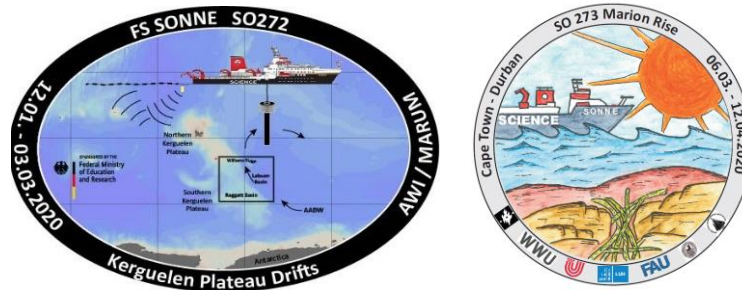


Forschungsschiff

SONNE

Reisen Nr. SO272 - SO274

12. 01. 2020 - 29. 05. 2020



Kerguelen Plateau Sediments Drifts

Herausragende hochauflösende Aufzeichnungen klimatischer und ozeanographischer Veränderungen im südlichen Indischen Ozean (Kerguelen Plateau Drifts)

**Entstehung des Marion Rises am Südwest-Indischen-Rücken:
Dichte-Anomalie im Mantel oder Mantel-Plume? (MARION)**

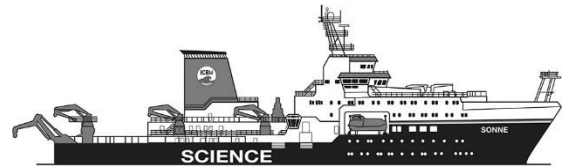
**Thermischer kontra kompositioneller Ursprung bathymetrischer Anomalien:
Der Madagaskar-Rücken (MADAGASCAR)**

**Biodiversität benthischer Gruppen in der Tiefsee am
Madagaskar- und Südwest-Indischen-Rücken (MADAGASCAR-BIO)**

**Zusammensetzung, Produktion und Umsatz von organischer Materie im
bathypelagischen Indischen Ozean (INDICON)**

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

Gefördert durch
Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)
ISSN 2364-3692

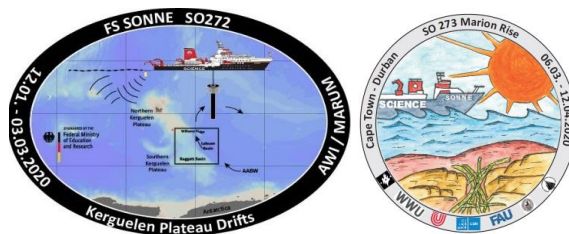


Forschungsschiff / *Research Vessel*

SONNE

Reisen Nr. SO272 - SO274/ *Cruises No. SO272 - SO274*

12. 01. 2020 - 29. 05. 2020



Kerguelen Plateau Sediments Drifts

Herausragende hochauflösende Aufzeichnungen klimatischer und ozeanographischer Veränderungen im südlichen Indischen Ozean

Kerguelen Plateau Drift Deposits:

outstanding high-resolution chronicle of Cenozoic climatic and oceanographic changes in the southern Indian Ocean

Entstehung des Marion Rises am Südwest-Indischen-Rücken:

Dichte- Anomalie im Mantel oder Mantel-Plume?

Formation of the Marion Rise at the Southwest Indian Ridge: Mantle Density Anomaly or Mantle Plume?

Thermischer kontra kompositioneller Ursprung bathymetrischer Anomalien: Der Madagaskar-Rücken

Thermal versus Compositional Causes of Bathymetric Highs: The Madagascar Ridge

Biodiversität benthischer Gruppen in der Tiefsee am Madagaskar- und Südwest-Indischen-Rücken

Deep-Sea benthic biodiversity of the Madagascar and South-West Indian Ridge

Zusammensetzung, Produktion und Umsatz von organischer Materie im bathypelagischen Indischen Ozean

Composition, production and recycling of recalcitrant organic matter in the bathypelagic Indian Ocean

Herausgeber / *Editor:*

Institut für Geologie Universität Hamburg

Leitstelle Deutsche Forschungsschiffe

<http://www.ldf.uni-hamburg.de>

Gefördert durch / *Sponsored by:*

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

ISSN 2364-3692

Anschriften / *Addresses*

Dr. Gabriele Uenzelmann-Neben

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

Telefon: +49 471 48311 208
Telefax: +49 471 48311 272
e-mail: gabriele.uenzelmann-
neben@awi.de

Prof. Dr. Jürgen Koepke

Leibniz Universität Hannover
Institut für Mineralogie
Callinstr. 3
D-30167 Hannover

Telefon: +49 511 76240 84
Telefax: +49 511 76230 45
e-mail: koepke@mineralogie.uni-
hannover.de

Dr. Reinhard Werner

GEOMAR Helmholtz-Zentrum
für Ozeanforschung Kiel
Wischhofsstr. 1-3
D-24148 Kiel

Telefon: +49 431 600 1416
Telefax: +49 431 600 2960
e-mail: rwerner@geomar.de

Leitstelle Deutsche Forschungsschiffe

Institut für Geologie
Universität Hamburg
Bundesstraße 55
D-20146 Hamburg

Telefon: +49 40 42838 3640
Telefax: +49 40 42838 4644
e-mail: leitstelle.ldf@uni-hamburg.de
http: www.ldf.uni-hamburg.de

Reederei

Briese Schifffahrts GmbH & Co. KG
Abt. Forschungsschifffahrt
Hafenstraße 6d (Haus Singapore)
D-26789 Leer

Telefon: +49 4919 252 0160
Telefax: +49 4919 252 0169
e-mail: research@briese.de
http: www.briese.de

Projektträger Jülich

System Erde - Meeresforschung
Schweriner Straße 44
D-18069 Rostock

Telefon: +49 0381 203562 91
e-mail: ptj-mgs@fz-juelich.de
http: www.ptj.de/rostock

Forschungsschiff / *Research Vessel* SONNE

Vessel's general email address

sonne@sonne.briese-research.de

Crew's direct email address

n.name@sonne.briese-research.de

Scientific general email address

chiefscientist@sonne.briese-research.de

Scientific direct email address

n.name@sonne.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@sonne.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)

+881 623 457 308

(VSAT)

+44 203 6950710

SONNE Reisen /SONNE Cruises SO272 – SO274

12. 01. 2020 - 29. 05. 2020

Kerguelen Plateau Sediments Drifts

Herausragende hochauflösende Aufzeichnungen klimatischer und ozeanographischer Veränderungen im südlichen Indischen Ozean

*Kerguelen Plateau Drift Deposits:
outstanding high-resolution chronicle of Cenozoic climatic and oceanographic changes in the southern Indian Ocean*

Entstehung des Marion Rises am Südwest-Indischen-Rücken:

Dichte-Anomalie im Mantel oder Mantel-Plume?

Formation of the Marion Rise at the Southwest Indian Ridge: Mantle Density Anomaly or Mantle Plume?

Thermischer kontra kompositioneller Ursprung bathymetrischer Anomalien:

Der Madagaskar-Rücken

Thermal versus Compositional Causes of Bathymetric Highs: The Madagascar Ridge

Biodiversität benthischer Gruppen in der Tiefsee am

Madagaskar- und Südwest-Indischen-Rücken

Deep-Sea benthic biodiversity of the Madagascar and South-West Indian Ridge

Zusammensetzung, Produktion und Umsatz von organischer Materie im bathypelagischen Indischen Ozean

Composition, production and recycling of recalcitrant organic matter in the bathypelagic Indian Ocean

Fahrt / Cruise SO272

12. 01. 2020 - 03. 03. 2020

Port Louis (Mauritius) – Kapstadt (Südafrika)

Fahrtleitung / *Chief Scientist*:

Dr. Gabriele Uenzelmann-Neben

Fahrt / Cruise SO273

06. 03. 2020 - 12. 04. 2020

Kapstadt (Südafrika) – Durban (Südafrika)

Fahrtleitung / *Chief Scientist*: Prof. Dr. Jürgen Koepke

Fahrt / Cruise SO274

15. 04. 2020 - 29. 05. 2020

Durban (Südafrika) – Port Louis (Mauritius)

Fahrtleitung / *Chief Scientist*: Dr. Reinhard Werner

Koordination / *Coordination*

Leitstelle Deutsche Forschungsschiffe

Kapitän / *Master* SONNE

SO272: Oliver Meyer

SO273: Lutz Mallon

SO274: Lutz Mallon

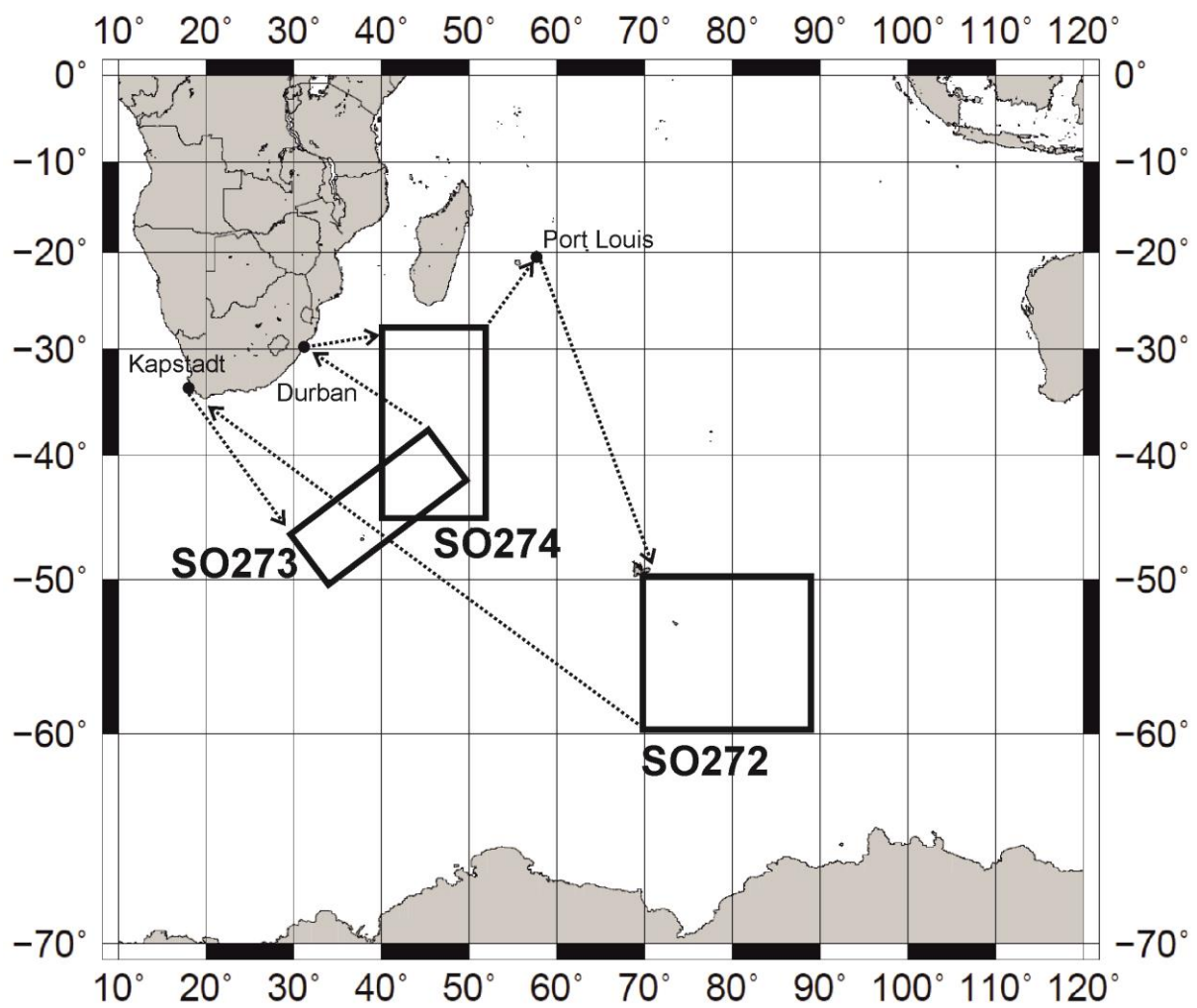


Abb. 1 Geplante Fahrtrouten und Arbeitsgebiete der SONNE Expeditionen SO272-SO274.

Fig. 1 Planned cruise tracks and working areas of SONNE cruises SO272-SO274.

Übersicht**Fahrt SO272**

An einer Schlüsselstelle im südlichen Indik gelegen, beeinflusst das Kerguelen Plateau, eine der größten Large Igneous Provinces der Welt, mit seiner komplexen Topographie erheblich die Pfade von Wassermassen innerhalb des Antarktischen Zirkumpolarstroms und des Antarktischen Bodenwassers. Beim Umfließen, beispielsweise des Williams Rückens, verlieren die Wassermassen zum einen an Geschwindigkeit, was die Ablagerung großer Sedimentpakete zur Folge hat, und zum anderen bewirken sie Erosion in engen Passagen aufgrund erhöhter Fließgeschwindigkeiten. Im Laufe des Känozoikums sind bedeutende Veränderungen in Pfaden und Intensität der Wassermassen aufgrund der tektonischen Entwicklung des Kerguelen Plateaus zum einen, aber auch durch die Öffnung des tasmanischen Gateways, der Drake Passage und durch globale klimatische Veränderungen zum anderen verursacht worden. Im Bereich des Kerguelen Plateaus sind all diese Einflüsse und Veränderungen in Strukturen, wie etwa den Driftsedimenten, besonders gut und hochauflösend dokumentiert. Eine Untersuchung dieser sedimentären Strukturen mittels hochauflösender seismischer Daten, welche mit geologischen Informationen der ODP Sites 747-751 verknüpft werden sollen, können somit zu einem deutlich besseren Verständnis der Entwicklung und Dynamik von ACC und AABW im Bereich des südlichen Indik führen. Neue seismische Daten aus dem Labuan und Ragatt Becken werden nicht nur Rückschlüsse auf die Wechselwirkung von klimatischen und tektonischen Veränderungen der letzten 66 Millionen Jahre liefern, sondern aufgrund der besonderen Lage des Kerguelen Plateaus auch sehr wichtige neue Erkenntnisse zur Entstehung und Dynamik des antarktischen Eisschildes lie-

Synopsis**Cruise SO272**

Located in a key region in the southern Indian Ocean the complex topography of the Kerguelen Plateau, one of the world's largest Large Igneous Provinces, has a strong influence on pathways of water masses within the Antarctic Circumpolar Current (ACC) and the Antarctic Bottom Water (AABW). Topographic highs like the Williams Ridge at the Kerguelen Plateau reduce the flow of water masses leading to the deposition of thick sediment packages. Gaps and narrow passages in contrast lead to erosion and non-deposition. In the Cenozoic era significant modifications in pathways and intensity of those water masses have been caused by the tectonic development of the Kerguelen Plateau as well as the opening of the Tasman Gateway, the Drake Passage and major global climatic changes. In the Kerguelen Plateau region all of these changes are explicitly well documented in the formation of sedimentary structures, e.g. sediment drifts, supposedly at very high resolution. Studying these sedimentary structures using high-resolution seismic reflection data in combination with geological information from ODP Sites 747-751 will provide new insights into the evolution and dynamics of the ACC and AABW in the southern Indian Ocean. New high-quality seismic data from the Labuan and Ragatt Basin area will allow studying the interaction of climatic and tectonic changes of the last 66 million years and provide important information on the formation and dynamics of the Antarctic ice sheet due to the unique location of the Kerguelen Plateau. The seismic study is complemented by geological sampling to enable dating of reflections terminating at the seafloor where no ODP drill hole exist.

fern. Die seismischen Untersuchungen werden durch gezielte geologische Beprobung ausstreichender Sequenzen ergänzt, um weitere Informationen über das Alter von seismischen Reflexionen an Stellen zu gewinnen, die nicht von ODP Bohrungen abgedeckt sind.

