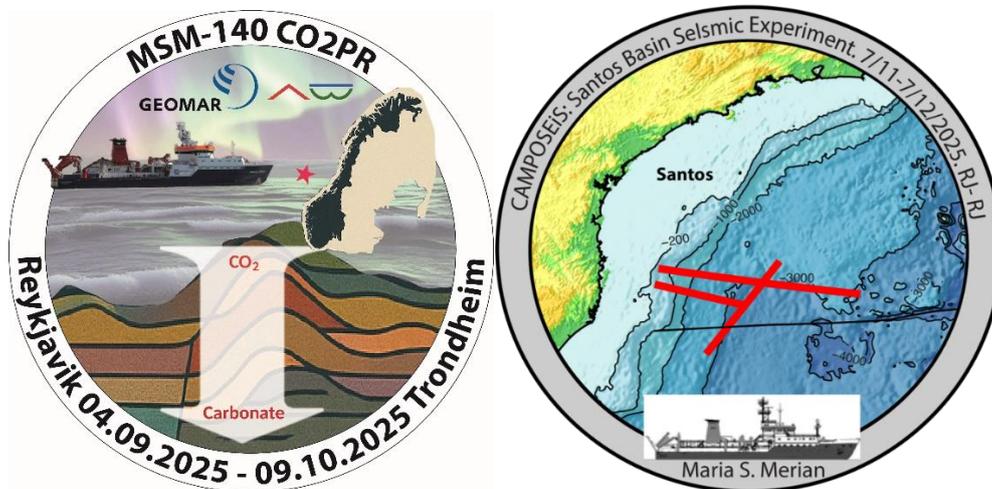


Forschungsschiff

MARIA S. MERIAN

Reisen Nr. MSM140 - MSM141

04. 09. 2025 - 07. 12. 2025

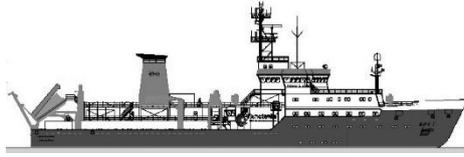


**Dauerhafte Speicherung von Gigatonnen CO₂ in Basaltvorkommen
entlang kontinentaler Ränder, CO₂PR**

**Seismisches Experiment im Santos-Becken: von der
Kontinentalausdehnung bis zur Ausbreitung des Ozeans, CAMPOSEIS**

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

Gefördert durch
Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt (BMFTR)
ISSN 1862-8869

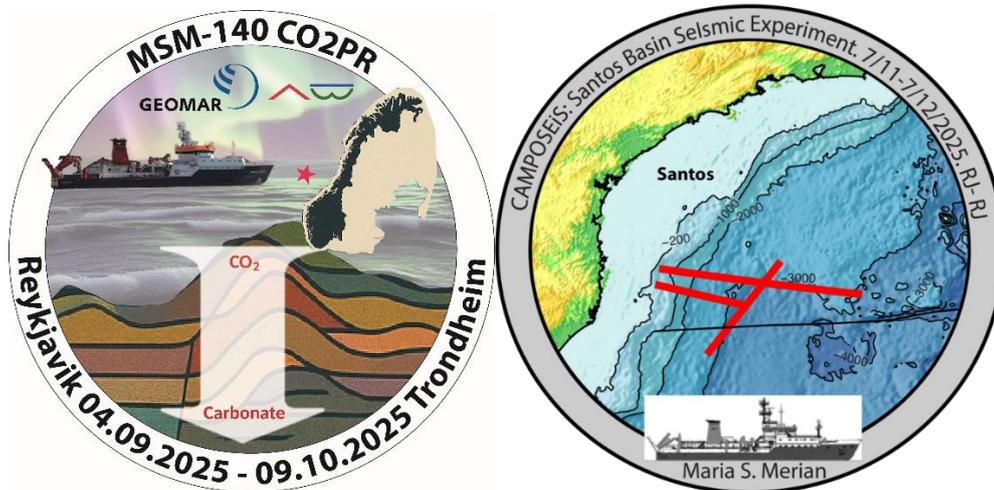


Forschungsschiff / *Research Vessel*

MARIA S. MERIAN

Reisen Nr. / *Cruises No.* MSM140 - MSM141

04. 09. 2025 - 07. 12. 2025



Dauerhafte Speicherung von Gigatonnen CO₂ in Basaltvorkommen entlang kontinentaler Ränder, CO₂PR

Permanent sequestration of gigatons of CO₂ in continental margin basalt deposits, CO₂PR

Seismisches Experiment im Santos-Becken: von der Kontinentalausdehnung bis zur Ausbreitung des Ozeans, CAMPOSEIS

Seismic experiment in the Santos basin: from continental extension to oceanic spreading, CAMPOSEIS

Herausgeber / *Editor:*

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

Gefördert durch / *Sponsored by:*

Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt (BMFTR)
ISSN 1862-8869

Anschriften / *Addresses*

Dr. Ingo Klaucke, PhD

Marine Geologist
GEOMAR Helmholtz-Centre for Ocean
Research Kiel
Wischhofstraße 1-3
24148 Kiel

Telefon: +49 (0)431 600-233
E-Mail: iklaucke@geomar.de

Prof. Dr. Marta Pérez-Gussinyé

MARUM
University of Bremen
Klagenfurter Str. 2-4
28334 Bremen

Telefon: +49 421 218 65350
Telefax: +49421 218 9865003
E-Mail: gussinye@uni-bremen.de

Prof. Dr. Ingo Grevemeyer

GEOMAR
Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung
Wischhofstraße 1-3
24148 Kiel

Telefon: +49-431-600-2336
Telefax: +49-431-6002922
E-Mail: igrevemeyer@geomar.de

Leitstelle Deutsche Forschungsschiffe

Institut für Meereskunde
Universität Hamburg
Bundesstraße 53
20146 Hamburg

Telefon: +49-40-428-38-3640
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)
26789 Leer

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

Geschäftsstelle

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

E-Mail: gpf@dfg.de

Forschungsschiff / *Research Vessel* MARIA S. MERIAN

Vessel's general email address

merian@merian.briese-research.de

Crew's direct email address

n.name@merian.briese-research.de

Scientific general email address

chiefscientist@merian.briese-research.de

Scientific direct email address

n.name@merian.briese-research.de

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

Günther Tietjen, for example, will receive the address:

g.tietjen@merian.briese-research.de

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

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

Phone Bridge

(Iridium Open Port)

+881 631 814 467

(VSAT)

+46 313 344 820

MERIAN Reisen / Cruises MSM140 – MSM141

04. 09. 2025 - 07. 12. 2025

**Dauerhafte Speicherung von Gigatonnen CO₂ in Basaltvorkommen
entlang kontinentaler Ränder, CO2PR**

*Permanent sequestration of gigatons of CO₂ in continental
margin basalt deposits, CO2PR*

**Seismisches Experiment im Santos-Becken: von der
Kontinentalausdehnung bis zur Ausbreitung des Ozeans, CAMPOSEIS**

*Seismic experiment in the Santos basin: from continental
extension to oceanic spreading, CAMPOSEIS*

| | |
|---|---|
| Fahrt / Cruise MSM140 | 04.09.2025 - 09.10.2025 Reykjavik (Island) – Trondheim (Norwegen) Fahrtleitung / <i>Chief Scientist</i> : Dr. Ingo Klaucke |
| Fahrt / Cruise MSM141 | 07.11.2025 - 07.12.2025 Rio de Janeiro – Rio de Janeiro (Brasilien) Fahrtleitung / <i>Chief Scientist</i> : Prof. Dr. Marta Pérez-Gussinyé |
| Koordination / <i>Coordination</i> | Leitstelle Deutsche Forschungsschiffe |
| Kapitän / <i>Master</i> MERIAN | MSM140: Marius Kruse MSM141: Björn Maaß |

