and MICROTOPS measurements.

MICROTOPS sun photometer

The hand-held MICROTOPS sun photometer measures the direct solar attenuation during cloud-free conditions. These allow deriving information on the aerosol optical depth, aerosol size and water vapour content for the atmospheric path between observer and the sun. The instrument measures the solar intensity for five wavelengths (380, 440, 670, 870 and 940nm). The top of the atmosphere incoming solar radiation is internally calculated from the location and time of the simultaneously operating GPS unit. The difference of the incoming solar

tig messenden GPS Einheit bestimmt. Der Unterschied zwischen der einfallenden Sonnenstrahlung und der Messung an Bord (Untergrenze der Atmosphäre) bestimmt die atmosphärische Abschwächung der Sonnenstrahlung. Da die Abschwächung sowohl durch Aerosol als auch durch Spurengase zustande kommt, werden solche Messungen in Wellenlängen, die wenig durch Spurengase beeinflusst werden (380, 440, 670 und 870nm), für die Ableitung der aerosol optischen Dicke (AOD) verwendet. Die AOD für unterschiedliche Wellenlängen werden benutzt, um den Angstrom Parameter im Nachgang zu berechnen, dessen Wert ein Indikator für die Aerosolgröße ist. Zusätzlich zum Aerosol, wird der atmosphärische Wasserdampfgehalt bestimmt, indem die Messungen bei 940nm mit einer starken Wasserdampfabsorption mit jenen bei 870nm ohne Wasserdampfabsorption verwendet werden. Ein Wissenschaftler an Bord, der das Instrument auf die Sonne ausrichtet, führt die MICROTOPS Messungen manuell durch. Die Daten werden täglich ausgelesen und an die NASA geschickt. Die auf Qualität geprüften Ergebnisse stehen nach kurzer Zeit im „Marine Aerosol Network“ zur Verfügung.

MAX-DOAS Messungen

Multi-Axis-DOAS-Instrumente messen gestreutes Sonnenlicht unter verschiedenen (hauptsächlich sehr flachen) Elevationswinkeln. Aus den gemessenen Spektren können Höhenprofile verschiedener atmosphärischer Spurengase (z.B. NO₂, HCHO, CHOCHO, O₄, SO₂, BrO, IO) und Aerosol-extinktionsprofile in den unteren 2 – 3km der Atmosphäre abgeleitet werden. MAX-DOAS-Messungen sind am empfindlichsten für die direkt über dem Boden gelegene atmosphärische Schicht. Dort können die atmosphärischen Lichtwege bis zu 20 km lang werden. Die Zeitauflösung für eine Elevationssequenz ist etwa 15 Minuten. Das Ziel während dieser Expedition ist die Gewinnung und Interpretation von Aerosol-Extinktionsprofilen, die aus den Messungen des Sauerstoff-Dimers (O₄) abgeleitet werden. Die erhaltenen Aerosolprofile haben eine

radiation to the onboard measurements (at the bottom of the atmosphere) determines the atmospheric attenuation of the solar radiation. Since the attenuation can be caused by aerosol and trace-gases, those measurements in wavelengths that are weakly affected by trace gases (380, 440, 670 and 870nm) are used to derive the aerosol optical depth (AOD). The AOD at different wavelengths are used to post-process the Angstrom parameter, the value of which is an indicator for the aerosol size. In addition to aerosol, the atmospheric water vapour content is determined by using the measurement at 940nm with strong water vapour absorption, and at 870nm without water vapour absorption. A scientist aboard who points the instrument directly to the sun manually carries out the measurements. Data are retrieved and send to NASA on a daily basis. The quality controlled results are accessible via the Marine Aerosol Network shortly thereafter.

MAX-DOAS measurements

Multi-Axis-DOAS instruments observe scattered sunlight at different (mainly very slant) elevation angles. From these measurements height profiles of atmospheric trace gases (e.g. NO₂, HCHO, CHOCHO, O₄, SO₂, BrO, IO) and aerosol extinction in the lowest 2 – 3 km of the atmosphere can be derived. MAX-DOAS measurements have the highest sensitivity close to the ground, where the atmospheric light paths can become very long, up to 20 km. The time resolution for one elevation sequence is about 15 minutes. The aim of the MAX-DOAS measurements during this expedition is the retrieval of aerosol extinction profiles, which is based on the measurement of the oxygen dimer (O₄). The derived aerosol extinction profiles have a rather coarse vertical resolution (with about 2 to 3 independent pieces of information), but are most accurate close to the

recht grobe Auflösung mit nur etwa 2 – 3 unabhängigen Datenpunkten in verschiedenen Profilhöhen. Andererseits haben sie die größte Genauigkeit direkt über dem Boden, wo LIDAR-Messungen typischerweise ‚blind‘ sind. Die aus den MAX-DOAS-Messungen erhaltenen Profile werden mit den simultanen Messungen mit dem Sonnenphotometer verglichen und nach Möglichkeit kombiniert. Die resultierenden Aerosolprofile werden zur Validierung von Satellitenmessungen verwendet. Neben den Aerosolmessungen werden aus den MAX-DOAS-Messungen auch Spurenstoffprofile (insbesondere von BrO, IO, CHOCHO und HCHO) ausgewertet.

Ozeanografische Messungen

Es wird eine ausführliche Felderprobung eines neuen Instruments zur autonomen Durchflussmessung der Alkalinität von Meerwasser durchgeführt – das HydroFIA TA System (KM Contros GmbH). Es ist vorgesehen, das Messgerät auf dem vom GEOMAR betriebenen „Voluntary Observing Ship“ (VOS) M/V Atlantic Sail zu installieren, das Kohlenstoffmessungen im Oberflächenwasser auf einer Nordatlantikroute zwischen Europa und Nordamerika durchführt. Die Teilnahme an der MSM68/2 Expedition stellt den letzten großen Feldtest vor diesem Betrieb dar. Dabei ist es von großer Bedeutung, das Verhalten des Systems unter kontinuierlichen Messbedingungen zu analysieren, so zum Beispiel im Hinblick auf Reproduzierbarkeit, Richtigkeit und Stabilität der Messungen. Für die Ermittlung der Richtigkeit werden sowohl regelmäßig zertifizierte Referenzmaterialien vermessen als auch Seewasserproben für die Analyse im GEOMAR entnommen. Darüber hinaus werden wir eine CTD-Beprobung an der Zeitserienstation „Cape Verde Ocean Observatory“ durchführen und ein ARGO Float wird ausgelegt.