Fahrt SO273

Die Region des "Marion Rise" am Südwestindischen Rücken (SWIR) im südlichen Indik ist eines der größten ozeanischen Plateaus im globalen, ozeanischen Rücken-System. Ziel des Projektes "MARION" ist es, zu testen, ob diese bathymetrische Anomalie durch den isostatischen Aufstieg eines verarmten Mantelresiduums aus einem früheren Aufschmelzereignis hervorgegangen ist (Aufbrechen Gondwanas und Bildung des SWIRs vor ca. 180 Millionen Jahren), oder ob das Plateau durch eine außerordentlich hohe Krustenproduktion als Folge eines hochgradig aufgeschmolzenen Mantels entstanden ist (Mantel Hotspot). Durch feinskaliges Kartieren und detaillierte ROV-Beprobung soll geklärt werden, ob weite Bereiche des Marion Rises nur über eine dünne, bzw. über gar keine ozeanische Kruste verfügen. Wäre dies der Fall, müssten über weite Bereiche des Plateaus residuale Mantelgesteine in Kernkomplexen aufgeschlossen sein und die Spreizungsrichtung wäre ‚oblique‘. Haupt-, Spurenelement- und Isotopenanalysen (Sr, Nd, Hf, Pb, Os) der Peridotite, Basalte und Gabbros werden zeigen, ob die laterale Heterogenität des Mantels am SWIR das Ergebnis eines Recyclings von unterschiedlichen, alten Mantel-Provinzen darstellt, die einst die komplexe Lithosphäre Gondwanas formten. Auch soll die Verteilung von hydrothermalen Ventgebieten im Arbeitsgebiet untersucht werden, sowie die geologischen Faktoren, die dieses Venting kontrollieren.

Cruise SO273

The project "MARION" will test the hypothesis that the "Marion Rise", one of the two largest rises on the global ocean ridge systems, located at the Southwest Indian Ridge (SWIR) in the Southern Indian Ocean, is isostatically supported by ancient residues of a prior mantle-melting event (break-up of Gondwana and formation of SWIR ~ 180 Million years ago), as opposed to thick crust produced by high-degree mantle melting in the ridge event (hot spot). This will require detailed mapping and detailed ROV sampling of key areas of the Marion Rise to determine if there are oblique spreading segments and core complexes exposing thin or missing crust like further East on the Marion Rise. In addition, this project will investigate the origin of the source anomaly that produces the Marion Rise, by analyzing peridotites, basalts, and gabbros for major and trace element compositions and isotopes (Sr, Nd, Hf, Pb, Os) in order to evaluate if the lateral heterogeneity of the SWIR mantle that produces the rise is the result of recycling different ancient mantle provinces from beneath Gondwana. This project further aims to detect hydrothermal venting along the SWIR on the Marion Rise and to investigate the geological controls of the venting.

Fahrt SO274

Geologie:

Der Ursprung von bathymetrischen Anomalien des Ozeanbodens ist eine fundamentale Frage in den Geowissenschaften, da sie Anomalien in Temperatur oder Zusammensetzung des Erdmantels reflektieren. Der Madagaskar-Rücken im südwestlichen Indischen Ozean ist für Untersuchungen hierzu prädestiniert, da er während des Aufbruchs von Gondwana entstand und für seine Bildung verschiedene Modelle vorgeschlagen wurden. Dazu zählen ausgedünnte kontinentale Kruste, durch einen Hotspot gebildeter aсейsmischer Rücken oder Aufwölbung von durch vorherige Schmelzereignisse stark verarmtem, weniger dichtem Mantel. Nur durch eine direkte Probennahme am Madagaskar-Rücken und an assoziierten Strukturen kann zwischen diesen Modellen unterschieden werden. Die während SO274 geplanten bathymetrischen Kartierungen und Gesteinsbeprobungen werden Aufschlüsse liefern über Lithologie, Alter, Geochemie und Ursprung des Madagaskar-Rückens und damit zum besseren Verständnis bathymetrischer Anomalien beitragen.

Biologie:

Die biologischen Untersuchungen in der Tiefsee am Madagaskar- und Süd-West Indischen Rücken zielen darauf ab, (1) die Diversität ausgewählter, benthischer Gruppen wie Brachiopoda, Kinorhyncha, Loricifera, Tardigrada, Polychaeta (Aphroditoidea, Sternaspidae) und fissurellider Gastropoda zu beschreiben, (2) kryptische Arten z.B. in der Brachiopodengattung *Eucalathis* mit Hilfe genetischer Methoden aufzudecken, (3) die Hypothese zu testen, dass ozeanische Rücken und ihre parallel verlaufenden Wasserströmungen die Ausbreitung von Arten erleichtern, und (4) das Vorhandensein von Nährstoffen (TC - total carbon, TOC - total organic carbon) zu überprüfen und als Faktor für die Diversität der gefundenen Taxa zu diskutieren. Der Schwerpunkt wird auf der Beprobung von Hartboden-Fauna von Seebergen und Rücken liegen, doch werden auch Sedimentbewohner am Fuße geomorphologischer Strukturen miteinbezogen. Die Erfassung

Cruise SO274

Geology:

Exploring the cause of seafloor bathymetric anomalies it is a fundamental question to Earth sciences as they reflect temperature or compositional anomalies of the mantle. The Madagascar Ridge (Southwest Indic) is ideal to address this issue because it formed during the breakup of Gondwana but the actual mode of emplacement is controversial. Proposed origins include thinned continental crust, hotspot aseismic ridge or uplift due to buoyant, melt depleted mantle. Only direct sampling of the Madagascar Ridge can distinguish between these propositions. The mapping and sampling survey of SO274 along and across the Madagascar Ridge will reveal lithology, age, geochemistry, and origin of its basement and thus will deliver ground-truthing evidence for its origin.

Biology:

*The proposed biological study in the deep sea at the Madagascar and South-West Indian Ridge aims at (1) registering and describing the diversity of selected benthic groups such as Brachiopoda, Kinorhyncha, Loricifera, Tardigrada, Polychaeta (Aphroditoidea, Sternaspidae) and fissurellid Gastropoda, (2) uncovering cryptic species e.g. in the brachiopod genus *Eucalathis* with the help of genetic studies, (3) testing the hypothesis about the function of oceanic ridges and their parallel running currents as corridors for the dispersal of benthic species, and (4) investigating the availability of nutrients in the study area by sediment analyses ('total carbon', TC and 'total organic carbon', TOC) and discuss this as a factor influencing the benthic diversity of the investigated groups. The study will focus on hard bottom fauna of seamounts and ridges but soft bottom inhabitants from the base of geomorphological structures will also be covered. Recording*

und Bestimmung der Artenvielfalt im Untersuchungsgebiet dient langfristig dem Monitoring der Tiefsee-Biodiversität und wird Hinweise zur Verbreitungsfähigkeit bestimmter sessiler und holobenthische Wirbelloser in der Tiefsee geben. Das Tiermaterial wird mit Hilfe einer geologischen Dredge, eines TV-Greifens und eines TV-Multicorers gesammelt. Sämtliche gefundenen Organismen werden im Museum für Naturkunde Berlin aufbewahrt und stehen somit auch für spätere Untersuchungen zur Verfügung.

Biogeochemischer Umsatz von organischer Materie:

Die Tiefsee umfasst über 90% des Gesamtvolumens der Ozeane und stellt den weltweit größten Lebensraum dar. Die Ökosysteme der Tiefsee haben wichtige Funktionen für biogeochemische Kreisläufe, z.B. die Regeneration von Nährstoffen. Des Weiteren enthält die Tiefsee das größte Reservoir an organischem Material auf der Erde und ist von besonderer Bedeutung für den globalen Kohlenstoffkreislauf, der letztendlich das Klima reguliert. Trotz ihrer wichtigen Rolle für globale Stoffkreisläufe, insbesondere den Kohlenstoffkreislauf, ist die Tiefsee vergleichsweise wenig erforscht. Insbesondere ist wenig über den Umsatz von gelöstem und partikulärem organischen Material bekannt. Die zu erwartenden Ergebnisse werden dazu beitragen, den Kohlenstofffluss in der Tiefsee besser verstehen zu können, da diese bislang erst wenig in den Klimamodellen vertreten sind. Somit könnten die Ergebnisse helfen mögliche Klimaschwankungen einzuschätzen.

the benthic communities of invertebrates in the study area helps in the long run to monitor deep-sea biodiversity and will give insights into the dispersal ability of certain sessile and holobenthic animals in the deep sea. Specimens will be sampled with the help of a geological dredge, TV-grab, and TV-multicorer. All material sampled will be deposited at the Museum für Naturkunde Berlin and will therefore be available for future studies by other scientists as well.

Biogeochemical Organic Matter Cycling:

The deep sea occupies 90% of the marine environment and is the world's largest biome. It has vital regulatory functions for the entire biosphere by, for example, buffering biogeochemical circulation and regenerating nutrients. Since the deep ocean is also the largest reservoir of organic carbon on earth, it is of particular importance for the global carbon cycle ultimately regulating earth's climate. Despite this importance, the deep sea is not well explored. In particular, little is known about the origin and fate of dissolved and particulate organic matter in the deep sea. To this end, the focus of this project will be the biological and biogeochemical processes that potentially contribute to organic matter in the deep Indian Ocean. Expected results will help to better understand and constrain carbon fluxes in the deep ocean, which to date are not well represented in global climate models and which will facilitate efforts to estimate of future climate variations.

Wissenschaftliches Programm

Die Ziele der Reise zum Kerguelen Plateau sind zweifältig:

1) Studium der Variationen in Fließpfaden und Intensitäten der tiefen und Bodenwassermassen als Reaktion auf tektonische Prozesse und Klimavariabilität; dies ist der Fokus der Reise, und 2) die Erfassung wichtiger pre-site survey Daten für einen IODP Bohrantrag.

Ziel 1: Variationen in Fließpfaden und Intensitäten der tiefen und Bodenwassermassen. Mittels der zu erfassenden seismischen und geologischen Daten wollen wir die folgenden Hypothesen testen:

Hypothese 1:

Tektonische Bewegungen waren der Hauptfaktor, welcher die Fließpfade des AABW/DWBC während des Känozoikums kontrollierte, während die Intensität des ACC primär durch Modifikationen im Klima beeinflusst wurde.

Hypothese 2:

Während bereits im frühen Paläogen kaltes Bodenwasser östlich des Tasman Gateways beobachtet werden kann, traten westlich des Gateways im südlichen Indischen Ozean vorherrschend warme Wassermassen während des Eozän-Oligozäns auf. Die tektonische Entwicklung des Kerguelen Plateaus in der späten Kreide und im Känozoikum hat signifikante Veränderungen in den Fließpfaden der Tiefen und Bodenwassermassen verursacht, welche über die Untersuchung von Sedimentdrifts detailliert rekonstruiert werden können. Öffnung, Verbreiterung und Vertiefung des Tasman gateways sowie der Drake Passage hatten einen signifikanten Effekt auf die Fließpfade von AABW und ACC. Entwicklung und Modifikationen im ACC selber beeinflussten die Lage der ozeanogra-

Scientific Programmes

The overarching objectives of the cruise to the Kerguelen Plateau are twofold:

1) to study variations in flow paths and intensities of deep and bottom water masses in response to tectonic movements and climate variability; this is the major focus of the cruise, and 2) to collect critical pre-site survey data for the preparation of an IODP drilling proposal.

Objective 1: Variations in pathways and intensities of deep and bottom water masses. Retrieving the proposed seismic and geologic data we want to test the following two hypotheses:

Hypothesis 1:

Tectonic movements were the major factors controlling the pathway of AABW/DWBC during the Cenozoic, while the intensity of the ACC was mainly influenced by modifications in climate.

Hypothesis 2:

While colder bottom water activity can be observed east of the Tasman Gateway already in the early Paleogene, warm water masses, and hence no bottom water, prevailed west of the gateway in the southern Indian Ocean prior to the Eocene-Oligocene boundary. The tectonic development of the KP during the late Cretaceous and Cenozoic has led to significant modifications in the flow paths of deep and bottom water masses that can be reconstructed studying sediment drifts in great detail. Opening, widening and deepening of the Tasman Gateway and the Drake Passage have had a significant effect on flow paths of AABW and the ACC in particular. Development and modifications in the ACC itself primarily influenced the location of the oceanographic frontal system

phischen Fronten um die Antarktis herum und verlagerten so Depotzentren. Die Reise SO272 wird diese Depotzentren mittels seismischer Profilarbeiten identifizieren und kartieren, um die Änderungen in den Fließpfaden der Wassermassen und Intensitäten als Funktion der Zeit zu rekonstruieren. Weiterhin wird auf diese Weise die früheste Aktivität der Wassermassen dokumentiert.

around Antarctica relocating sedimentary depocentres. This cruise aims to identify and map these depocentres, by seismic profiling to reconstruct changes in water mass pathways and intensities through time. Collecting a high-resolution seismic grid we intend to identify the first traces of AABW, ACC, and DWBC activity on the Kerguelen Plateau.

Der Hauptfokus wird auf der Klimadynamik und den tektonischen Entwicklungen des Eozäns-Oligozäns liegen, als das Klima sich vom Treibhaus zum Kühlhaus entwickelte.

Major focus will be on the climate dynamics and tectonic development in the Eocene to Oligocene when climate shifted from greenhouse to icehouse conditions.

Ziel 2: Pre-site survey für einen IODP Bohrantrag. Unterstützt durch die geplanten seismischen Profilarbeiten und die geologischen Proben werden wir einen IODP Bohrantrag entwickeln, um die Driftsedimente des zentralen Kerguelen Plateaus und des Labuan Beckens zu erbohren.

Objective 2: Pre-site survey for an IODP proposal supported by the proposed seismic survey and geological sampling of the surface deposits, we plan to write an IODP drilling proposal to recover the drift deposits in the Ragatt Basin on the northern SKP and in the Labuan Basin.