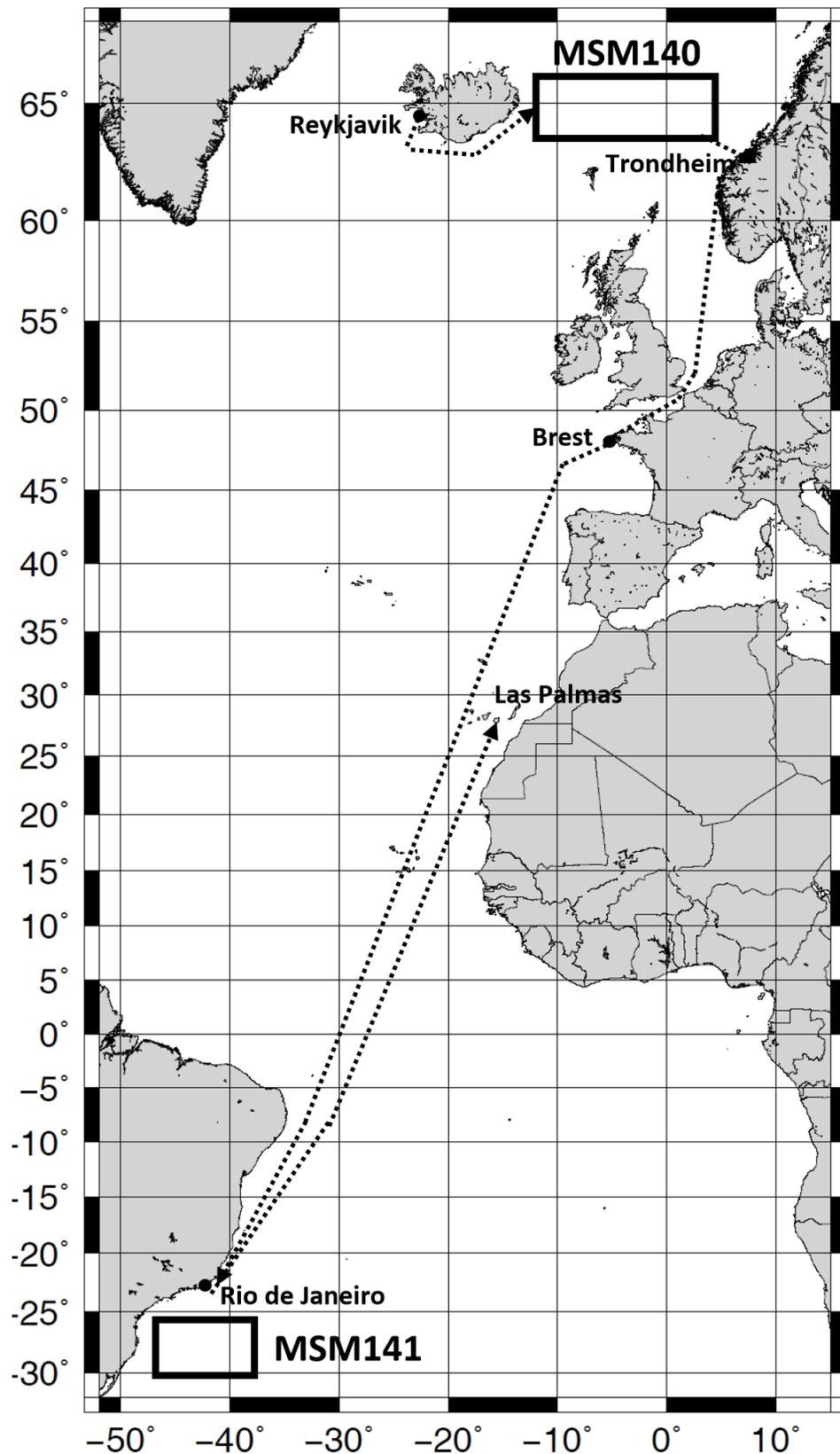


Abb. 1 Geplante Fahrtrouten und Arbeitsgebiete der MERIAN Expeditionen MSM140 und MSM141.

Fig. 1 *Planned cruise tracks and working areas of MERIAN research cruises MSM140 and MSM141.*

Übersicht

Fahrt MSM140

Trotz der Bemühungen den Ausstoß von CO₂ zu reduzieren und in den nächsten Dekaden möglichst zu verhindern, ist es notwendig CO₂ in Größenordnungen von Gigatonnen aus der Atmosphäre zu entnehmen und dauerhaft sicher zu speichern. Aktuelle Projekte nutzen dazu ausgebeutete Öl- und Gasfelder mit Kapazitäten im Bereich von Megatonnen, bei denen die injizierte Gaswolke mobil bleibt. Feldversuche in Island und den USA haben gezeigt, das CO₂ in Basalt innerhalb weniger Jahre den Kohlenstoff als Karbonat ablagert und somit dauerhaft gegen Leckagen gesichert ist. Weltweit wird mit Kapazitäten im Bereich von Terratonnen in Basalt gerechnet.

Die Fahrt MSM140 ist in das multinationale Projekt PERBAS integriert, das die Eignung mariner Basaltstrukturen für eine dauerhaft sichere geologische Speicherung von CO₂ untersucht. Seismische und Elektromagnetische Vermessungen sollen die Struktur einer möglichen Lagerstätte beschreiben und physikalische Parameter für die Charakterisierung und Überwachung liefern. Modellierungen auf Basis dieser Daten sollen die Grenzwerte geophysikalischer Methoden für diese Technik bestimmen.

Fahrt MSM141

Ausgedehnte Kontinentalränder liefern Beweise für die geologischen Prozesse, die zur Ausdehnung der Kontinente, zur Trennung der Kontinentalplatten und zur Bildung neuer ozeanischer Lithosphäre führen. Das übergeordnete Ziel dieses Projekts besteht darin, die Faktoren zu verstehen, die dafür ausschlaggebend sind, ob Kontinentalränder magma-reich oder magma-arm sind, und welche Auswirkungen dies auf die Bildung neuer

Synopsis

Cruise MSM140

Despite efforts to reduce CO₂ emissions and avoid them as far as possible in the coming decades, it is necessary to remove CO₂ from the atmosphere in quantities of Gigatons and store it safely and permanently. Current projects use exploited oil and gas fields in Megaton volumes, where the injected gas cloud remains mobile. Field tests in Iceland and the USA have shown that CO₂ in basalt precipitates the carbon as carbonate within a few years and is thus permanently protected against leakage. Worldwide, capacities of storage in basalt is on the order of Teratons.

The cruise MSM140 is integrated into the multinational PERBAS project, which is investigating the suitability of marine basalt structures for the long-term safe geological storage of CO₂. Seismic and electromagnetic measurements will be used to describe the structure of a possible storage site and provide physical parameters for characterization and monitoring. Modeling based on this data will determine the limits of geophysical methods for this technology.

