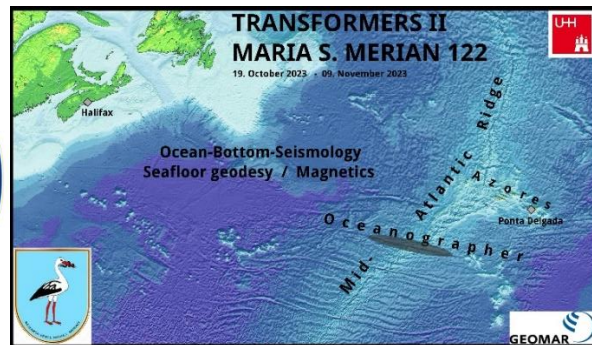
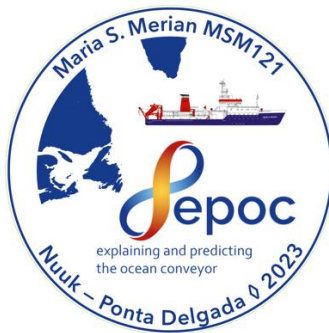


Forschungsschiff

MARIA S. MERIAN

Reisen Nr. MSM121 - MSM123

23. 09. 2023 - 27. 12. 2023



Die Rolle des Tiefen Westlichen Randstroms im subpolaren Nordatlantik für die Diskontinuität der Variabilität der Atlantischen Umwälzzirkulation

Geophysikalische Untersuchung der Oceanographer Transformverwerfungen am Mittelatlantischen Rücken bei 35°N, TRANSFORMERS II

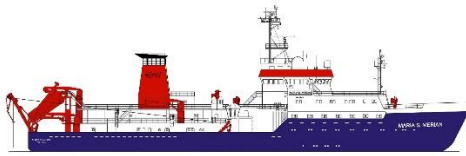
Blaseninduzierter Gasaustausch in der Labradorsee, BELS

Herausgeber:

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

Gefördert durch:

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

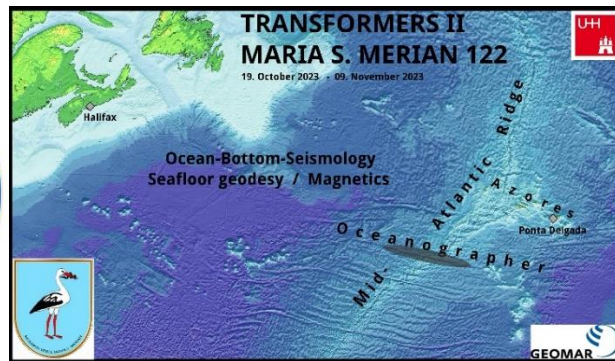
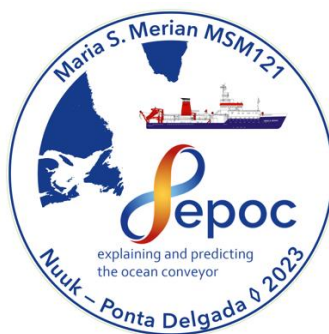


Forschungsschiff / *Research Vessel*

MARIA S. MERIAN

Reisen Nr. MSM121 - MSM123 / *Cruises No. MSM121 - MSM123*

23. 09. 2023 - 27. 12. 2023



Die Rolle des Tiefen Westlichen Randstroms im subpolaren Nordatlantik für die Diskontinuität der Variabilität der Atlantischen Umwälzzirkulation, EPOC

The Role of the Deep Western Boundary Current in the Subpolar North Atlantic for the Discontinuity of Atlantic Meridional Overturning Variability, EPOC

Geophysikalische Untersuchung der Oceanographer Transformverwerfungen am Mittelatlantischen Rücken bei 35°N

Geophysical study of the Oceanographer Transform Fault at 35°N of the Mid-Atlantic Ridge, TRANSFORMERS II

Blaseninduzierter Gasaustausch in der Labradorsee, BELS

Bubble (mediated) Exchange in the Labrador Sea, BELS

Herausgeber / *Editor:*

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

Gefördert durch / *Sponsored by:*

Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)
ISSN 1862-88

Anschriften / *Addresses*

Dr. Christian Mertens
Institut für Umweltphysik
Universität Bremen
Otto-Hahn-Allee 1
D-28359 Bremen

Telefon: +49 421 218 - 62154
Telefax: +49 421 218 - 62165
E-Mail: cmertens@uni-bremen.de

Prof. Dr. Ingo Grevemeyer
GEOMAR
Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung
Wischhofstraße 1-3
D-24148 Kiel

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

PD Dr. Christa Marandino
GEOMAR FB2/CH
Wischhofstr. 1-3
D-24148 Kiel

Telefon: 0431-600-4201
Telefax: 0431-600-134201
E-Mail: cmarandino@geomar.de

Leitstelle Deutsche Forschungsschiffe
Institut für Geologie
Universität Hamburg
Bundesstraße 55
D-20146 Hamburg

Telefon: +49 40 42838 - 3640
Telefax: +49 40 4273 - 10063
E-Mail: leitstelle.ldf@uni-hamburg.de
http: www.ldf.uni-hamburg.de

Reederei Briese
Briese Schifffahrts GmbH & Co. KG
Research | Forschungsschiffahrt
Hafenstraße 12 (Haus Singapore)
D-26789 Leer

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

GPF-Geschäftsstelle
Begutachtungspanel Forschungsschiffe
c/o Deutsche Forschungsgemeinschaft
Kennedyallee 40
D-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	VSAT	+49 491 91979023
	FBB 500 (Backup)	+870 773 929 863
	GSM-mobile (in port only)	+49 171 697 543 3

MERIAN Reisen / MERIAN Cruises MSM121 – MSM123

23. 09. 2023 – 27. 12. 2023

Die Rolle des Tiefen Westlichen Randstroms im subpolaren Nordatlantik für die Diskontinuität der Variabilität der Atlantischen Umwälzzirkulation, EPOC
The Role of the Deep Western Boundary Current in the subpolar North Atlantic for the discontinuity of Atlantic Meridional Overturning variability, EPOC

Geophysikalische Untersuchung der Oceanographer Transformverwerfungen am Mittelatlantischen Rücken bei 35°N, TRANSFORMERS II
Geophysical study of the Oceanographer Transform Fault at 35°N of the Mid-Atlantic Rige, TRANSFORMERS II

Blaseninduzierter Gasaustausch in der Labradorsee, BELS
Bubble (mediated) Exchange in the Labrador Sea, BELS

Fahrt / Cruise MSM121 23.09.2023 - 16.10.2023
Nuuk (Grönland) - Ponta Delgada (Portugal)
Fahrtleitung / *Chief Scientist*:
Dr. Christian Mertens

Fahrt / Cruise MSM122 19.10.2023 – 09.11.2023
Ponta Delgada (Portugal) - Halifax (Kanada)
Fahrtleitung / *Chief Scientist*:
Prof. Dr. Ingo Grevemeyer

Fahrt / Cruise MSM123 23.11.2023 – 27.12.2023
Halifax (Kanada) - St. John's (Kanada)
Fahrtleitung / *Chief Scientist*:
Dr. Christa Marandino

Koordination / Coordination Leitstelle Deutsche Forschungsschiffe
German Research Fleet Coordination Centre

Kapitän / Master MERIAN MSM121 Ralf Schmidt
MSM122 Ralf Schmidt
MSM123 Björn Maaß

