

**Forschungsschiff**

# **MARIA S. MERIAN**

**Reisen Nr. MSM109 - MSM110**

**06. 07. 2022 - 29. 08. 2022**



**Die Hydrothermalquellen des Knipovich Rückens – Knipovich Venting**

**Arktischer Biodiversitätswandel und seine Folgen: Bewertung, Überwachung und Vorhersage der Auswirkungen von Ökosystem-Wendepunktkaskaden auf marine Ökosystemleistungen und abhängige menschliche Systeme - ECOTIP**

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. MSM109 – MSM110 / *Cruises No. MSM109 - MSM110*

06. 07. 2022 - 29. 08. 2022



## Die Hydrothermalquellen des Knipovich Rückens – Knipovich Venting *Hydrothermal systems along Knipovich Ridge – Knipovich Venting*

**Arktischer Biodiversitätswandel und seine Folgen: Bewertung, Überwachung  
und Vorhersage der Auswirkungen von Ökosystem-Wendepunktkaskaden auf  
marine Ökosystemleistungen und abhängige menschliche Systeme - ECOTIP**

*Arctic biodiversity change and its consequences: Assessing, monitoring, and  
predicting the effects of ecosystem tipping cascades on marine ecosystem services  
and dependent human Systems*

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

Gefördert durch / *Sponsored by:*  
Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)  
Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)  
ISSN 1862-8869

---

## Anschriften / *Addresses*

---

**Prof. Dr. Gerhard Bohrmann**

MARUM und FB5  
Universität Bremen  
Klagenfurter Str. 4  
D-28359 Bremen  
Germany

Telefon: +49 421 218-65050  
Telefax: +49 421 218-65099  
E-Mail: [gbohrmann@marum.de](mailto:gbohrmann@marum.de)  
http: [www.marum.de](http://www.marum.de)

**Prof. Dr. Helmuth Thomas**

Helmholtz Zentrum Hereon  
Institut für Kohlenstoffkreisläufe  
D-21502 Geesthacht  
Germany

Telefon: +49 4152-872805  
Telefax: +49 4152-8742805  
E-Mail: [helmuth.thomas@hereon.de](mailto:helmuth.thomas@hereon.de)  
http: [www.hereon.de](http://www.hereon.de)

**Leitstelle Deutsche Forschungsschiffe**

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

Telefon: +49 40 42838-3640  
Telefax: +49 40 4273-10063  
E-Mail: [leitstelle.ldf@uni-hamburg.de](mailto:leitstelle.ldf@uni-hamburg.de)  
http: [www.ldf.uni-hamburg.de](http://www.ldf.uni-hamburg.de)

**Reederei Briese**

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

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

**GPF-Geschäftsstelle**

Gutachterpanel Forschungsschiffe  
c/o Deutsche Forschungsgemeinschaft  
Kennedyallee 40  
D-53175 Bonn  
Germany

E-Mail: [gpf@dfg.de](mailto:gpf@dfg.de)

---

## Forschungsschiff / *Research Vessel* MARIA S. MERIAN

---

Vessel's general email address

[merian@merian.briese-research.de](mailto:merian@merian.briese-research.de)

Crew's direct email address

[n.name@merian.briese-research.de](mailto:n.name@merian.briese-research.de)

Scientific general email address

[chiefscientist@merian.briese-research.de](mailto:chiefscientist@merian.briese-research.de)

Scientific direct email address

[n.name@merian.briese-research.de](mailto: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](mailto: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

06. 07. 2022 - 29. 08. 2022

**Die Hydrothermalquellen des Knipovich Rückens – Knipovich Venting**  
*Hydrothermal systems along Knipovich Ridge – Knipovich Venting*

**Arktischer Biodiversitätswandel und seine Folgen: Bewertung, Überwachung und Vorhersage der Auswirkungen von Ökosystem-Wendepunkt-kaskaden auf marine Ökosystemleistungen und abhängige menschliche Systeme - ECOTIP**  
*Arctic biodiversity change and its consequences: Assessing, monitoring, and predicting the effects of ecosystem tipping cascades on marine ecosystem services and dependent human Systems - ECOTIP*

**Fahrt / Cruise MSM109**

06.07.2022 - 03.08.2022  
Von /from Tromsø (Norwegen/Norway)  
nach/to Reykjavik (Island/Iceland)  
Fahrtleitung / *Chief Scientist*:  
Prof. Dr. Gerhard Bohrmann

**Fahrt / Cruise MSM110**

06. 08. 2022 - 29. 08. 2022  
Von /from Reykjavik (Island/Iceland)  
nach/to Reykjavik (Island/Iceland)  
Fahrtleitung / *Chief Scientist*:  
Prof. Dr. Helmuth Thomas

**Koordination / *Coordination***

Leitstelle Deutsche Forschungsschiffe  
*German Research Fleet Coordination Centre*