Beobachtung von Walfieren

Makronesien gilt als eines der besten Gebiete für die Beobachtung von Walfieren

surface, where LIDARs are typically blind. The retrieved profiles will be compared (and possibly combined) with the simultaneous sun photometer observations. The results will be used to validate satellite observations of aerosol properties over ocean. Besides the aerosol profiles, also some trace gases (in particular BrO, IO, CHOCHO and HCHO) will be analysed from the measured MAX-DOAS spectra.

Oceanographic measurements

A full sea trial of a novel instrument for the autonomous flow-through measurement of seawater alkalinity – the HydroFIA TA system (KM Contros GmbH). It is scheduled for installation on the “Voluntary Observing Ship” (VOS) M/V Atlantic Sail for surface ocean carbon observation operated by GEOMAR between Europe and North America. The field trials on the MSM68/2 cruise are the final tests prior to the VOS operation. It is of high importance to fully understand the behavior of the system under continuous operational use, for example to test the reproducibility, accuracy and stability of the measurements. To assess the measurements, we will routinely analyze certified reference material during the cruise and take seawater samples for shore-based analysis with reference systems. Additionally, a CTD hydrocast will be carried out at the time-series station “Cape Verde Ocean Observatory”, and an ARGO float will be deployed.

Cetacean observation

The Macaronesian area is considered one of best hot spots for cetacean observation in

weltweit, das 30 Spezies beherbergt und regelmäßig beobachten lässt. Es ist somit ein idealer Ort zur Forschung, Erhaltung und Bewusstseinsbildung in der Öffentlichkeit für diese Tiere. Somit hat das Projekt MARCET das Ziel, ein multidisziplinäres Netzwerk von Wissens- und Technologietransfer in Makronesien zu bilden, um zum einen Walfiere und deren Habitat zu schützen, zu überwachen und zu kontrollieren, und zum anderen die damit verbundenen touristischen Aktivitäten auf eine nachhaltige Art zu entwickeln. In diesem Zusammenhang dient die Expedition dazu, ozeanographische Daten für die Charakterisierung des makronesischen Habitats zu gewinnen und nach Möglichkeit grundlegende Informationen zu Walfierbeständen entlang des Weges zu sammeln. Darüber hinaus werden Daten erhoben, z.B., geographische Position, Spezies, Photoidentifikation, Anzahl der Tiere, Gruppenstruktur und deren Verhalten, und mit den Forschungsgruppen auf Madeira, den Kanarischen Inseln, den Azoren und den Kapverdischen Inseln geteilt, um die Aufzeichnungen und das Wissen über solche Spezies durch Vergleiche der Photo-ID Kataloge und Bewegungen in Makronesien zu erweitern.

the world, having more than 30 species that can be seen regularly. It is an ideal place for research, conservation and public awareness of these animals. As such, the project MARCET (INTERREG V, MAC 2014-2020, MAC/1.1b/149) aims to create a Macaronesian multidisciplinary network of knowledge and technology transference for the protection, vigilance and monitoring of cetaceans and their habitat, as well as analyse and develop the touristic activities associated with it in a sustainable way. In this context this trip will serve to obtain oceanographic data that will contribute to the characterization of the Macaronesian cetacean habitat, as well as to serve as an opportunistic platform for the basic information on the cetacean populations encountered along the way. Moreover, data such as geographic location, species, photo-identification, number of animals, group structure and behavioural context will be collected whenever possible, shared with the research groups in Madeira, Canary, Azores and Cape Verde archipelagos to enrich their databases and contribute to the increment of knowledge of such species by comparing photo-ID catalogues and movements in the Macaronesian area

	Tage/days
Auslaufen von Emden (Deutschland) am 04.11.2017 <i>Departure from Emden (Germany) 04.11.2017</i>	
Transit zum Arbeitsgebiet / <i>Transit to working area</i>	0,5
Kontinuierliche Messungen <i>Continuous measurements</i>	8
Vertikalprofile von der CTD-Rosette <i>Vertical profile from the CTD-Rosette</i>	0,5
Auslegen eines ARGO floats <i>Deployment of an ARGO float</i>	0,5
Transit zum Hafen Mindelo <i>Transit to port Mindelo</i>	0,5
	Total 10
Einlaufen in Mindelo (Kapverdische Inseln) am 14.11.2017 <i>Arrival in Mindelo (Cape Verde) 14.11.2017</i>	

Wissenschaftliches Programm

Selbst nach vielen Jahren intensiver Erforschung der Ozeane ist unser Wissen über die unterhalb des Meeresbodens liegende ozeanische Lithosphäre und ihre physikalischen Eigenschaften noch immer sehr limitiert und basiert primär auf den Erkenntnissen von mittelozeanischen Rücken oder auf globalen Datensätzen, wie seismologische Erkenntnisse über die Struktur der Erde, welche unterhalb der Ozeane ein sehr geringe Auflösung haben. Darüber hinaus geben Kompilationen von sporadischen Schiffsmessungen Aufschluss über die Meerestiefe oder den Wärmeverlust der Erde. Wenig ist jedoch über lokale und regionale Variationen bekannt.

Die Arbeiten im Rahmen von LITHOS haben das Ziel, altersabhängige Eigenschaften in der Struktur und dem physikalischen Zustand der Lithosphäre als Funktion des Krustenalters abzubilden. Ziele sind:

1.) Charakterisierung der Variabilität der Struktur ozeanischer Kruste (Mächtigkeit und seismische Geschwindigkeit) als Funktion der Zeit (d.h., Entfernung zur Spreizungsachse).

Nahezu alle Prozesse sind natürlichen Schwankungen unterworfen, so auch die Bildung neuen Meeresbodens. Mächtigkeitsvariationen und Änderungen in der seismischen Geschwindigkeit in der ozeanischen Kruste können als Proxy für Schmelzprozesse und Änderungen in der Manteltemperatur dienen.

2. Charakterisierung atlantischer Kruste

Seit der Öffnung des Atlantiks wird neue Kruste bei langsamen Spreizungsraten erzeugt. Die Struktur atlantischer Kruste wird oft als Referenz für andere Regionen genutzt. Unsere Referenzstruktur basiert je-

Scientific Programme

Even today, little is known about the structure of the lithosphere and its properties are basically deduced from the structure found at mid-ocean ridges and from seismological studies based on seismometers deployed mainly in the continents. Further, global datasets of bathymetry and heat flow are used to assess its thermal properties. However, those did not account for local and regional features that might be important in governing lithospheric properties.

During the LITHOS survey we are going to image changes of the physical properties of the lithosphere as a function of lithospheric age, studying oceanic lithosphere as it matures with time and hence distance from the spreading ridge. Goals are:

1. Mapping variations in the accretionary process over millions of years, revealed by crustal thickness and seismic velocities.