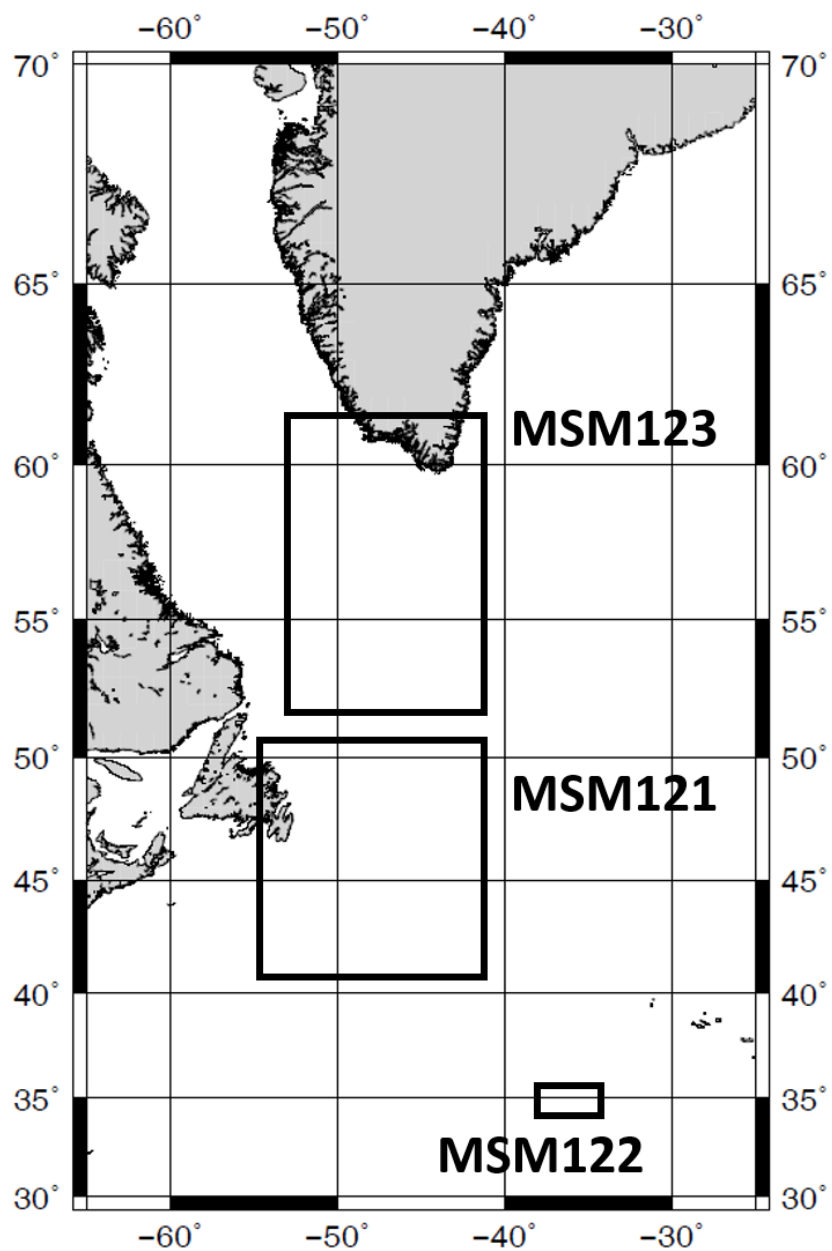


Abb. 1 Geplante Fahrtrouten und Arbeitsgebiete der MERIAN Expeditionen MSM121 - MSM123.

Fig. 1 Planned cruise tracks and working areas of MERIAN cruises MSM121 – MSM123.

Übersicht

Fahrt MSM121

Die Atlantische Meridionale Umwälzzirkulation (AMOC) ist eine Schlüsselkomponente des Klimasystems und verantwortlich für den Transport von Wärme und Frischwasser im Ozean. Die Verbindung zwischen Transport und Tiefenwasserbildung beruht jedoch auf der konzeptionellen Vorstellung der AMOC als 'großem Ozeanförderband', das entwickelt wurde, um jahrtausendelange Klimaschwankungen zu erklären.

Das Horizon Europe-Projekt EPOC (Explaining and Predicting the Ocean Conveyor) hat zum Ziel, einen neuen konzeptionellen Rahmen für die AMOC zu schaffen, um zu verstehen, wie sie im Erdsystem funktioniert und Wetter und Klima beeinflusst. Das Ziel des EPOC-Beobachtungsprogramms besteht darin, physikalische Prozesse zu ermitteln, die die meridionale Konnektivität von Ozeantransporten in der sogenannten Transition Zone (TZ) zwischen dem subpolaren und subtropischen Atlantik aufrechterhalten oder stören. Modelle zeigen hier einen Zusammenbruch der meridionalen AMOC-Kohärenz.

Mit der MARIA S. MERIAN Reise MSM121 beginnt ein zweijähriges Feldexperiment, das zusammen mit hochauflösenden gekoppelten Modellsimulationen das Verständnis für physikalische Prozesse verbessern soll, die die Variabilität des Transports bestimmen. Dazu gehören die Variabilität der Tiefenwassermassen und Randströme stromaufwärts, lokale Instabilitäten, Wirbel oder Strömungstopografieinteraktionen des Tiefen Westlichen Randstroms (DWBC). Das Arbeitsprogramm MSM121 besteht aus drei Hauptkomponenten: Der Auslegung von Verankerungen, der Auslegung von Inversecholoten (IES) und CTD-Messungen entlang der verankerten Geräte.

Synopsis

Cruise MSM121

The Atlantic Meridional Overturning Circulation (AMOC) is a key component of the climate system, responsible for ocean heat and freshwater transport. However, the link between ocean transport and deep water formation relies on the common conceptual view of the AMOC as a 'great ocean conveyor' which was developed to explain millennial fluctuations in climate.

The collaborative Horizon Europe project EPOC (Explaining and Predicting the Ocean Conveyor) aims to generate a new conceptual framework for the AMOC, to understand how it functions in the Earth system and impacts on weather and climate. The objective of the EPOC field programme is to determine physical processes that maintain or disrupt the meridional connectivity of ocean transports in the so-called Transition Zone (TZ), between the subpolar and subtropical Atlantic, where models show a breakdown of the meridional AMOC coherence.

MARIA S. MERIAN cruise MSM121 marks the beginning of a 2-year field experiment that, together with high-resolution coupled model simulations, will improve the understanding of physical processes that determine transport variability. These include upstream variability of deep water masses and boundary currents, local instabilities, eddies or flow-topography interactions of the Deep Western Boundary Current (DWBC). The MSM121 work programme has three major components: The deployment of tall moorings, the deployment inverted echo sounders (IES), and supporting full-depth CTD casts along the moored arrays.

Fahrt MSM122

Lange bevor die Plattentektonik entwickelt wurde, waren Ozeanische Bruchzonen bereits in morphologischen Karten des Pazifischen Ozeans entdeckt worden. Nach Einführung der Plattentektonik wurde erkannt, dass diese Bruchzonen den inaktiven Teil ozeanischer Transformverwerfungen darstellen. In den letzten Jahrzehnten fanden Bruchzonen und Transformstörungen jedoch wenig Beachtung. Am GEOMAR durchgeführte Untersuchungen deuten jedoch darauf hin, dass Transformverwerfungen – im Widerspruch zur Plattentektonik – keine konservative Plattengrenzen darstellen; d.h., numerische Modellierungen zeigen, dass Transformstörungen unterhalb der Blattverschiebungszone eine Region ausbilden, in welcher Extension dominiert. Darüber hinaus deuten bathymetrische Daten darauf hin, dass an ihren Enden magmatische Prozesse in einer zweiten Akkretionsphase neue Kruste generieren und somit die Transformzone magmatisch überprägen. Diese Hypothesen sollen durch die Aufnahme neuer Datensätze am Mittellatlantischen Rücken südlich der Azoren bei 35°N an der Oceanographer Transform überprüft werden. Hierzu sollen in einer Langzeitstudie über ein Jahr Erdbeben registriert werden, um tektonisch-aktive Strukturen abzubilden und das Spannungsfeld abzuleiten. Parallel dazu werden geodätische Messungen durchgeführt, um die Verschiebungsrates der aktiven Störungszone zu messen. Darüber hinaus sollen an Hand von magnetischen und bathymetrischen Daten die Akkretierung von Kruste in der Verwerfungszone evaluiert werden.