**Kapitän / *Master* MERIAN**

MSM109: Björn Maaß  
MSM110: Ralf Schmidt

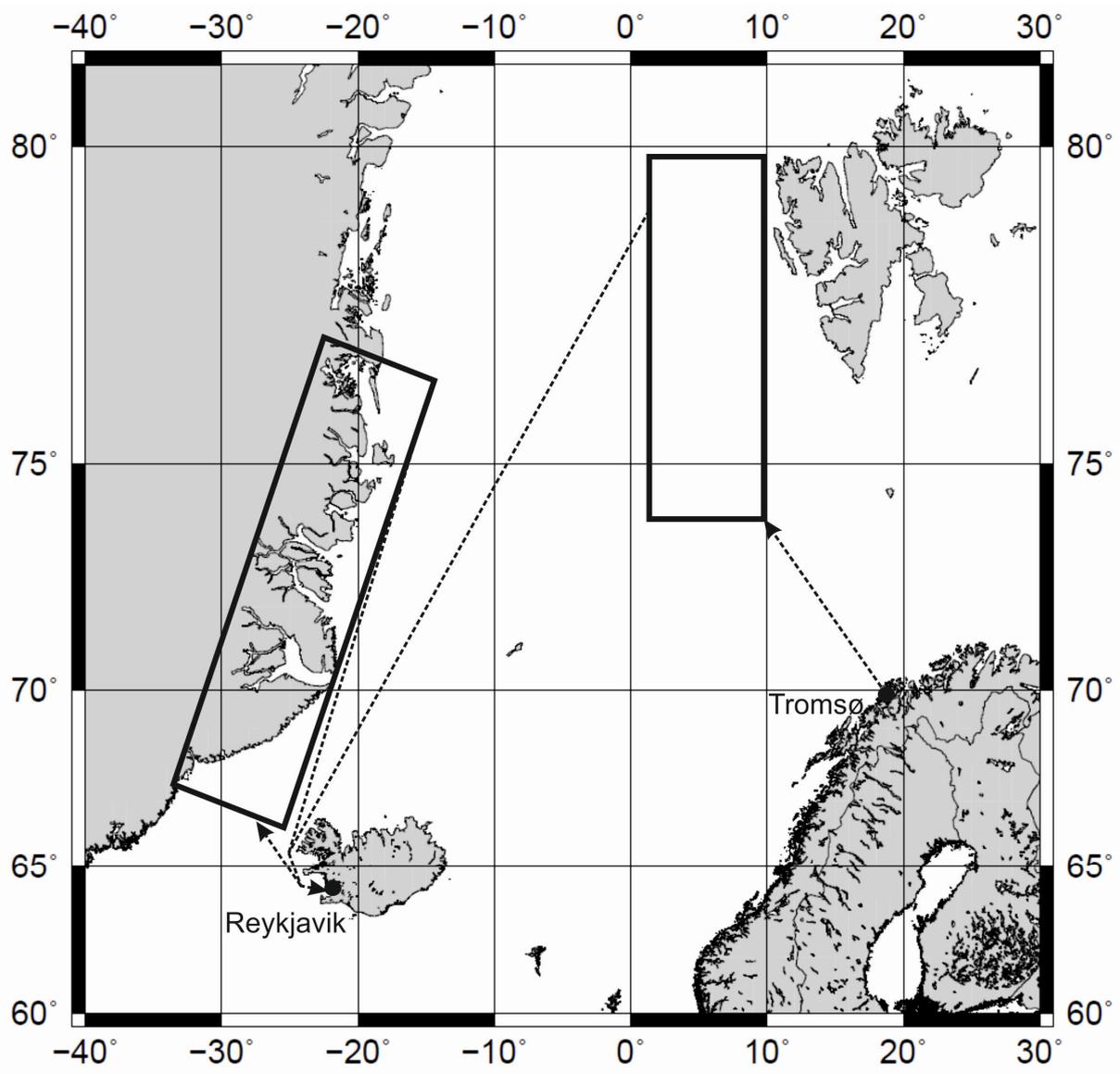


Abb. 1 Geplante Fahrtrouten und Arbeitsgebiete der MERIAN Expeditionen MSM109 und MSM110.

Fig. 1 Planned cruise tracks and working areas of MERIAN cruises MSM109 and MSM110.

## **Übersicht**

Beide Expeditionen führen ins Europäische Nordmeer (Abb.1). Während die MSM109 hydrothermale Quellen im östlichen Teil vor Spitzbergen und dem norwegischen Kontinentalrand untersucht, beschäftigt sich die Expedition MSM110 mit der Biodiversität mariner Organismen auf der westlichen, grönländischen Seite des Meeresgebietes.

## **Fahrt MSM109**

Im Rahmen der Forschungseinheit „Der Ozeanboden als Reaktor“ des Bremer Exzellenzclusters „Der Ozeanboden – unerforschte Schnittstelle der Erde“ nutzen wir die Fahrt MSM109, um hydrothermale Quellen des Knipovich- und des Molloyrückens im Europäischen Nordmeer westlich Svalbards zu untersuchen. Diese mehr als 500 km langen Segmente ultra-langsamere ozeanischer Spreizung sind im Gegensatz zu anderen Spreizungsrücken im Europäischen Nordmeer und der Arktis kaum untersucht und aktive Hydrothermalfelder am Meeresboden sind bisher nicht bekannt. Bisherige geologische Untersuchungen und neuere Fächerecholotvermessungen während der Fahrten MSM57 und MSM68 zeigen entlang des Knipovichrückens eine deutliche Segmentierung im Auftreten magmatischer Gesteine im Wechsel mit sedimentbedeckten Abschnitten. Unter Berücksichtigung von Hinweisen zu hydrothermalen Plumes in der Wassersäule, von registrierten Erdbeben, und der Daten detaillierter Multibeamvermessungen haben wir 5 Detailgebiete ausgewählt, von denen wir je nach Eisbedingungen 4 Regionen näher untersuchen wollen. Nach Identifizierung von Plumes in der Wassersäule während Tauchgängen mit dem AUV MARUM-SEAL und bei CTD-Stationen sollen detaillierte Meeresbodenuntersuchungen und -beprobungen mit dem ROV MARUM-QUEST4000 durchgeführt werden.

## **Synopsis**

*Both expeditions lead to the Norwegian Sea (Fig.1). While the MSM109 investigates hydrothermal vents in the eastern part off Svalbard and the Norwegian continental margin, the expedition MSM110 deals with the biodiversity of marine organisms on the western Greenland side of the sea area.*

## **Cruise MSM109**

*As part of the research unit "The Ocean Floor as Reactor" of the Bremen Cluster of Excellence "The Ocean Floor – Earth's Uncharted Interface" we plan to use RV MARIA S. MERIAN cruise MSM109 to investigate hydrothermal fields of the Knipovich Ridge and Molloy Ridge in the Norwegian Greenland Sea west of Svalbard. In contrast to other spreading ridges in the European Northern Sea and the Arctic, these more than 500 km long segments of ultraslow oceanic spreading have hardly been investigated and active hydrothermal fields on the seabed are not yet known. Previous geological investigations and more recent multi-beam echosounder measurements during MSM57 and MSM68 along the Knipovich Ridge show a clear segmentation in the occurrence of igneous rocks that alternate with sediment-covered sections on the seabed. Based on indications of hydrothermal plumes in the water column, on registered earthquakes and on detailed multi-beam data, we have selected 5 detailed areas, of which we want to investigate 4 regions more in detail depending on the ice conditions. After having identified plumes during dives with the AUV MARUM-SEAL and in the course of CTD stations, detailed investigations and samplings will be carried out with ROV MARUM-QUEST4000.*

## **Fahrt MSM110**

Die Forschungsfahrt MSM110 führt in drei ausgewählte Fjorde entlang der Küste von Ostgrönland im August 2022, d.h. im Spätsommer mit wenig Eisbedeckung, als wichtiges Element des von HORIZON-2020 unterstützten Projekts ECOTIP. ECOTIP zielt darauf ab, unser Verständnis der anthropogenen Veränderungen in der biologischen Produktivität und Diversität in den arktischen Meeresregionen und deren Auswirkungen auf die Ökosystemleistungen zu verbessern.

Ein besonderer Schwerpunkt liegt auf der Bewertung der Frage, ob eine Veränderung der unteren trophischen Ebenen aufgrund der erhöhten Temperatur und des Süßwasserabflusses oder anderer physikalisch-chemischer Bedingungen eine Tippingpointkaskade des Ökosystems auslösen kann, die letztlich die benthisch-pelagische Kopplung, die Kohlenstoffbindung und die Fischereiproduktion verändern wird.

Die vorgeschlagene Forschungsfahrt ist eine der beiden Schlüsselexpeditionen von ECOTIP und unterstützt mehrere der wissenschaftlichen Unterthemen des Projekts. Es werden Probennahmen und Untersuchungen zur Bewertung der hydrographischen und ökosystemischen Variabilität von Küsten- zu Offshoregebieten entlang des Übergangs von subarktischen zu arktischen Gebieten zwischen 65°N und 77°N durchgeführt.

Probennahmen und Messungen werden weitgehend an Orten durchgeführt, von denen historische Informationen verfügbar sind.

Die vorgeschlagene Fahrt umfasst Messungen der Biodiversität auf den trophischen Ebenen von Bakterien bis zu Fischlarven sowie eine breite Palette von Prozessstudien, die beispielsweise die hydrochemischen Bedingungen, die mikrobielle Aktivität, benthische Prozesse und die biologische Pumpe untersuchen.

Viele grundlegende Elemente des arktischen Meeresökosystems haben sich bereits verändert, und es besteht ein dringender Bedarf an umfassenden Feldstudien in diesen Bereichen, um die Bewertung und Modellierung biologischer Veränderungen unter den zukünftigen Klimaszenarien zu unterstützen.