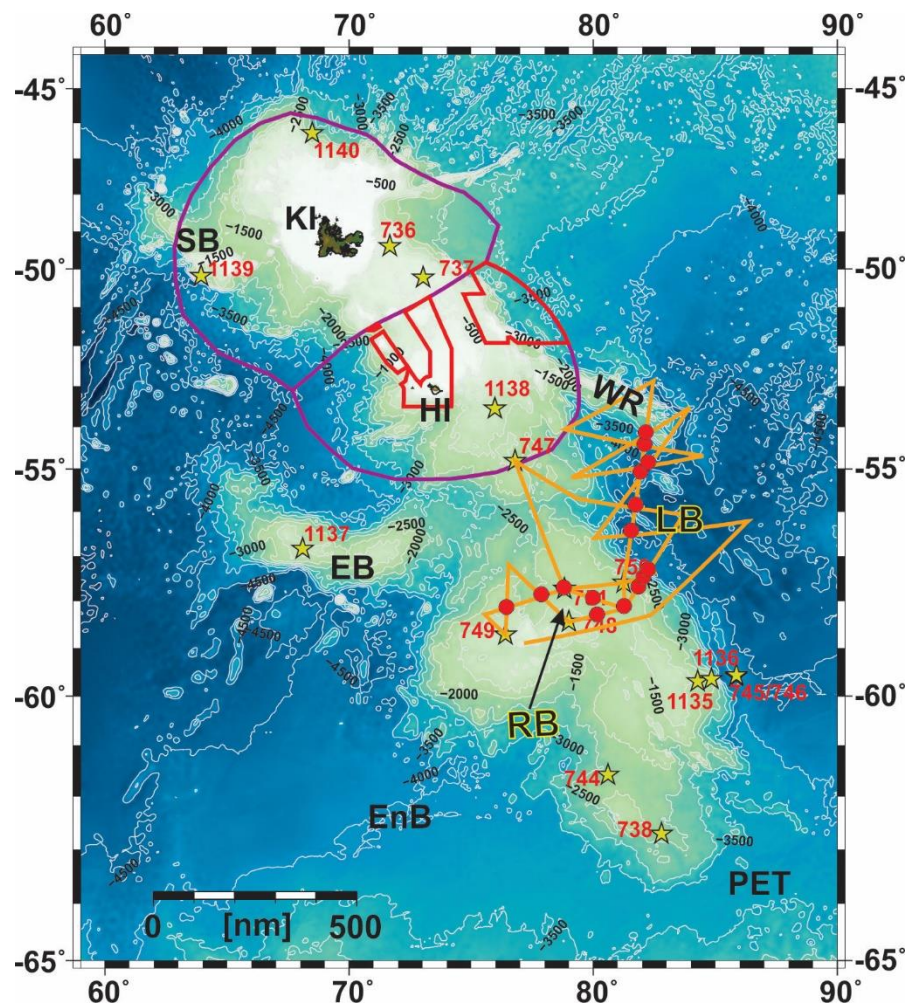


Abb. 2 Das Arbeitsgebiet der Reise SO272.

Fig. 2 The working area of cruise SO272.

Arbeitsprogramm

Um die Hypothesen hinsichtlich Variationen in Fließpfaden und Intensitäten der tiefen und Bodenwassermassen zu überprüfen, werden wir ein Gitter von seismischen Profilen erfassen und 15 Sedimentkerne an ausgewählten Lokationen zwischen dem zentralen Kerguelen Plateau und dem Williams Ridge nehmen.

Dieses Gebiet ist besonders für die Beantwortung der im Rahmen dieser Studie gestellten Fragen geeignet, da topographische Hochlagen wie das Kerguelen Plateau und der Williams Ridge zu einer Reduzierung der Fließgeschwindigkeit der Wassermassen und damit zur Ablagerung des von ihnen transportierten Sediments führen.

Das seismische Profilgitter und die Sedimentkerne werden die Charakterisierung der Lithologie und Datierung der ausbeißenden Schichten erlauben. Wir werden weiterhin die Lokationen der ODP Leg 120 Sites 747-751 mit den seismischen Profilen überdecken und mögliche Lokationen für einen neuen IDOP Bohrantrag auswählen.

Die Gewinnung von Sedimentkernen, die sich abseits der ODP Sites befinden, ist nötig, um die Sedimentzusammensetzung und die Datierung zu Tage tretender Sedimentschichten zu charakterisieren und die Interpretation von seismischen Profilen zu unterstützen.

Parasounddaten, welche detaillierte Informationen über die obere 100 - 200m Sedimentsäule liefern, und Multibeam-Bathymetriedaten werden ebenfalls erhoben.

Work Programme

To test the hypotheses regarding variations in pathways and intensities of deep and bottom water masses, we will collect a grid of seismic profiles and a set of 15 sediment cores carefully selected during the cruise on the eastern KP between the CKP and Williams Ridge (WR).

This area is perfectly suitable for the objectives of this study because topographic highs like the KP and Williams Ridge reduce the speed of deep water masses flowing within the ACC and the AABW causing the deposition of large sediment piles.

The seismic grid and the sediment cores proposed here will help to characterise lithology and age of layers outcropping at the flanks of the drift deposits. We will collect a set of seismic profiles, which will cover the locations of ODP Leg 120 Sites 747-751 and allow the choice of appropriate sites for an IODP proposal in the Ragatt and Labuan basins.

Recovery of sediment cores located off the ODP sites are required to characterise the sediment composition and dating of outcropping sediment layers to facilitate and support the interpretation of seismic profiles.

Parasound, providing detailed seismostratigraphic information about the upper 100-200 m of the sedimentary column, and multibeam bathymetric data will also be collected.

Zeitplan / Schedule	Fahrt / Cruise SO272
	Tage/days
Auslaufen von Port Louis (Mauritius) am 12.01.2020 <i>Departure from Port Louis (Mauritius) 12.01.2020</i>	
Transit zum Arbeitsgebiet / <i>Transit to working area</i>	8
Messung des Geschwindigkeitsprofils in der Wassersäule <i>Sound velocity measurements in the water column (calibration of Parasound/EM122)</i>	1
Seismische Profilarbeiten im Gebiet des zentralen Kerguelen Plateaus sowie des Labuan Beckens und des Williams Ridge <i>Seismic profiling in the area of the central Kerguelen Plateau, the Labuan Basin and Williams Ridge</i>	26
Geologische Arbeiten im Arbeitsgebiet <i>Geological sampling in the working area</i>	7
Transit zum Hafen Kapstadt <i>Transit to port Cape Town</i>	10
	Total 52
Einlaufen in Kapstadt (Südafrika) am 03.03.2020 <i>Arrival in Cape Town (South Africa) 03.03.2020</i>	

Wissenschaftliches Programm

Hauptziel des Projektes "MARION" ist es, zu testen, ob dieses Plateau durch isostatischen Aufstieg eines verarmten Mantelresiduums aus einem früheren Aufschmelzereignis hervorgegangen ist. Wäre dies der Fall, würden große Areale (Tausende von km²) aus Mantelmaterial bestehen. Diese Hypothese werden wir durch großflächiges Kartieren und Beprobieren des Marion-Plateaus testen. Außerdem würde sich zeigen, dass die magmatische Kruste sehr dünn ist (< 2-3 km), was sich durch das Beprobieren von Transformstörungen testen lässt, an denen das Material der Kruste aufgeschlossen ist.

Falls dieses der Fall ist, bleibt anomal verarmtes, residuales Mantelmaterial die einzige Erklärung für den Aufstieg des Marion Plateaus.

Um die Ziele des Projektes zu erfüllen, konzentrieren wir uns auf 5 Arbeitsgebiete in unterschiedlichen Segmenten des ultraslangsam spreizenden Rückensystems in der Umgebung des Marion Rises, die im Rahmen von 2 Legs in internationaler Zusammenarbeit untersucht werden. Leg 1 ist bereits durch unsere amerikanischen Partner durchgeführt worden und zielte auf die Untersuchung von 2 Arbeitsgebieten ab (Fahrt TN365 mit RV Thomas G. Thompson vom 18.02.2019 bis 28.03.2019). Leg 2 (Fahrt SO273 mit FS SONNE) wird die übrigen Arbeitsgebiete bearbeiten.

Wir planen großflächige Kartierungen (Bathymetrie via Multibeam, Geomagnetik und Gravimetrie), in Verbindung mit Probenahmen durch ROV Marum Quest und Dredgen. Die 5 Arbeitsgebiete wurden über Satellitengravimetrie identifiziert, die sowohl symmetrische als auch asymmetrische Spreadingsegmente einschließen, letztere mit mittlerer bis niedriger Schmelzbildung. In diesen

Scientific Programme

The main objective of this proposal is to test the hypothesis that the Marion Rise is isostatically supported by ancient residues from a prior mantle-melting event, as opposed to thick crust and hot mantle associated with a near-ridge mantle plume. We will test this by sampling and mapping the Marion platform extending out into the rift-mountains and will determine if large areas of exposed peridotite mantle (1000's km²) occur. By sampling fault exposed sections, we will test if the crust elsewhere is thin (<2-3 km).

If this is the case, the only remaining explanation for the Marion Rise is the presence of an anomalously depleted mantle source.

To achieve the scientific goals of the project, we focus on 5 working areas in different segments of the ultraslow spreading ridge system near the Marion Rise which are investigated by two legs in the framework of an international cooperation. Leg 1 was performed by our American partners with cruise TN365 with RV Thomas G. Thompson from 18.02.2019 to 28.03.2019 covering two of 5 working areas. The remaining areas will be investigated by Leg 2, which is the cruise SO273 with RV SONNE.

We plan large scale mapping using the ship's multibeam, magnetometer and gravimeter and ground truthing by ROV-sampling and dredging. The 5 working areas were fixed based on satellite gravity and include segments with symmetrical and asymmetrical spreading at moderate to low melt flux. Here, we expect low-angle detachment faults that expose lower crust and mantle with the pot-

Gebieten erwarten wir auch ‚Low-angle Detachment Faults‘ mit dem Potential zur Bildung von ozeanischen Kernkomplexen, die es erlauben werden, die krustale Architektur und Krustenmächtigkeiten zu untersuchen.

Schwerpunkte von SO273 sind zum einen die hydroakustische Kartierung und detaillierte Beprobung von Arealen, in denen großflächig Mantelgestein erwartet wird, zum anderen die Kartierung/Beprobung der Discovery Transformstörung (Ermittlung der Krustendicke) sowie die Kartierung/Beprobung eines ozeanischen Kernkomplexes in einem der Arbeitsgebiete. Des Weiteren gehört zu den genannten Schwerpunkten die Beprobung von Lavaaufschlüssen und hydrothermalen Vents (Identifizierung über Kartierung) sowie die Rekonstruktion der krustalen Architektur.

Ein wichtiger Schwerpunkt des Projektes "MARION" ist die Analyse von Haupt-, Spurenelementen und verschiedener radiogener Isotopensysteme an Mantel-Peridotiten, um unsere Arbeitshypothese zu testen, ob die laterale Heterogenität des Mantels am SWIR in der Umgebung des Marion Rises das Ergebnis von Recycling von unterschiedlichen, alten Mantelbereichen darstellt, die einst einen Teil der Lithosphäre Gondwanas bildeten. Dazu sollen detaillierte geochemische Untersuchungen an den Mantelperidotiten vorgenommen werden, die mittels "Dredgen" und ROV-Beprobung in allen 5 Arbeitsgebieten beprobt werden.

Dabei verfolgen wir zwei unterschiedliche analytische Ansätze: (1) an der Universität Münster (Arbeitsgruppe A. Stracke) sind Haupt- und Spurenelementanalysen an Mineralseparaten der Peridotite mittels Elektronenstrahlmikrosonde und Laser-Ablations-ICPMS, sowie Hf-Nd Isotopenanalysen geplant. Diese Daten werden in Kombination mit detaillierten petrographischen Untersuchungen dazu beitragen, die Herkunft und Entwicklung des Erdmantels im Bereich des Marion Rises zu verstehen. (2) FU Berlin (Arbeitsgruppe H. Becker). In diesem Teilprojekt wird die Bestimmung der Häufigkeit

essential to develop oceanic core complexes that permit exploration of crustal architecture and thickness.

The main targets of SO273 are on the one hand the detailed mapping/sampling of large areas where mantle rocks are expected, on the other hand the mapping and sampling of the Discovery Transform Fault for estimating the thickness of the crust as well as the mapping/sampling of an assumed oceanic core complex in one working area. Further more one of the main targets are the sampling of lava exposures and hydrothermal vents identified by mapping and reconstruction of the crustal architecture.

It is one important focus of the project "MARION" to investigate the origin of the mantle that produces the Marion Rise by analyzing peridotites with different techniques. The geochemical studies will allow evaluation if the lateral heterogeneity of the SWIR mantle that produces the rise is the result of recycling of different ancient continental lithospheric mantle domains from beneath Gondwana. We plan to perform detailed geochemical investigations on mantle peridotites which will be sampled by dredging and ROV dives.

We follow two different analytical approaches: (1) University of Münster (working group A. Stracke). Here, the analysis of major- and trace elements of minerals separated from the peridotites will be performed, by using electron probe microanalysis and Laser Ablation ICPMS, as well as the determination of Hf-Nd-isotope ratios. These data in combination with detailed petrographical investigations will lead to deep insights into the origin and evolution of the Earth's mantle in the Marion Rise area. (2) FU Berlin (working group H. Becker): The determination of abundances of the radiogenic isotope ¹⁸⁷Os

des radiogenen Isotopes ^{187}Os und die Konzentrationen und Verteilungsmuster anderer Platingruppenelemente in den mit SO273 beprobten Mantelgesteinen Auskunft über das Alter der Schmelzextraktion und die nachfolgende Metasomatosegeschichte des Mantels unter dem SWIR liefern. Mit Rhenium-Osmium-Modellaltern und der Zusammensetzungen der Platingruppenelemente und anderer Elemente in den Gesteinen lassen sich, in Verbindung mit der räumlichen Verteilung der Gesteinsproben, die oben genannten Kernhypothesen des Verbundprojekts testen.

Basalte und insbesondere vulkanische Gläser sollen entlang der Achse beprobt und geochemisch untersucht werden, um die Magmenbildung und die Mantelquellen der Schmelzen zu bestimmen (Universität Erlangen, Arbeitsgruppe K. Haase). Die Beziehung zu den ebenfalls beprobten Mantelgesteinen sollen definiert werden, wobei wir davon ausgehen, dass die basaltischen Magmen homogener sein werden als die Peridotite, da die Mischung von Schmelzen zu einer Homogenisierung führt. Die Basalte geben uns Hinweise auf die Aufschmelzprozesse, die maßgeblich von der Zusammensetzung und der Temperatur des Mantels gesteuert werden. Damit erwarten wir wesentliche Aussagen über die Genese des Marion Rise. Dafür werden wir nach der Ausfahrt umfangreiche analytische Arbeiten an basaltischen Gesamtgesteinsproben und Gläsern aus allen Arbeitsgebieten durchführen (Haupt- und Spurenelementuntersuchungen mit Elektronenstrahlmikrosonde und Lösungs-ICP-MS, sowie Sr-Nd-Hf-Pb Isotopenanalysen mittels TIMS und MC-ICP-MS). Die geochemischen Daten werden einen wichtigen Beitrag zur Genese und Verteilung der Mantelquellen am Marion Rise geben. Die Spurenelementanalysen der Gläser werden eine grundlegende Untersuchung der Schmelzbildungsprozesse am Marion Rise erlauben.