The oceanic lithosphere is created by sea-floor spreading at mid-ocean ridges. However, periodicities in the accretion may affect lithospheric formation. Variations of melt generation and mantle temperature will affect crustal formation, which will in turn affect crustal thickness and crustal velocity structure. Crustal thickness and seismic velocity are therefore proxies to assess periodicities in crustal accretion over time.

2. Characterization of Atlantic-type lithosphere

Crustal structure of slow spreading ridges or Atlantic-type crust has been used for many years as reference for studies of various processes, including studies of mid-

doch auf knapp 30 Jahre alten Daten, welche vor allem in der Nähe der Ostküste von Nord-Amerika aufgenommen wurden. Im Rahmen unserer Arbeiten wollen wir untersuchen, inwieweit diese Referenz noch zeitgemäß ist.

3. Oberkrustengeschwindigkeit als Funktion des Krustenalters und der hydrothermalen Aktivität

Seit vielen Jahren ist bekannt, dass hydrothermale Prozesse die Struktur der Oberkruste mit der Zeit verändern. D.h., hydrothermale Ausfällungen verschließen Hohlräume in der Kruste und erhöhen somit die seismische Geschwindigkeit. Eine Reduzierung der hydrothermalen Zirkulation reduziert den Wärmeverlust, sodass Änderungen der seismischen Geschwindigkeitsstruktur in der Oberkruste mit dem Wärmeverlust korrelieren.

4. Übergang von hydrothermalen Aktivität zu Wärmeleitung

Hydrothermale Prozesse bedingen i. allg. einen zusätzlichen Wärmeverlust, sodass der beobachtete Wärmestrom geringer ist als der zu erwartende Wert einer rein konduktiv abkühlenden Lithosphäre. Global findet der Übergang zwischen beiden Systemen in ca. 50-60 Mio. Jahre alter Kruste statt. Gilt das auch für den äquatorialen Atlantik?

5. Änderungen in der Struktur des Oberen Mantels als Funktion der Zeit. Ist der Mantel geschichtet?

Seismische Messungen zeigen, dass die Schallgeschwindigkeit im lithosphärischen Erdmantel im Bereich ozeanischer Rücken mit <7.6 km/s generell sehr viel langsamer ist als in alter Lithosphäre mit >8.1 km/s. Der Übergang von langsamem zu schnellem (normalem) Mantel konnte bislang noch nicht „in situ“ beobachtet werden, sodass die Ursachen noch relativ unverstanden sind. Darüber hinaus zeigten Untersuchungen aus den 1970er und 1980er Jahren keinen homogenen sondern einen geschichteten Mantel.

6. Abbildung der Grenze zwischen Lithosphäre und Asthenosphäre (LAB) mittels Weitwinkelseismik.

In kontinentalen Regionen konnte die LAB

ocean ridges and continental margins. However, the reference structure is based on data acquired before 1990, with the majority of data from the Western Atlantic off the US East coast. We therefore aim to survey and update the reference structure.

3. Revealing upper crustal velocity structure as a function of plate age and relating changes to the hydrogeological regime as expressed by heat flow data.

It is well known that upper crustal velocities increase with age and are controlled by hydrothermal precipitation of alteration products into open pore spaces of the extrusive crust. We like to survey the relationship between changes of the seismic properties of the upper crust and the sealing age (hydrothermal mining of heat). Thus, are changes of layer 2 seismic velocity indeed related to the sealing age or does the velocity saturates (remains constant) at younger ages?

4. When does hydrothermal circulation cease in the Central Atlantic Ocean?

Hydrothermal circulation is called ceased when the observed heat flow approaches the conductive heat flux. Globally it occurs on seafloor roughly 50-60 Ma old. However, do we observe the same trend or does sealing occurs earlier or later?

5. How does the upper mantle change with age? Is the mantle layered?

We know very little about the lithospheric mantle structure in the oceans. We know that seismic velocities are generally <7.6 km/s at zero-age and in the vicinity of MORs, while normal mantle has velocities of >8.1 km/s. However, how do velocities change with age? How important is serpentinization for producing reduced velocities in oceanic mantle? Is the mantle indeed layered as indicated in studies conducted in the 1970s and 1980s?

6. Imaging the LAB (Lithosphere Asthenosphere Boundary) using seismic refraction and wide-angle data.

In continental settings the LAB has been

durch energiereiche Explosionen seismisch abgebildet werden. Luftpulser erreichen im Vergleich dazu eine geringere Signalstärke. Trotzdem kann die sehr viel höhere Schussdichte (z.B. durch Stapeln) sowie die hohe Dynamik moderner Seismometer die geringere Quellstärke mariner Quellen kompensieren, sodass man davon ausgehen kann, bis in ca. 50 km Tiefe seismische Diskontinuitäten abbilden zu können. D.h., in ca. 5-40 Mio. Jahre alter junger ozeanischer Lithosphäre könnte es möglich sein, die LAB seismisch abzubilden.

7. Zusammenschau von refraktions- und iLAB reflexionsseismischen Daten

Im Jahre 2015 wurden Teile unseres seismischen Profils mittels Mehr-Kanal-Reflexionsseismik (MCS) abgebildet. Die MCS-Daten haben einen Industriestandard (Streamer: 4-Comp., 12 km Länge). Geschwindigkeitsanalysen der Refraktions- und Weitwinkelseismik und Analysen der MCS-Seismik werden sich gegenseitig befruchten. Die reflexionsseismischen Daten werden z.Zt. im Rahmen des Vorhabens iLAB durch die Projektpartner des IPGP (Paris) prozessiert.

imaged using seismic refraction and seismological data. Large airgun arrays may not reach the same peak pressure as explosives commonly used for long-range soundings of the continents. However, a dense shot spacing (allowing stacking) and the high dynamic range of modern receivers should compensate the source effects. Thus, using modern recording systems and large volume airgun arrays we should be able to image the ocean lithosphere down to 50 km, perhaps down to 80 km. In lithosphere of 5 to ~40 Ma we should be able to sample the LAB as it will be within ~5 to 50 km below Moho. It would be the first marine survey ever conducted to image the LAB from the ridge flank into an ocean basin.

7. Nurturing coincident iLAB reflection seismic data

The cruise MSM69 is closely related to an industry-type multi-channel-seismic (MCS) reflection survey (called iLAB) collected in 2015 along the transect using a 4-component 12-km long seismic streamer. The velocity model derived from the refraction data will be used for imaging and migration of the MCS data. MCS data are processed by the IPGP partner.