## **Cruise MSM110**

*The cruise MSM110 will lead into three selected fjords along the coastline of East Greenland in August 2022, i.e. during late summer with minimal ice coverage as an important element of the HORIZON-2020 supported project ECOTIP. ECOTIP aims at improving our understanding of anthropogenic changes in the biological production and diversity in the Arctic marine regions, and their effects on the ecosystem services.*

*Special emphasis is put on evaluating whether a change in the lower trophic levels due to the increased temperature and freshwater outflow or other physico-chemical conditions can trigger an ecosystem tipping cascade that ultimately will change benthic-pelagic coupling, carbon sequestration and fisheries production.*

*The proposed cruise is one of the two main field expeditions of ECOTIP, and supports several of the project's scientific sub-topics. Sampling and investigations are set up for assessment of hydrographic and ecosystem variability from inshore to offshore areas along the transition from low to high arctic areas approximately between 65°N and 77°N.*

*Sampling and measurements will to a large extent be carried out at sites from which historical information is available.*

*The proposed cruise includes measurements of biodiversity at the trophic levels from bacteria to fish larvae, as well as a wide range of process studies investigating, for instance, hydrochemical conditions, microbial activity, benthic processes and biological pump.*

*Many fundamental elements of the arctic marine ecosystem have already changed, and there is a strong need for comprehensive field studies in these areas to support the assessment and modeling of biological changes under the future climate scenarios.*

### **Wissenschaftliches Programm**

Das wissenschaftliche Programm umfasst die Lokalisierung von hydrothermalen Quellen entlang des sich ultralangsam spreizenden mittelozeanischen Rückens und die Dokumentation und Probenahme von hydrothermalen Quellen während ROV-Tauchgängen.

Das Hauptziel besteht darin, neue hydrothermale Felder aufzuspüren, die entweder in peridotithaltiger Umgebung mit basalthaltigen axialen vulkanischen Rücken oder mit einzelnen vulkanischen Strukturen in Verbindung stehen.

Über hydrothermale Quellen entlang ultralangsam spreizender Rücken ist nur sehr wenig bekannt und unsere Untersuchungen, Probenahmen und weiteren Analysen im Exzellenzcluster werden zu einem besseren Verständnis des Stoffaustausches zwischen der ozeanischen Kruste und dem Ozean führen. Die Dokumentation und Beprobung von Flüssigkeiten, Gesteinen und hydrothermalen Niederschlägen wird Antworten auf verschiedene Fragen geben: Wie groß ist die räumliche Dichte von Hydrothermalquellen und was steuert ihre Verteilung? Wie vielfältig sind die hydrothermalen Fluide und was sind die vulkanologischen und tektonischen Kontrollen dieser Vielfalt?

Wie werden Metalle in den aufsteigenden Hydrothermalfahnen umgewandelt und wie ist das Schicksal von Metallen, die durch primäre Unterschiede in den Metall / Sulfid- und Metall/Kohlenstoffverhältnissen kontrolliert werden? Die vorgeschlagenen Untersuchungsgebiete Knipovich Rücken und Molloy Rücken sind zwei von mehreren Abschnitten des Mittelatlantischen Rückens nördlich des Polarkreises (66°N), die als Arktischer Mittelozeanischer Rücken bezeichnet werden. Der Knipovich Rücken liegt asymmetrisch zwischen Spitzbergen und Nordostgrönland und erstreckt sich von 73°30'N bis 78°40'N. Es wird im Norden von der Molloy-Bruchzone und im Süden von der Grönland-Senja-Bruchzone an der

### ***Scientific Programme***

*Scientific programme includes the locating of hydrothermal vents along the ultraslow spreading ridges and the documentation and sampling of hydrothermal venting areas during ROV dives.*

*The main objective is to find new hydrothermal vent fields associated either to peridotite-hosted environments, to basalt-hosted axial volcanic ridges, or to single volcanic structures.*

*Very little is known about hydrothermal vents along ultra-slow spreading ridges and our investigations, sampling and further analyzes in the Cluster of Excellence will lead to a better understanding of the exchange of material between the oceanic crust and the ocean. Documentation and sampling of fluids, rocks and hydrothermal precipitates will give answers to various questions: What is the spatial density of hydrothermal vents and what controls their distribution? How diverse are the hydrothermal fluids, and what are the volcanic and faulting controls of this diversity?*

*How are metals transformed within the rising and neutrally buoyant parts of hydrothermal plumes, and how is the fate of metals that are controlled by primary differences in metal:sulfide and metal:carbon ratios?*

*The proposed study sites, Knipovich Ridge and Molloy Ridge, are two of several segments of the of the Mid-Atlantic Ridge north of the Arctic circle (66°N), which are considered as the Arctic Mid-Ocean Ridge. The Knipovich Ridge is situated asymmetrically between Svalbard and NE Greenland and extends from 73°30'N to 78°40'N. It is bordered by the Molloy Fracture Zone in the North and the Greenland-Senja Fracture Zone at the Mohns-Knipovich Ridge Bend in the South. With a spreading rate of <1.5*

Mohns-Knipovich-Rückenumbiegung begrenzt. Mit einer Ausbreitungsrate von  $<1,5$  cm/Jahr ist er einer der langsamsten und sich am schrägsten ausbreitenden mittelozeanischen Rücken auf dem Planeten. Magnetische und gravimetrische Untersuchungen entlang des sich ultralangsam ausbreitenden Gakkelrückens und des Mohnsrückens zeigten eine anhaltende und kontinuierliche Ausbreitung des Meeresbodens. Untersuchungen in der Vergangenheit haben gezeigt, dass der Knipovich Rücken durch eine ziemlich komplexe Struktur gekennzeichnet ist. Der Knipovich-Rücken ist nicht durch Transformstörungen unterbrochen, obwohl die verfügbaren bathymetrischen und Gravitationsdaten so interpretiert wurden, dass sie auf das Vorhandensein mehrerer magmatisch starker und magmatisch schwacher Segmente hindeuten. Vier der magmatisch robusten Segmente liegen am Schnittpunkt zwischen dem Rift Valley und linearen Ketten von außeraxialen Seamounts. Die Riftzone des Knipovich Rückens wird im Allgemeinen in einer transtensionalen Umgebung gebildet.

Bis vor Kurzem gehörten die mittelozeanischen Rücken der Arktis und ihre hydrothermalen Systeme zu den am wenigsten erforschten Elementen des globalen Rücken-systems. Im Gegensatz dazu besteht ein erhebliches wissenschaftliches Interesse an diesen Systemen, z. B. wegen ihrer ultralang-samen Spreizungsgeschwindigkeiten, der hohen Dichte von mantelabgeleiteten Peridotiten, ihrer Nähe zu Kontinentalrändern und voluminösen Ansammlungen von kohlenstoffreichen Sedimenten mit hohem Potential zu Kohlenwasserstoffbildung. Physikalisch-chemische Anomalien des Meerwassers und Sulfidablagerungen auf dem Meeresboden deuten darauf hin, dass Fluidaustritte vom Typ „Schwarzer Raucher“ üblich sind. Mehrere dieser Fluidaustritte könnten an Peridotidgesteine gebunden sein. Die hydrothermale Aktivität an Teilen der arktischen mittelozeanischen Rücken ist 2 bis 3 Mal höher als aufgrund der Extrapolation der an sich schneller ausbreitenden Rücken beobachteten erwartet.