Die strukturelle und analytische Untersuchung von Gabbros, dem typischen Gestein der ozeanischen Unterkruste, ist Fokus der Arbeitsgruppe der Universität Hannover (Ar-

and concentrations and patterns of other platinum group elements in mantle rocks sampled by SO273 will constrain the timing of previous melt extraction events and subsequent metasomatic re-enrichment processes in the mantle underneath and exposed at the SWIR. The rhenium-osmium model ages, platinum group element patterns and other element abundances in combination with the spatial distribution of the samples will permit testing the above-mentioned core hypotheses of the project.

We plan to sample basalts and volcanic glasses along the ridge axis and to apply an extensive post-cruise analytical programme in order to study the magma formation and the mantle sources of the magmas (University of Erlangen; working group K. Haase). The relation of the melts to the ultramafic rocks that will also be sampled will provide important evidence on the melting and mixing processes. We assume that the basalts will be less heterogeneous than the peridotites due to the blending of the melts during ascent. The basalts will yield insights into the melting processes along the axis that largely depend on the mantle composition and temperature. Thus, we expect important results from the study of basaltic rocks and new ideas on the formation of Marion Rise. For this, we plan to analyse basalt whole rocks and basaltic glasses for major and trace elements (electron microprobe, laser- and solution ICP-MS) as well as for Sr-Nd-Hf-Pb isotope compositions using TIMS and MC-ICP-MS, respectively. The geochemical data will provide a substantial contribution to the genesis and contribution of mantle sources underneath Marion Rise.

Focus of the working group at the University of Hannover (working group J. Koepke) is the structural and analytical investigation of gabbros, which is the characteristic lithology

beitsgruppe J. Koepke). Gabbros werden insbesondere in ozeanischen Kernkomplexen erwartet, deren genaue strukturelle Anbindung an die anderen Einheiten der ozeanischen Kruste (Mantelgesteine im Liegenden; Vulkanite im Hangenden; Natur der Dike/Gabbro Transition) durch die geophysikalischen Kartierungen und ROV-Beprobung geklärt wird. Im postcruise Programm sind intensive petrographische und analytische Untersuchungen geplant (Haupt- und Spurenelemente; Sr, Hf, Nd, Pb, O Isotope, sowie Mineralanalysen mit der Elektronenstrahlmikrosonde als auch EDX Element Mapping mittels FI-SEM). Die Ergebnisse dieser Daten in Zusammenhang mit detaillierten petrographischen Untersuchungen werden dazu beitragen, die magmatische und metamorphe Entwicklung der unteren Kruste von ultra langsam spreizenden Systemen im Bereich des Marion Rises zu verstehen. Intensive Zusammenarbeit auf diesem Gebiet existiert mit der WHOI-Arbeitsgruppe (Dr. H. Dick) und der University Wyoming (Dr. M. Cheadle).

Um hydrothermale Vents zu finden, werden 'Mini-Autonomous Plume Recorders' (MAPR) Surveys bei allen ROV-Tauchgängen und Dredge-Operationen durchgeführt (Verantwortlich: Universität Bremen, Arbeitsgruppe W. Bach). Im Falle von positiven Signalen planen wir hydrographische Surveys und den Einsatz von CTD-Wasserschöpfern, um Informationen über Art und Verbreitung hydrothermalen Quellen zu erhalten (Detektion von optischen und elektrochemischen Anomalien, Messung der Gehalte an gelöstem Methan). Nach der Ausfahrt werden rechnerische Ermittlung und graphische Darstellung der Verbreitung hydrothermalen Anomalien durchgeführt, sowie Isopyknen mittels der MAPR und CTD Daten berechnet. Die genommenen Wässer werden im ICP-MS Labor der Universität Bremen auf ihre Metallgehalte analysiert. Mangan- (und eventuell Eisen-) Konzentrationen geben weitere Aufschlüsse über Art und Intensität des Hydrothermaleintrags.

of the oceanic lower crust. We expect gabbros to be especially exposed in oceanic core complexes (OCC's). The structural relations to the hanging wall (volcanics, dike-gabbro transition) and to the footwall (mantle rocks) will be highlighted by large scale mapping and ROV sampling. For post-cruise research we plan intense petrographical and analytical investigations (bulk major and trace element geochemistry, Sr, Hf, Nd, Pb, O isotopes, mineral analyses using EPMA and EDX element mapping using FI-SEM). The combined results together with a detailed petrographic investigation will lead to an understanding of the magmatic and metamorphic evolution of the lower crust from ultra-slow spreading systems near the Marion Rise. Intense collaboration in this subtheme will be performed with the groups of WHOI (Dr. H. Dick) and University of Wyoming (Dr. M. Cheadle).

Mini-Autonomous Plume Recorders (MAPR) attached to all ROV-dives and dredge operations will help to detect hydrothermal vents (responsible University of Bremen; working group W. Bach). In case of detection we plan the performing of hydrographic surveys using CTD/water sampler, in order to get information about type and regional distribution (detection of optic and electrochemical anomalies, amounts of dissolved methane). After the cruise computational and graphical evaluations of the hydrothermal anomalies will be performed. The sampled water will be analysed for metals in the ICP-MS lab of the University Bremen. Concentrations of manganese and eventually iron will shed light on the nature and intensity of the hydrothermal input.

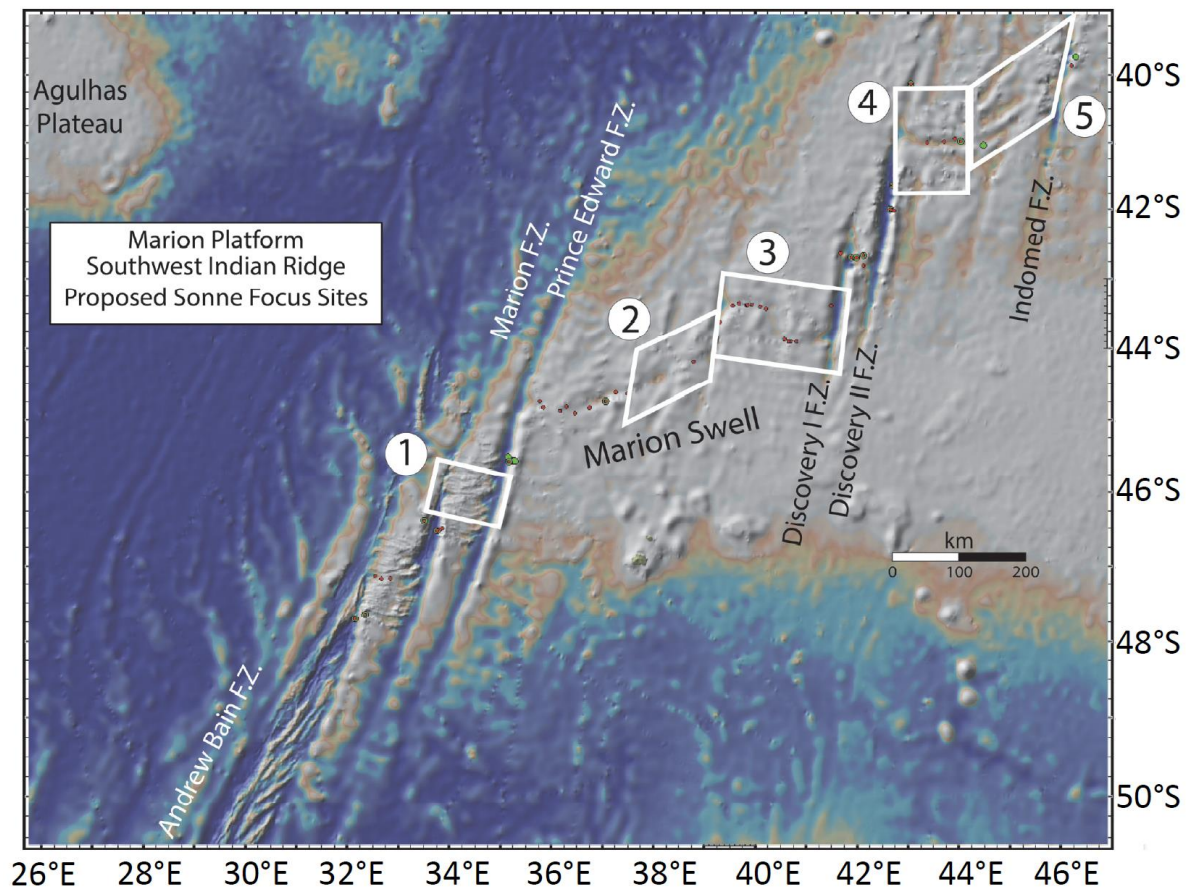


Abb. 3 Das Arbeitsgebiet der Ausfahrt SO273 liegt im südlichen Indischen Ozean in der Umgebung des Marion Plateaus (Marion Swell). Die Hauptarbeitsgebiete sind in weiß markiert. Die Arbeitsgebiete 4 und 5 wurden bereits durch Leg 1 untersucht (Fahrt TN365 mit RV Thomas G. Thompson vom 18.2. bis 28.3.2019). Leg 2 (diese Fahrt SO273 mit FS Sonne) fokussiert sich auf die übrigen Arbeitsgebiete.

Fig. 3 The working area of cruise SO273 lies in the Southern Indian Ocean in the environment of the Marion Swell. The white boxes show the main working areas. Areas 4 and 5 have been investigated by Leg 1 (Cruise TN365 with RV Thomas G. Thompson from 18.2. to 28.3.2019). Leg 2, this cruise (SO273 with FS Sonne) focus on the remaining working areas.

Arbeitsprogramm

Ein wesentliches Ziel des Arbeitsprogramms ist das Erstellen von geologischen Karten mittels Bathymetrie, Geomagnetik und Gravimetrie. Um unsere Interpretationen der Karten zu verifizieren, aber auch um die verschiedenen Lithologien zu beproben (Peridotite, Gabbros, Basalte, hydrothermale Präzipitate) sind ROV (am Tag) und Dredge-Einsätze (nachts) geplant. Der ROV-Einsatz ist essentiell, um die lokale Variabilität der Lithologien abzuschätzen und auch für die Beurteilung der regionalen Differenziertheit, auch unter Berücksichtigung der Dredge-Resultate. Da zum genauen Festlegen der Position der zu beprobenden Targets die zu erstellenden Karten absolut notwendig sind, können wir zum jetzigen Zeitpunkt noch keine genauen Positionen für die Sites angeben.

MAPR, die es ermöglichen, hydrothermal induzierte Signale im Wasser aufzuspüren, werden bei allen ROV-Tauchgängen und Dredgen eingesetzt. Falls die aufgezeichneten Daten auf aktive, hydrothermale Vents hinweisen, werden CTD/Wasserschöpfer eingesetzt, um potentielle Plumewässer für die chemische Analyse zu beproben. Für den Fall, dass hydrothermale Quellen aufgespürt werden, sind ROV Tauchgänge für die Beobachtung und Beprobung der hydrothermalen Vents geplant.

Unser Arbeitsgebiet umfasst die westliche Region des Marion Plateaus zwischen der Marion und Indomed Fracture Zone. Wir haben 5 Arbeitsgebiete festgelegt: Arbeitsgebiet 1 ist ein orthogonal spreizendes magmatisches Rückensegment und stellt eine große Lücke in dem bereits vorhanden Probeninventar des Marion Rises dar. Da von diesem Gebiet bereits Fächerlot-bathymetrische Karten zur Verfügung stehen, beschränken wir uns auf das Einholen von Dredgen: Wir planen zwei Dredgen auf der neovulkanischen Zone zum Beprobieren von Basalten bzw. basaltischen Gläsern und zwei auf den vom

Work Programme

Our main working programme is to establish geological maps by performing surveys where simultaneously multibeam bathymetry, geomagnetics and gravimetry will be applied. For ground truthing our interpretations of the maps to be obtained and for sampling the different rock types (peridotites, gabbros, basalts, hydrothermal precipitations) we will use the ROV at day and dredging at night or as alternative strategy. The ROV is essential for examining the local scale variability of lithologies, and for comparison in terms of the regional variability determined from dredging. Since we need the bathymetric maps to be obtained for defining our targets for ROV diving and dredging, we cannot provide exact positions for the sites currently.

MAPR, designed to pick up hydrothermally induced water column anomalies in turbidity, temperature, and reduction/oxidation potential (Eh) will be employed during the ROV dives and dredging, and data will be evaluated immediately after termination of the stations. In case that hydrothermal signals are detected, CTD/water rosette casts will be conducted to sample plume waters for chemical analyses. Once a possible vent site has been constrained, we will then use the ROV to search for, observe and sample potential hydrothermal mounds.

Our proposed work area focuses on the western region of the Marion Platform between the Marion and Indomed Fracture Zones. We have selected 5 areas for focused study. Area 1 is an orthogonal spreading magmatic ridge segment and represents a major gap in the sampling of basalts along the Marion Platform, with insufficient data to determine its isotopic makeup. As this segment has been previously swath mapped, and its morphology indicates that it is a relatively robust symmetrically spreading magmatic segment, we propose to deploy two dredges on the present day axis of the neovolcanic zone, and

Riftgraben abgewandten Hängen zur Beprobung von Peridotiten. Für das Dredge-Programm planen wir einen Tag ein (4 Dredgen). Laut Satelliten-Bathymetrie handelt es sich bei Arbeitsgebiet 2 um ein "schiefes" Segment (35° Abweichung von der Orthogonalen zum Spreizungsvektor). Ähnliche Segmente mit "schrägem" Spreading exponieren große Areale von Mantel-Peridotit mit nur geringem Basaltanteil. Hier planen wir ein großflächiges Kartier-Programm (Bathymetrie, Magnetik, Gravimetrie). Die Überprüfung unserer Interpretationen bzgl. der Lithologie, planen wir mittels ROV (tagsüber, insgesamt 5 Tauchgänge) und Dredgen (in der Nacht). Das ROV soll auch zur fokussierten Probenahme eingesetzt werden (z.B. Lava-dome hydrothermale Vents und Störungssysteme).