Fahrt MSM123

Die Labradorsee ist für tiefe Durchmischung im Winter bekannt. Dadurch verschieben sich saisonal die chemischen und biologischen Gleichgewichte so schnell, dass diese durch den Gasaustausch zwischen Ozean und Atmosphäre nicht schnell genug wiederhergestellt werden können. Das führt dazu, dass die Labradorsee eine der weltweit stärksten Senkenregionen für Kohlendioxid und Sauerstoff ist. Die subpolaren Ozeane

Cruise MSM122

Fracture zones were recognized to be an integral part of the seabed long before plate tectonics was established. Later, plate tectonics linked fracture zones to oceanic transform faults, suggesting that they are the inactive and hence fossil trace of transforms. Yet, scientists spend little time surveying them in much detail. Recent evidence suggests that the traditional concept of transform faults as being conservative (non-accretionary) plate boundary faults might be wrong. Instead, numerical modelling results suggest that transform faults seem to suffer from extensional tectonics below their strike-slip surface fault zone and a global compilation of legacy morphological data suggest that ridge-transform intersections seem to be settings of magmatic activity, modifying the lithosphere and burying the transform valley before it passes into the fracture zone region. Here we like to test these hypotheses by collecting a suite of new data from the Oceanographer transform fault offsetting the Mid-Atlantic Ridge south of the Azores near 35°N. The main aim of the programme is the installation of a long-term seismological and seabed geodetic network to record local micro-earthquakes over one year, revealing tectonic active compartments of the fault zone, assess the strain field and evaluate the slip rate of the strike slip fault. Furthermore, measurements of the magnetic field and bathymetric seafloor mapping will be used to evaluate the accretionary process of crustal formation in the transform fault.

Cruise MSM123

The Labrador Sea is a high latitude region of the ocean where open ocean deep convection and seasonal solubility and biology-driven changes occur faster than air-sea gas exchange can re-establish air-sea equilibrium. It is, consequently, one of the most intense sinks for carbon dioxide (CO₂) and oxygen (O₂) globally. Although it is clear that high-latitude regions are key for ocean-atmosphere transfer and sequestration in the

spielen eine Schlüsselrolle im Ozeanatmosphären-
austausch und dem Transport in die Tiefsee, trotzdem sind grundlegende Mechanismen noch nicht ganz verstanden. Gasaustausch ist stark nicht-lineare Funktion der Windgeschwindigkeit, was darauf hinweist, dass bei hohen Windgeschwindigkeiten Mechanismen, wie z.B. blaseninduzierter Gasaustausch, genauer beschrieben werden muss. Globale Veränderungen wie der Temperaturanstieg und eine Abnahme des Sauerstoffgehaltes im Ozean sind direkt damit verknüpft, und um die daraus folgenden Veränderungen in der Aufnahme, den biogeochemischen Kreisläufen und den Rückkopplungsprozessen zu verstehen, ist es notwendig, die Mechanismen des Gasaustausches genauer zu verstehen. Der blaseninduzierte Gasaustausch ist in Modellen unterrepräsentiert, was teilweise auf mangelndes mechanistisches Verständnis und damit auf die eingeschränkte Fähigkeit zur Parametrisierung dieses Beitrags zum Gesamtgasfluss zurückzuführen ist. Das übergeordnete Ziel von BELS ist es, blaseninduzierte Gasaustauschmechanismen zu verstehen und zu quantifizieren. Um die aufgezeigten Fragen anzugehen, werden wir eine Reihe komplementärer Messmethoden benutzen. Neben der „Eddy-Covariance“-Methode, werden wir die Tracer-Methode, die Edelgasmethode und die direkte Bestimmung des Blaseneintrags benutzen. Durch die Kombination dieser Techniken haben wir die Möglichkeit, das Verständnis über den Blaseneintrag mit Gassättigungs- und Gasaustauschmessungen zu kombinieren und können somit direkt die Mechanismen des blaseninduzierten Gasaustausches bestimmen.

deep ocean, our knowledge of the basic forcing mechanisms at play there remain very uncertain. Gas, momentum, and heat exchange are highly nonlinear functions of wind speed, indicating that mechanisms operating at high winds, such as bubble-mediated transfer, need to be constrained. Global change issues such as increasing temperatures, ocean acidification, and ocean deoxygenation are interlinked and in order to understand the changes in uptake, biogeochemical cycling, and feedback processes of environmentally important gases, mechanisms controlling their air-sea exchange must be understood. Bubble-mediated gas exchange is under-represented in models, in part due to a lack of mechanistic understanding and, thus, limited ability to parameterise its contribution to the overall gas flux. The overarching objective of BELS is to understand and quantify bubble-mediated gas exchange mechanisms. Special attention will be given to the forcing and parametrisation of air-sea exchange for the insoluble gas O₂. We will employ range of complementary techniques to tackle the questions posed, including eddy covariance direct fluxes, continuous profiling, tracer release, noble gases, and direct bubble characterisation. By combining these techniques, we will have the major advantage of connecting bubble process understanding with comprehensive flow, gas saturation and gas flux measurements, and directly observing bubble-mediated gas uptake mechanisms.

Wissenschaftliches Programm

Das wissenschaftliche Programm der MARIA S. MERIAN-Fahrt MSM121 trägt zum EPOC-Feldprogramm bei, das drei Fahrten im Arbeitsgebiet um Flemish Cap und die Grand Banks umfasst: Eine Verankerungs- und IES-Auslegungsfahrt im Jahr 2023, eine Fahrt zur Untersuchung der Hydrographie, Zirkulation und Turbulenz im Jahr 2024 und eine Fahrt zur Aufnahme der verankerten Geräte im Jahr 2025. Ziel ist es, die physikalischen Prozesse entlang des Randstroms zu untersuchen, die sich auf die meridionale Konnektivität der AMOC auswirken. Spezifische Ziele sind:

- (1) Identifikation von Mechanismen, die für die meridionale Kohärenz der AMOC verantwortlich sind.
- (2) Klärung der Beziehung zwischen DWBC, AMOC und Tiefenwasserbildung.
- (3) Quantifizierung des Einflusses des Nordatlantikstroms auf die DWBC Variabilität.

Konkret werden für einen Zeitraum von zwei Jahren Arrays mit Verankerungen und inversen Echoloten ausgelegt, um die Prozesse zu messen, die eine meridionale Kohärenz in der Transition Zone (TZ) herstellen oder unterbrechen. Die Arrays sollen kohärente Signals entlang der westlichen Berandung des Atlantiks vom subpolaren zum subtropischen Wirbel aufspüren, die mit schnellen Randwellen und advektiven Prozessen mittlerer Geschwindigkeit in Verbindung gebracht werden.

Das Array von invertierten Echoloten, das südlich der Flämischen Kappe ausgelegt werden soll, wird Messungen der zeitlich veränderlichen Oberflächen- und Tiefenwas-

Scientific Programme

The scientific programme of MARIA S. MERIAN cruise MSM121 contributes to the EPOC field programmes, that includes three cruises in the working area around Flemish Cap and the Grand Banks: a mooring and IES deployment cruise in 2023, a survey for hydrography, circulation, and turbulence in 2024, and a recovery cruise in 2025. The objective is to study physical processes along the pathway of the DWBC, that impact on the meridional connectivity of the AMOC. Specific goals are:

- (1) Identify mechanisms responsible for AMOC coherence across a key latitude in the Atlantic.*
- (2) Clarify the relationship between the DWBC, AMOC and deep water ventilation.*
- (3) Quantify the influence of the North Atlantic Current on the variability of the DWBC.*

In particular, arrays of tall moorings and inverted echo sounders will be deployed for two years to measure the processes actively setting or breaking meridional coherence in the Transition Zone (TZ). The array is designed to identify signals of coherence along the western boundary of the Atlantic from the subpolar to subtropical gyre which are anticipated to be associated with fast boundary waves and intermediate speed advective processes.

The array of inverted echo sounders to be deployed south of Flemish Cap will provide time-varying estimates of the surface and deep transports that will be used to diagnose

sertransporte liefern, die zur Diagnose von Wechselwirkungen mit dem NAC, der in diesem Gebiet recht nah vorbeizieht, verwendet werden.

Durch die Nähe der geplanten Auslegung zur Bildungsregion des Tiefenwassers in der Labradorsee und der vorhandenen Beobachtungen an der westlichen Grenze des OSNAP-Arrays (53°N) wird es möglich sein, die Ankunft von kürzlich gebildetem Tiefenwasser zu identifizieren.

interactions with the NAC, which passes quite close in the area.