*cm/yr it is one of the slowest and most obliquely spreading mid-ocean ridges on the planet. Magnetic and gravimetric surveys along the ultraslow-spreading Gakkel Ridge and Mohns Ridge showed ongoing sustained and continuous seafloor spreading. Investigations in the past have shown that Knipovich Ridge is characterized by a rather complex structure. The Knipovich Ridge is uninterrupted by transform faults even though the available bathymetric and gravity data have been interpreted to indicate the presence of several magmatically strong and several magmatically weak segments. Four of the magmatically robust segments fall at the intersection between the rift valley and linear chains of off-axis seamounts. This segmentation scheme correlates well with the identified magnetic anomaly pattern and locations of proposed discontinuities. The rift zone of Knipovich Ridge is generally formed in a transtension environment.*

*Until recently, Arctic mid-ocean ridges and their hydrothermal systems were some of the least explored elements of the global ridge system. In contrast, there is considerable scientific interest in these systems, e.g. because of their ultraslow spreading rates, the high density of mantle-derived peridotites, their proximity to continental margins, and voluminous accumulations of organic-rich sediments with high hydrocarbon generation potential on parts of the ridges. Physicochemical anomalies of the seawater and sulfide deposits at the seabed suggest that black smoker-type venting is common. Several of these venting sites may be peridotite-hosted. The hydrothermal activity at parts of the Arctic mid-ocean ridges is 2 to 3 times higher than that expected from extrapolation of those observed at faster spreading ridges.*

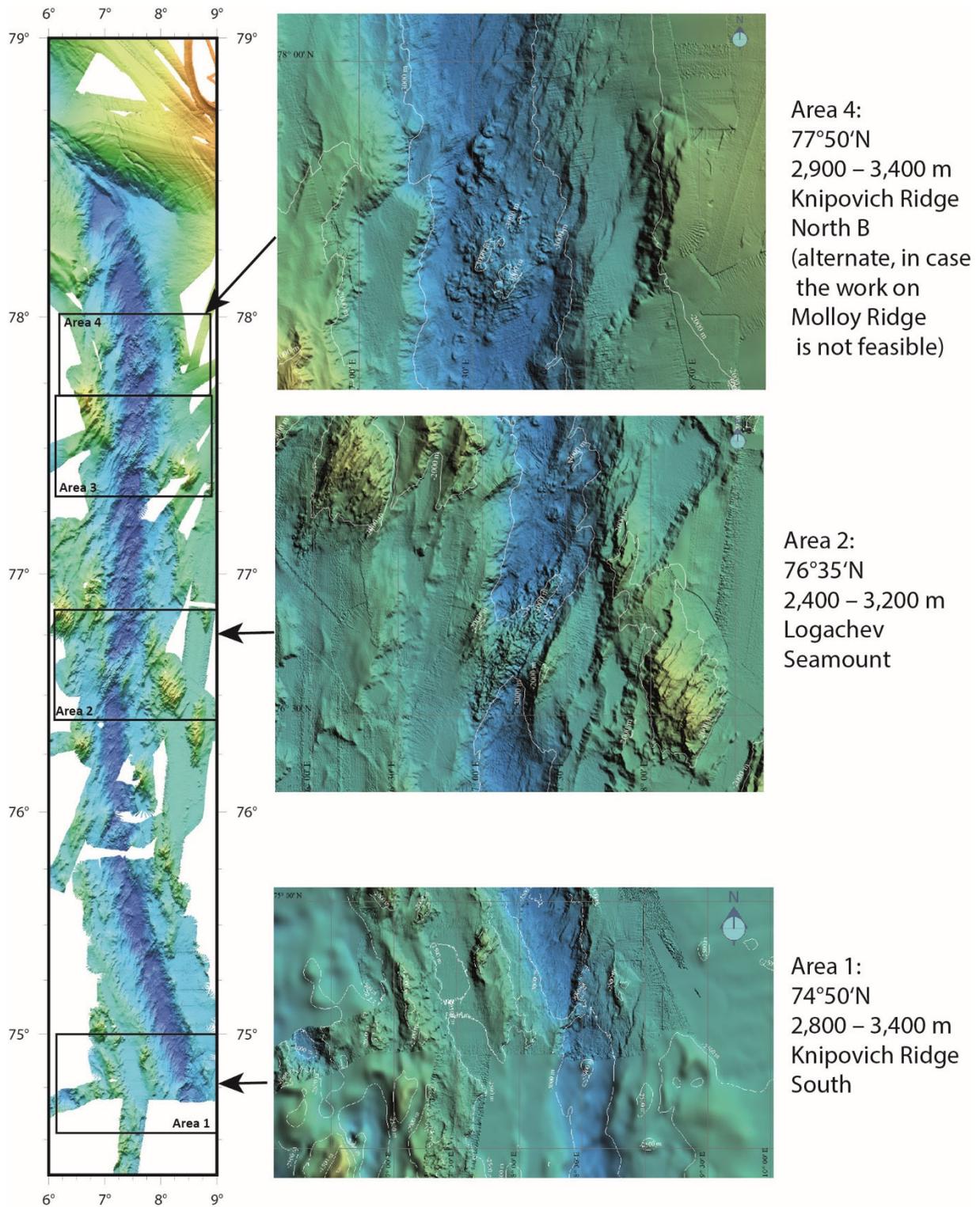


Abb. 2: Die potentiellen Arbeitsgebiete des Knipovich Rückens mit magmatischen Strukturen, wie axiale vulkanische Rücken, Einzelvulkane etc. am Meeresboden.

Fig. 2: *The potential working areas of the Knipovich Ridge with magmatic structures such as axial volcanic ridges, isolated volcanoes etc. on the sea floor.*

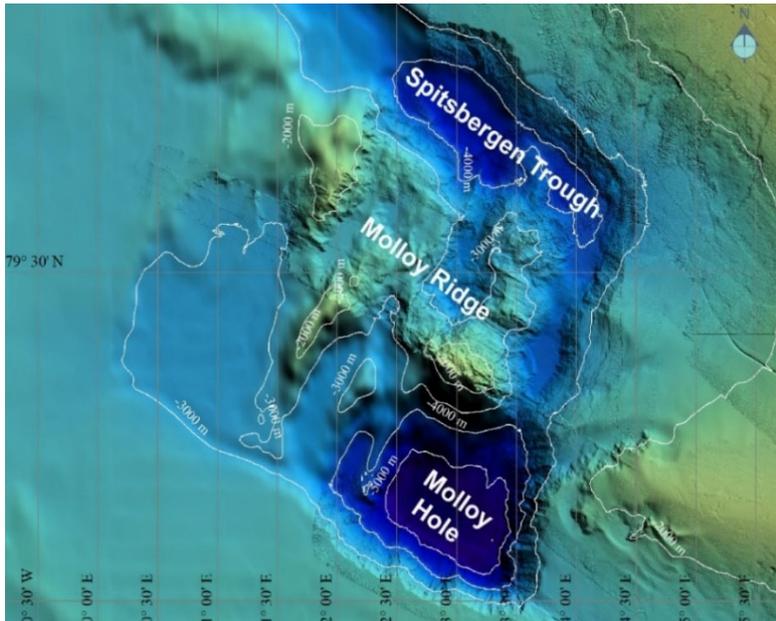


Abb. 3:  
Bathymetrie der Framstraße mit Darstellung des Molloy Rückens zwischen dem Molloy Hole im Süden und dem Spitsbergen Trough im Norden. Beide Tiefen sind durch rechtslaterale Transformstörungen begrenzt.

Fig. 3:  
*Bathymetry of the Fram Strait area showing the Molloy Ridge between the Molloy Hole and the Spitsbergen Trough. Both deeps are limited by right-lateral transform faults.*

## Arbeitsprogramm

Stationsarbeiten sind in mindestens vier von fünf ausgewählten Arbeitsgebieten geplant (Abb. 2, 3). Unsere Untersuchungen sollen im nördlichsten Gebiet am Molloy-Rücken (Abb. 3) beginnen. Falls dichtes Meereis im Gebiet 5 vorliegt und die Bedingungen keine Arbeiten am Meeresboden mit dem AUV SEAL5000 und dem ROV QUEST4000 erlauben, werden wir im Gebiet 4, dem nördlichsten Arbeitsgebiet des Knipovich-Rückens (Abb. 3), unsere Arbeiten fortsetzen.

Gebiet 4 ist ein alternatives Untersuchungsgebiet und wird nur ausgewählt, falls der Molloy-Rücken nicht aufgesucht werden kann. Untersuchungen im Gebiet 3 werden folgen, bevor wir unsere Arbeit am Logachev Seamount (Gebiet 2) fortsetzen.