Arbeitsgebiet 3 hat entsprechend der satelliten-gravimetrischen Interpretation eine ungewöhnliche Morphologie: zwei benachbarte Rift-Täler sind durch ein 40 km langes links-seitiges 'Transform Offset' mit der Ausbildung von N-S streichenden domartigen Strukturen getrennt. Diese Geometrie entspricht der einer Detachmentstörung, bei der gestörte vulkanische Kruste in die eine, während mit Korrugationen versehene untere Kruste bzw. Mantel in die entgegengesetzte Richtung spreizt (Anlage von ozeanischen Kernkomplexen). Unser erweitertes Kartier-Programm sowie eine fokussierte Beprobung wird die genaue Architektur und Stratigraphie dieser Komplexe klären, und auch, ob es sich hier um sehr dünne oder gar fehlende Kruste handelt. Dieses Gebiet wird im Osten durch die Discovery I Fracture Zone begrenzt: Hier planen wir ROV-Tauchgänge, um die vertikale Krusten-Struktur zu klären. Wir planen insgesamt 7 ROV-Gänge (Nacht- und Alternativprogramm: Dredgen).

Arbeitsgebiet 4, ein orthogonal spreizendes magmatisches Ridgesegment, und Arbeitsgebiet 5, ein ca. 200 km langes Segment, das sich durch "schiefes" Spreizen auszeichnet ($\sim 40^\circ$ Abweichung zum Spreading-Vektor) wurde bereits ausführlich durch das US Leg 1 (TN365; Februar/März 2019) kartiert

two dredges on the rift valley walls, allocating 1 day (~ 4 dredges) for this purpose. The satellite-derived bathymetry indicates that Area 2 is a highly oblique segment, oriented at $\sim 35^\circ$ from the orthogonal to the spreading direction. Similar oblique segments on the eastern and western SWIR expose large areas of mantle peridotite with only scattered basalts. Here, we plan our mapping programme (multibeam bathymetry, gravimetry, geomagnetics). ROV dives, together with dredging at night, are planned to groundtruth our interpretations with respect to assumed lithologies obtained from the mapping programme. In addition, the ROV will also be used for focused sampling (e.g., lava domes, hydrothermal mounds, fault systems). We plan 5 ROV dives.

Area 3 has an unusual morphology in a satellite gravity map where two adjacent rift valleys are separated by a 40-km left-lateral transform offset at $40^\circ 20' E$, accompanied by asymmetries in the bathymetry that suggest large lineated N-S domal complexes bounded by left-lateral transform offsets. This geometry is consistent with oceanic detachment faults where block-faulted ridge-parallel volcanic crust spreads in one direction, and orthogonally lineated lower crust and mantle spread in the opposite direction forming a core complex. Swath, magnetic and gravimetric mapping as well as focused sampling over these core complexes will determine their origin, and if they expose stratigraphy consistent with a region of thin or missing crust. Moreover, Area 3 is cut at its Eastern part by the Discovery I Fracture Zone which will be investigated and sampled by ROV in order to shed light on the vertical crustal architecture (thickness of the crust). We plan 7 ROV dives in Area 3 and dredging at night.

Area 4, an orthogonal spreading magmatic ridge segment, and Area 5, a 200 km long oblique segment trending $\sim 40^\circ$ from the spreading direction, has been mapped for bathymetry, geomagnetics and gravimetry during the Leg 1, the US cruise TN365 performed in February/March of this year. The

(Bathymetrie, Geomagnetik und Gravimetrie) und mit Dredgen beprobt. Diese Untersuchungen ergaben, dass große Areale abseits der neovulkanischen Zone aus Mantelperidotit bestehen und nur sehr wenig Basalt enthalten, ein Hinweis darauf, dass das Magmabudget an diesem Segment extrem niedrig war, mit nur sehr dünner bzw. fehlender Kruste.

Während TN365 wurden 5 Tauchgänge mit dem US AUV Sentry durchgeführt, jeweils mit spezifischen geologischen Fragestellungen. Diese AUV-Karten stellen die Basis für detaillierte ROV-Beprobungen dar, die bei SO273 durchgeführt werden sollen. Vier ROV-Tauchgänge fokussieren auf das Rift-Tal (Vulkanite, hydrothermale Vents) und drei auf Kernkomplexen (Dredgen bei Nacht; sowie CTD, falls durch MAPR angezeigt).

mapping and dredge programme, revealed that large areas away from the neovolcanic zone are consisting of mantle peridotite, with little basalt, especially on the axis, confirming very low magma budgets and thin or missing crust on the crest of the Marion Rise.

During TN365, five dives with the US AUV Sentry were performed, each aimed at addressing specific geological questions. These AUV maps provide the basis for a detailed ROV sampling during SO273: 4 ROV dives focus on the rift valley (volcanics, hydrothermal vents) and 3 ROV dives on core complexes. For the night, we plan dredging and CTD, if indicated by MAPR.

Zeitplan / Schedule**Fahrt / Cruise SO273**

	Tage/days
Auslaufen von Kapstadt (Südafrika) am 06.03.2020 <i>Departure from Cape Town (South Africa) 06.03.2020</i>	
Transit zum Arbeitsgebiet 1 / <i>Transit to working area 1</i>	3.6
Arbeitsgebiet 1: Dredgen at 6 Stunden pro Dredge, 4 Dredgen <i>Working area 1: Dredging at 6 hours each, 4 dredges</i>	1
Transit zum Arbeitsgebiet 2, 3 <i>Transit to working area 2, 3</i>	0.6
Arbeitsgebiet 2, 3: Kartieren (Multi Beam, Magnetometer, Gravimeter) <i>Working area 2, 3: Mapping (multi beam, magnetometer, gravimeter)</i>	10
Arbeitsgebiet 2, 3: ROV Beprobung; Sites werden entsprechend der Multi Beam Karten festgelegt. Fokusse sind axiale Täler (Vulkanite und hydrothermale Mounds), Core Komplexe, Faultsysteme, Discovery Fracture Zone. Dredgen/CTD at night	12
<i>Working area 2, 3: ROV sampling; sites to be determined according to the multibeam maps. Foci are axial valleys (volcanics and hydrothermal mounds), core complexes, fault systems, and the Discovery Fracture Zone. Dredging/CTD at night</i>	
Transit zum Arbeitsgebiet 4, 5 <i>Transit to working area 4, 5</i>	0.5
Arbeitsgebiet 4, 5: ROV Beprobung basierend auf den AUV Karten, die durch US cruise Leg 1 (TN365) fertig gestellt wurden; 4 ROV Tauchgänge fokussieren auf axiale Täler (Vulkanite und hydrothermale Vents); 3 ROV Tauchgänge fokussieren auf Core Complexes. Dredgen/CTD at night	7
<i>Working area 4, 5: ROV sampling based on AUV maps made by US cruise Leg 1 (TN365): 4 ROV dives focus on rift valley (volcanics, hydrothermal vents); 3 ROV dives focus on core complexes; dredging/CTD at night</i>	
Transit zum Hafen Durban (Südafrika) <i>Transit to port Durban (South Africa)</i>	3.3
Total	38
Einlaufen in Durban (Südafrika) am 12.04.2020 <i>Arrival in Durban (South Africa) 12.04.2020</i>	

Wissenschaftliches Programm

Geologie:

Die geologischen Arbeiten der FS SONNE-Reise SO274 konzentrieren sich auf die Rolle des submarinen Madagaskar-Rückens (Südwest-Indik) beim Aufbruch des Urkontinents Gondwana und untersuchen die konkurrierenden Modellvorstellungen von thermisch versus kompositionell induzierter Aufschmelzung des Erdmantels und Krustenhebung. Die Zusammensetzung des magmatischen Basements des Madagaskar-Rückens ist unbekannt. Die gegenwärtigen Annahmen reichen von kontinentaler bis hin zu hotspot-bezogener aсейsmischer Kruste oder einer Mischung dieser beiden Krustentypen. Das Basement des Madagaskar-Rückens könnte aber auch aus aufgewölbtem Mantel bestehen, da im Süden des Madagaskar-Rückens entlang des Südwestindischen Rückens (SWIR) durch vorherige Schmelzereignisse stark verarmtes, weniger dichtes Mantelmaterial dominiert. Mit den während SO274 geplanten bathymetrischen Kartierungen und Hartgesteinsbeprobungen im Bereich des Madagaskar-Rückens soll zur Beantwortung des folgenden Bündels von Fragestellungen beigetragen werden:

*Wie ist das magmatische Basement des Madagaskar-Rückens zusammengesetzt (kontinental, basaltisch, peridotitisch)? Gibt es Übergänge zwischen verschiedenen Krustentypen entlang des Rückens? Wie weit erstreckt sich kontinentale Kruste im Süden der Insel Madagaskar? Variiert die chemische Zusammensetzung des magmatischen Basements entlang des Rückens und spiegelt damit variable Quellzusammensetzungen wider? Wie ist die Zusammensetzung des Rückens verglichen mit Flutbasalten an Land und der heutigen Marion-Insel?

Eine Rekonstruktion des Ursprungs des Madagaskar-Rückens kann nur auf Grundlage einer Gesteinsbeprobung des Rückens und assoziierter Strukturen erfolgen. Ein umfas-

Scientific Programme

Geology:

The geological investigations of R/V SONNE cruise SO274 focus on the role of the submarine Madagascar Ridge (Southwest Indic) during Gondwana breakup and explores the competing roles of thermally versus compositionally driven mantle melting and crustal uplift. The composition of the igneous basement of the ridge is unknown and present assumptions range from continental to hotspot related aseismic ridge crust or a transition of the two aforementioned types of crust but could also be dominated by uplifted mantle due to the long-term dominance of buoyant, previously melt depleted mantle along the Southwest Indian Ridge (SWIR). With the planned mapping and sampling survey of the Madagascar Ridge we want to contribute to the following overarching cluster of scientific questions:

**What is the composition (continental, basaltic, peridotitic) of the igneous basement of the Madagascar Ridge? Are there transitions between different crustal types along the ridge? How far does continental crust reach south of Madagascar Island? Does the geochemical composition of the igneous basement vary along the ridge reflecting variable source origins or proximity to the SWIR through time? How do they compare compositionally with the onshore flood basalts and today's Marion island?*

A solid interpretation on the origin of the Madagascar Ridge requires direct probing. Comprehensive geochemical data are crucial to fully explore the variety and significance

sender geochemischer Datensatz ist entscheidend, um Variabilität und Signifikanz der Magmenquellen zu charakterisieren, die den Madagaskar-Rückens gebildet haben.

*Stammen die magmatischen Gesteine des Madagaskar-Rückens aus einer flachen oder einer tiefen Mantelquelle? Ist das Basement des Rückens geochemisch zonierte und, wenn ja, kann diese Zonierung mit einer tiefen zonierte Quelle an der Grenze zum afrikanischen "Superswell" korreliert werden? Eine langzeitige geochemische Zonierung von Mantelplumes ist bisher in erster Linie für mit dem pazifischen "Superswell" assoziierten Hotspotvulkanismus dokumentiert. Außerhalb des Pazifiks wurde nur für die Tristan-Gough-Hotspot-Spur eine solche langzeitige Zonierung der Plumequelle nachgewiesen, die mit dem afrikanischen "Superswell" verbunden zu sein scheint (z.B. Rhode et al. 2013, *Geology* 41; Homrighausen et al., 2019, *Geochimica et Cosmochimica Acta* 254). Für den Indischen Ozean wurden bisher keine solchen Zonierungen dokumentiert, aber insbesondere in Gebieten nahe des afrikanischen "Superswells" wie dem Madagaskar-Rücken sind sie auch dort zu erwarten.

*Existiert eine Altersprogression entlang des Basements des Madagaskar-Rückens und, wenn ja, stimmt diese Alterprogression mit der auf Basis von magnetischen Anomalien rekonstruierten Plattenbewegung überein? Wie viel jünger als die darunter liegende ozeanische Kruste ist der Madagaskar-Rücken, und wie weit weg vom Spreizungszentrum bildete er sich? Die Kenntnis des Alters des Basements des Madagaskar-Rückens ist essentiell, um die Hotspothypothese zu testen und um plattentektonische Modelle zu verfeinern. Im Falle des Hotspotmodells liefern die Basementalter auch wichtige Informationen über Altersunterschiede zwischen der Hotspotkruste und der darunter liegenden Kruste. Diese wiederum erlauben Rückschlüsse auf die Länge der Schmelzsäule als Funktion des Alters der ozeanischen Lithosphäre.

of source materials suggested to form the core of the Madagascar Ridge.

**Is the basement of the Madagascar Ridge geochemically zoned? If so, can this be related to a zoned source at depth along the boundary of the African superplume? Do the magmatic rocks of the Madagascar Ridge originate from a shallow or deep mantle source? Long term geochemical zonation of mantle plumes is thus far primarily documented for hotspot volcanism associated with the Pacific Superswell on relatively fast moving plates. Outside the Pacific only the Tristan-Gough track in the slow spreading South Atlantic has been shown to possess such a long-term chemical zonation of the plume source which seems connected to the African Superswell (e.g. Rhode et al. 2013, *Geology* 41; Homrighausen et al, 2019, *Geochimica et Cosmochimica Acta* 254). No such zonations are documented for the Indian Ocean and ultraslow spreading crust but are quite likely in the realm of the African Superswell as is the case for the Madagascar Ridge.*

**Is there an age progression along the ridge? If so, is the progression of basement ages in accordance with plate motions derived from magnetic spreading anomalies? How much younger is the Madagascar Ridge with respect to the underlying ocean crust and how far away from the spreading center did the aseismic ridge form? Knowing the age of the basement of the Madagascar Ridge based on geochronological (and magnetic data) is essential to test the hotspot hypothesis and to refine plate reconstructions. In case of the hotspot model, basement ages will also provide critical information on age differences between underlying crust and hotspot crust and will allow independent inferences on the melt column length as a function of the ocean crustal lid.*

*Falls Mantelgesteine bzw. abyssale Peridotite beprobt werden, sind wichtige Fragen, wie häufig sie am Madagaskar-Rücken auftreten und in welchem Bezug sie zu assoziierten magmatischen Gesteinen stehen. Größere Vorkommen von Mantelgesteinen am Madagaskar-Rücken würden die Hypothese stützen, dass er durch Aufwölbung von durch vorherige Schmelzereignisse stark verarmtem, weniger dichtem Mantelmaterial gebildet wurde und damit ein neues Modell zur Bildung aseismischer Rücken manifestieren.

*Was ist die Natur des südlichen Ausläufers des Madagaskar-Rückens, die sein südliches Ende mit dem SWIR verbinden? Ist dies ein aseismischer Rücken mit geringem Volumen und, wenn ja, bewegt sich Material des Marionplume unter dem SWIR hindurch nach Norden? Im dem Fall, dass tertiäre SWIR-Kruste beprobt wird, soll überprüft werden, in wie weit hier abyssale Peridotite anstehen, und die chemische Entwicklung des SWIR über geologische Zeiträume charakterisiert werden.