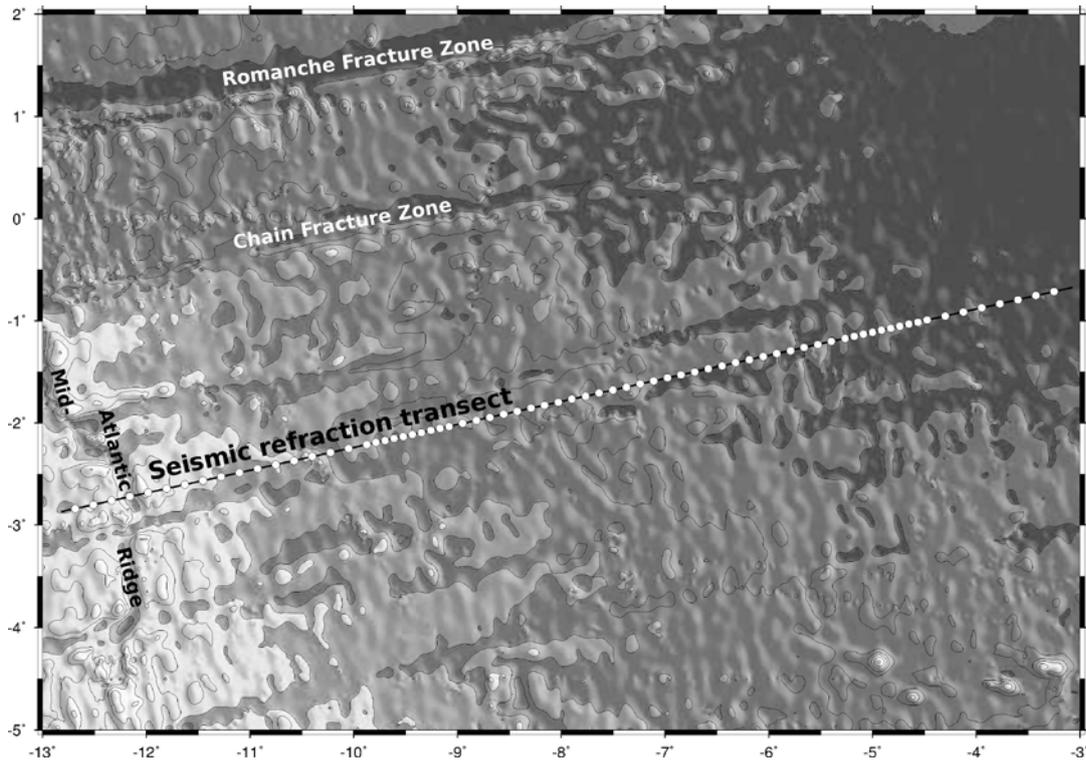


Abb. 3: Die geplante 1100 km lange seismische Auslage (Kreise: Ozean-Boden-Seismometer).

Fig. 3: Planned 580 sm long seismic transect (dots: ocean-bottom-seismometers).

Arbeitsprogramm

Die Ziele der Expedition sollen durch ein 1100 km langes seismisches Profil erreicht werden, welches von der Rückenachse des Mittel-Atlantischen Rückens (MAR) bis in 50 Mio. Jahre alte afrikanische Lithosphäre reicht. Um die Rückenachse zu unterschießen, liegt das westliche Ende des Profils ca. ~100 km westlich des MAR. Insgesamt sollen 60-70 Ozean-Boden-Seismometer (OBS) und Hydrophone (OBH) in einem Abstand von 10-20 km ausgelegt werden. Um Störsignale zu minimieren und somit die Signalqualität zu erhöhen, werden die Schüsse der 12 Luftpulser mit einem Gesamtvolumen von 82-Litern nur alle 3-4 Minuten abgegeben (Schussabstand ~350 m). Des Weiteren wird sowohl der Wärmestrom gemessen als auch bathymetrische Daten gesammelt.

Die Länge der seismischen Linie erklärt sich durch eine Zahl an Rahmenbedingungen:

(i) hydrothermale Aktivität beeinflusst den Wärmetransport über mehrere Mio. von Jahren. Aus diesem Grund muss der Wärme-

Work Programme

Our goals can be reached conducting a single seismic refraction and wide-angle profile shot from the median valley of the Mid-Atlantic Ridge (MAR), extending from juvenile lithosphere into a 50 Ma old African plate. To undershoot the MAR, the profile extends ~100 km onto the American plate. In the equatorial Atlantic such a profile will be 1100 km long (Figure 3). 60-70 Ocean-Bottom-Seismometers (OBS) and hydrophones (OBH) will be spaced at 10-20 km intervals and shots will be fired in a noise reduced mode and hence every 3-4 min (~350 m intervals) using a 5125 cubic-inch tuned airgun array. Along the same corridor heat flow data and seafloor bathymetry will be collected.

The length of the profile is defined by a number of features:

(i) hydrothermal circulation may control oceanic heat flux for tens of millions of years after lithospheric formation. To char-

strom sowohl in sehr junger als auch in alter Lithosphäre bestimmt werden. Um die Kopplung zwischen hydrothermalen Präzipitation und seismischer Geschwindigkeit zu evaluieren, müssen seismische Daten und Wärmestromanomalien entlang des gleichen Profils vermessen werden.

(ii) Frühere Untersuchungen im Atlantik zeigten eine erhebliche Variabilität der Kruste. Lassen sich entsprechende Hinweise in der Lithosphäre finden, die in den letzten 50 Mio. Jahren gebildet wurde?

(iii) Noch immer ist die Struktur der Mantel-Lithosphäre unter den Ozeanbecken relativ wenig untersucht und verstanden. Eine Abbildung der Geschwindigkeitsstruktur, möglicherweise bis zur Lithosphären-Asthenosphären Grenze (LAB) verlangt lange Auslagen in refraktionsseismischen Messungen. Einige jüngere Untersuchungen ergaben Reichweiten von >400 km und somit Eindringtiefen von einigen Zehner Kilometern.

(iv) Das seismische Profil und die Wärmestrommessungen sollen ortsgleich mit existierenden reflexionsseismischen Daten des IPGP gesammelt werden, sodass alle Datensätze sich gegenseitig befruchten können.

acterize hydrothermal activity as a function of age, we need a wide range of crustal ages covering juvenile and mature lithosphere. Further, to survey the relationship between changing seismic properties by hydrothermal precipitation both heat flow and the seismic structure have to be sampled along the same profile.

(ii) Crustal structure in the Atlantic Ocean has been reported being highly variable along flow lines, reflecting periodicities of emplacement. Crustal thickness and seismic velocities are proxies to assess such periodicities. A profile covering approx. 50 Ma of seafloor spreading history will nurture our understanding of crustal production rate as a function of time, covering about 50% of the time since break-up.

(iii) The mantle structure under the oceans is still poorly imaged and understood. To image the mantle – perhaps down to the LAB – requires long-range seismic profiles. Recent experiments successfully recorded shots at >400 km airgun-receiver offsets.