Cruise MSM141

Rifted continental margins provide evidence of the geological processes that lead to continental extension, the separation of continental plates and the formation of new oceanic lithosphere. The overall aim of this project is to understand the factors determining whether rifted continental margins are magma-rich or magma-poor and the effect this has on the formation of new oceanic lithosphere. The Brazilian rifted margins pro-

ozeanischer Lithosphäre hat. Die brasilianischen Kontinentalränder bieten eine einzigartige Gelegenheit, diese Frage zu untersuchen, da das südliche, magma-reiche Pelotas-Becken und die nördlicheren, relativ magma-armen Santos- und Campos-Becken in unmittelbarer Nähe zueinander liegen und nur durch die Rio Grande Fracture Zone (RGFZ) getrennt sind. Während man annimmt, dass der Tristan-Plume für den übermäßigen Magmatismus im Pelotas-Becken verantwortlich ist, scheint er nur die Kontinentalränder südlich der RGFZ betroffen zu haben. Dennoch entspricht die tektonische Architektur des Santos- und des Campos-Beckens auch nicht der typischer magma-armer Ränder, wie z. B. der West-Iberia-Neufundland-Ränder.

Dieses Projekt befasst sich mit dem Ausmaß des Magmatismus im Süd-Santos-Becken und den Faktoren, die die asymmetrische Verteilung des Magmatismus im Zusammenhang mit dem Tristan-Plume nördlich und südlich der RGFZ steuern. Potenzielle Kandidaten für die asymmetrische magmatische Verteilung sind die Variabilität der Lithosphärendicke zum Zeitpunkt des Rifting, wobei dünnere Lithosphären als bevorzugte Wege für den Fluss des Plumematerials in Richtung Süden fungieren, und die differentielle Bewegung entlang der Proto-RGFZ, die das Plumematerial möglicherweise am Eintritt in die nördlichen Becken gehindert hat.

Um diese Fragen zu klären, werden wir drei seismische Weitwinkelprofile aufnehmen: zwei in Richtung der Ausdehnung und eine durch die Bruchzone des Rio Grande (siehe Abb. 4). Unser Ziel ist es, die Unterschiede im Magmatismus zwischen dem magma-reichen Pelotas-Becken und dem relativ magma-armen Santos-Becken zu kartieren, um die Beziehung zwischen der tektonischen Struktur des Randes und der Struktur der Kontinentalplatte vor der Ausdehnung zu verstehen.

vide a unique opportunity to address this issue, as the southern Brazilian magma-rich Pelotas basin and the more northern, relatively magma-poor Santos and Campos basins are in close proximity to each other, separated only by the Rio Grande Fracture Zone, RGFZ. While it is assumed that the Tristan plume is responsible for the excess magmatism in the Pelotas basin, it appears to have affected only the rifted margins to the south of the RGFZ. Nevertheless, the tectonic architecture of the Santos and Campos basins also does not conform to that of typical magma-poor rifts, such as the West Iberia–Newfoundland margins.

This project will address the extent of magmatism in the South Santos basin and the factors controlling the asymmetric distribution of magmatism associated with the Tristan plume north and south of the RGFZ. Potential candidates for the asymmetric magmatic distribution are the variability in lithospheric thickness at the time of rifting, with thinner lithospheres acting as preferential pathways for the flow of plume material towards the south, and the differential motion along the proto RGFZ, which may have blocked plume material from entering the northern basins.

To address these questions, we will acquire three wide-angle seismic lines: two in the direction of extension and one crossing the Rio Grande fracture zone (see Fig. 4). Our aim is to map the variation in magmatism from the magma-rich Pelotas basin to the relatively magma-poor Santos basin, in order to gain an understanding of the relationship between the tectonic structure of the margin and the structure of the continental plate prior to extension.

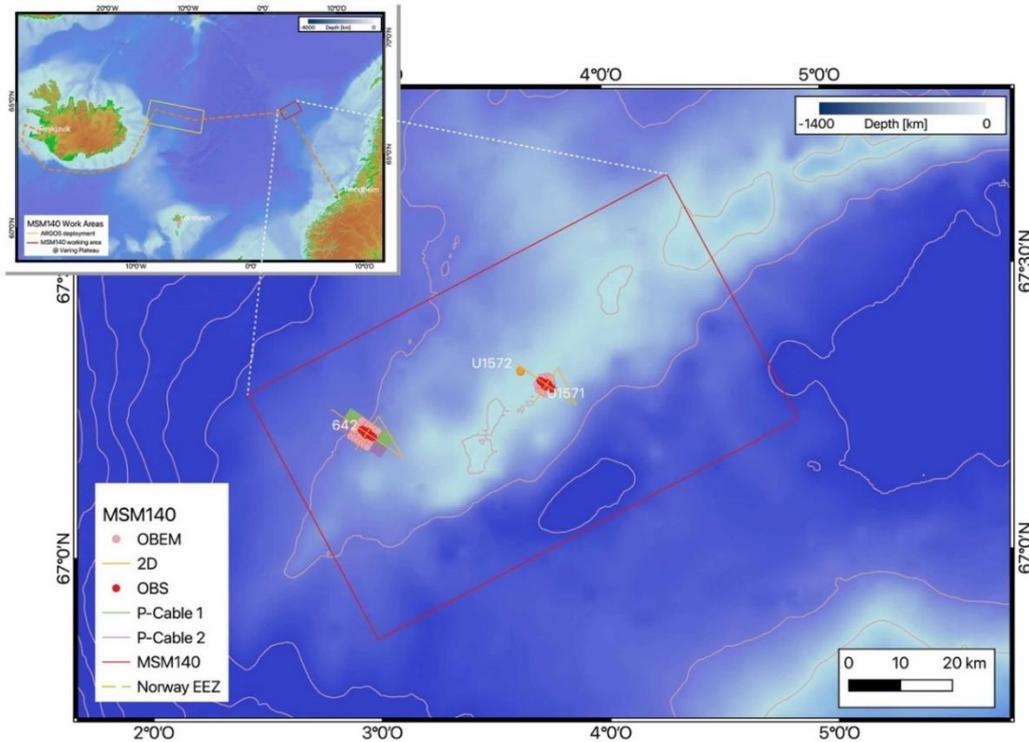


Abb. 2 Geplante Fahrtroute zum Arbeitsgebiet der Expedition MSM140.

Fig. 2 Planned cruise track to working area of research cruise MSM140.

Wissenschaftliches Programm

Im Rahmen der Fahrt MSM140 sollen geophysikalische Felddaten erhoben werden (Seismik und Elektromagnetik). Auflösungsvermögen und Effizienz zugehöriger Inversionsverfahren sollen für großvolumige (Gt) Reservoirs nutzbar gemacht und mit neuen Methoden der künstlichen Intelligenz ergänzt werden, um für die Fernüberwachung nutzbare Signale auswerten zu können. Hochauflösende Vermessungen mit 3D P-Cable, 2D/3D Refraktionsseismik und 2D/3D Elektromagnetik (CSEM) werden von synthetischen Modellierungen begleitet. Die während MSM140 gewonnenen Felddaten werden mit einem vulkanologischen Modell korreliert und verifiziert, welches aus wissenschaftlichen Bohrungen (ODP, IODP) am Vøring Plateau gebildet wurde.

Scientific Programme

As part of cruise MSM140 geophysical field data are to be collected (seismics and electromagnetics). The resolution capacity and efficiency of the associated inversion methods are to be made usable for large-volume (Gt) reservoirs and supplemented with new artificial intelligence methods in order to be able to evaluate signals that can be used for remote monitoring. High-resolution surveys with 3D P-Cable, 2D/3D refraction seismics and 2D/3D electromagnetics (CSEM) will be accompanied by synthetic modelling. The field data acquired during MSM140 will be correlated with and verified through a volcanological model derived from scientific drillings (ODP, IODP) at the Vøring Plateau.