Due to the proximity of the planned deployment to the ventilation region in the Labrador Sea and existing observations at the western boundary of the OSNAP array (53°N), it will be possible to identify the arrival of recently ventilated waters.

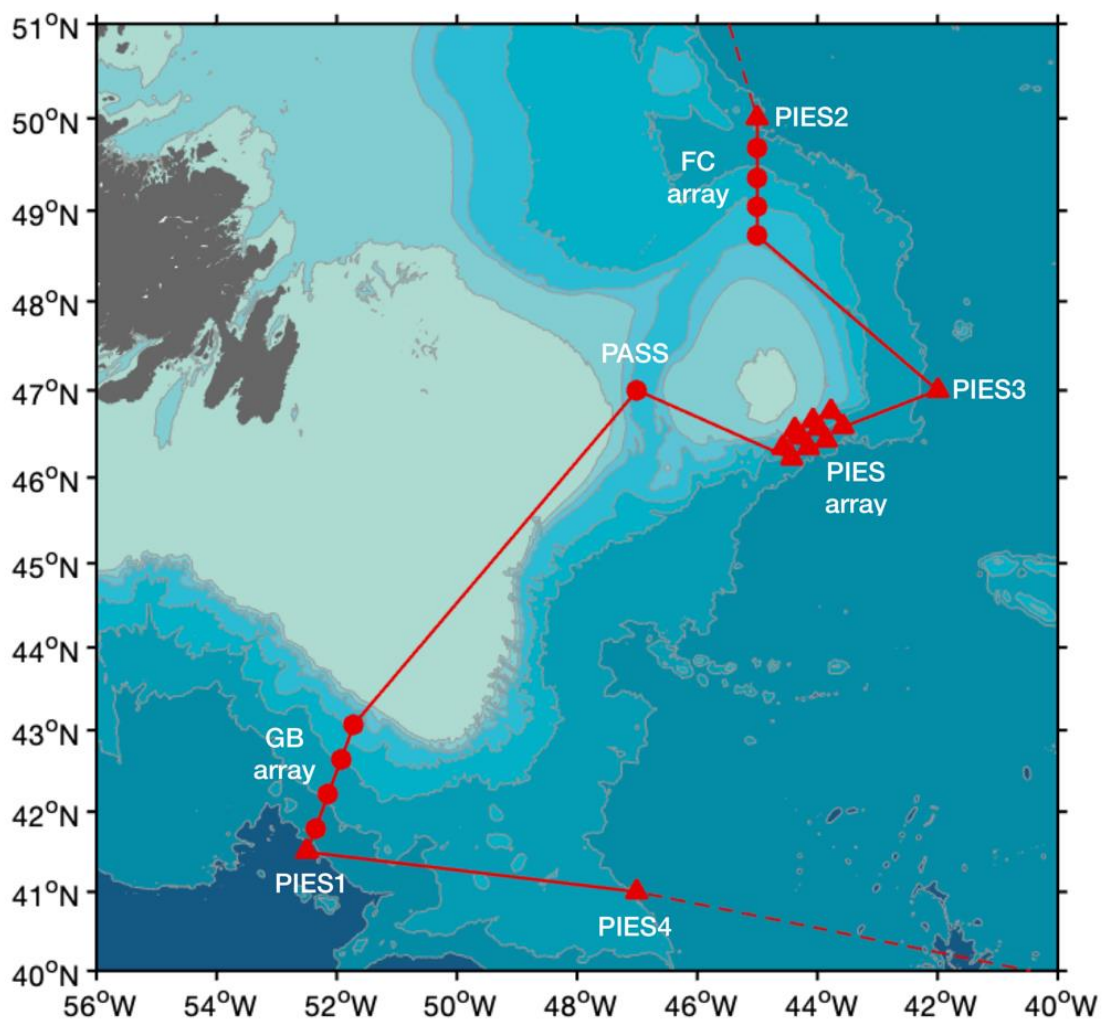


Abb. 2 Geplante Fahrtroute und Arbeitsgebiete der Reise MSM121 mit Verankerungs- und PIES-Positionen.

Fig. 2 Planned cruise track and working area of cruise MSM121 with positions of moorings and PIES.

Arbeitsprogramm

Das Arbeitsprogramm besteht aus drei Hauptkomponenten:

- (1) Auslegung von 9 Verankerungen mit Strömungsmessern und Temperatur-/Leitfähigkeitsrekordern.
- (2) Auslegung von 19 inversen Echoloten, die mit Drucksensoren und teilweise mit Strömungsmessern ausgestattet sind (PIES und C-PIES).
- (3) Durchführung von CTD/LADCP-Messungen in der Wassersäule mit Wasserproben entlang von Schnitten über den tiefen westlichen Randstrom (DWBC).

Zwei Arrays, bestehend aus je vier Verankerungen, werden senkrecht zum DWBC in Tiefen zwischen 800 m und 4200 m ausgelegt, das erste Array nördlich von Flemish Cap und das zweite Array südlich der Grand Banks. Diese Anordnung ermöglicht die Beobachtung von Transportschwankungen um das Flemish Cap und die Grand Banks, wobei ein Array als Referenz für den Einstrom und das zweite als Referenz für den Ausstrom dient.

Die Verankerungen werden mit Temperatur-/Leitfähigkeitsrekordern (SBE37 MicroCAT), Thermistoren (SBE39) und akustischen Strömungsmessern (ADCPs und Aquadopp) ausgestattet. Zusätzlich wird eine einzelne Verankerung im Flämischen Pass ausgebracht. Vier inverse Echolote, die an der Grenze des Arbeitsgebiets eingesetzt werden, vervollständigen das Array.

Südlich des Flemish Cap wird ein dichtes Array von 15 inversen Echoloten ausgelegt, von denen 5 mit einem akustischen Strömungsmesser (C-PIES) ausgestattet sind. Zusätzlich werden CTD-Profile an den Verankerungspositionen und entlang von Schnitten über den DWBC durchgeführt, um den DWBC-Transport zu bestimmen und die verankerten Instrumente zu kalibrieren.

Work Programme

The work programme consists of three key components:

- (1) Deployment of 9 tall moorings with current meters and temperature/conductivity recorders.*
- (2) Deployment of 19 inverted echo sounders equipped with pressure sensors and partly equipped with current meters (PIES and C-PIES).*
- (3) Conducting top-to-bottom CTD/LADCP casts with water samples along sections across the deep western boundary current (DWBC).*

Two arrays consisting of four moorings each will be deployed along sections perpendicular to the DWBC at depths ranging from 800 m to 4200 m. The first array will be located north of Flemish Cap, and the second array will be placed south of the Grand Banks. This arrangement allows for the observations of transport variations around Flemish Cap and the Grand Banks, with one array serving as the upstream reference and the other as the downstream reference.

The moorings will be equipped with temperature/conductivity recorders (SBE37 MicroCAT), thermistors (SBE39) and acoustic current meters (ADCPs and Aquadopp). Additionally, a single mooring will be deployed in Flemish Pass. Four inverted echo sounders deployed around the boundary of the work area complete the array.

South of Flemish Cap, a dense array of 15 inverted echo sounders will be deployed, 5 of which will be equipped with an acoustic current meter (C-PIES). Additionally, CTD casts will be performed at the mooring positions and along sections across the DWBC to determine DWBC transports and to calibrate the moored instruments.