(iv) The seismic refraction and wide-angle survey and the heat flow work will be conducted long an existing MCS currently processed at IPGP so that all datasets complement each other.

	Tage/days
Auslaufen von Mindelo (Kapverden) am 14.11.2017 <i>Departure from Mindelo (Cape Verdes) 14.11.2017</i>	6
Auslegung von Ozean-Boden Seismometern-(OBS) <i>Deployment of ocean-bottom-seismometers (OBS)</i>	3
Luftpulser <i>Airgun shooting</i>	8
Wiederaufnahme von Ozean-Boden Seismometern-(OBS) <i>Recovery of ocean-bottom-seismometers</i>	10
Wärmestrommessung <i>Heat flow measurements</i>	5
Transit zum Hafen Mindelo <i>Transit to port Mindelo</i>	5
	Total 37
Einlaufen in Mindelo (Kapverden) am 22.12.2017 <i>Arrival in Mindelo (Cape Verdes) 22.12.2017</i>	

Wissenschaftliches Programm

Ziel des BATHYCHEM Projektes ist die Kartierung und Untersuchung der Entstehung und des Alters der Bathymetrists Seamounts, des Kap Verde Rückens sowie der westl. Guinea Fracture Zone (inkl. der westlichen Grimaldi Seamounts).

Ein Hauptaspekt des Projektes ist die Untersuchung des Intraplattenvulkanismus der Bathymetrists Seamounts über eine weite Spanne von ozeanischen Krustenaltern (<30 bis >100 Mio Jahre). Wir erwarten Erkenntnisse darüber, wie Intraplattenvulkanismus die ozeanische Lithosphäre geochemisch und geomorphologisch verändert.

Um die Fragestellungen zu beantworten planen wir ein umfangreiches Kartier- und Probennahmeprogramm auf See, gefolgt von detaillierten geochemischen Untersuchungen in den Heimatlaboren. Dieses wenig untersuchte vulkanische Gebiet wird studiert, um z.B. zu klären, ob es sich um Plume-Vulkanismus mit tiefen Wurzeln im Erdmantel oder flachere asthenosphärische Schmelzen handelt und welche Rolle das komplexe lokale Muster von Transformstörungen bei der Entstehung der Vulkane spielte.

Bathymetrische Karten sollen dabei helfen, die tektonischen Wechselwirkungen beim Aufeinandertreffen von Kap Verde Rücken, Guinea Fracture Zone und der nördlichsten Bathymetrists- und westlichen Grimaldi Seamounts zu untersuchen. Hochauflösende Meeresbodenkarten sollen Informationen zur Morphologie und Beschaffenheit des Meeresbodens liefern und können Hinweise auf möglicherweise jüngere vulkanische Aktivität liefern. Die Auswertung der geomorphologischen Daten kann dabei helfen, die Platznahme von Intraplattenvulkanen zu untersuchen sowie deren Einfluss auf die

Scientific Programme

Main goal of the BATHYCHEM project is to gain more in-depth insights into the origins and ages of the Bathymetrists Seamounts, the Cape Verde Ridge Fault, and the western Guinea FZ by generating high-resolution bathymetric maps and by sampling the Cape Verde Ridge FZ and the Guinea FZ (incl. the western Grimaldi Seamounts.)

The project also aims at characterizing the age and composition of intraplate volcanism on the seafloor ranging from <30 to >100 Ma in age. This will allow for better constraints on how intraplate volcanism modifies the composition and geomorphology of oceanic lithosphere through time.

We plan an extensive mapping and dredge program to sample these seafloor structures. This will be followed by petrological, geochemical and geochronological analyses aiming at deciphering the origin of this sparsely studied volcanic province, and to determine if the Bathymetrists and Grimaldi Seamounts were formed from either a deep plume source or shallower asthenosphere melting. Furthermore, we will look at the role of local transform faults intersecting the seamount province.

Bathymetric maps will help to understand the tectonic interplay at the junction of the Cape Verde Ridge FZ, the Guinea FZ as well as the northern part of the Bathymetrists Seamounts and western part of the Grimaldi Seamounts. We aim to map the area at high resolution to answer questions about seafloor characteristics and possibly identify areas with young (recent) volcanism. Morphological and tectonic studies on bathymetric data will improve the knowledge of emplacement of intraplate volcanoes and their effects on the surrounding plate, especially in this highly active

umliegende ozeanische Kruste, speziell in dem tektonisch sehr aktiven Arbeitsgebiet.

Petrologie, Mineralogie, Haupt- und Spurenelementchemie sowie (Sr-Nd-Pb-Hf-O) Isotopengeochemie wird an den geborgenen Gesteinsproben nach der Expedition in den Heimatlaboren untersucht. Diese Daten werden für die folgenden Fragestellungen benötigt:

1) Welche Prozesse beeinflussen die Krustenakkretion am Mittelozeanischen Rücken? Wie variierten Manteltemperaturen, Zusammensetzung und Spreizungsraten zeitlich und wie hängen diese mit der Krustendicke und jüngerem Vulkanismus zusammen.

2) Gibt es Hinweise auf Veränderungen in der Zusammensetzung des oberen Erdmantels über lange Zeiträume (z.B. die Lebensspanne eines ganzen Ozeanbeckens). Gab es z.B. eine stärkere kontinentale oder Plume-Komponente in frühen atlantischen Basalten nach dem Aufbrechen der kontinentalen Kruste als in modernen mittelozeanischen Basalten?

3) Was ist das Alter und die Magmenquelle der Grimaldi und Bathymetrists Seamount Ketten? Wie beeinflusst Intraplattenvulkanismus großräumig die Zusammensetzung der umliegenden ozeanischen Kruste unterschiedlichen Alters?

Die Altersbestimmung der Seamounts und Kruste soll mittels $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ und U/Pb Zirkon Datierung durchgeführt werden. Dabei soll versucht werden, die nötigen Analysen auf gut erhaltene K-reiche Minerale zu konzentrieren. Dies würde eine präzisere Datierung erlauben als es die wenigen bisherigen geochronologischen Studien taten, welche die alterierte Grundmasse der Gesteine datierten.

tectonic environment.

Petrology, mineralogy, major and trace element and isotope (Sr-Nd-Pb-Hf-O) geochemistry will be carried out on the recovered rock samples after the expedition. These data will be used to address the following scientific questions and hypotheses:

1) What processes affect crustal accretion at mid-ocean ridges over time? How have mantle temperature, composition and spreading (as well as upwelling) rate of the Central Atlantic spreading center varied and how do these parameters relate to crustal thickness and younger volcanism?

2) What is the age and the source of the Grimaldi and Bathymetrists Seamount chain and how is large-scale intraplate volcanism affecting the geochemical budget of oceanic lithosphere of different ages?