CO2PR nutzt seismische und CSEM-Daten in einer Multi-Parameter Joint Inversion (JI), bei der sich die voneinander unabhängigen, jedoch ergänzenden Parameter Geschwindigkeit und Widerstand gemeinsam im Modellraum entwickeln lassen. Die JI stützt sich auf Strukturinformation und gesteinsphysikalische Abhängigkeiten, wodurch sich die Sensibilität der geophysikalischen Fernerkundung deutlich verbessern wird und somit eine Reduzierung der Kontrollbohrungen ermöglicht werden soll.

CO2PR utilizes seismic and CSEM data in a multi-parameter Joint Inversion (JI), where the independent, yet complementary parameters of velocity and resistivity can be jointly evolved in model space. The JI is based on structural information and rock physics dependencies, which will significantly improve the sensitivity of geophysical remote sensing and thus reduce the number of monitoring wells.

Zu Beginn der Fahrt wird die Anreise aus Reykjavik genutzt, um zwei ARGO Floats nordöstlich von Island auszusetzen, die eine aktuelle Lücke in der Ozeanbeobachtung füllen sollen.

At the beginning of the cruise, the journey from Reykjavik will be used to deploy two ARGO floats northeast of Iceland to fill a current gap in ocean observation.

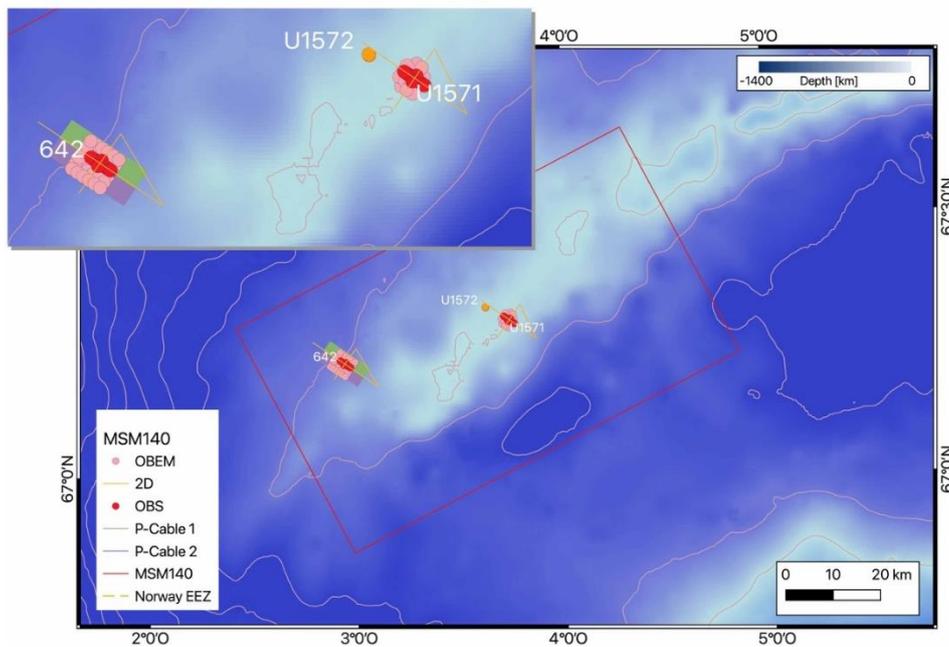


Abb. 3 Das Arbeitsgebiet der Fahrt MSM140

Fig. 3 The working area of cruise MSM140

Arbeitsprogramm

Die Felduntersuchung soll neue strukturelle Informationen und physikalische Eigenschaften liefern, die aus der Reflexions- und Refraktionsseismik (V_p und V_s) sowie aus elektromagnetischen Widerstandsmessungen abgeleitet werden. Das Vøring-Plateau vor der norwegischen Küste wird als Standort für die Felduntersuchung gewählt.

Das Skoll-Hochplateau ist das am besten geeignete Ziel, das neben zwei bestehenden IODP-Bohrungen, die während der jüngsten Expedition Leg 396 der MS JOIDES RESOLUTION niedergebracht wurden (die PIs sind an dem PERBAS-Vorschlag beteiligt), mit der älteren Bohrung ODP642, die die gesamte Lage seewärts geneigter Lavaflüsse durchläuft, ausgezeichnete Kalibrierungsmöglichkeiten bietet. Dabei werden die Auflösung der seismischen und elektromagnetischen Vermessung nicht die einzelnen, teilweise nur meterdicken Schichten erfassen, sondern nur Pakete von Lavaflüssen abbilden können.

Zunächst werden die Arbeiten an der Bohrung ODP642 begonnen. 18 Ozeanböden Seismometer (OBS) werden für eine seismische Weitwinkelvermessung auf zwei sich kreuzenden Profilen abgesetzt. Der Abstand der Instrumente zueinander wird mit 200 m eng gehalten, um auch für die langsamer konvertierten Scherwellen eine gute Abdeckung im Untergrund zu erreichen. Die Ausdehnung der Luftpulsersignale über die spätere 3D Fläche hinaus soll eine zusätzliche Information über die Schallgeschwindigkeiten tieferer Lagen ergeben. Nach der Aufnahme der Linien mit zwei GI Airguns und einem 2D Streamer werden 12 OBS geborgen, die für elektromagnetische Messungen (OBEM) umgebaut werden.

Währenddessen wird eine erste Hälfte der 3D seismischen P-Cable Vermessung durchgeführt. Hierbei werden 14 Streamersektionen in 10 m Abstand parallel zwischen zwei Scherbrettern quer zur Fahrtrichtung des Schiffes aufgespannt. Seismische Signale

Work Programme

The field survey will provide new structural information and physical properties derived from reflection and refraction seismics (V_p and V_s) and electromagnetic resistivity measurements. The Vøring Plateau off the Norwegian coast is chosen as the site for the field study.

The Skoll plateau is the most suitable target, offering excellent calibration opportunities alongside two existing IODP wells drilled during the recent MS JOIDES RESOLUTION Leg 396 expedition (the PIs are involved in the PERBAS proposal) and the older ODP642 well, which traverses the entire seaward slope of lava flows. The resolution of the seismic and electromagnetic survey will not allow imaging individual layers, some of which are only meters thick, but rather packages of lava flows.

First, work will begin on the ODP642 borehole. 18 ocean-bottom seismometers (OBS) are placed on two intersecting profiles for a seismic wide-angle survey. The distance between the instruments is kept close at 200 m in order to achieve good coverage in the subsurface even for the slower converted shear waves. The extension of the airgun shots beyond the later 3D surface should provide additional information about the sound velocities of deeper layers. After shooting the lines with two GI airguns and a 2D streamer, 12 OBS will be recovered and converted for electromagnetic measurements (O-BEM).

During this time, the first half of the 3D seismic P-Cable survey is carried out. Here, 14 streamer cables are set up parallel to the ship's direction of travel at a distance of 10 m between two shear boards. Seismic signals are again generated with two GI Airguns.

werden wieder mit zwei GI Airguns erzeugt. Der resultierende 3D Untergrundwürfel wird eine hochauflösende Abbildung der Ausdehnung von Lavapaketen ergeben.

The resulting 3D subsurface cube will provide a high-resolution image of the expansion of lava packages.

Eine Wartungspause der 3D Vermessung wird genutzt, um die erste Auslage von 12 OBEM auszusetzen und mit einer elektromagnetischen Quelle Signale für eine 3D Vermessung auszusenden (CSEM). Hierzu wird eine Quelle mit doppeltem Dipol mit dem Tiefseekabel bis kurz über den Meeresboden abgesenkt. Messpunkte werden an wechselnden Positionen zwischen den OBEM Stationen aufgesucht, so dass eine 2D- oder 3D-Auswertung ermöglicht wird.