Zeitplan / Schedule**Fahrt / Cruise MSM121**

	Tage/days
Auslaufen von Nuuk (Grönland) am 23.09.2023 <i>Departure from Nuuk (Greenland) 23.09.2023</i>	
Transit zum Arbeitsgebiet / <i>Transit to working area</i>	5.5
Auslegung von 5 Verankerungen und 17 PIES <i>Deployment of 5 moorings and 17 PIES</i>	3
CTD/LADCP Stationen / <i>CTD/LADCP stations</i>	5
Transit / <i>Transit</i>	1
Auslegung von 4 Verankerungen und 2 PIES <i>Deployment of 4 moorings and 2 PIES</i>	1.5
CTD/LADCP Stationen / <i>CTD/LADCP stations</i>	2.5
Transit zum Hafen / <i>Transit to port</i>	4.5
	Total 23
Einlaufen in Ponta Delgada (Portugal) am 16.10.2023 <i>Arrival in Ponta Delgada (Portugal) 16.10.2023</i>	

Beteiligte Institutionen / *Participating Institutions*

IUP

Institut für Umweltphysik
Universität Bremen
Otto-Hahn-Allee 1
28359 Bremen
Germany

MARUM

Zentrum für Marine Umweltwissenschaften
Universität Bremen
Leobener Str. 8
28359 Bremen
Germany

IFREMER

Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer
Laboratoire d'Océanographie Physique et Spatiale (LOPS)
Centre Bretagne
ZI Pointe du Diable
CS 10070
29280 Plouzané
France

IFM

Institut für Meereskunde
Universität Hamburg
Bundesstr. 53
20146 Hamburg
Germany

Wissenschaftliches Programm

Aktuelle Forschungsergebnisse deuten darauf hin, dass – im Widerspruch zur etablierten Theorie der Plattentektonik – ozeanische Transformstörungen keine sog. konservativen Plattengrenzen sind, sondern möglicherweise einen neuen Typ der Plattengrenze darstellen, welcher sowohl durch zwei Phasen der Krustengenese als auch durch eine zwischengeschaltete Phase tektonischer Dehnung charakterisiert ist. Dieses Modell basiert sowohl auf der Interpretation existierender bathymetrischer Daten als auch auf den Ergebnissen numerischer Modellrechnungen. Vor allem zwei Schlüsselbeobachtungen sollten an Hand neuer Daten überprüft werden.

(i) Bathymetrische Daten, zusammengestellt aus Datenarchiven, zeigen, dass mit Abnahme der Spreizungsrate die Wassertiefe entlang einer Transformverwerfung systematisch zunimmt, sodass die Täler der Transformstörungen entlang der langsam-spreizenden Mittelozeanischen Rücken immer tiefer sind als die Transformtäler der schnell-spreizenden Rücken. Numerische Simulationen ergeben, dass sowohl flache, spröde als auch tiefe, duktile Deformation mit zunehmender Tiefe von einer reinen Blattverschiebungszone abweichen und in eine schräge Dehnungs- bzw. Scherzone übergehen. Dieser Prozess fördert die Entwicklung tieferer Transformationstäler bei Abnahme der Spreizungsrate. Die mit diesem Prozess verbundene tektonische Dehnung sollte sich im Spannungsfeld widerspiegeln, und somit sollten Herdflächenlösungen lokaler Erdbeben eine Dehnungstektonik nachzeichnen. Darüber hinaus kann die Temperaturverteilung entlang der Transformstörung approximiert werden, da die maximale Tiefe von Mikroerdbeben bei ca. 600 °C liegt.

Scientific Programme

Recent scientific efforts may suggest – contrary to the idealization of plate tectonics – that oceanic transform faults are not conservative plate boundaries, but that they are in fact shaped by two stages of magmatic accretion near both ridge-transform inter-sections and a tectonic phase stretching the transform valley while crust and lithosphere are moved along the transform fault. The main aim of the cruise is to test this hypothesis which was derived by revisiting seafloor morphology of transform faults and simulating transform fault behaviour using numerical modelling. Two key features associated with the new model can be tested collected new data in the proposed effort.

First, the compilation of bathymetric data found evidence for a very deep transform valley that tend to get deep as spreading rate decreases. Numerical modelling indicates that brittle and ductile flow driven by a kinematic orthogonal strike-slip surface boundary condition will rapidly transition into an oblique extensional shear zone at depth. This extension nurtures the development of deep transform valleys. Thus, the extension shall be reflected in the stress field along any transform fault, which can be revealed by focal mechanisms of micro-earthquakes along a transform offset. Furthermore, temperatures along the transform can be assessed from the maximum depth of microearthquakes, which shall reflect the 600°C isotherm. When compared to the depth of earthquakes at an adjacent normal spreading segment, it will yield unique constraints on the thermal state.

(ii) Des Weiteren legen Beobachtungen nahe, dass Transformationstäler immer tiefer sind als die zugehörigen Bruchzonen, was darauf hindeutet, dass die Täler von Transformstörungen eine Modifikation erfahren, bevor sie in eine Bruchzone „umgewandelt“ werden. Diese Abnahme der Wassertiefe ist möglicherweise durch eine zweite Phase magmatischer Aktivität bedingt, welche vermutlich durch das benachbarte Spreizungssegment kontrolliert wird. Jegliche Form magmatischer Aktivität wird in der Form sog. Magnetischer Spreizungsanomalien im Meeresboden „eingefroren“. Präzise Messungen des Erdmagnetfelds, welche durch die Evaluation der Magnetisierung der Kruste den Bildungsprozess ozeanischer Kruste abbilden, fehlen.

Die Oceanographer Transform liegt am Mittelatlantischen Rücken bei 35°N und somit ca. 2 Tagesreisen südwestlich von Ponta Delgada (Azoren, Portugal). Die Störungszone versetzt den Mittelatlantischen Rücken um 120 km (Altersversatz von ca. 11 Mio. Jahren); der Ozeanischen Rücken hat somit eine Spreizungsrate von ~22 mm/Jahr. Eine morphologische Vermessung der Oceanographer während der Expedition M170 des FS METEOR zeigt, dass die Transformverwerfung in einem ca. 10 km breiten Becken verläuft und in zwei Segmente eingeteilt werden kann (getrennt durch einen Druckrücken).

Seit dem Jahr 1976 wurden entlang der Oceanographer insgesamt 9 Erdbeben mit einer Magnitude von über 5.6 an globalen seismischen Stationen registriert, fünf davon mit einer Magnitude von über 6 in 1982, 1990, 2003, 2010 und 2019 (d.h., etwas ein $M > 6$ Ereignis in 10 Jahren), sodass die Oceanographer bzgl. kleiner Erdbeben mit einer Magnitude von $M < 4$ eine seismisch aktive Struktur darstellen sollte.

Second, global observations suggest that transform valleys are always much deeper than the associated fracture zones, suggesting that transform valleys are buried before being converted to fracture zones. The burial of the transform valleys is supposed to be related to a second phase of magmatic activity as the plate moves along the RTI (ridge-transform-intersection), which can readily be identified in seafloor imagery and seafloor geology. In general, high-resolution magnetic data should be able to support the proposed concepts as seafloor spreading causes distinct magnetic anomalies – called seafloor spreading magnetic anomalies or lineation's. Unfortunately, modern and especially densely spaced magnetic data over transform faults and fracture zones are missing to support or jeopardize the envisioned conceptual model.

The Mid-Atlantic Ridge is highly segmented and offset by a large number of transform faults. The most prominent offsets occur in the equatorial Atlantic, but the 120 km offset Oceanographer transform fault to the south of Azores near 35°N is a type-example of a transform along the slow spreading Mid-Atlantic Ridge. New bathymetric data collected during METEOR cruise M170 show that the trace of the fault runs within a ~10 km wide valley and has two well-defined segments which are linked by a small pressure ridge roughly at the centre of the transform system. The age-offset of the transform is about 11 Mio. years and hence spreading at 22 mm/yr.

The global Centroid-Moment-Tensor catalogue of Columbia University, New York, reports 9 earthquakes larger than $M > 5.6$ (since 1976) and five earthquakes with $M > 6$ in 1982, 1990, 2003, 2010 and 2019 (i.e., roughly one event $M > 6$ every 10 years). Thus, seismic scaling relationships suggest that the Oceanographer should show a rich level of seismic activity of small earthquakes with $M < 4$.

Hauptziele der Arbeiten sind:

Seismologie:

1. Auslage von Ozean-Boden-Seismometern für ca. 1 Jahr zur Aufzeichnung lokaler Erdbeben entlang der Oceanographer, wobei sowohl die regionale Verteilung der seismischen Aktivität als auch die Tiefenverteilung abgebildet werden soll, sowie Herdflächenlösungen (Spannungsfeld) zu bestimmen sind.