Wir glauben, mit diesem Ansatz offene Fragen über den Ursprung des Madagaskar-Rückens beantworten zu können und damit wichtige Beiträge zu grundlegenden Fragen der Geowissenschaften zu leisten. Dazu zählt, in wie weit Aufschmelzen von Mantelmaterial durch Temperaturerhöhung oder seine Zusammensetzung ausgelöst wird und in welchem Ausmaß bathymetrische Anomalien nicht direkt durch große Schmelzereignisse, sondern durch Aufwölbung von stark verarmtem Mantel gebildet werden. Dies ist nicht nur ein wichtiges Thema in der Grundlagenforschung, indem es zu einem besseren Verständnis des "Systems Erde" beiträgt, sondern damit werden auch grundlegende Daten über die Zusammenhänge zwischen magmatischer und vulkanischer Aktivität und deren Einfluss auf Umwelt, Klima- und Ökosysteme generiert.

**In the case that abyssal peridotites are encountered, how frequent do they occur and if present, what is their relation to associated magmatic rocks? Significant occurrences of mantle rocks in the basement of the Madagascar Ridge would support the model of mantle buoyancy by earlier melt depletion and manifest a new class of aseismic ridge formation.*

**What is the nature of the southern extension of the Madagascar Ridge connecting its southern termination with the SWIR? Is it a low volume aseismic ridge? If so, how did Marion Plume material transgressed northward across the SWIR? In the case that Tertiary SWIR crust is sampled, it will be investigated to what extent abyssal peridotites are present and the chemical evolution of SWIR over geological time scales will be characterized.*

We believe to make significant contributions to solve outstanding questions concerning the origin of the Madagascar Ridge but also to more fundamental questions in Earth science as to whether mantle melting is driven by temperature or composition and to which extend bathymetric anomalies are caused by excess melting or uplift of buoyant, less dense mantle anomalies. This is not only an important topic in basic research contributing to a better understanding of the Earth system but also provides important data on the relations between magmatic and volcanic activity and their influence on environment, climate, and ecological systems.

Biologie:

Diese Untersuchungen zielen darauf ab, (1) die Diversität ausgewählter Tiergruppen der Benthosgemeinschaften des Madagaskar-Rückens aufzunehmen und zu beschreiben, da dies bislang noch nicht geschehen ist.

Wir werden uns auf die Gruppen Brachiopoda, Kinorhyncha, Loricifera, Tardigrada und fissurellide Gastropoda konzentrieren, die entweder sessile Filtrierer sind (Brachiopoda), mobile Detritivoren oder Bacteriophagen oder zur holobenthischen Meiofauna gehören (überragende Taxa). (2) Diese Untersuchungen zielen des Weiteren darauf ab, kryptische Arten mithilfe genetischer Untersuchungen zu entdecken und ihr biogeographisches Verteilungsmuster aufzudecken, insbesondere in der weltweit auftretenden Brachiopodengattung *Eucalathis* (molekulare Marker sind 12S, 16S, 18S und 28S rRNA). (3) Es steht an, die Hypothese zu überprüfen, ob ozeanische Rücken und ihre parallel dazu verlaufenden Meeresströmungen für die Ausbreitung benthischer Organismen verantwortlich zeigen. In dieser Hinsicht sind die vorgeschlagenen Tiergruppen wichtig, weil zumindest für die Brachiopoden bereits umfangreiche biogeographische Daten von früheren Ausfahrten vorliegen (s. oben). (4) Diese Untersuchungen dienen auch dazu, die Verfügbarkeit von Nährstoffen zu analysieren, indem die Sedimente auf 'total carbon' (TC) und 'total organic carbon' (TOC) untersucht werden. Diese Studien könnten einen weiteren Parameter charakterisieren, der die Abundanz benthischer Meio- und Makrofauna auf dem Madagaskar-Plateau beeinflusst. Die Wassersäule über dem Plateau wird als eutroph betrachtet. Wir erwarten deshalb, dass die Sedimente zahlreiche Nährstoffe enthalten und damit eine hohe Dichte an Meio- und Makrofauna aufweisen. Bezüglich der Verteilung der Brachiopodengattung *Eucalathis* verfügen wir dank der Ausfahrten SO144-3, SO158, SO168, SO208, MSM19-3, SO232 und SO233 vermutlich bereits über die umfangreichste Sammlung an Tieren mit etwa 500 Individuen im südwestlichen und zentralamerikanischen Ostpazifik, im Südat-

Biology:

The investigations aim at (1) recording and describing the diversity of selected groups of the benthic communities of the Madagascar-ridge which has not been studied before in this respect.

We shall concentrate on the groups Brachiopoda, Kinorhyncha, Loricifera, Tardigrada, Polychaeta (Aphroditoidea, Sternaspidae) and fissurellid Gastropoda which represent sessile filter feeders (Brachiopoda), mobile detriti-/bacteriophages or belong to the holobenthic meiofauna (remaining taxa). (2) We aim to find out uncovering cryptic species e.g. in the globally distributed brachiopod genus *Eucalathis* with the help of genetic studies and unveiling the biogeographical distribution pattern of this deep-sea taxon (molecular markers include 12S, 16S, 18S, and 28S rRNAs). (3) Furthermore, we want to test the hypothesis about the function of oceanic ridges and their parallel running currents as corridors for the dispersal of benthic species. In this respect, the suggested animal groups are important, because comprehensive biogeographical data from previous deep-sea expeditions is already available (s. above). (4) As well, we study the availability of nutrients into the study area by sediment analyses ('total carbon', TC and 'total organic carbon', TOC). This may characterize another parameter influencing the abundance of the benthic meio- and macrofauna on the Madagascar Plateau. The water bodies above the plateau are regarded as eutrophic. We therefore expect the sediment to contain plenty of nutrients and an abundant meio- and macrofauna. Concerning the distribution of the brachiopod genus *Eucalathis*, we may already have the most comprehensive collection of specimens thanks to the cruises SO144-3, SO158, SO168, SO208, MSM19-3, SO232, and SO233 sampling some 500 individuals in the SW and Central E Pacific, the South Atlantic, the Southern Mozambique Channel and on the Agulhas Ridge.

lantik, im südlichen Mosambik-Kanal und auf dem Agulhas-Rücken.

Wir beabsichtigen nun, diese Tiere mit den neuen Aufsammlungen vom Madagaskar-Rücken zu vergleichen, um die Hypothese einer interozeanischen Verbindung dieser Brachiopoden aufgrund der umgebenden Wasserströmungen zu testen (s. o.). Diese molekularen und morphologischen Untersuchungen werden unseren biogeographischen Studien über die Ausbreitung von Tiefsee-Brachiopoden wichtige Daten hinzufügen. Von den 40 Brachiopodenarten, die vom südwestlichen Indischen Ozean beschrieben sind, gehören 5 Arten zu *Eucalathis*. Die vergleichende Analyse der Meiofauna aus Multicorer-Stationen am Rande des Mosambik-Beckens im Westen (3 Stationen), auf dem Madagaskar-Rücken selbst (3 Stationen), am 5 Rande des Madagaskar-Beckens im Osten (2 Stationen), im Süden (1 Station), und im Norden (2 Stationen) sollten das Datengerüst liefern, um folgende Fragen zu beantworten:

- Stellt der Madagaskar-Rücken eine Barriere dar für die Ausbreitung holobenthischer Meiofaunagruppen?
- Beeinflusst der Deep Western Boundary Strom aus der Antarktis die Artenzusammensetzung der Meiofauna im Madagaskar-Becken?
- Bedingt der mögliche Nährstoffeintrag durch den Intermediate Water Strom über den Madagaskar-Rücken bei etwa 30°S oder durch den oberflächennahen South Equatorialstrom aus dem Ostindischen Pazifik eine höhere Abundanz der Meiofauna mit einem Nord-Süd-Gefälle?

Biogeochemischer Umsatz von organischer Materie

Die organische Materie, die in unseren Ozeanen gespeichert ist, bildet eines der größten Kohlenstoffreservoirs der Erde, welches in der Vergangenheit zu Klimaschwankungen beigetragen hat. Das übergeordnete Ziel von

We now aim at comparing these specimens with new samples from the Madagascar Ridge to test the hypothesis of an interoceanic connection of these brachiopods through the ambient water current systems (see above). These molecular and morphological investigations will add important data to our biogeographical studies on brachiopod dispersal in the deep sea. Amongst those 40 brachiopod species described from the SW Indian Ocean, 5 species belong to Eucalathis. The comparative study of meiofauna from multicorer stations at the margin of the Mozambique Basin in the West (3 stations), on the Madagascar Ridge itself (3 stations), at the margin of the Madagascar Basin in the East (2 stations), in the South (1 station), and in the North (2 stations) should provide the data to answer the following questions:

- Does the Madagascar Ridge act as a barrier for the dispersal of holobenthic meiofaunal groups?*
- Does the Deep Western Boundary Current from Antarctica influence the species composition of the meiofauna in the Madagascar Basin?*
- Does potential nutrient input by the Intermediate Water Current across the Madagascar Ridge at about 30°S or by the near-surface South Equatorial Current from the East Indian Pacific result in a higher abundance of meiofaunal organisms including a difference in density from North to South?*

Biogeochemical Organic Matter Cycling

Organic matter in the oceans is one of Earth's major carbon reservoirs that contributed to past variations in climate. The overall aim of INDICOM during the RV SONNE-cruise SO274 is to investigate biological and

INDICOM während der FS SONNE-Expedition SO274 ist es, die biologischen und biogeochemischen Prozesse zu untersuchen, die den Umsatz von organischem Material im tiefen Indischen Ozeans beeinflussen.

Phytoplankton wandelt Kohlestoffdioxid innerhalb der lichtdurchfluteten Wasserschichten in organischen Kohlenstoff um. Dieses frisch produzierte organische Material wird innerhalb von kurzen Zeiträumen (Tage bis Monate) weitgehend von heterotrophen Mikroorganismen abgebaut. Nur ein kleiner Teil wird in die Tiefsee exportiert, wo das organische Material wesentlich langsamer umgesetzt wird. Dieser Export an gelöstem und partikulärem organischen Material beträgt ungefähr 5-15 GT Kohlenstoff pro Jahr und führt zu einer Anreicherung von CO₂ in der Tiefe. Der Anteil an Kohlenstoffexport ist vergleichbar mit dem jährlichen atmosphärischen CO₂-Anstieg durch fossile Brennstoffe und wäre möglicherweise um 200 ppm höher wenn dieser Export nicht stattfinden würde. Partikuläres organisches Material, welches in die bathypelagischen Bereiche der Ozeane exportiert wird, stellt einen langfristigen Kohlenstoffverlust aus den Oberflächenschichten dar, wenn es zu refraktärem Material umgewandelt wird oder sich im Sediment ablagert hat. Bislang ist jedoch wenig über mögliche Aggregations-/Disaggregationsprozesse, Größenhäufigkeitsverteilungen von Partikeln sowie bakterielle Besiedlung und Abbau sinkender Partikel bekannt. Darüber hinaus ist wenig über die chemische Zusammensetzung, die Produktions- und Abbauprozesse von gelösten organischen Stoffen (englisch DOM) in der Tiefsee bekannt.

Die Arbeit von INDICOM konzentriert sich auf die Untersuchung biologischer und biogeochemischer Prozesse, die den mikrobiellen Umsatz von organischem Kohlenstoff in der Tiefsee kontrollieren. Zu diesem Zweck werden Prozesse, die von heterotrophen Bakterien gesteuert werden, in enger Verbindung mit einer detaillierten chemischen Analyse

biogeochemical processes that affect the turnover of organic matter in the deep Indian Ocean.

Phytoplankton converts carbon dioxide into organic carbon in the sunlit surface ocean. This freshly produced organic matter is largely remineralized on short timescales of days to months and only a small fraction is exported to the dark ocean where it is turned over at substantially slower rates. The downward flux of photosynthetically produced dissolved organic compounds and particulate organic carbon transfers approximately 5-15 GT carbon per year from the surface ocean to the oceans interior and maintains an enrichment of carbon dioxide in the deep ocean that results from organic carbon remineralization. The downward flux of particulate organic carbon is of comparable magnitude to the annual atmospheric CO₂ increase driven by human fossil fuel burning and it has been suggested that that atmospheric CO₂ would be about 200 ppm higher without the counterbalance of carbon export to the deep ocean. Particulate organic matter exported to the bathypelagic ocean is thought to represent a long-term loss of carbon from the surface layers when it is transformed to refractory dissolved organic carbon, or when being buried in sediments. However, little is known about aggregation/disaggregation processes, particle size-frequency distributions and the bacterial colonization and degradation of sinking particles. Additionally, little is known about the chemical composition, production and removal processes of dissolved organic matter (DOM) in the deep ocean.

The work of INDICOM will focus on the investigation of biological and biogeochemical processes that control the turnover of deep-sea organic carbon. For this purpose, processes driven by heterotrophic bacteria will be investigated closely coupled with a detailed chemical analysis of organic matter. Special emphasis is put on the investigation

organischer Substanzen untersucht. Besondere Aufmerksamkeit wird auf die Untersuchung von Gelpartikeln gelegt, welche die Lücke zwischen gelöster und partikulärer Phase überbrücken. Aus vorherigen Studien wissen wir, dass kohlenhydrat- und proteinreiche Gele im meso- und bathypelagischen Indischen Ozean häufig vorkommen, jedoch ist ihre Rolle für den Umsatz von organischer Materie bisher unbekannt.

Auf der Ausfahrt werden Versuche durchgeführt, um die bakterielle Remineralisierung von organischer Materie, einschließlich Gelpartikel, in Bezug auf den Kohlenstofffluss in der Tiefsee besser zu verstehen. Die Feldforschung und experimentelle Untersuchungen an Bord werden die folgenden Hypothesen prüfen (i) die chemische Zusammensetzung organischer Stoffe in der Tiefsee bestimmt die Effizienz des heterotrophen Umsatzes, (ii) heterotrophe Bakteriengemeinschaften in der Tiefsee reagieren auf labil und semilabiles organisches Material und sind nicht von Natur aus durch fehlende metabolische Fähigkeiten eingeschränkt und (iii) verdünnte Konzentrationen organischer Verbindungen behindern die heterotrophe Metabolisierung, während die Anreicherung spezifischer organischer Substanzen die bakterielle Aufnahme und Umsetzung fördert.

of gel particles that bridge the gap between the dissolved and the particulate phase. Carbohydrate- and proteinrich gels have been shown to be abundant in the meso- and bathypelagic Indian Ocean but their role in deep-sea organic matter turnover is unknown.

Testing mechanisms that potentially regulate the bacterial reworking of organic matter, including gel particles, will help to better understand and quantify carbon fluxes in the deep ocean. The molecular measurements will be combined with heterotrophic rate measurements. Field work and experimental on-board studies will test the hypotheses that (i) the chemical composition of organic matter in the deep ocean co-determines the efficiency of heterotrophic turnover, (ii) deep-sea heterotrophic bacterial communities are responsive to labile and semi-labile organic matter and not inherently limited by missing metabolic capabilities, and (iii) dilute concentrations of organic compounds hamper heterotrophic metabolization, while the accumulation of specific organic substances facilitates bacterial consumption and remineralization.