A maintenance break in the 3D survey is used to suspend the first deployment of 12 OBEMs and transmit signals for a 3D survey using an electromagnetic source (CSEM). For this purpose, a source with a double dipole is lowered with the deep-sea cable to just above the seabed. Measuring points are occupied at changing positions between the OBEM stations, so that a 2D or 3D interpretation is possible.

Nachfolgend wird die zweite Hälfte der P-Cable Vermessung ausgeführt. Abschließend komplettiert eine weitere Auslage der OBEM Stationen und CSEM Vermessung die Arbeiten an der Bohrung ODP642.

The second half of the P-Cable survey is then carried out. Finally, a further deployment of the OBEM stations and CSEM survey completes the work on borehole ODP642.

An den Bohrungen IODP1571 und IODP1572 haben die Projektpartner der Universität Tromsø ebenfalls eine 3D P-Cable Vermessung durchgeführt. Diese Aufnahmen sollen durch eine zusätzliche Vermessung mit sechs OBS ergänzt werden, um auch für dieses Gebiet eine Tiefenverteilung der Schallgeschwindigkeit zu erhalten. Abwechselnd mit den OBS werden drei Auslagen der 12 OBEM Stationen mit CSEM Vermessung die Verbindung geophysikalischer Parameter zwischen den beiden Bohrungen liefern.

The project partners from the University of Tromsø also carried out a 3D P-Cable survey at boreholes IODP1571 and IODP1572. This investigation will be supplemented by an additional survey with six OBS in order to obtain a depth distribution of the sound velocity for this area as well. Alternating with the OBS, three OBEM deployments with 12 stations with CSEM surveys will provide the geophysical parameters between the two boreholes.

Zeitplan / Schedule**Fahrt / Cruise MSM140**

| | Tage/days |
|--|-----------|
| Auslaufen von Reykjavik, Island am 04.09.2025 <i>Departure from Reykjavik, Island am 04.09.2025</i> | |
| Transit zum Arbeitsgebiet ARGO / <i>Transit to working area ARGO (517 sm)</i> | 2 |
| ARGO I aussetzen / <i>ARGO I deploy</i> | 0,1 |
| <i>Transit (130 sm)</i> | 0,4 |
| ARGO II aussetzen / <i>ARGO II deploy</i> | 0,1 |
| Transit zum Arbeitsgebiet ODP642 / <i>Transit to working area ODP642 (220 sm)</i> | 1 |
| 18 OBS aussetzen @ 200 m Abstand / <i>deploy @ 200 m distance</i> | 0,5 |
| 2D I Streamer mit Airgun / <i>2D I streamer with airgun 40 sm @ 3.5 kn</i> | 0,7 |
| 12 OBS bergen / <i>recover</i> | 0,4 |
| 3D P-Cable I mit Airgun / <i>3D P-Cable I with airgun</i> | 6,2 |
| 12 OBEM I aussetzen / <i>deploy</i> | 1 |
| 3D CSEM I mit Dipolantennenrahmen / <i>with dipole antenna frame</i> | 1 |
| 12 OBEM I bergen / <i>recover</i> | 1 |
| 3D P-Cable II mit Airgun / <i>3D P-Cable II with airgun</i> | 6,2 |
| 12 OBEM II aussetzen / <i>deploy</i> | 1 |
| 3D CSEM II mit Dipolantennenrahmen / <i>with dipole antenna frame</i> | 1 |
| 12 OBEM II bergen / <i>recover</i> | 1 |
| 6 OBS bergen / <i>recover</i> | 0,2 |
| Transit zum Arbeitsgebiet IODP1571 / <i>Transit to working area IODP1571 (18 sm)</i> | 0,1 |
| 12 OBEM III aussetzen / <i>deploy</i> | 1 |
| 3D CSEM III mit Dipolantennenrahmen / <i>with dipole antenna frame</i> | 1 |
| 12 OBEM III bergen / <i>recover</i> | 1 |
| 6 OBS aussetzen / <i>deploy</i> | 0,2 |
| 2D II Streamer mit Airgun / <i>2D II streamer with airgun 40 sm @ 3.5 kn</i> | 0,7 |
| 6 OBS bergen / <i>recover</i> | 0,2 |
| 12 OBEM IV aussetzen / <i>deploy</i> | 1 |
| 3D CSEM IV mit Dipolantennenrahmen / <i>with dipole antenna frame</i> | 1 |
| 12 OBEM IV bergen / <i>recover</i> | 1 |
| 12 OBEM V aussetzen / <i>deploy</i> | 1 |
| 3D CSEM V mit Dipolantennenrahmen / <i>with dipole antenna frame</i> | 1 |
| 12 OBEM V bergen / <i>recover</i> | 1 |
| Transit zum Hafen Trondheim, Norwegen (350 sm) <i>Transit to port of Trondheim, Norway</i> | 1 |
| | Total 35 |
| Einlaufen in Hafen Trondheim, Norwegen am 09.10.2025 <i>Arrival in port of Trondheim, Norway 09.10.2025</i> | |

Beteiligte Institutionen / *Participating Institutions*

GEOMAR

GEOMAR - Helmholtz Centre for Ocean Research Kiel
Wischhofstr. 1-3
24148 Kiel
Germany

VBER

Volcanic Basin Energy Research AS
Høyenhald
Blindernveien 5
N-0361 Oslo
Norway

Wissenschaftliches Programm

Scientific Programme

Fahrt MSM141

Cruise MSM141

In diesem Projekt werden Prozesse untersucht, die zum Aufbrechen des Kontinents und zur Bildung einer neuen ozeanischen Kruste in einem sehr breiten, magma-armen Rand führen, dem Santos-Becken. Wir werden seismische Weitwinkeldaten sammeln, um den Kontinentalrand zu charakterisieren und dann mit Hilfe numerischer Modelle ein Verständnis für die Beziehung zwischen Struktur und Zusammensetzung des Randes, Magmatismus und der ursprünglichen thermischen und rheologischen Plattenstruktur entwickeln.

This project will investigate the processes that lead to continental break-up and formation of new oceanic crust in a very wide, relatively magma-poor margin, the Santos basin. We will collect wide-angle seismic data to characterize the margin and subsequently use numerical modelling to understand the relationship between margin architecture, magmatism and the initial plate thermal and rheological structure.

Wir werden drei seismische Weitwinkelprofile im südlichen Teil des Santos-Beckens aufnehmen, wo der brasilianische Rand von einer relativ magma-armen Region nördlich der RGFZ in eine relativ magma-reiche Region südlich davon übergeht. Die drei Profile decken sich mit vorhandenen seismischen Mehrkanalreflexionsdaten (MCS) von ION-GXT. Diese Profile befinden sich in Gebieten mit geringer Salzbedeckung, um Abbildungsprobleme zu vermeiden. Ihre Position wurde gewählt, um das Zusammenspiel zwischen Magmatismus, Mantelexhumierung und zunehmender Ausdehnung zu verstehen. Darüber hinaus werden wir feststellen, ob der Übergang von magma-reichem Untergrund im Süden zu relativ magma-armem Untergrund im Norden allmählich oder progressiv erfolgt.