3) Is there evidence for systematic, long-term (over the life span of the Atlantic Ocean basin) changes in the composition of the upper mantle source, e.g., was more continental or plume material present in the MORB source during the early stages of ocean basin formation just after continental breakup than in younger ocean crust and present-day MORB

We also plan to determine the ages of both ocean crust and Bathymetrists and Grimaldi seamount samples using $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ and U/Pb zircon dating techniques in order to understand their formation mechanisms in time. We aim to concentrate on $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ dating of preserved multi-phase K-rich minerals in these samples. This should provide us with accurate $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ dating and is in contrast with the very few previous geochronological studies in the working area that dated the altered groundmass.

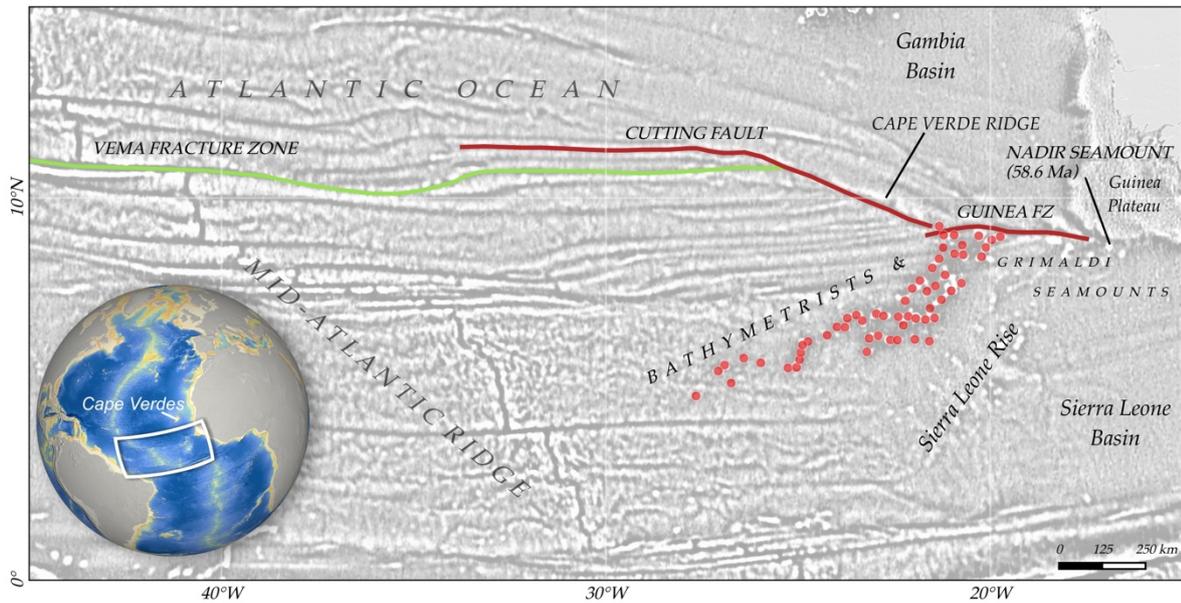


Abb. 4: Das Arbeitsgebiet der Expedition MSM70 liegt im östlichen Zentralatlantik vor Westafrika. Die Cape Verde Ridge Störung, die Guinea Fracture Zone sowie die westl. Grimaldi Seamounts und nördlichen Bathymetrists Seamounts werden kartiert und geologisch beprobt.

Fig. 4: The working area of cruise MSM70 in the Eastern Central Atlantic. The Cape Verde Ridge fault, the Guinea Fracture Zone as well as the western Grimaldi seamounts and northern Bathymetrists Seamounts will be mapped and sampled.

Arbeitsprogramm

Um die wissenschaftlichen Ziele zu erreichen, sollen Gesteinsproben entlang des Kap Verde Rückens, der westlichen Guinea Fracture Zone sowie der Bathymetrists und westlichen Grimaldi Seamounts genommen werden.

Da das Gebiet weitgehend unkartiert ist, wird die Gesteinsprobennahme von einer umfangreichen Fächerecholotkartierung begleitet, um bathymetrische Karten als Grundlage für alle weiteren Arbeiten bereitzustellen.

Die Meeresbodenkartierung wird mit dem schiffseigenen EM122 Tiefseefächerlot der Firma Kongsberg Maritime AS durchgeführt. Dieses System kann effektiv im Arbeitsgebiet eingesetzt werden und im sogenannten Dual-Ping Modus auch bei höheren Vermessungsgeschwindigkeiten sehr gute Ergebnisse liefern.

WorkProgramme

Sampling by dredging will be conducted mainly along the Cape Verde Ridge, the western Guinea FZ as well as the Bathymetrists and western Grimaldi Seamounts.

Since all target areas are mainly unmapped, we will combine hard rock sampling with high resolution multibeam surveys for the definition of dredge targets and to obtain a bathymetric map for tectonic and structural analysis of the area.

The multibeam mapping will be carried out with the hull mounted EM122 deep water multibeam echo sounder system provided by Kongsberg Maritime AS. With this system, we can effectively map the working areas and, due to the so-called dual-ping mode, will do so even at higher cruising speeds with still very good results.

Die Meeresbodenkartierung geschieht in Echtzeit, wodurch eine schnelle Identifikation von geeigneten Zielen für die Gesteinsprobennahme möglich ist.

Die Gesteinsprobennahme geschieht mittels geologischer Kettensackdredgen - eine erfolgreiche, effektive kosten- und zeitschonende Methode, um vulkanische Gesteinsproben aus unterschiedlichen Wassertiefen zu bergen.

Wir planen, die Flanken der Störungen entlang des Kap Verde Rückens und der westlichen Guinea Fracture Zone (inkl. der westlichen Grimaldi Seamounts) sowie der Bathymetrists Seamounts mit bis zu 65 Dredgezügen zu beproben: 15 Stationen entlang des Kap Verde Rückens und angrenzender Störungen (Arbeitsgebiet 1); 20 Stationen sind im Arbeitsgebiet 2 geplant (westl. Guinea Fracture Zone, westl. Grimaldi sowie nördlichste Bathymetrists Seamounts). Für die Arbeitsgebiete 3 und 4 sind bis zu 30 Stationen entlang der Bathymetrists Seamounts geplant.

Swath mapping of seafloor morphology and seafloor properties is done in real-time enabling a very good identification of dredge targets within shortest time.

The hard rock sampling will be carried out using heavy chain bag dredges being a highly successful and efficient (relatively low cost and little time-consuming) method for sampling igneous rocks from the seafloor of various depths and age.