Marine Geodäsie:

2. Auslage von Seeboden-Geodäsie-Stationen zur kontinuierlichen Messung der Distanz zwischen den Stationen. Änderung im Abstand können mit einer Präzision von mehreren Millimetern akustisch gemessen werden, so dass die Versatzraten der Blattverschiebungszone bestimmt werden können.

Marine Magnetik:

3. Engmaschige Vermessung des Erdmagnetfelds mit einem Seemagnetometer sowohl über der aktiven Transformverwerfung als auch über der inaktiven Bruchzone, inkl. der Kartierung mit dem EM122 Fächerecholot zur Untersuchung der bathymetrischen Detailstruktur - vor allem hinsichtlich der Fragestellung ob eine zeitabhängige Variabilität der Akkretion zu beobachten ist.

Major objectives are:

Seismology:

1. Deployment of ocean-bottom-seismometers for ~1 year to study local earthquakes, revealing their geographical distribution, their relationship to the fabric of the transform valley (i.e., centred along the valley, occurring under rift valley walls, cross-cutting, etc.), their depth distribution and focal mechanisms and hence the regional stress field at the transform fault.

Seafloor geodesy:

2. Deployment of seafloor geodetic stations which measure the inter-station distance in a network over some kilometres. Changes in distance map fault slip with an uncertainty of several millimetres and hence are able to reveal the slip at a strike-slip fault on the seabed.

Marine Magnetics:

3. Mapping of Earth's magnetic field using a marine magnetometer towed at the sea surface, studying the active transform fault and its passive fracture zones. In concert, seafloor bathymetry will be sampled using the EM122 multibeam-echosounder to reveal morphological evidence indicating episodes of magmatic activity as a function of seafloor age.

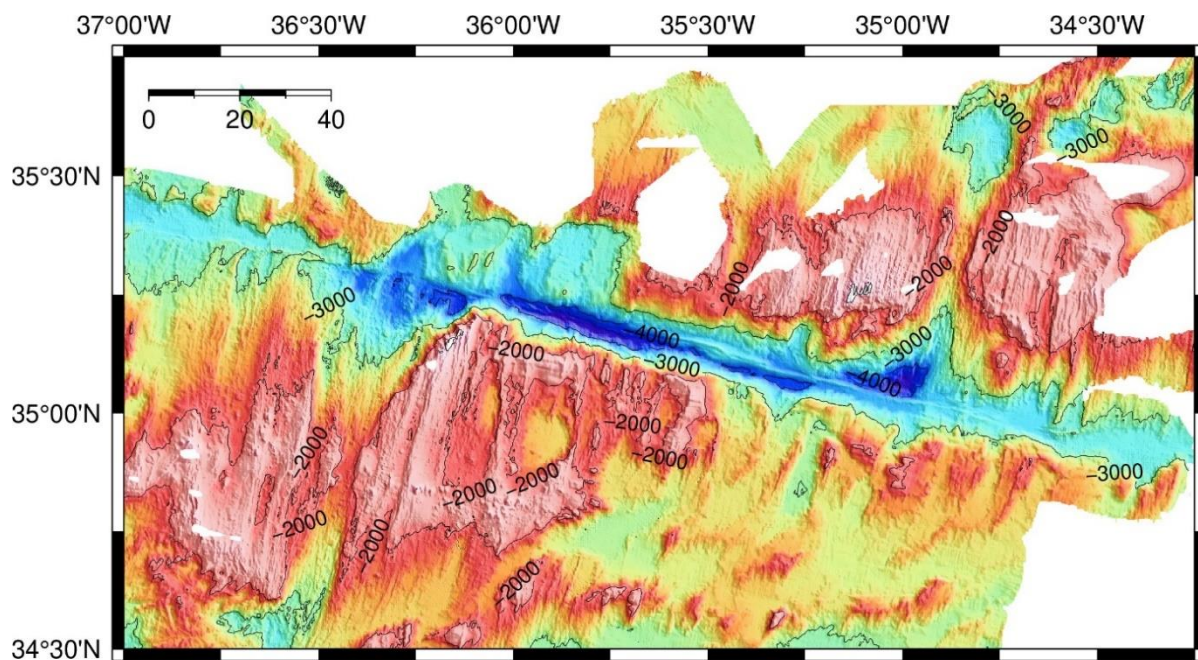


Abb. 3 Das Arbeitsgebiet von MSM122: Die Oceanographer Transformverwerfung bei 35°N am Mittelatlantischen Rücken (Daten vom M170 und aus Datenarchiven).

Fig. 3 The working area of cruise MSM122: The Oceanographer Transform Fault and its fracture zone on the Mid-Atlantic Ridge near 35°N (Mapping from M170 and archived bathymetry)

Arbeitsprogramm

Das Arbeitsgebiet liegt am Mittelatlantischen Rücken südlich der Azoren bei 35°N.

Nach einem ca. 2-tägigen Transit ins Arbeitsgebiet werden zu Beginn der Arbeiten 16 kurz-periodische und 6 Breitband Ozean-Boden-Seismometer entlang der Oceanographer Transformverwerfung ausgelegt, um die Seismizität der Störungszone zu registrieren. Die Geräte fallen – beschwert durch ein Ankergewicht – selbstständig zum Meeresboden. Nach ihrer Auslage werden die Geräte für ca. 12 Monate kontinuierlich die seismische Aktivität registrieren, bevor sie in einer weiteren Expedition in 2024 wieder geborgen werden.

Des Weiteren werden 6 Geodäsiestationen am Meeresboden ausgelegt und verankert. Hierfür ist u.U. auch eine video-kontrollierte Voruntersuchung der Aussetzpunkt notwendig. Die Auslage der Geräte wird mittels eines videogesteuerten Absatzrahmens durchgeführt, da im Unterschied zu den OBS

Work Programme

The working area is located near 35°N on the Mid-Atlantic Ridge.

After a short transit of about 2 days, 16 short-period and 6 broadband ocean-bottom-seismometers will be deployed along and across of the Oceanographer transform fault. OBS are deployed by free-falling and will settle on the seabed to register the seismic activity for roughly 12 months. Thereafter, OBS will be released from their anchor and will surface to be recovered from a research vessel in a related cruise in 2024.

Furthermore, six seafloor geodesy stations will be placed on the seabed. These instruments require a free “line-of-sight” to adjacent instruments and across the strike-slip fault. Therefore, deployments sites need to be surveyed visually before seafloor geodetic stations will be deployed using a video-

eine sehr genaue Positionierung am Seeboden notwendig ist. Darüber hinaus müssen die Geräte eine „freie (akustische) Sicht“ zu den benachbarten Stationen haben. Auch diese Geräte verbleiben für ca. 12 Monate am Meeresboden, da die Versatzraten von nur 2 cm/Jahr nur in einem Langzeitversuch zu messen sind.

Am Ende der Expedition werden wir acht parallel verlaufende und ca. 200 km lange Profile mit Magnetik, dem EM122 Echolot, sowie Parasound vermessen. Es sollen vor allem Unterschiede in der Magnetisierung zwischen Transformverwerfung und Bruchzone aufgezeigt werden als auch der Altersversatz sowie der Übergang zwischen Bruchzone und angrenzender Kruste nachgezeichnet werden.

guided deployment system as distance measurement are obtained on a local scale, requiring precise instrument locations and stations need to be firmly place on the seafloor and being well coupled to it to generate distance measurements of high precision. Like to OBS, seafloor geodetic stations will remain for 12 months on the seafloor to sample a potentially transient slip episode amounting to an average slip of only 2 cm/yr.

The second half of operation in the study area will be dedicated to detailed magnetic and bathymetric mapping. Eight parallel and densely spaced and roughly 200 km long profiles will be collected to reveal differences and evolutionary features in the magnetization of the transform fault versus its fracture zones and the age-offset across the fracture zone.