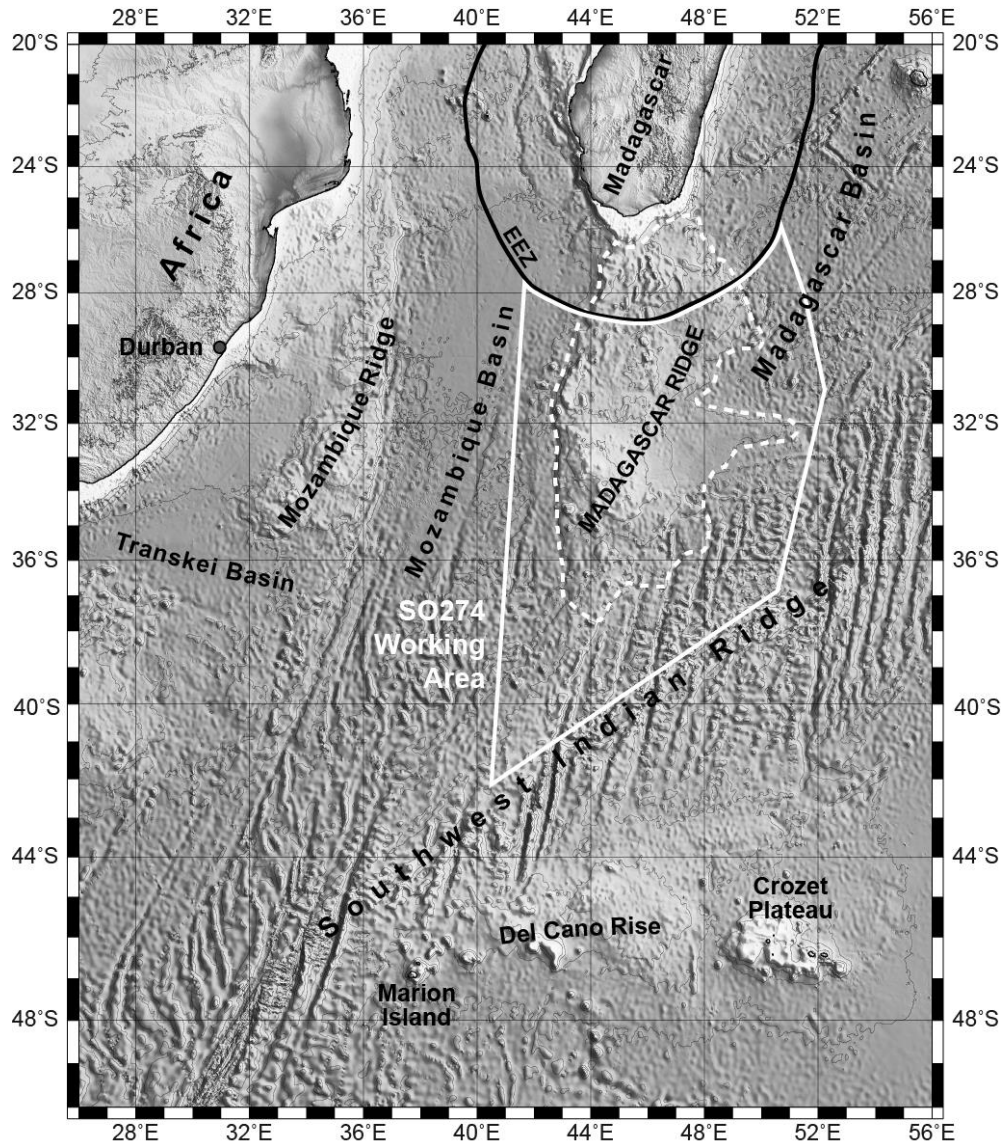


Abb. 4

Übersichtskarte des südwestlichen Indischen Ozeans mit dem Arbeitsgebiet des FS SONNE Reise SO274 (weißer Rahmen), in dem sowohl die geologischen als auch die biologischen und ozeanographischen Untersuchungen durchgeführt werden. Die genaue Lage der einzelnen Stationen und Profile kann jedoch erst während der Reise unter anderem basierend auf den Ergebnissen der bathymetrischen Kartierungen festgelegt werden. Die gestrichelte, weiße Linie markiert den Umriss des Madagaskar-Rückens, und die schwarze Linie markiert die ausschließliche Wirtschaftszone (EEZ) der Republik Madagaskar. Die Karte wurde mit dem Gebco-Datensatz erstellt (The GEBCO_2014 Grid, version 20150318, <http://www.gebco.net>).

Fig. 4

Overview map of the Southwest Indian Ocean showing the working area of R/V SONNE cruise SO274 (white frame), in which the geological as well as the biological and oceanographic investigations will be carried out. However, the exact location of the individual stations and profiles can only be determined during the cruise, among others based on the results of bathymetric mapping. The dotted white line marks the outline of the Madagascar Ridge and the black line marks the Exclusive Economic Zone (EEZ) of the Republic of Madagascar. The map was created with the Gebco dataset (The GEBCO_2014 Grid, version 20150318, <http://www.gebco.net>).

Arbeitsprogramm

Geologie:

Um die wissenschaftlichen Ziele der vulkanologisch-geochronologisch-geochemischen Untersuchungen des Forschungsprojektes MADAGASCAR zu erreichen, sollen während SO274 systematische Fächer- und Sedimentecholotkartierungen sowie Hartgesteinsbeprobungen mit Kettensackdredgen am Madagaskar-Rücken und damit assoziierten Strukturen im Bereich zwischen dem Madagaskar-Rücken und dem Südwestindischen Rücken (SWIR) durchgeführt werden (Abb. 4).

Eine umfassende Beprobung des Madagaskar-Rückens mit maximaler räumlicher Abdeckung ist grundlegend, um seine geochemische Zusammensetzung und das Vorkommen von Peridotit vs. Lava und Gabbro sowie eine mögliche Altersprogression entlang des Rückens und eine mögliche geochemische Zonierung zu charakterisieren, falls sich der Rücken als Hotspotspur erweist. Die Gesteinsbeprobung konzentriert sich jedoch nicht nur auf die steilen westlichen, südlichen und nordöstlichen Flanken des Madagaskar-Rückens, wo wir erwarten, sein eigentliches Basement zu beproben, sondern auch auf Seamounts und ähnliche Strukturen auf und neben dem Rücken. Letzteres zielt vor allem darauf ab, (1) festzustellen, ob diese Strukturen tektonischen oder vulkanischen Ursprungs sind, (2) zwischen einem möglichen (tholeiitischen?) Schildstadium und (alkalischen?) Spätstadium zu unterscheiden, wie es bei vielen großen magmatischen Komplexen beobachtet wird, und (3) den Magmatismus in diesem Gebiet räumlich und zeitlich besser abzudecken. Basierend auf dem Gebco-Datensatz: (GEBCO_2014 Grid, <http://www.gebco.net>) und weiteren verfügbaren Informationen planen wir insgesamt etwa 40 Dredgestationen am Madagaskar-Rücken.

Die Beprobung im Süden des Madagaskar-Rückens soll die Beprobungslücke zwischen dem Madagaskar-Rücken und dem ver-

Work Programme

Geology:

To achieve the scientific goals of the volcanological-geochronological-geochemical studies of the MADAGASCAR research project, SO274 will conduct systematic profiling (multi-beam and sediment echo-sounding) and hard rock sampling using chain bag dredges at the Madagascar Ridge and associated features in the area between the Madagascar Ridge and the Southwest Indian Ridge (SWIR) (Fig. 4):

A comprehensive sampling survey by dredging of the Madagascar Ridge with maximum spatial coverage is of particular importance to constrain its geochemical composition, the occurrence of peridotite vs. lavas and gabbros, a possible age progression along the ridge, and a possible geochemical zonation if the ridge proves to be a hotspot track. Hard rock sampling, however, focuses not only on the steep western, southern, and north-eastern flanks of the Madagascar Ridge where we expect to sample the pristine ridge basement, but also on seamounts and similar structures on and adjacent to the ridge. The latter mainly aims (1) to identify if these features are tectonic or volcanic in origin, (2) to distinguish between a possible (tholeiitic?) plateau or shield stage and (alkalic?) late stage volcanism as it is commonly observed at many large magmatic complexes, and (3) to obtain a better spatial and temporal coverage of the magmatism in that area. Based on the Gebco data set (GEBCO_2014 Grid, <http://www.gebco.net>) and other available information we plan a total of c. 40 dredge stations in the area of the Madagascar Ridge.

The sampling at the southern extension of the Madagascar Ridge intends to fill the sampling gap between the Madagascar Ridge and the

gleichsweise dicht beprobten SWIR schließen. Die Probenahme auf früheren Ausfahrten an nahe des SWIR gelegenen Störungszonen ("fracture zones") erbrachte neben Basalten und Gabbros vor allem Peridotite. Wir beabsichtigen, die bisherige Beprobung dieser Störungszonen nach Norden auszudehnen, um die Zusammensetzung des Ozeanbodens (z.B. Peridotite vs. Basalte/Gabbros) und die zeitliche Entwicklung des Magmatismus in diesem Bereich zu charakterisieren. "Fracture zones" gelten als Fenster in die Ozeankruste (oder hier möglicherweise in den oberen Mantel). Auch zeigt der Gebco-Datensatz eine recht raue Morphologie des Ozeanbodens entlang der südlichen Ausläufer des Madagaskar-Rückens, die sich bis zum SWIR erstreckt und im Westen und Osten von "fracture zones" begrenzt wird. Dieser Bereich ist durch diverse Seamounts, rückenartige Strukturen und langgestreckte Vertiefungen (Gräben?) gekennzeichnet. Die Probenahme an einigen dieser Strukturen zielt darauf ab, deren Ursprung (tektonisch vs. vulkanisch), Zusammensetzung und ihre Beziehung zu ähnlichen Strukturen weiter nördlich am Madagaskar-Rücken zu rekonstruieren. Ein Nebenaspekt der Seamountbeprobung ist es zu überprüfen, ob reines Marion-Plumematerial durch ultra-tiefen Transport unter der SWIR-Schmelzzone durchfließt. Insgesamt planen wir knapp 10 Dredgestationen entlang der "fracture zones" und ca. 5 Stationen an Seamounts, Rücken und Depressionen zwischen dem Madagaskar-Rücken und dem SWIR.

Für alle Gebiete gilt, dass die Auswahl der einzelnen Dredgestationen erst während SO274 erfolgen kann, da diese entscheidend von den Ergebnissen der Fächerecholotkartierungen abhängt, die erst während SO274 durchgeführt werden. Die Kartierungen dienen weiterhin dazu, verschiedene geomorphologische Einheiten und unterschiedliche Stadien vulkanischer Aktivität zu identifizieren. Die mittels Dredgen gewonnenen Proben werden noch an Bord gereinigt, aufgesägt und anschließend makro- und mikroskopisch untersucht. Darauf basierend werden sie nach Lithologien und Alterationsgrad sortiert. Damit

quite densely sampled SWIR. Sampling on previous cruises at sections of fracture zones close to the SWIR yielded besides basalts and gabbros mainly peridotites. We intend to extend the previous sampling of the fracture zones to the north in order to characterize the composition of the ocean floor (e.g. peridotites vs. basalts/gabbros) and the temporal evolution of the magmatism. Fracture zones are considered as windows into the ocean crust. In addition to the fracture zones, the Gebco data set reveals a rough morphology of the ocean floor along the southern extension of the Madagascar Ridge which extends from its southern termination to the SWIR and is bordered to the west and east by fracture zones. This area is marked by several seamounts, ridge-like structures and elongated depressions. Sampling of a couple of these features aims to reconstruct their origin (tectonic vs. volcanic), their composition and their relationship to similar structures further north at the Madagascar Ridge. A side aspect of the seamount sampling is to test if pristine Marion plume material bypasses the SWIR melt zone by ultra-deep transport. Altogether we plan nearly 10 dredge stations along the fracture zones and c. 5 stations at seamounts, ridges, and depressions in the area between the Madagascar Ridge and the SWIR.

Please note that the selection of single dredge tracks crucially depends on detailed multi-beam surveys to be conducted during SO274 and therefore cannot be specified at this stage. Extensive multi-beam mapping is also planned to identify different geomorphological units and stages of volcanic activity. Once onboard, the rocks will be cleaned and cut using a rock saw and then examined with a hand lens and microscope, and grouped according to their lithologies and degree of submarine weathering. The immediate aim is to determine whether material suitable for geochemistry and radiometric age dating has been re-

soll in erster Linie festgestellt werden, welches Material gewonnen wurde und ob es für die an Land durchzuführende, umfangreiche geochemische Analytik und radiometrische Altersdatierungen geeignet ist. Ebenfalls bereits an Bord werden, basierend auf den neuen bathymetrischen Daten und Gesteinsproben, vulkanologische und morphologische Untersuchungen durchgeführt werden, um zum Beispiel Eruptionsprozesse, das Eruptionsmilieu und die Entwicklung von vulkanischen Strukturen zu rekonstruieren.

Biologie:

Um die wissenschaftlichen Ziele unseres Forschungsprogrammes zu erreichen, ist es notwendig, auf dem Madagaskar-Rücken und assoziierten Strukturen sowie in dem Gebiet zwischen dem Madagaskar-Rücken und dem Südwest-Indischen Rücken (SWIR) Hartgestein durch Dredgen und TV-Greifer zu beproben sowie Sedimente mithilfe von Sedimentfallen in geologischen Dredgen und TV-Multicorer (MUC) aufzunehmen. Diese Probennahmen sind miteinander verbunden und integriert in die geologische Probennahme der Ausfahrt SO274 MADAGASCAR. Die exakte Position der biologischen Stationen kann erst aufgrund der während der Ausfahrt gewonnenen EM122- und PARASOUND-Daten festgelegt werden. Diese Stationen werden bevorzugt nahe der Fahrtroute liegen, die sich aus dem geologischen Projekt ergibt, und wird nur kurze Abstecher beinhalten, die nötig sind, um geeignete Weichböden zu erreichen. Makro- und Meiofauna werden qualitativ analysiert und stammen aus den Sedimentfallen in den geologischen Dredgen und den 6 TV-Greifer- und 11 TV-Multicorer-Stationen, die spezifisch biologisches Material erbringen sollen. Weichböden werden mithilfe eines TV-Multicorers beprobt, um genügend Individuen der Meio- und Makrofauna für die Beschreibung neuer Arten und von seltenen Arten zu gewinnen. Die TV-Kamera am Multicorer erlaubt es festzustellen, ob der Meeresboden lokal eine ausreichend hohe Sedimentbedeckung für eine Beprobung trägt. Der TV-Greifer wird es ermöglichen, Individuen der Makrofauna gezielt zu entnehmen. Echolot-

covered. Additionally, morphological and volcanological studies based on the new bathymetric data and rock samples will be conducted already on board to constrain, for example, eruption processes, eruption environment and evolution of volcanic structures.