We plan to sample the walls of the fracture zone along the Cape Verde Ridge and the western Guinea FZ (incl. the western Grimaldi Seamounts) as well as the Bathymetrists Seamounts with up to 65 dredge stations: 15 dredge stations along the Cape Verde Ridge and the corresponding fault (Working Area 1); 20 dredges in Working Area 2, containing the western Guinea FZ, the westernmost Grimaldi Seamounts and the northernmost Bathymetrists Seamounts. For Working Areas 3 and 4 (northern and southern Bathymetrists seamount chain) we plan a maximum of 30 dredges.

	Tage/days
Auslaufen von Mindelo (Kap Verde) am 25.12.2017 <i>Departure from Mindelo (Cape Verde) 25.12.2017</i>	
Transit zum Arbeitsgebiet / <i>Transit to working area</i>	2
Arbeitsgebiet 1, westlicher Kap Verde Ridge <i>Working Area 1, western Cape Verde Ridge</i>	3
Arbeitsgebiet 2, Grimaldi und N-Bathymetrists Seamounts, Guinea Fracture Zone <i>Working Area 2, Grimaldi and N-Bathymetrists Seamounts, Guinea Fracture Zone</i>	10
Arbeitsgebiet 3 Nördliche Bathymetrists Seamounts <i>Working Area 3, northern Bathymetrists Seamounts</i>	10
Arbeitsgebiet 4, Mittlere Bathymetrists Seamounts <i>Working Area 4, Central Bathymetrists Seamounts</i>	10
Transit zum Hafen Las Palmas <i>Transit to port Las Palmas</i>	5
	Total 40
Einlaufen in Las Palmas (Spanien) am 04.02.2018 <i>Arrival in Las Palmas (Spain) 04.02.2018</i>	

Beteiligte Institutionen / *Participating Institutions*

BSH

Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie
Bernhard-Nocht-Str. 78
20359 Hamburg / Germany
www.bsh.de

CAU

Institut für Geowissenschaften
Christian-Albrechts Universität zu Kiel
Otto-Hahn Platz
D-24105 Kiel, Germany
www.uni-kiel.de

GEOB

FB 4 - Geowissenschaften
Universität Bremen
Klagenfurter Straße 3-4
D-28359 Bremen / Germany
www.geo.uni-bremen.de/Sensorik

GEOMAR

Helmholtz Zentrum für Ozeanforschung
Marine Geodynamik
Wischhofstraße 1-3
D-24148 Kiel / Germany
www.geomar.de

IPGP

Institut de Physique du Globe de Paris
Laboratoire de Geoscience Marine
1, rue Jussieu
F-75238 Paris Cedex 05 / France
www.ipgp.fr/en

IFREMER

Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer
Z.I. de la Pointe du Diable
F-29280 Plouzané / France
wwz.ifremer.fr

MPI-C

Max-Planck Institut für Chemie
(Otto-Hahn-Institut)
Hahn-Meitner-Weg 1
55128 Mainz / Germany
www.mpic.de

MPI-M

Max-Planck Institut für Meteorologie
Bundestraße 53
20146 Hamburg / Germany
www.mpimet.mpg.de

PLOCAN

Plataforma Oceánica de Canarias
Ctra. de Taliarte, s/n
35200 Telde, Gran Canaria / Spain
www.plocan.eu

Universität Hamburg

Meteorologisches Institut
Bundesstr. 55
20146 Hamburg / Germany
www.mi.uni-hamburg.de

Name / <i>Name</i>	Task	Institut/<i>Institute</i>
1. Stephanie Fiedler, Dr.	Fahrtleiter / Chiefscientist	MPI-M
2. Sebastian Donner	MAX-DOAS	MPI-C
3. Samira Terzenbach	MICROTOPS	MPI-M
4. John Mrziglod	Cloud imagers	MPI-M
5. Katharina Seelmann	Oceanographic measurements	GEOMAR
6. Silvana Neves	Cetacean observation	PLOCAN

Name / <i>Name</i>	Task	Institut/<i>Institute</i>
1. Ingo Grevemeyer, Prof.	Fahrtleiter / Chiefscientist	GEOMAR
2. Cord Papenberg, Dr.	OBS	GEOMAR
3. Laura Gómez de la Peña, Dr.	OBS	GEOMAR
4. Klaus-Peter Steffen	Airguns	GEOMAR
5. Patrick Schröder	OBS / Airguns	GEOMAR
6. David Lemke	OBS / airgun watch	CAU / GEOMAR
7. Kevin Growe	OBS / airgun watch	CAU / GEOMAR
8. Alexander Jüstel	OBS / airgun watch	GEOMAR
9. Lina Heine	OBS / airgun watch	CAU / GEOMAR
10. Heinrich Villinger, Prof.	Heat Flow (Co-PI)	GEOB
11. Norbert Kaul, Dr.	Heat Flow	GEOB
12. Bernd Heesemann	Heat Flow	GEOB
13. Alexander Weise	Heat Flow	GEOB
14. Jan-Niklas Schmidt	Heat Flow	GEOB
15. Satish Singh, Prof.	Seismics / French PI	IPGP
16. Technician, N.N.	OBS	IPGP
17. Technician, N.N.	OBS	IFREMER
18. Pranav Audhkhasi	Seismics / swath mapping	IPGP
19. Fares Mehouchi	Seismics / swath mapping	IPGP
20. Venkata Vaddineni	Seismics / swath mapping	IPGP
21. N.N.	Bordarzt	

Name / <i>Name</i>	Task	Institut/<i>Institute</i>
01. Froukje M. van der Zwan, Dr.	Fahrtleiter / Chiefscientist	CAU
02. Nico Augustin, Dr.	Bathymetry/Petrology	GEOMAR
03. Verena Heinath	Petrology	CAU
04. Xiaojun Long	Petrology	GEOMAR
05. Reinhard Werner, Dr.	Petrology	GEOMAR
06. Jörg Follmann	Petrology	CAU
07. Louisa Krach	Petrology	CAU
08. Mehmet Can Köse	Petrology	CAU
09. Janto Schönberg	Geomorphology	CAU
10. Anne-Cathrin Wölfl, Dr.	Bathymetry	GEOMAR
11. Morgane Le Saut, Dr.	Bathymetry	GEOMAR
12. Martin Schade	Bathymetry	CAU
13. Richard Jason Antonio	Alteration/Petrology	GeoB
14. N.N.	Alteration Petrology	
15. N.N.	Spare Birth for InterRidge	
16. N.N.	Spare Birth for InterRidge	
17. N.N.	Spare Birth for InterRidge	