We will acquire three wide-angle seismic lines in the southern part of the Santos basin, where the Brazilian margin transitions from a relatively magma-poor region to the north of the RGFZ to a relatively magma-rich region to the south of it. The three lines coincide with existing Multichannel Seismic reflection data, MCS, from ION-GXT. These lines are located in areas where there is little salt coverage, in order to avoid imaging problems. Their position is chosen to understand the interplay between magmatism, mantle exhumation and increasing extension. In addition, we will determine whether the transition from magma-rich in the south to relatively magma-poor in the north is gradual or progressive.

Im Rahmen des Projekts sollen insbesondere mehrere Ziele verfolgt werden:

In particular the project is going to address a number of objectives:

1. Bestimmung der Ausdehnung der kontinentalen Kruste und einer möglichen mafischen oder serpentinitischen Unterplatte unter der ausgedünnten kontinentalen Kruste, die sich aus seismischen Geschwindigkeiten und V_p/V_s -Verhältnissen ergibt. Die

1. To define the extent of the continental crust, and potential mafic or serpentinite underplate beneath the thinned continental crust, revealed by seismic velocities and V_p/V_s ratios. The extent of the continental crust has so far only been mapped using

Ausdehnung der kontinentalen Kruste wurde bisher nur anhand von Interpretationen seismischer Mehrkanaldaten kartiert. Sie wird gemeinhin mit dem ozeanischen Ende des Sao Paulo Plateaus in Verbindung gebracht. Durch die Verwendung von Weitwinkeldaten werden wir in der Lage sein, sie besser einzugrenzen.

2. Definition des Ausmaßes und der Art des Übergangs zwischen Kontinent und Ozean. V_p/V_s -Verhältnisse und V_p -Geschwindigkeiten geben uns ein Bild von der Verteilung von mafischem und ultramafischem Material am Kontinent-Ozean-Übergang (COT). So lässt sich feststellen, ob auf die Krustenausdehnung im südlichen Santos-Becken eine Exhumierung des Erdmantels folgt oder eher ein abrupterer und magmatischer Übergang zur ozeanischen Ausbreitung.

3. Kartierung der lateralen Variabilität entlang des Randes und seiner kinematischen 3D-Geschichte. Die Analyse des Untersuchungsgebiets, das sich an der Schnittstelle zwischen magma-reichen und relativ magma-armen Becken befindet, wird die ganzheitliche Charakterisierung der kinematischen 3D-Geschichte des Gebiets und der Faktoren ermöglichen, die die laterale Variabilität entlang des brasilianischen Randes beeinflussen.

4. Charakterisierung der ozeanischen Grenze des COT und Beginn der normalen magmatischen Ausbreitung des Meeresbodens. Die ozeanische Grenze des COT kann am besten durch das Auftreten einer normalen ozeanischen Kruste definiert werden, wie durch eine typische Struktur vom Typ Schicht 2 und Schicht 3 und eine gut bestimmte Moho-Grenze. An den meisten magma-armen Rändern wurde eine solche Kruste jedoch noch nie abgebildet, während an magma-reichen Rändern eine überdickte ozeanische Kruste gefunden wird. Wir werden die Profile in den Bereich verlängern, der als normale ozeanische Kruste interpretiert wird, um die Prozesse zu verstehen, die für den Übergang zwischen

interpretations of multichannel seismic data. It is commonly associated with the oceanward end of the Sao Paulo Plateau. By using wide-angle data we will be able to better constrain it.

2. To define the extent and nature of the continent-ocean transition. V_p/V_s ratios and V_p velocities will give us an image of the distribution of mafic versus ultramafic material at the continent-ocean transition, COT. This will allow to determine whether at the southern Santos basin crustal extension is followed by mantle exhumation or rather a more abrupt and magmatic transition to oceanic spreading.

3. To map the lateral variability along the margin and its 3D kinematic history. The analysis of the study area, which is located at the junction between the magma-rich and relatively magma-poor basins, will allow the holistic characterization of the 3D kinematic history of the area and the factors influencing the lateral variability along the Brazilian margin.

4. Characterization of the oceanward limit of the COT and onset of normal magmatic seafloor spreading. The oceanward limit of the COT might be best defined by the occurrence of normal oceanic crust, as defined by a typical layer 2 and layer 3 type structure and a well-defined Moho boundary. Yet, at most magma-poor margins such a crust has never been imaged, while at magma-rich margins overthickened oceanic crust is found. We will extend the lines into the domain interpreted as normal oceanic crust in order to understand the processes that are responsible for the transition between continental rifting and oceanic spreading.

Kontinentalverschiebung und ozeanischer Ausbreitung verantwortlich sind.

In diesem Projekt werden Prozesse untersucht, die zum Aufbrechen des Kontinents und zur Bildung einer neuen ozeanischen Kruste in einem sehr breiten, magma-armen Rand führen. Wir werden seismische, Schwerkraft- und magnetische Weitwinkeldaten sammeln, um den Rand zu charakterisieren, und dann mit Hilfe numerischer Modelle die Beziehung zwischen Struktur und Zusammensetzung des Randes und der ursprünglichen Plattenstruktur verstehen.

This project will investigate processes that lead to continental breakup and the formation of new oceanic crust in a very broad, magma-poor margin. We will collect seismic, gravity and magnetic wide-angle data to characterise the margin and then use numerical models to understand the relationship between the structure and composition of the margin and the original plate structure.