Biology:

To achieve the scientific goals of our research programme, it is essential to conduct hard-rock sampling by dredging (and TV-grab), and soft sediment sampling by sediment traps in the geological dredges and TV-multicorer (MUC) at the Madagascar Ridge and associated features as well as in the area between the Madagascar Ridge and the South-West Indian Ridge (SWIR). These collection procedures are interconnected with and integrated into the geological collection schedule of the MADAGASCAR project. The exact positions of the biological stations can only be inferred from actual EM122 and PARASOUND data collected during the cruise. These stations will preferably be positioned along the cruise track given by the cooperating geology proposal and may include only slight detours to reach suitable seafloor conditions (soft bottom). Macro- and meiofauna will be analysed qualitatively from the sediment traps in the geological dredges and from stations sampled specifically for the biological investigations with the help of a TV-grab (6 stations) and a TV-multicorer (11 stations). Soft bottoms will be sampled with a TV-multicorer (MUC) in order to recover enough individuals for the description of new species and to trace more rare species or animal groups of meio- and macrofauna. The TV-equipment of the multicorer allows to check whether or not the bottom is covered locally with sufficient sediment for sampling. The TV-grab will permit to pick individual specimens of the macrofauna. Echo-sounding systems like PARASOUND and EM122 will be utilized in

systeme wie PARASOUND und EM122 werden eingesetzt, um Hart- von Weichböden zu unterscheiden und damit geeignete Substrate für ein gegebenes Gerät auszuwählen. PARASOUND und EM122 werden permanent vom geologischen Team eingesetzt und können simultan verwendet werden, um die biologische Probennahme zu begleiten. Alle Hartgesteine werden auf aufwachsende oder in Hohlräumen verborgene Organismen überprüft, und alle werden fixiert für (a) genetische und morphologische Analysen und (b) für die Daueraufbewahrung in den Sammlungen des Museums für Naturkunde Berlin. Qualitative (Dredge, TV-Greifer) und quantitative (TV-MUC) Proben werden einen umfassenden Überblick über die benthische Meio- und Makrofauna geben. Die Sedimentproben werden ausschließlich mit morphologischen Methoden bearbeitet und im Museum für Naturkunde Berlin aufbewahrt. Meiofaunaorganismen müssen nach der Fixierung vom Sediment durch Auszentrifugieren mithilfe eines kolloiden Silikagels (Levasil) getrennt werden. Es ist beabsichtigt, an Bord so viel biologisches Material wie möglich von Hartgesteinen und aus Sedimenten zu sortieren, um das Material der verschiedenen Tiergruppen so schnell wie möglich für die genetischen und morphologischen Analysen im Museum für Naturkunde und in den Partnerinstitutionen verfügbar zu haben.

Biogeochemischer Umsatz von organischer Materie:

Seewasserproben werden mit Hilfe des Wasserkranzschöpfers genommen, um biogeochemische und biologische Parameter in der Tiefe des Indischen Ozeans zu bestimmen. Die gewonnenen Proben werden umgehend gefiltert und konserviert oder bei -20°C und -80°C tiefgefroren. Zur Bestimmung von heterotropher und chemoautotropher Bakterienaktivität werden an Bord Inkubationsexperimente durchgeführt. Zusätzlich werden an Bord Versuche durchgeführt, um die Besiedlung und den Abbau von Gelpartikeln zu untersuchen sowie den Abbau von gelösten organischen Stoffen. Um die Verteilung, Häufigkeit und Biogeochemie der bakteriellen Vergesellschaftung zu bestimmen, werden im

order to find suitable sampling stations for the respective gear. PARASOUND and EM122 equipment is permanently deployed by the geology team and can be used simultaneously to guide the biological sampling. All rock samples will be checked for encrusting and adhering organisms and all samples will be fixed for (a) genetic and morphological analyses, and (b) long term storage in the collection of the Museum für Naturkunde Berlin. Qualitative collection of all biological specimens in the samples (dredge, TV-grab) and quantitative sampling (TV-MUC) shall provide a comprehensive picture of the benthic meio- and macrofauna. The sediment samples collected with TV-grab and TV-MUC will be analysed with morphological methods only and stored at the Museum für Naturkunde Berlin. Meiofaunal organisms have to be separated from the sediment after fixation by using a colloidal silica gel (Levasil) and a centrifuge. It is intended to sort as much material as possible from rocks and sediment on board in order to have the material of the different groups more quickly available for subsequent analyses either in the molecular or morphological labs of the Museum für Naturkunde Berlin or in one of our partner institutions.

Biogeochemical Organic Matter Cycling:

To investigate organic matter cycling in the deep Indian Ocean, biogeochemical and biological parameters will be obtained from sea water samples collected with the ships CTD/Rosette. Samples will be partially filtered and preserved or frozen at -20°C and -80°C for further analysis. Rate measurements for heterotrophic and chemoautotrophic bacterial activity will be performed on board. Additionally, on-board experiments will be carried out to test (i) the colonization and degradation of gel particles and (ii) the degradation of DOM. Back at GEOMAR, the following parameters will be determined to describe the biogeochemistry, abundance and distribution of bacterial communities:

Labor am GEOMAR folgenden Parameter gemessen:

- Chlorophyll-*a* Konzentration
- Gelöster/ gesammter organischer Kohlenstoff (DOC/TOC)
- Gefärbtes organisches Material (cDOM)
- Fluoreszierendes organisches Material (fDOM)
- Total gelöster Stickstoff (TDN)
- Organischer Phosphor (TOP)
- Kombinierte Kohlenhydrate (CCHO)
- Kombinierte Aminosäuren (HAA)
- Gelöste und partikuläre Fettsäuren
- Partikulärer org. Kohlenstoff (POC)
- Partikulärer org. Stickstoff (PON)
- Anorganische Nährstoffe
- Transparente exopolymere Partikel (TEP)
- Coomassie färbbare Partikel (CSP)
- Abundanzen von Bakterien und Viren (Flow Cytometry)
- Heterotrophe Bakterienproduktion (3H-Leucin)
- Chemoautotrophe Dunkel-Fixierung (¹⁴C-Methode)
- Molekulare Informationen zur Bakteriengemeinschaft (16S rRNA)
- Hochaufgelöste Massenverteilung des refraktären DOM
- *Chlorophyll-a concentration*
- *Dissolved/ total organic carbon (DOC/TOC)*
- *Chromophoric or coloured dissolved organic Matter (cDOM)*
- *Fluorescent dissolved organic Matter (fDOM)*
- *Total dissolved nitrogen (TDN)*
- *Dissolved organic phosphorus (DOP)*
- *Dissolved combined carbohydrates (CCHO)*
- *Dissolved combined amino acids (HAA)*
- *Dissolved and particulate lipids*
- *Particulate organic carbon (POC)*
- *Particulate organic nitrogen (PON)*
- *Inorganic nutrients*
- *Transparent exopolymer particles (TEP)*
- *Coomassie-stainable particles (CSP)*
- *Bacterial and viral abundance (Flow Cytometry)*
- *Heterotrophic bacterial activity (3H-Leucine)*
- *Chemoautotrophic dark fixation (14C-Method)*
- *Molecular information on bacterial community (16S rRNA)*
- *High resolution Mass spectrometry of refractory DOM*

Zeitplan / Schedule**Fahrt / Cruise SO274**

	Tage/days
Auslaufen aus Durban (Südafrika) am 15.04.2020 <i>Departure from Durban (South Africa) 15.04.2020</i>	
Transit zum Arbeitsgebiet / <i>Transit to working area</i>	2,5
Profilierungen* (insgesamt ca. 4.000 nm) am Madagaskar-Rücken und südlich davon <i>Profiling* (altogether c. 4,000 nm) at the Madagascar Ridge and south of it</i>	15,0
Gesteinsbeprobung an ca. 55 Dredgestationen <i>Rock sampling at c. 55 dredge stations</i>	14,0
Zusätzliche Kartierung ausgewählter Strukturen <i>Additional multi-beam mapping of selected structures</i>	2,0
Beprobung der Meiofauna an ca. 11 TV-Multicorer-Stationen <i>Sampling of meio fauna at c. 11 TV-multi corer stations</i>	2,0
Beprobung des Makrobenthos an ca. sechs TV-Greifer-Stationen <i>Sampling of macro benthos at c. six TV-grab stations</i>	1,0
Beprobung der Wassersäule entlang von drei CTD Profilen (insgesamt ca. 10 bis 15 Stationen) <i>Sampling of the water column along three CTD transects (altogether c. 10 – 15 stations)</i>	4,0
Transit zum Hafen Port Louis <i>Transit to port Port Louis</i>	2,5
	Total 43,0
Einlaufen in Port Louis (Mauritius) am 29.05.2020 <i>Arrival in Port Louis (Mauritius) 29.05.2020</i>	

* "Profilierungen" umfasst Fächer- und Sedimentecholotaufzeichnungen innerhalb des Arbeitsgebietes im Bereich der einzelnen Stationen und während Fahrten zwischen den Stationen.

* "Profiling" includes multi-beam and sediment echo-sounding surveys within the working area at stations and on transits between the stations.

Beteiligte Institutionen / *Participating Institutions*

AWI

Alfred-Wegener-Institut Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung
Am Alten Hafen 26
D-27568 Bremerhaven
www.awi.de

DWD

Deutscher Wetterdienst
Seeschiffahrtsberatung
Bernhard-Nocht-Straße 76
D-20359 Hamburg
www.dwd.de

Florida State University

Department of Earth, Ocean & Atmospheric Science
Tallahassee
FL 32306 USA
www.fsu.edu

Freie Universität Berlin

Department of Earth Sciences/Institute of Geological Sciences
Section Geochemistry, Hydrogeology, Mineralogy
Malteserstr. 74-100
D-12249 Berlin
www.fu-berlin.de/en/einrichtungen/fachbereiche/fb/geowiss/index.html

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

Lehrstuhl für Endogene Geodynamik
Schlossplatz 4
D-91054 Erlangen
www.gzn.nat.fau.de/leg-2/

GEOMAR

Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel
Wischhofstraße 1-3
D-24148 Kiel
www.geomar.de

Leibniz Universität Hannover

Institut für Mineralogie
Callinstr. 3
D-30167 Hannover
www.mineralogie.uni-hannover.de/mineralogie.html

MACQUARIE

Dept Earth and Planetary Sciences
Macquarie University
12 Wallys Walk, North Ryde
NSW, 2109 / Australien
www.researchers.mq.edu.au/en/organisations/department-of-earth-and-planetary-sciences

MARUM

Universität Bremen
Fachbereich Geowissenschaften
Leobener Str. 8
D-28359 Bremen
www.marum.de

MfN

Museum für Naturkunde Berlin
Leibniz-Institut für Evolutions- und Biodiversitätsforschung
Invalidenstr. 43
D-10115 Berlin
www.naturkundemuseum.berlin

OSC

Ocean Science Consulting Limited (OSC)
Spott Road
Dunbar, East Lothian, EH42 1RR, Schottland / Groß Britannien
www.osc.co.uk

Tongji University

State Key Laboratory of Marine Geology
Shanghai, 200092 / China
www.tongji.edu.cn/

Università di Modena e Reggio Emilia

Dipartimento di Scienze Chimiche e Geologiche
41121 Modena,
Via Università 4 / Italien
<http://personale.unimore.it/rubrica/contenutiAD/daniele.brunelli/2018/53863/N0/N0/9999>

Universität Bremen

Fachbereich 05 (Geowissenschaften)
Postfach 330 440
D-28334 Bremen
www.ozeankruste.uni-bremen.de/index.php/de/

University of Helsinki

Department of Geosciences and Geography
PO Box 64
FIN-00014 Helsinki / Finnland
www.researchportal.helsinki.fi/en/organisations/department-of-geosciences-and-geography

University of Wyoming

Geology & Geophysics Department
P.O. Box 3006 Laramie
Wyoming 82071-3006 / USA
<http://www.uwyo.edu/geolgeophys/>

USC

Earth and Ocean Environment
University of South Carolina
701 Sumter Str EWS 617
Columbia, SC 29209 / USA
www.sc.edu/study/colleges_schools/artsandsciences/earth_ocean_and_environment

Westfälische Wilhelms-Universität Münster

Fachbereich Geowissenschaften/Institut für Mineralogie, Abteilung Geochemie
Schlossplatz 2
48149 Münster
Corrensstraße 24
D-48149 Münster
www.uni-muenster.de/Mineralogie/en/forschung/geochemie.html

Woods Hole Oceanographic Institution

Geology & Geophysics Department
Woods Hole, 86 Water St / USA, MA 02543
www.whoi.edu/

Das Forschungsschiff / *Research Vessel SONNE*

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

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

FS SONNE ist Eigentum der Bundesrepublik Deutschland, vertreten durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), das 90% des Baus und die Betriebskosten finanziert. Die norddeutschen Küstenländer trugen zu 10% zu den Kosten des Baus bei.

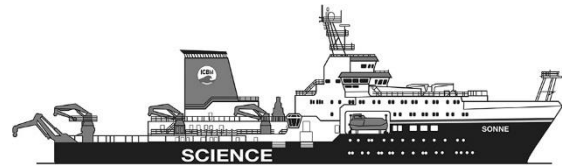
The vessel is owned by the Federal Republic of Germany represented by the Ministry of Education and Research (BMBF), which financed 90 % of the construction of the vessel and its running costs. The North German coastal states contributed 10 % to the building costs.

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

The German Research Fleet Coordination Centre at the University of Hamburg is responsible for the scientific, technical and logistical preparation and administration of expeditions as well as for supervising the operation of the vessel. It cooperates with the chief scientists on a partner-like basis and is the direct partner of the managing owners Briesse Schifffahrts GmbH & Co KG.

Die an der Organisation beteiligten Gruppen und Institutionen sind einem Beirat rechnungspflichtig.

The working groups and institutions involved in the vessel's operation are monitored by a supervisory board.

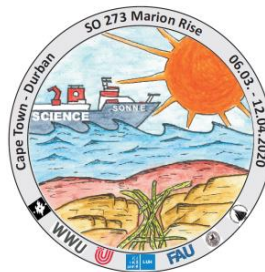
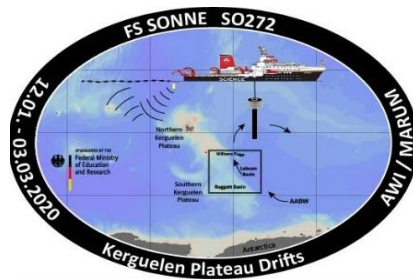


Research Vessel

SONNE

Cruises No. SO272 - SO274

12. 01. 2020 - 29. 05. 2020



*Kerguelen Plateau Drift Deposits:
outstanding high-resolution chronicle of Cenozoic climatic and oceanographic changes in the southern Indian Ocean*

Formation of the Marion Rise at the Southwest Indian Ridge: Mantle Density Anomaly or Mantle Plume?

Thermal versus Compositional Causes of Bathymetric Highs: The Madagascar Ridge

Deep-Sea benthic biodiversity of the Madagascar and South-West Indian Ridge

Composition, production and recycling of recalcitrant organic matter in the bathypelagic Indian Ocean

Editor:

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

Sponsored by:

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)
ISSN 2364-3692