Finales Arbeitsgebiet wird Gebiet 1. Abhängig davon, ob wir Hydrothermalfelder am Meeresboden finden, werden wir das Programm variieren, um die besten wissenschaftlichen Ergebnisse für diese Reise zu erreichen.

Wir planen Multibeam- und Subbottomprofilerdaten, CTD-Stationen und AUV-Messungen, um sog. Plumes in der Wassersäule

## Work Programme

*Station work is planned in four of five selected working areas (Figs. 2, 3) at least. We aim starting our investigations at the northernmost area at Molloy Ridge (Fig. 3). In case dense sea ice is present in Area 5 and conditions do not allow for seafloor work with AUV SEAL5000 and ROV QUEST4000, we will continue our work in Area 4, which is our northernmost study area on Knipovich Ridge (Fig. 3).*

*Area 4 is an alternative area of investigation and will only be selected in case Molloy Ridge cannot be explored. Investigations in working Area 3 will follow before we will continue work on Logachev Seamount (Area 2).*

*Final working area will be Area 1. Depending on the success of finding hydrothermal fields at the seafloor, we will vary the programme to gain the best scientific results for this specific cruise.*

*We are planning to use multibeam and sub-bottom profiler data, CTD-Stations and AUV surveys to detect plumes in water column. We will then use our ROV MARUM QUEST to*

zu detektieren. Wir werden danach ROV QUEST einsetzen, um Arbeiten am Meeresboden in hydrothermalen Gebieten vorzunehmen.

Im Detail nutzen wir Multibeam Kongsberg EM122:

Das am Rumpf befestigte Multibeamsystem EM122 wird verwendet, um Lücken vorhandener Karten, die bei vorherigen MARIA S. MERIAN-Reisen (MSM57 und MSM68) in diesem Forschungsgebiet noch existieren, abzudecken.

Backscatterdaten werden an Bord prozessiert, um die Existenz von magmatischem Gestein zu erfassen. Wassersäulendaten vom EM122 werden genutzt, um sog. Gas-Flares in der Wassersäule zu detektieren und darzustellen, was uns erste Informationen für genauere Flare-Imaging-Überwachungen gibt.

Parasound: Das schiffsbasierte Echolot PARASOUND wird parallel zum Multibeam eingesetzt. Die Echogramme werden für Hinweise unterhalb des Meeresboden analysiert, ob Basementgesteine oder -sedimente anstehen bzw. ob Gasakkumulationen in geringen Sedimenttiefen vorhanden sind, die durch Blanking angezeigt werden.

Sound Velocity Probe: Die Schallgeschwindigkeitssonde (SVP) wird verwendet, um akkurate Schallprofile der Wassersäule im Arbeitsgebiet zu ermitteln, um das Multibeamsystem zu kalibrieren.

CTD-Rosette Wasserprobennehmer mit Trübungssensor und Sauerstoffsensor: Ein CTD-Rosettensystem mit zusätzlichen Sensoren und Wasserprobennehmerkarussell wird verwendet, um online physikochemische Charakteristika der Wassersäule (S, T, Trübung und Konzentration von gelöstem O<sub>2</sub>) zu messen und Wasserproben in verschiedenen Tiefen zu sammeln. Wasserproben werden auf Methankonzentrationen analysiert (ICOS). Die T/S Charakteristika werden genutzt, um verschiedene Wassermassen zu definieren

*perform sea floor work in hydrothermal areas.*

*In detail we will use Multibeam Kongsberg EM122:*

*The hull-mounted multibeam system EM122 will be used for covering gaps of the existing maps that have been compiled during former MARIA S. MERIAN cruises in the study area (MSM57 and MSM68).*

*Backscatter data derived from the system will be processed onboard in order to identify high backscatter areas related to outcrops of magmatic rocks versus sediments.*

*Water column data from the EM122 will be used to detect and image gas flares in the water column, providing initial information for dedicated flare imaging surveys.*

*Parasound: The ship-based sediment echosounder PARASOUND will be operated in parallel to the multi-beam. The echo-graphs will be analysed for sub-seafloor features related to basement outcrops and for the presence of shallow gas accumulations in sediments that cause acoustic blanking or acoustic turbid zones.*

*Sound Velocity Probe: The sound velocity probe (SVP) will be used to determine the accurate velocity profile of the water column in the study area in order to calibrate the multibeam system.*

*CTD-rosette water sampler with turbidity sensor and oxygen sensor: A CTD-rosette system with the additional sensors and a water sampler carousel will be used to measure physico-chemical characteristics of the water column (S, T, turbidity, and concentrations of dissolved O<sub>2</sub>) online and to collect water samples at distinct water depths. Water samples will be analysed for methane concentrations (ICOS). The physicochemical characteristics will be used to distinguish different water masses and to correlate them with dissolved hydrocarbon concentrations. CTD*

und sie mit gelösten Kohlenstoffkonzentrationen in Zusammenhang zu bringen. CTD-Stationen werden durchgeführt, um Signale von hydrothermale Plumes mittels MAPRs zu detektieren.

AUV MARUM-SEAL 5000: Das autonome Unterwasserfahrzeug SEAL 5000 wird genutzt für Mikrobathymetrie und um detaillierte Backscatterkartierungen von hydrothermalen Gebieten durchzuführen und Plumes zu finden. Es ist eine modulare Trägerplattform für verschiedene autonome Unterwassereinsätze, das während vieler Reisen der vergangenen Jahre eingesetzt wurde.

Als ersten Schritt planen wir Einfachprofile (10-25 nm Länge) entlang AVR's und nutzen das Kongsberg-Multibeam-EM2040 als Nutzlast. Das Multibeam hat drei Frequenzen (200, 300, 400 kHz). Bei Nutzung der 300 kHz Frequenz kann das Gerät auf 80 m Höhe fliegen und währenddessen Meeresbodendaten in hoher Auflösung aufzeichnen. 80 m über dem Meeresboden ist der vorgeschriebene Sicherheitsabstand, da der Meeresboden eine raue Bathymetrie aufweist und die Wassertiefen zwischen 3.600 und 2.500 m liegen. Zusätzlich zur Navigation werden auf dem AUV Multibeamecholot und MAPRs installiert, um hydrothermale Plumesignale zu detektieren. Lokalisierte Plumesignale nah am Boden werden detaillierter untersucht mittels kürzerer paralleler AUV-Profile, um eine bessere Übersicht über die Verteilung der hydrothermalen Aktivität zu erhalten.

Zusätzlich werden Gasflares mit dem AUV detektiert, wodurch Gasaustritte von hydrothermalen Entgasung erkannt werden sollen. Die Daten werden für die weitere Fahrplanung sofort grob prozessiert, sobald das AUV wieder an Bord ist.