	Dienstgrad / Rank	Name, Vorname / Name, first name
1.	Kapitän	Maaß, Björn
2.	Ltd. Naut. Offizier	Peters, Ralf
3.	1. Naut. Offizier	Griese, Theo
4.	2. Naut. Offizier	Janssen, Sören
5.	Leit. Ingenieur	Rogers, Benjamin
6.	II. Techn. Offizier	Boy, Manfred
7.	III. Techn. Offizier	Schwieger, Phillip
8.	Elektriker	Baumann, Frank
9.	Elektroniker	Walter, Jörg
10.	System Operator	Maggiulli, Michael
11.	Motorenwärter	Sauer, Jürgen
12.	Deckschlosser	Friesenborg, Helmut
13.	Bootsmann	Vredenburg, Enno
14.	Schiffsmechaniker	Grunert, Holger
15.	Schiffsmechaniker	Wolff, Andreas
16.	Schiffsmechaniker	Thüß, Anna
17.	Schiffsmechaniker	Peschel, Jens
18.	Schiffsmechaniker	NN
19.	Schiffsmechaniker	Altmann, Detlef
20.	Schiffsmechaniker	Peschkes, Peter
21.	Koch	Wolff, Thomas
22.	Kochsmaat	NN
23.	1. Steward	Kluge, Sylvia
24.	Schiffsarzt	Dr. Staak, Ludwig

	Dienstgrad / Rank	Name, Vorname / Name, first name
1.	Kapitän	Maaß, Björn
2.	Ltd. Naut. Offizier	Peters, Ralf
3.	1. Naut. Offizier	Griese, Theo
4.	2. Naut. Offizier	Janssen, Sören
5.	Leit. Ingenieur	Rogers, Benjamin
6.	II. Techn. Offizier	Boy, Manfred
7.	III. Techn. Offizier	Genschow, Steffen
8.	Elektriker	Beyer, Thomas
9.	Elektroniker	Herrmann, Jens
10.	System Operator	Maggiulli, Michael
11.	Motorenwärter	Sauer, Jürgen
12.	Deckschlosser	Friesenborg, Helmut
13.	Bootsmann	Bosselmann, Norbert
14.	Schiffsmechaniker	Grunert, Holger
15.	Schiffsmechaniker	Wolff, Andreas
16.	Schiffsmechaniker	Delachaux, Lucien
17.	Schiffsmechaniker	Peschel, Jens
18.	Schiffsmechaniker	Peters, Karsten
19.	Schiffsmechaniker	Altmann, Detlef
20.	Schiffsmechaniker	Peschkes, Peter
21.	Koch	Wolff, Thomas
22.	Kochsmaat	NN
23.	1. Steward	Kluge, Sylvia
24.	Schiffsarzt	Dr. Staak, Ludwig

	Dienstgrad / Rank	Name, Vorname / Name, first name
1	Kapitän	Schmidt, Ralf
2	Ltd. Naut. Offizier	Peters, Ralf
3	1. Naut. Offizier	Janssen, Sören
4	2. Naut. Offizier	Schilling, Sandra
5	Leit. Ingenieur	Ogrodnik, Thomas
6	II. Techn. Offizier	Boy, Manfred
7	III. Techn. Offizier	Genschow, Steffen
8	Elektriker	Beyer, Thomas
9	Elektroniker	Herrmann, Jens
10	System Operator	Reize, Emmerich
11	Motorenwärter	Thüß, Anna
12	Deckschlosser	Friesenborg, Helmut
13	Bootsmann	Bosselmann, Norbert
14	Schiffsmechaniker	Koslik, Denis
15	Schiffsmechaniker	Wolff, Andreas
16	Schiffsmechaniker	Siefken, Tobias
17	Schiffsmechaniker	Wiechert, Olaf
18	Schiffsmechaniker	Werner, André
19	Schiffsmechaniker	Peschel, Jens
20	Schiffsmechaniker	Peters, Karsten
21	Koch	Arndt, Waldemar
22	Kochsmaat	Matter, Sebastian
23	1. Steward	Seidel, Iris
24	Schiffsarzt	Staak, Dr. Ludwig

Das Forschungsschiff / *Research Vessel MARIA S. MERIAN*

Das Eisrandforschungsschiff „Maria S. MERIAN“ dient der weltweiten grundlagenbezogenen deutschen Hochseeforschung und der Zusammenarbeit mit anderen Staaten auf diesem Gebiet.

The „Maria S. MERIAN“ a research vessel capable of navigating the margins of the ice cap, is used for German basic ocean research world-wide and for cooperation with other nations in this field.

FS Maria S. MERIAN ist Eigentum des Landes Mecklenburg-Vorpommern, vertreten durch das Leibniz-Institut für Ostseeforschung Warnemünde, das auch den Bau des Schiffes finanziert hat.

The vessel is owned by the Federal State of Mecklenburg-Vorpommern, represented by the Leibniz Institute for Baltic Sea Research Warnemünde, 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). The DFG is assisted by an Advisory Board.

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

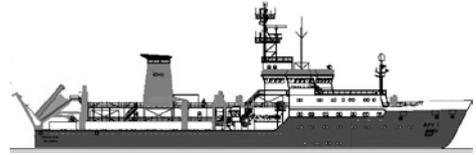
The vessel is financed to 70% by the DFG and to 30% by the BMBF.

Dem DFG Gutachterpanel Forschungsschiffe (GPF) obliegt die wissenschaftliche Begutachtung der Fahrtvorschläge, sie benennt die Fahrtleiter.

The reviewer panel of the DFG evaluates the scientific proposals and appoints the chief scientists.

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 Fahrtleitern partnerschaftlich zusammen, andererseits ist sie Partner der Briese Schifffahrts GmbH & Co. KG.

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

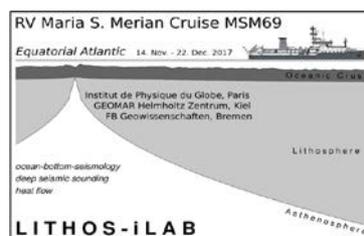
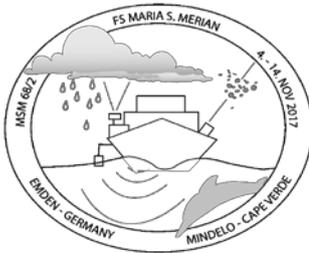


Research Vessel

MARIA S. MERIAN

Cruises No. MSM68/2 – MSM70

04.11. 2017 – 04. 02. 2018



Collecting Atmospheric Reference Data over Oceans, CARO
Structure and Evolution of the Oceanic Lithosphere, LITHOS-iLAB
Intraplate Volcanism of the Bathymetrists Seamounts and its Effect on the
Geochemical Evolution of Oceanic Lithosphere, BathyChem

Editor:

Institut für Geologie Universität Hamburg
Leitstelle Deutsche Forschungsschiffe
<http://www.ldf.uni-hamburg.de>

Sponsored by:

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

ISSN 1862-8869