Zeitplan / Schedule

Fahrt / Cruise MSM122

	Tage/days
Auslaufen von Ponta Delgada (Azores, Portugal) am 19.10.2023 <i>Departure from Ponta Delgada (Azores, Portugal) 19.10.2023</i>	
Transit zum Arbeitsgebiet <i>Transit to working area</i>	2
Auslage von Ozean-Boden-Seismometers <i>Deployment of ocean-bottom-seismometers</i>	1.5
Voruntersuchungen zur Auslage der Meeresboden-Geodäsie <i>Pre-site survey for deployment seafloor geodesy</i>	2.0
Auslage Marine Geodäsie <i>Deployment seafloor geodesy</i>	2.0
Magnetik and EM122 Kartierung (8x 200 km lange Profile) <i>Magnetic and EM122 mapping (8x 200 km long profiles)</i>	6.5
Transit zum Hafen <i>Transit to port</i>	7
	Total 21
Einlaufen in Halifax (Kanada) am 09.11.2023 <i>Arrival in Halifax (Canada) 09.11.2023</i>	

Beteiligte Institutionen / *Participating Institutions*

GEOMAR

GEOMAR Helmholtz Zentrum für Ozeanforschung
Marine Geodynamik
Wischhofstraße 1-3
D-24148 Kiel
Germany

IFG-UHH

Institut für Geophysik
Universität Hamburg
Bundesstraße 55
D-20146 Hamburg
Germany

Wissenschaftliches Programm

Wir werden die derzeit etablierten Parameterisierungen des Gasaustauschs zwischen Luft und Meer testen und gegebenenfalls neue Parameterisierungen vorschlagen. Besondere Aufmerksamkeit wird dem Austausch von O₂ gewidmet, welches schwer löslich ist. Ein zweites Ziel ist die Bestimmung des Budgets von klimarelevanten Spurengasparametern in der Labradorsee. Wie in Atamanchuk et al. (2020) hervorgehoben wird, sind beobachtungs-basierte Experimente zur Untersuchung von Gasaustauschmechanismen in tiefen Mischungsregionen des Ozeans, gekoppelt mit Wind- und Wellenantrieben und Validierung, erforderlich, um Unsicherheiten bei der Berechnung des Sauerstofftransports in die Tiefsee zu verringern.

Spezifische Fragen, die wir behandeln werden:

1. Wie sollte der blaseninduzierte Gasaustausch parametrisiert werden?

a) Wie wird der Austausch verschiedener Gase mit unterschiedlichen Löslichkeiten zwischen diffusiven und blaseninduzierten Komponenten aufgeteilt?

b) Welche bestehenden Parametrisierungen sagen gemessene und geschätzte Gasflüsse für die Bedingungen in der Labradorsee am besten voraus?

c) Wie unterscheidet sich der Blasenterm für Invasions- und Evasionsflüsse?

d) Welche Mechanismen (auf einer Skala von 0,1-10 Metern) treiben die blaseninduzierte Gasaufnahme an, und wie sind sie mit großräumigeren Strömungsstrukturen, lokalen Gassättigungsinhomogenitäten und Wasserbedingungen verknüpft?

e) Welche wichtigen ozeanischen und atmosphärischen Bedingungen bestimmen die Angemessenheit und den Nutzen von Parametrisierungen des blaseninduzierten Gasflusses?

2. Wie viel O₂ wird dem tiefen Ozean während der Tiefenwasserbildung in der Labradorsee zugeführt?

Scientific Programme

We will test currently established air-sea exchange parameterizations and propose new ones if applicable. Special attention will be given to the insoluble gas O₂. A secondary goal is to determine budgets of climate-relevant trace gas parameters in the Labrador Sea. As highlighted in Atamanchuk et al. (2020), observation-based experiments investigating gas exchange mechanisms in deep mixing regions of the ocean, coupled to wind and wave forcing products and validation are required to reduce uncertainties in the computation of oxygen supply to the deep sea.

Specific questions we will address:

1. How should bubble-mediated gas exchange be parameterized?

a) How are fluxes of different gases with different solubilities partitioned between diffusive and bubble-mediated components?

b) Which existing parameterizations best predict measured and estimated gas fluxes for the conditions in the Labrador Sea?

c) How does the bubble term differ for invasion vs. evasion fluxes?

d) What mechanisms (on scales of 0.1-10 meters) drive bubble-mediated gas uptake, and how are they linked to larger-scale flow structures, local gas saturation inhomogeneities and water conditions?

e) What key oceanic and atmospheric conditions determine the appropriateness and utility of parameterizations of the bubble-mediated flux?

2. How much O₂ is supplied to the deep ocean during Labrador Sea deep water formation?

a) Reagiert diese Zufuhr empfindlich auf die Auswirkungen des Klimawandels (z. B. als Folge der „Versüßung“ in der Labradorsee)? Wenn ja, wie empfindlich?

3. Stimmen Bottom-up- und Top-down-Schätzungen des APO-Flusses in der Labradorsee überein?

a) Wie verändern sich diese Budgets auf saisonalen bis interannualen Zeitskalen?

Zur Beantwortung dieser Fragen werden wir Techniken zur direkten Kovarianzflussmessung zusammen mit der Freisetzung von Tracern und automatisierten Spurengasmesungen einsetzen, um die Luft-Meer-Flüsse und das Spurengasbudget zu überwachen. Darüber hinaus werden wir eine Vielzahl von Floats, (Wellen-)Gleitern, autonomen Fahrzeugen (UAVs), Radar, Bojen und einen beweglichen Schiffsprofiler einsetzen, um Blaseneintrag, Wellen und andere Parameter zu überwachen, die den Gasaustausch beeinflussen. Zu den gemessenen Spurengasen gehören CO₂ (Parameter des Kohlenstoffsystems), DMS, O₂, Schwefelgase, He und SF₆.

a) Is this supply sensitive to climate change effects (e.g. as a result of freshening in the Labrador Sea)? If so, how sensitive?

3. Do bottom up and top down estimates of APO flux in the Labrador Sea region agree?

a) How do these budgets change on seasonal to interannual timescales?

To answer these questions, we will use direct covariance flux measurement techniques along with dual tracer release and automated trace gas surveys to monitor air-sea fluxes and budgets of trace gases. In addition, we will deploy a variety of floats, (wave) gliders, autonomous vehicles (UAVs), radar, buoys, and a moving vessel profiler to monitor bubbles, waves, and other parameters that force gas exchange. Trace gases measured will include CO₂ (carbon system parameters), DMS, O₂, noble gases, He and SF₆.

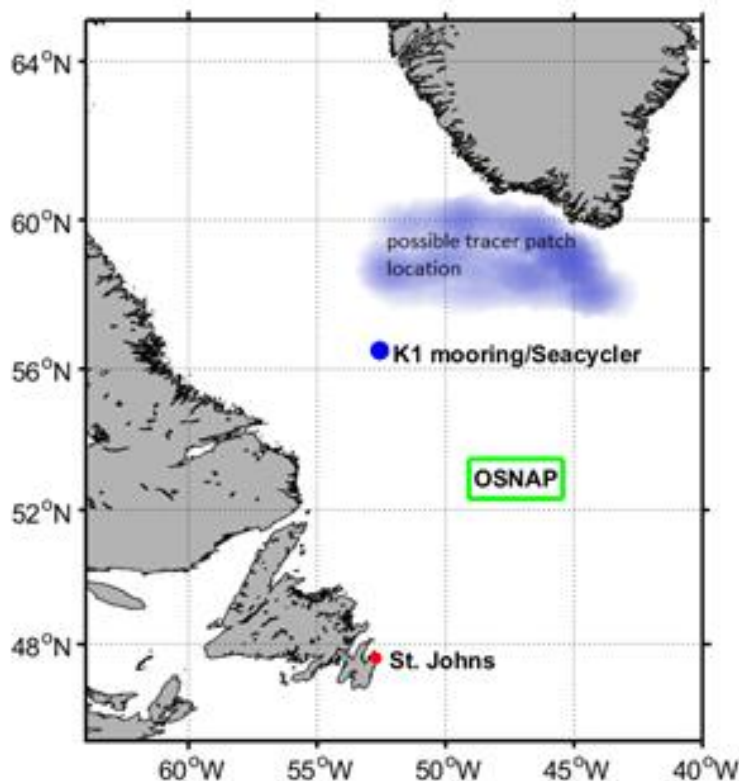


Abb. 4 Das Arbeitsgebiet der Expedition MSM123.

Fig. 4 The working area of research cruise MSM123.