Die weitere Prozessierung wird nach der Reise durch die ‚Seafloor Imaging Gruppe‘ am Fachbereich Geowissenschaften, Universität Bremen, durchgeführt, um qualitativ

*stations will also be carried out to detect signals of hydrothermal plumes by use of MAPRs.*

*AUV MARUM-SEAL 5000: The MARUM Autonomous Underwater Vehicle SEAL 5000 will be used for micro-bathymetry and detailed backscatter mapping of hydrothermal areas as well as for plume surveying. The AUV is hosted at and operated by MARUM, Center for Marine Environmental Sciences at the University of Bremen, Germany. The AUV is a modular carrier platform for different autonomous underwater applications and was used during several cruises in the past years.*

*In a first step we plan to perform single profiles (10-25 nm in length) along AVR's and to use the Kongsberg multibeam EM 2040 as payload. The multibeam has three switchable frequencies (200, 300, 400 kHz). Using the 300 kHz frequency the instrument can be run at an altitude of 80 m while seafloor data are still obtained in high resolution. 80 m above seafloor matches the required safety distance, as the terrain could be rough and the water depth range of 3,600 m to 2,500 m is a technical challenge for AUV surveys. In addition to the navigation, multibeam echosounders and MAPRs will be installed on the vehicle to detect hydrothermal plume signals. Localized plume signals close to the bottom will be investigated more in detail by shorter parallel AUV profiles in order to get a better overview about the distribution of the hydrothermal activity.*

*Another purpose of the detailed AUV mapping is the possibility to detect flares that are caused by gas bubbles ascending in the water column and could be associated with hydrothermal venting.*

*A rough processing of the data will be carried out immediately after the AUV dive is finished. Careful cleaning of the data is planned*

hochwertige Karten der Hydrothermalquellen zu erhalten.

ROV MARUM-QUEST 4000: Das wissenschaftliche Tiefwasser-ROV (ferngesteuertes Fahrzeug) QUEST 4000 wird für Untersuchungen von potentiellen Hydrothermalquellen am Meeresboden genutzt, die zuvor bei AUV-Einsätzen, schiffseigenen MBES- und Parasoundmessungen und durch Wassersäulenuntersuchungen lokalisiert wurden. Wie das AUV wird auch das ROV durch das MARUM eingesetzt.

Das ROV QUEST basiert auf einem früheren, kommerziellen Roboterfahrzeug für 4000m Tiefe und wurde designt und gebaut von Schilling Robotics, Davis, USA. Seit der Indienststellung am MARUM im Mai 2003 wurde es als mobiles System speziell adaptiert an die Anforderungen der Wissenschaft und wurde an Bord der Forschungsschiffe weltweit eingesetzt.

Bis heute hat das ROV QUEST 450 Tauchgänge während 38 Expeditionen durchgeführt. Wir werden es nutzen, um potentielle Hydrothermalquellen zu untersuchen, die Aktivität aufzuzeichnen sowie Fluide und Gasproben zu beproben.

Integrated Cavity Output Spectrometer (ICOS): Das ICOS wurde bereits bei vorherigen Reisen erfolgreich eingesetzt, um niedrige Methankonzentrationen in der Luft und gelöst in diskreten Wasserproben der CTD/Rosette zu messen.

*post-cruise to gain high quality maps from hydrothermal vent sites.*

*ROV MARUM-QUEST 4000: The scientific deep-water ROV (remotely operated vehicle) QUEST 4000 will be used to investigate potential hydrothermal vent sites at the seafloor, which were located in the course of AUV deployments, ship-based MBES and Parasound surveys and by means of water column investigations. Like the AUV, the ROV is hosted at and operated by MARUM.*

*The QUEST ROV is based on a former commercially available 4000 m-rated deep-water robotic vehicle designed and built by Schilling Robotics, Davis, USA. Since installation at MARUM in May 2003, it was set up as a mobile system specifically adapted to the requirements of scientific work aboard marine research vessels for worldwide operation.*

*To date ROV QUEST has a total record of 450 dives during 38 expeditions. We will use the vehicle to explore potential hydrothermal vent sites, to document the venting activity with the HD camera and photo imaging, and to collect fluid and gas samples.*

*Integrated Cavity Output Spectrometer (ICOS): The ICOS was successfully used during previous cruises to measure low methane concentrations in the air and dissolved in discrete water samples from the CTD/rosette.*

	Tage/days
Auslaufen von Tromsø (Norwegen) am 06.07.2022 <i>Departure from Tromsø (Norway) 06.07.2022</i>	
Transit zum Arbeitsgebiet / <i>Transit to working area</i>	4,0
Arbeiten im Bereich Molloy Rücken (Kartierung, CTD, AUV und ROV Tauchgänge) <i>Work at Molloy Ridge (including mapping, CTD stations, AUV and ROV dives)</i>	6,0
Arbeiten im Gebiet 4 (Kartierung, CTD, AUV und ROV Tauchgänge) <i>Work at area 3(including mapping, CTD stations, AUV and ROV dives)</i>	5,0
Arbeiten am Logachev Seamount (Kartierung, CTD, AUV und ROV Tauchgänge) <i>Work at Logachev Seamount (including mapping, CTD stations, AUV and ROV dives)</i>	5,0
Arbeiten im Gebiet 1 (Kartierung, CTD, AUV und ROV Tauchgänge) <i>Work at area 1 (including mapping, CTD stations, AUV and ROV dives)</i>	5,0
Transit zum Hafen Reykjavik (Island) <i>Transit to port Reykjavik (Iceland)</i>	3,0
	<b>Total 28,0</b>
Einlaufen in Reykjavik (Island) am 03.08.2022 <i>Arrival in Reykjavik (Iceland) 03.08.2022</i>	

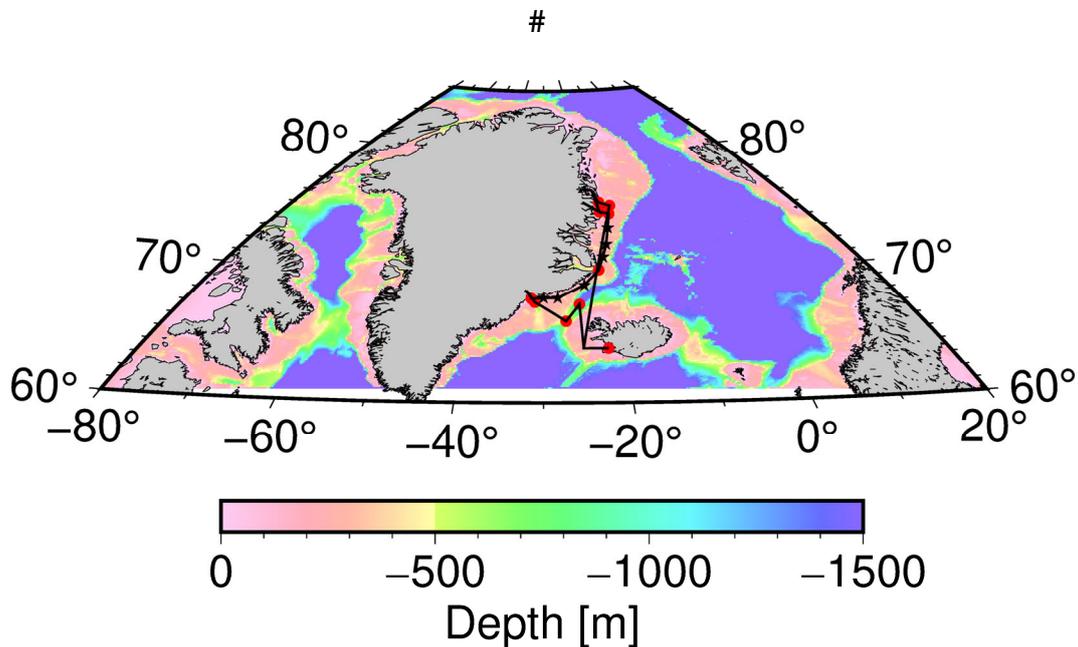


Abb. 4 Geplante Fahrtrouten und Arbeitsgebiete der MERIAN Expedition MSM110. Die Kreise bezeichnen die CTD-Stationen, die Quadrate die beiden Sedimentstationen. Dreiecke bezeichnen jeweils die Prozessstationen. Sterne kennzeichnen nur Oberflächenstationen. Tiefen von mehr als 1500 m werden von der Farbskala nicht erfasst.