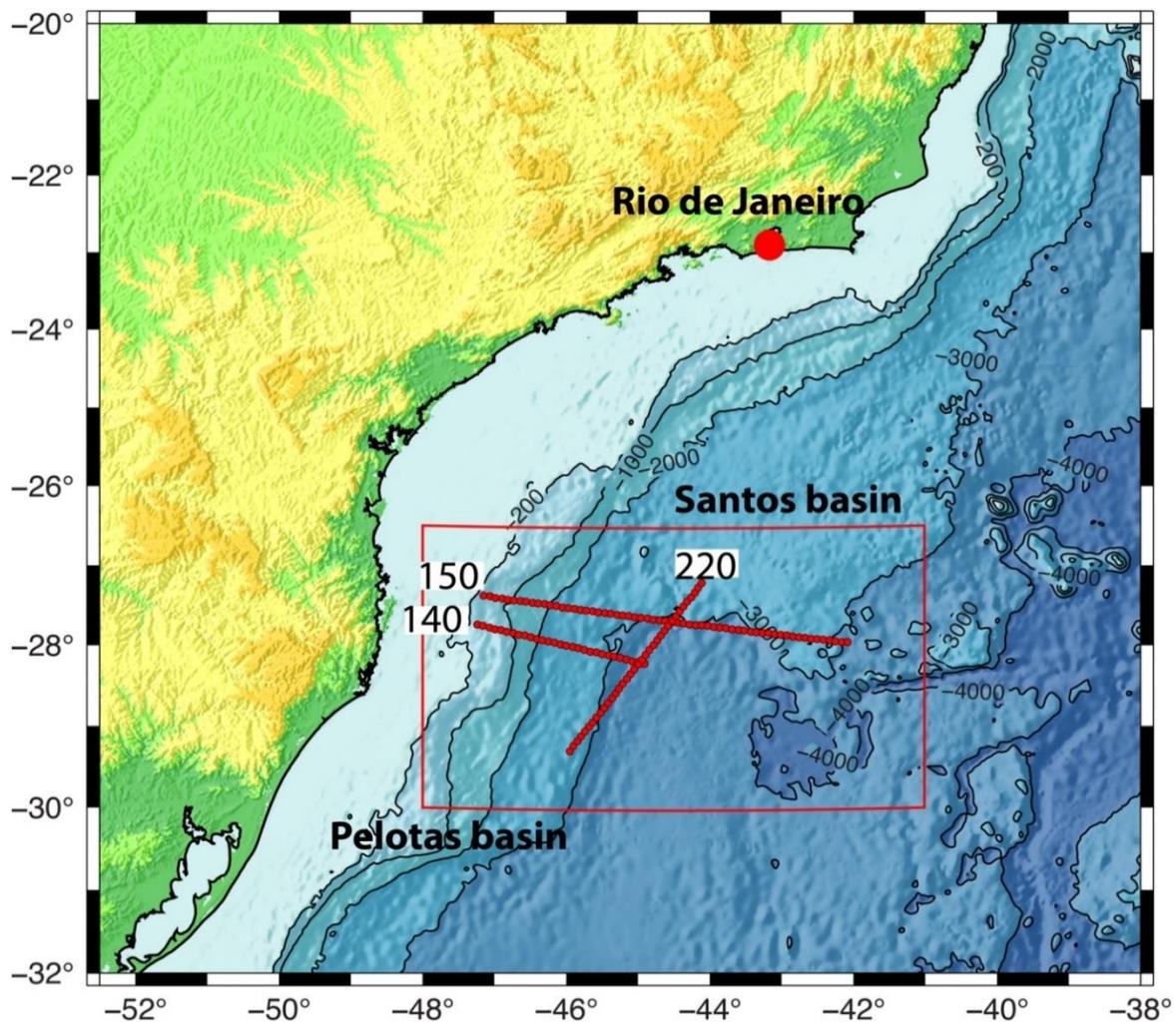


Abb. 4 Arbeitsgebiet der MERIAN Expedition MSM141. Siehe auch das Arbeitsgebiet mit aufzuzeichnenden Profilen und Position der Meeresbodenseismometer (OBS)

Fig. 4 Planned working area of MERIAN cruise MSM141 with lines to be recorded, and location of ocean bottom seismometers, OBS.

Arbeitsprogramm

Unsere Ziele können durch die Aufzeichnung von 3 seismischen Weitwinkelprofilen mit einem relativ engen OBS-Abstand von 8,4 km erreicht werden, um mögliche Schmelzintrusionen/sogenanntes ‘Underplating’, Serpentinisierung unter der ausgedünnten Kruste und die relativen Anteile von mafischem gegenüber ultramafischem Material am COT abzubilden (Abb. 4). Wir haben die Profile auf der Grundlage vorhandener seismischer Mehrkanalreflexionsdaten in diesem Gebiet ausgewählt. Zwei der Profile wurden in Richtung der Ausdehnung gewählt. Das dritte Profil kreuzt die Rio-Grande-Bruchzone und wird dazu beitragen, die 3D-Kinematik des Randes zu definieren.

Die Ausbringung jedes OBS dauert etwa 30 Minuten. Die Bergung jedes OBS dauert etwa 1,5 Stunden, wenn man davon ausgeht, dass sich eine Station mit 1 m pro Sekunde hebt, zuzüglich des Schiffsbetriebs zur Bergung des OBS. Die Transitgeschwindigkeit wird mit 10 Knoten und die Schussgeschwindigkeit mit 4 Knoten angenommen. Im Folgenden wird jedes Profil mit Arbeitstagen beschrieben.

1. Profil GXT-0150: Einsatz von 61 OBS/H im Abstand von 8,4 km entlang des 503 km langen Profils. (57,6 Std. Ausbringung + 72,9 Std. Betrieb der Airgun + 118,4 Std. Bergung + 35,3 Std. Transit zum RJ) Zeit: 13,8 Tage (einschließlich 2 Tage für unvorhergesehene Ereignisse).

Das Profil GXT-0150 ist das nördlichste Profil. Dieses Profil geht von der kontinentalen Plattform zum abgebrochenen Abimael-Rücken und zum Sao Paulo Plateau über. Hier können wir das Ausmaß des Magmatismus bzw. der Serpentinisierung während des Rifting und den Beginn der ozeanischen Akkretion auf dem Abimael-Rücken abschätzen

Work Programme

Our goals can be reached by recording 3 wide-angle seismic lines with a relatively close OBS spacing, 8,4 km, in order to image potential melt intrusions/underplating, serpentinisation beneath the thinned crust and relative proportions of mafic vs. ultra-mafic material at the COT (Fig. 4). We have chosen the lines based on existing multichannel seismic reflection data in the area. Two of the lines are chosen in the direction of extension. The third line crosses the Rio Grande Fracture zone and will help to define the 3D kinematics of the margin.

Deployment of each OBS takes approximately 30 mins. Recovery of each OBS takes approximately 1,5 h, assuming that a station rises with 1 m per second plus ship operation to recover the OBS. Transit velocity is assumed to be 10 knots and shooting velocity 4 knots. A description of each profile with working days is given below.

1. Profile GXT-0150: Deployment of 61 OBS/H at 8,4 km spacing along the 503 km long profile. (57,6 h of deployment + 72,9 of airgun operation + 118,4 hours of recovery + 35,3 h transit to RJ) Time: 13,8 d (including 2 contingency days).

Profile GXT-0150 is the most northern profile. This profile transitions from the continental platform to the aborted Abimael ridge and towards the Sao Paulo Plateau. Here we will be able to estimate the amount magmatism vs serpentinisation during rifting, and start of oceanic accretion in the Abimael ridge, and test whether the Sao Paulo plateau

und prüfen, ob das Sao Paulo-Plateau kontinental oder ozeanisch ist. Der äußerste Teil des Profils verläuft südlich des abgegrenzten Kontinental-Ozean-Übergangs (Abb. 4), so dass ein Ziel darin bestehen wird, festzustellen, wann die normale ozeanische Ausbreitung in diesem Gebiet beginnt.

2. Profil GXT-0140: Einsatz von 29 OBS im Abstand von 8,4 km entlang des 235 km langen Profils. (33,4 Std. Transit RJ zu SOL + 27,1 Std. Ausbringung + 36,7 Std. Airgun-Betrieb + 56,1 Std. Bergung + 11,6 Std. Transit SOL 220) Zeit: 8,38 Tage (einschließlich 1,5 Tage für Eventualitäten)

Das Profil GXT-0140 befindet sich im Süden unseres Untersuchungsgebiets. Dieses Profil erstreckt sich von der kontinentalen Plattform bis zum abgebrochenen Abimael-Rücken. Das Ziel dieses Profils ist es, zu verstehen, ob die Menge an Magmatismus abrupt oder allmählich zunimmt, wenn wir uns dem magma-reichen Pelotas-Becken nähern. Das Profil wird es uns ermöglichen, die Variabilität der Randstruktur entlang des Strangs zu analysieren und zum Verständnis der Faktoren beizutragen, die den Magmatismus bzw. dessen Ausbleiben während des Rifting gesteuert haben.

3. Profil GXT-220: Einsatz von 36 OBS im Abstand von 8,4 km entlang eines 294 km langen Profils (33,9 Std. Ausbringung + 44,7 Std. Airgun-Betrieb + 69,9 Std. Bergung + 11,6 Std. Transit zu SOL 150) Zeit: 8,17 Tage (einschließlich 1,5 Tage für Eventualitäten).

Dieses Profil wird im angenommenen Bereich des Kontinental-Ozean-Übergangs aufgenommen. Es verläuft parallel zum Rand und soll dazu dienen, die laterale Variabilität des Randes und die Rolle der Transformverwerfung bei der Abnahme des Randmagmatismus in Santos und Campos im Vergleich zu Pelotas zu verstehen.