Arbeitsprogramm

Die erste Station wird der OSNAP-Array sein. Dort werden wir die Sauerstoffsensoren an der Verankerung kalibrieren. Anschließend begeben wir uns in das Gebiet von K1, wo wir das Gebiet nach der besten Stelle für die Ausbringung des Tracers absuchen werden. Nachdem sich der Tracer vermischt hat, werden wir ihn für den Rest der Fahrt verfolgen. Während der Transitstrecken werden alle diskreten und kontinuierlichen Spurengasmessungen während der Fahrt durchgeführt sowie ADCP, „Moving Vessel Profiler“, Radar und Eddy-Kovarianz-Geräte eingesetzt.

Während der Surveys in der Umgebung von K1 und der Verfolgung des Tracers werden alle Stationsarbeiten durchgeführt, einschließlich zweimal täglicher CTD-Casts sowie regelmäßiger Einsatz und Bergung von Gleitern, Floats, Pumpen, UAVs, Waveglidern, Wellenbojen und einer Boje zur Messung des Blaseneintrags.

Work Programme

The first stop will be the OSNAP array. Once there, we will calibrate the O_2 sensors on the mooring. We will then transit to the area of K1, where we will survey the area for the best location to deploy the tracer. We will allow the tracer to mix and then begin to follow it for the remainder of the cruise. During the transits, all underway discrete and continuous trace gas measurements will be performed, as well as use of the ADCP, moving vessel profiler, radar, and eddy covariance equipment.

While surveying the area around K1 and following the tracer patch, full station work will be performed, including CTD casts twice daily, as well as regular glider, float, pump, UAV, waveglider, wave-rider buoy, and bubble buoy deployment and recovery.

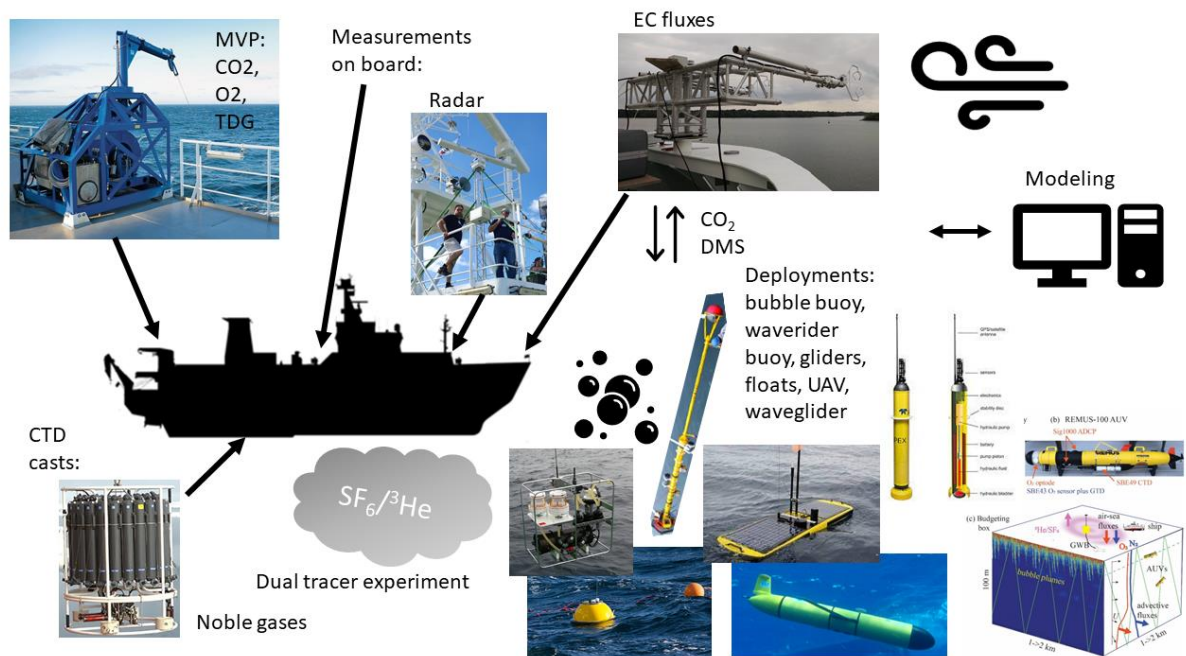


Abb. 5 Das Arbeitsprogramm MSM123.

Fig. 5 The working program of cruise MSM123.

	Tage/days
Auslaufen von Halifax (Kanada) am 23.11.2023 <i>Departure from Halifax (Canada) 23.11.2023</i>	
Transit zum Arbeitsgebiet / <i>Transit to working area</i>	3
Survey vor Tracerausbringung, anschl. Tracerausbringung <i>Tracer release survey followed by tracer release</i>	2
Stationsarbeit (2 CTDs täglich, Geräteeinsatz) <i>Station work (2 CTDs daily, instrument deployment)</i>	27
Transit zum Hafen St. John's <i>Transit to port St. John's</i>	2
	Total 34
Einlaufen in St. John's (Kanada) am 27.12.2023 <i>Arrival in St. John's (Canada) 27.12.2023</i>	

Beteiligte Institutionen / *Participating Institutions*

GEOMAR Helmholtz Centre for Ocean Research Kiel

Biogeochemistry Research Division
Wischhofstr. 1-3
24148 Kiel / Germany

Helmholtz-Zentrum Hereon

Ocean Surface Dynamics
Max-Planck-Straße 1
21502 Geesthacht / Germany

University College London

Department of Mechanical Engineering
WC1E 7HU London / UK

University of Leeds

School of Earth and Environment
Woodhouse Lane
Leeds, West Yorkshire LS2 9JT / United Kingdom

Dalhousie University

Department of Oceanography
1355 Oxford Street
Halifax, Nova Scotia B3H 4R2 / Canada

University of Victoria

School of Earth and Ocean Sciences
P.O. Box 1700 STN CSC
Victoria, BC V8W 2Y2 / Canada

Louisiana State University

Department of Oceanography and Coastal Sciences
Baton Rouge, LA 70803 / USA

University of Hawaii

Department of Oceanography
1000 Pope Rd.
Honolulu, HI 96822 / USA

University of Washington/NOAA APL

1013 NE 40th Street
Seattle, WA 98105-6698

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 Bildung und Forschung (BMBF) 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 BMBF finanziert.

Dem Begutachtungspanel Forschungsschiffe (GPF) obliegt die Begutachtung der wissenschaftlichen Fahrtanträge. Nach positiver Begutachtung können diese in die Fahrtpassung 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, world-wide 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 Ministry of Education and Research (BMBF).

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 BMBF.

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.

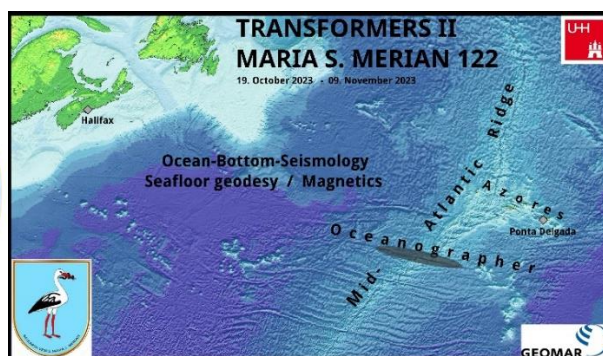
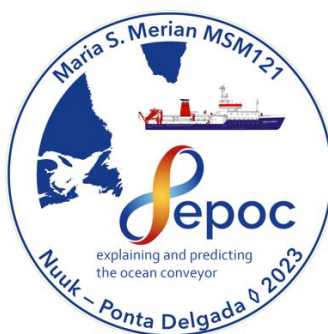


Research Vessel

MARIA S. MERIAN

Cruises No. MSM121 - MSM123

23. 09. 2023 - 27. 12. 2023



The Role of the Deep Western Boundary Current in the subpolar North Atlantic for the discontinuity of Atlantic Meridional Overturning variability, EPOC

Geophysical study of the Oceanographer Transform Fault at 35°N of the Mid-Atlantic Ridge, TRANSFORMERS II

Bubble (mediated) Exchange in the Labrador Sea, BELS

Editor:

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

Sponsored by:

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