Fig. 4 Planned cruise tracks and working areas of MERIAN cruise MSM110. Circles indicate CTD stations, squares the two coring stations. Triangles indicate the process stations, respectively. Black stars indicate surface stations only. Depths greater than 1500m are not resolved by the color scale.

### Wissenschaftliches Programm

Der Schwerpunkt der Expedition liegt auf den Schelf- und Fjordgewässern vor der Ostküste Grönlands. Wir haben drei Fjordsysteme ausgewählt, Dove Bay, Bessel Fjord und Kangerlussuaq, wo wir jeweils 3 24-Stunden-Stationen am Kopf, in der Mitte und an der Mündung des jeweiligen Fjords für Prozessstudien durchführen werden.

Darüber hinaus werden zwei CTD-Stationen auf dem Schelf in der Nähe der Mündungen der Fjorde beprobt, um den Transport vom Land zum Ozean in den Ostgrönlandstrom zu verfolgen.

Bei der Fahrt zwischen den Fjordsystemen werden Oberflächenstationen sowie eine

### Scientific Programme

*The expedition will focus on shelf and fjord waters off the eastern coast of Greenland. We have chosen three fjord systems, Dove Bay, Bessel Fjord and Kangerlussuaq where we will hold 3 24h stations each, at the head, the center and the mouth of the respective fjord for process studies.*

*In addition, two, rather “open-ocean” CTD stations will be sampled at the shelf in proximity to the mouths of each fjord to trace land-ocean transports into the East Greenland Current.*

*When steaming between the fjord systems, surface stations will be taken, as well as one*

Station an der Mündung des Scoresby Sund genommen. Zwei Stationen werden an der Schwelle und am nördlichen Anstieg der Dänemarkstraße beprobt.

Je nach Art der Station werden die Stoffwechselraten (sowohl Bakterien als auch Zooplankton), die Sekundärproduktion (einschließlich Zooplankton und Fischlarven) sowie Qualität und Quantität des vertikalen Flusses (Sedimentfallen) gemessen, Flüsse zwischen Sedimentoberfläche und Wassersäule, Veränderungen der mikrobiellen Abundanzverhältnisse und -raten (Abundanz von Prokaryonten und Pilzen, Biomasse, Produktion und Atmung, Zusammensetzung der Gemeinschaft), Biomasse und Abundanz von benthischen Organismen und die Besiedlung von Aggregaten durch Zooplankton. Die marinen Sedimentkerne werden entnommen, um die frühere Häufigkeit und Zusammensetzung von planktonischen und benthischen Foraminiferen sowie von Kieselalgen, organischen Biomarkern und anderen in der Paläozeanografie häufig verwendeten Proxies zu analysieren und unsere Untersuchungen in eine zeitliche Perspektive zu stellen. Die eDNA-Probenahme zielt darauf ab, die invasiven Zielarten (insbesondere invasive Krebse mit planktonischen Larvenstadien) nachzuweisen.

### **Arbeitsprogramm**

Dementsprechend beabsichtigen wir, drei Arten von Stationen zu beproben und schlagen zwei zusätzliche Aktivitäten vor:

1) Die CTD-Stationen, die die drei verschiedenen Fjordsysteme sowie die Verbindungsstationen auf dem Schelf beproben (rote Punkte in Abb. 2). An zwei dieser Stationen, der Schwellenstation in der Dänemarkstraße (DSOW2) und der Station an der Mündung des Scoresby Sund (Abb. 2, rote Quadrate), werden Sedimentkerne (zwei Rumohr- und ein Schwerelotkern) entnommen, um die Fjordbeprobung mit der

*station at the mouth of the Scoresby Sund. Two stations will be sampled at the sill and the northern rise of Denmark Strait.*

*Depending on the type of the station, the measurements will include metabolic rates (both bacterial and zooplankton), secondary production (including both zooplankton and larval fish), quality and quantity of vertical flux (sediment traps), sediment surface-water column fluxes, changes in microbial abundance ratios and rates (prokaryotic and fungal abundance, biomass, production and respiration, community composition), biomass and abundance of benthic organisms, and the zooplankton colonization of aggregates. The marine sediment cores will be collected to analyze the past abundance and composition of planktonic and benthic foraminifera, as well as diatoms, organic biomarkers, and other proxies commonly used in paleoceanography to place our investigations in a temporal perspective. The eDNA sampling aims at detecting the invasive target species (particularly invasive crabs with planktonic larval stages).*

### **Working Programme**

*Accordingly, we intend to sample three types of stations and propose two additional activities:*

*1) The CTD stations, sampling the three different fjord systems as well as connecting stations on the shelf (red dots in Fig. 2). At two of these stations, the sill station at Denmark Strait (DSOW2) and the station at the mouth of Scoresby Sund (Fig. 2, red squares), sediment cores (two Rumohr and one gravity core) will be taken to establish the relation of the fjord sampling to the broader North Atlantic perspective.*

breiteren nordatlantischen Perspektive in Beziehung zu setzen.

2) Von zentraler Bedeutung für unser Programm sind die 24-Stunden-Stationen in den Fjorden, die an wichtigen, wenn möglich zuvor beprobten Stellen positioniert sind, um die Auswirkungen des Schmelzwassers auf die pelagischen und benthischen Prozesse und Sedimentflüsse zu untersuchen (Abb. 2, blaue Dreiecke).

Beprobungsaktivitäten:

- CTD-Beprobungen einschließlich Wasserproben für gelösten anorganischen Kohlenstoff (DIC), Alkalinität, ausgewählte Spurenelemente und nicht-traditionelle Isotope,  $^{223}\text{Ra}$ ,  $^{224}\text{Ra}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{228}\text{Ra}$  Nährstoffe, Chl-a, Phytoplanktonhäufigkeit und -pigmente (HPLC), Prokaryoten- und Pilzhäufigkeit, Biomasse, Produktion und Atmung, Zusammensetzung der Gemeinschaft (Metagenomik, Metatranskriptomik und -proteomik).
- Multinetprobennahme (mit 50- und 200- $\mu\text{m}$ -Netzen) zur vertikalen Verteilung des Zooplanktons an ausgewählten CTD-Stationen.
- Schrägzug für großes Makroplankton und Fischlarven mit 1000- $\mu\text{m}$ -Netze.
- Wasserprobenahme für eDNA

Die 24-stündigen Beprobungen umfassen darüber hinaus:

- Kastenbohrung; 1-3 Gänge
- Rumohrkernbohrer; 2-3 Gänge
- Schwerkraftkernbohrer; 1 Gang
- epibenthische Dredge
- 2 In-situ-Pumpen und der marine Schneefänger zum Sammeln von Partikeln und der zugehörigen mikrobiellen Gemeinschaft, um die molekulare Zusammensetzung und die

*2) Pivotal to our programme are the 24h hour stations inside the fjords, positioned at crucial, if possible, previously sampled, locations to embed the focus on the effect of melt-water on the pelagic and benthic processes and sediment fluxes (Fig. 2 blue triangles).*

*Sampling activities:*

- *CTD casts including water sampling for dissolved inorganic carbon (DIC), alkalinity, selected trace elements and non-traditional isotopes,  $^{223}\text{Ra}$ ,  $^{224}\text{Ra}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{228}\text{Ra}$  nutrients, chl-a, phytoplankton abundance and pigments (HPLC), prokaryotic and fungal abundance, biomass, production and respiration, community composition (metagenomics, metatranscriptomics and -proteomics).*
- *Multinet sampling (with 50 and 200  $\mu\text{m}$  nets) for vertical distribution of zooplankton at selected CTD stations.*
- *Oblique haul for large macroplankton and fish larvae with 1000  $\mu\text{m}$  nets*
- *Water sampling for eDNA*

*24hr sampling will comprise in addition:*

- *Box coring; 1-3 casts*
- *Rumohr corer; 2-3 casts*
- *Gravity corer; 1 cast*
- *epibenthic dredging*
- *2 in situ pumps and the marine snow catcher for collecting particles and the associated microbial community in order to analyze molecular composition and microbial composition of marine snow.*

mikrobielle Zusammensetzung des marinen Schnees zu analysieren.