Gesamtarbeitstage mit Transit vom und zum Hafen und zwischen den Profilen: 30,4 Tage.

is continental or oceanic. The outermost part of the line runs to the South of the delineated continent-ocean transition (Fig. 4), so one objective will be to determine when normal oceanic spreading starts along this area.

2. *Profile GXT-0140: Deployment of 29 OBS at 8,4 km spacing along the 235 km long profile. (33,4 h transit RJ to SOL + 27,1 h of deployment + 36,7 h of airgun operation + 56,1 hours of recovery + 11,6 h transit SOL 220) Time: 8,38 d (including 1,5 contingency days)*

Profile GXT-0140 is located to the South of our study area. This profile extends from the continental platform to the aborted Abimael ridge. The aim of this line is to understand whether the amount of magmatism increases abruptly or gradually as we approach the magma-rich Pelotas basin. The profile will thus allow us to analyze the along-strike variability in margin structure and contribute to our understanding of which factors controlled magmatism or the lack of it during rifting.

3. *Profile GXT-220: Deployment of 36 OBS at 8,4 km spacing along 294 km long profile (33,9 h of deployment + 44,7 h of airgun operation + 69,9 hours of recovery + 11,6 h transit to SOL 150) Time: 8,17 d (including 1,5 contingency days)*

This profile will be shot in the assumed domain of the continent-ocean transition, it runs along strike of the margin and will be used to understand the lateral variability in the margin and the role of the transform fault on the decrease of margin magmatism in Santos and Campos with respect to Pelotas.

Total working days with transit from and to port and in between lines: 30,4 days.

| | Tage/days |
|--|-----------|
| Auslaufen von Rio de Janeiro (Brasilien) am 07.11.2025 <i>Departure from Rio de Janeiro (Brazil) 07.12.2025</i> | |
| Transit zum Arbeitsgebiet / <i>Transit to working area</i> | 1,5 |
| Deployment of ocean-bottom-seismometers 140, 220, 150 | 6 |
| Airgun shoot 140, 220, 150 | 8 |
| Recovery of ocean-bottom-seismometers 140, 220, 150 | 13 |
| Transit zum Hafen Rio de Janeiro <i>Transit to port Rio de Janeiro</i> | 1,5 |
| | Total 30 |
| Einlaufen in Rio de Janeiro (Brasilien) am 07.12.2025 <i>Arrival in Rio de Janeiro (Brazil) 07.12.20</i> | |

Beteiligte Institutionen / *Participating Institutions*

MARUM

Universität Bremen
Klagenfurter Str. 2-4
D-28359 Bremen
Deutschland

GEOMAR

Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung
Wischhofstraße 1-3
D-24148 Kiel
Deutschland

Institut für Geophysik

Universität Hamburg
Bundesstraße 55
20146 Hamburg
Deutschland

IFREMER

Centre Bretagne –
ZI de la Pointe du Diable
CS 10070 - 29280 Plouzané
Frankreich

Das Forschungsschiff / *Research Vessel MARIA S. MERIAN*

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

FS „MARIA S. MERIAN“ ist Eigentum des Landes Mecklenburg-Vorpommern, vertreten durch das Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur. Der Bau des Schiffes wurde durch die Küstenländer Bremen, Hamburg, Mecklenburg-Vorpommern und Schleswig-Holstein sowie das Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt (BMFTR) finanziert.

Das Schiff wird als 'Hilfseinrichtung der Forschung' von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) betrieben. Dabei wird sie von einem Beirat unterstützt. Der Schiffsbetrieb wird zu 70% von der DFG und zu 30% vom BMFTR finanziert.

Dem Begutachtungspanel Forschungsschiffe (GPF) obliegt die Begutachtung der wissenschaftlichen Fahrtanträge. Nach positiver Begutachtung können diese in die Fahrtplanung aufgenommen werden.

Die Leitstelle Deutsche Forschungsschiffe (LDF) der Universität Hamburg ist für die wissenschaftlich-technische, logistische und finanzielle Vorbereitung, Abwicklung und Betreuung des Schiffsbetriebes zuständig.

Einerseits arbeitet die LDF partnerschaftlich mit der Fahrtleitung zusammen, andererseits ist sie Partner und Auftraggeber der Reederei Briese Schifffahrts GmbH & Co. KG.

The polar-margin research vessel „MARIA S. MERIAN“ is used for the German, worldwide marine scientific research and the cooperation with other nations in this field.

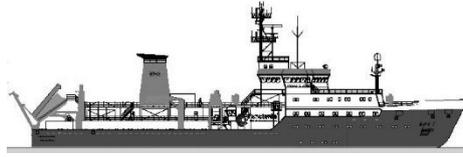
R/V „MARIA S. MERIAN“ is owned by the Federal State of Mecklenburg-Vorpommern, represented by the Ministry of Education, Science and Culture. The construction of the vessel was financed by the Federal States of Bremen, Hamburg, Mecklenburg-Vorpommern and Schleswig-Holstein as well as by the Federal Ministry of Research, Technology and Space (BMFTR),

The vessel is operated as an 'Auxiliary Research Facility' by the German Research Foundation (DFG). The DFG is assisted by an Advisory Board. The operation of the vessel is financed to 70% by the DFG and to 30% by the BMFTR.

The Review Panel German Research Vessels (GPF) reviews the scientific cruise proposals. GPF-approved projects are suspect to enter the cruise schedule.

The German Research Fleet Coordination Centre (LDF) at the University of Hamburg is responsible for the scientific-technical, logistical and financial preparation, handling and supervision of the vessels operation.

On a partner-like basis the LDF cooperates with the chief scientists and the managing owner Briese Schifffahrts GmbH & Co. KG.

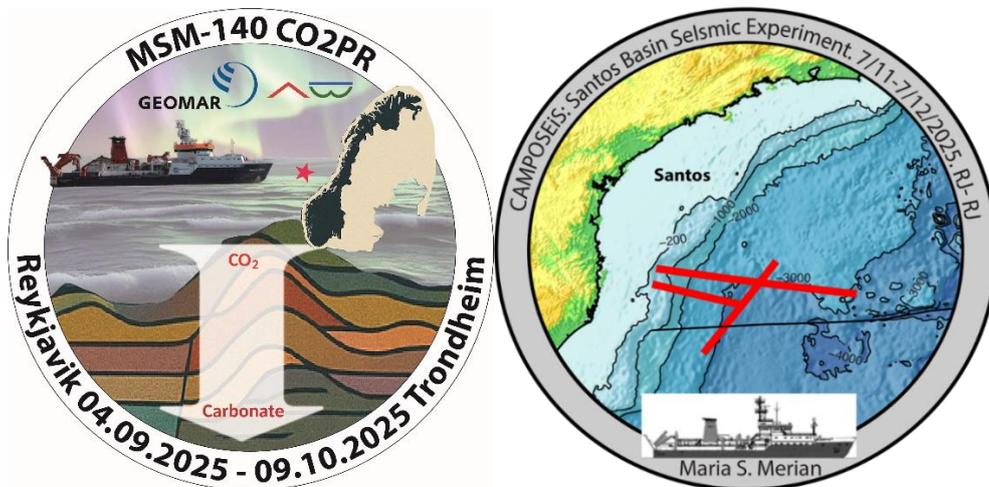


Research Vessel

MARIA S. MERIAN

Cruise No. MSM140 - MSM141

04. 09. 2025 - 07. 12. 2025



Permanent sequestration of gigatons of CO₂ in continental margin basalt deposits, CO2PR

Seismic experiment in the Santos basin: from continental extension to oceanic spreading, CAMPOSEIS

Editor:

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

Sponsored by:

Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt (BMFTR)
ISSN 1862-8869