- Großvolumige Probennahme (100-200 l) für die Metaproteomik und die Charakterisierung der Proteinfraction des DOM mit Hilfe eines proteomischen Ansatzes.
- *Large volume sampling (100-200 l) for metaproteomics and characterising the protein fraction of the DOM using a proteomics approach.*

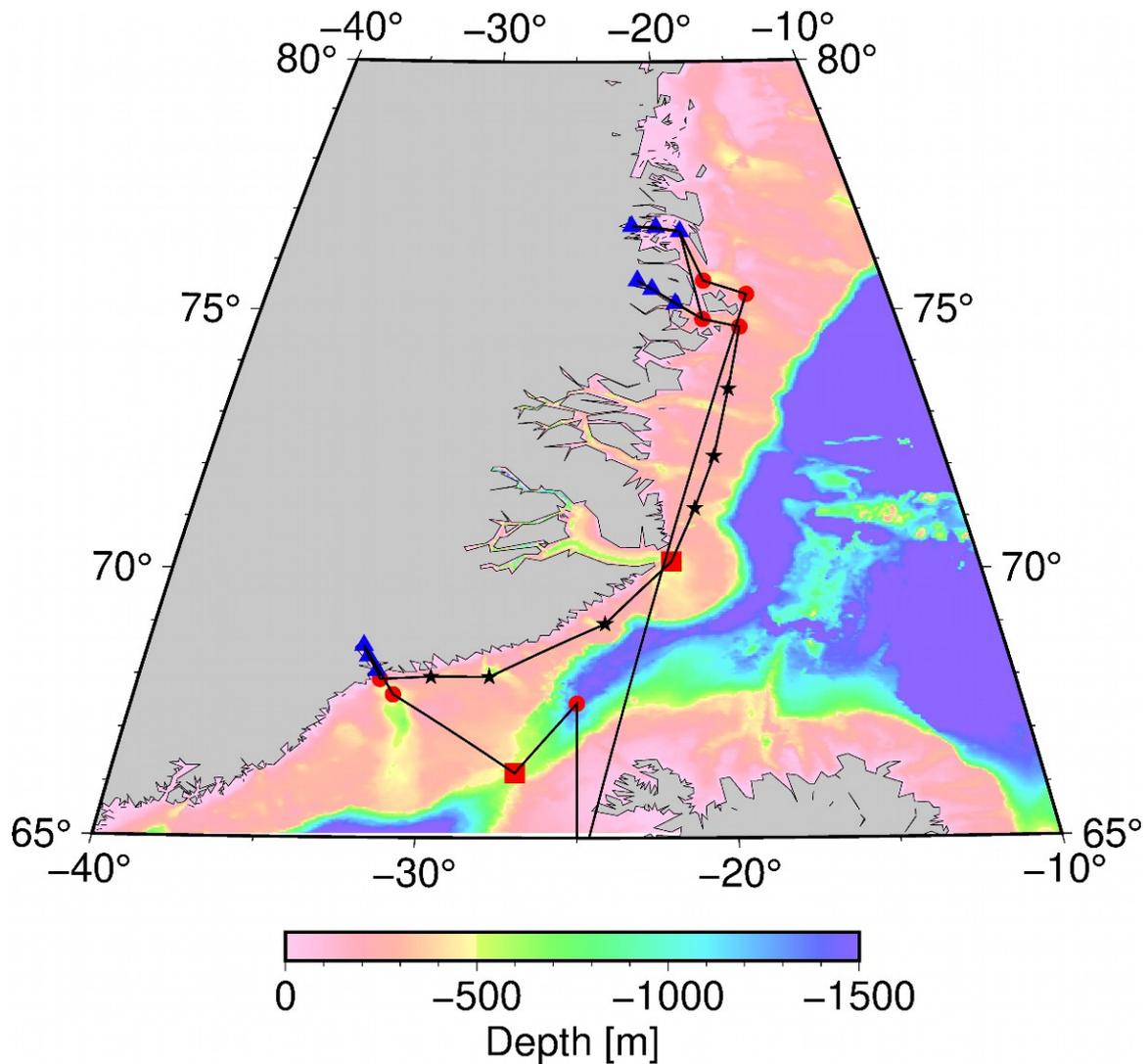


Abb. 5: Detaillierte Stationskarte. Die Kreise bezeichnen die CTD-Stationen, die Quadrate die beiden Sedimentstationen. Dreiecke bezeichnen jeweils die Prozessstationen. Sterne kennzeichnen nur Oberflächenstationen. Tiefen von mehr als 1500 m werden von der Farbskala nicht erfasst.

Fig. 5: Detailed station map. Circles indicate CTD stations, squares the two coring stations. Triangles indicate the process stations, respectively. Stars indicate surface stations only. Depths greater than 1500m are not resolved by the color scale.

---

**Zeitplan / Schedule****Fahrt / Cruise MSM110**

---

	Tage/days Tage/days
Auslaufen von Reykjavik/Island am 06.08.2022 <i>Departure from Reykjavik/Iceland 06.08.2022</i>	
Transit zum Arbeitsgebiet / <i>Transit to working area</i>	1,5
Arbeiten im Gebiet Denmark Strait Overflow <i>Work in Denmark Strait Overflow Region</i>	2,0
Transit nach Kangerlussuaq Fjord <i>Transit to Kangerlussuaq Fjord</i>	1,0
Arbeiten im Kangerlussuaq Fjord <i>Work in Kangerlussuaq Fjord</i>	3,5
Transit to Besselfjord inkl. Unterwegsarbeit <i>Transit to Besselfjord incl. underway work</i>	4,0
Arbeiten im Besselfjord: <i>Work in Bessel Fjord</i>	3,5
Transit nach Dove Bay <i>Transit to Dove Bay</i>	1,0
Arbeiten in Dove Bay <i>Work in Dove Bay</i>	3,5
Transit zum Hafen Reykjavik <i>Transit to port Reykjavik</i>	3,0
	<b>Total 23,0</b>
Einlaufen in Reykjavik / Island am 29.08.2022 <i>Arrival in Reykjavik / Iceland 29.08.2022</i>	

---

## **Beteiligte Institutionen / *Participating Institutions***

---

### **CAGE-UiT**

Centre for Arctic Gas Hydrate, Environment and Climate  
Naturfagbygget, Dramsveien 201  
N-9010 Tromsø  
Norway

### **MARUM**

Zentrum für marine Umweltwissenschaften  
Universität Bremen  
Leobener Str. 8  
D-28359 Bremen  
Germany

### **NPD**

Norwegian Petroleum Directorate  
Professor Olav Hanssens vei 10  
N-4003 Stavanger  
Norway

### **UiB**

University of Bergen  
Department of Earth Science  
Allégaten 41, 3 floor.  
N-5020 Bergen  
Norway

---

## 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 Gutachterpanel 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, 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 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 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. MSM109 - MSM110*

**06. 07. 2022 - 29. 08. 2022**



*Hydrothermal systems along Knipovich Ridge – Knipovich Venting*

*Arctic biodiversity change and its consequences: Assessing, monitoring, and predicting the effects of ecosystem tipping cascades on marine ecosystem services and dependent human Systems - ECOTIP*

*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