

**Forschungsschiff**

# **MARIA S. MERIAN**

**Reisen Nr. MSM75 – MSM78**

**29. 06. 2018 – 26. 10. 2018**



**MSM77**  
**RV MARIA S. MERIAN**  
**ALTER HAUSGARTEN**  
Longyearbyen - Edinburgh  
15.09. - 13.10.2018



**Die Geschichte des Vulkanismus und Hydrothermalismus auf dem  
Reykjanes Ridge – Plume-Rücken Interaktion**

**Overflow in der Dänemarkstraße und Atlantikwasserzirkulation  
im Europäischen Nordmeer**

**Ökologische Langzeituntersuchungen in der Framstraße**

**PERMO**

**PERmeabilität MOdellierung innerhalb einer Schlotstruktur im SVG,  
Nordsee**

Herausgeber

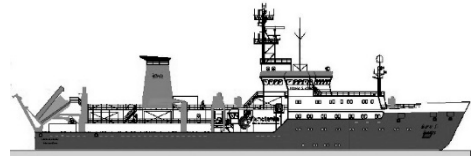
Institut für Geologie Universität Hamburg  
Leitstelle Deutsche Forschungsschiffe  
<http://www.ldf.uni-hamburg.de>

Gefördert durch

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

ISSN 1862-8869





**Forschungsschiff / *Research Vessel***

# **MARIA S. MERIAN**

**Reisen Nr. MSM75 – MSM78 / *Cruises No. MSM75 - MSM78***

**29. 06. 2018 – 26. 10. 2018**



**MSM77**  
**RV MARIA S. MERIAN**  
**LTER HAUSGARTEN**  
Longyearbyen - Edinburgh  
15.09. - 13.10.2018



**Die Geschichte des Vulkanismus und Hydrothermalismus auf dem Reykjanes Ridge – Plume-Rücken Interaktion**

*The history of volcanism and hydrothermalism on the Reykjanes Ridge - plume-ridge interaction*

**Overflow in der Dänemarkstraße und Atlantikwasserzirkulation im Europäischen Nordmeer**

*Denmark Strait Overflow and Atlantic Water Circulation in the Nordic Seas*

**Ökologische Langzeituntersuchungen in der Framstraße**

*Long-Term Ecological Research in the Fram Strait*

**PERMO**

**PERmeabilität MODellierung innerhalb einer Schlotstruktur im SVG, Nordsee**

*PERmeability MODelling of a focides fluid chimney in the SVG, North Sea*

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*

---

<b>Prof. Dr. Colin Devey</b> GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel Wischhofstr. 1-3 D-24148 Kiel	Telefon: +49 (0)431-600-2257 Telefax: +49 (0)431-600-2924 e-mail: cdevey@geomar.de
<b>Prof. Dr. Torsten Kanzow</b> Alfred-Wegener-Institute Helmholtz Centre for Polar and Marine Research Bussestraße 24 D-27570 Bremerhaven	Telefon: +49 (0)471-4831-2913 Telefax: +49 (0)471-4831-1797 e-mail: torsten.kanzow@awi.de
<b>Dr. Thomas Soltwedel</b> Alfred-Wegener-Institut Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung (AWI) Am Handelshafen 12 D-27570 Bremerhaven	Telefon: +49-471-4831-1775 Telefax: +49-471-4831-1776 e-mail: Thomas.Soltwedel@awi.de
<b>PI Prof. Christian Berndt</b> GEOMAR Helmholtz Centre for Ocean Research Marine Geodynamics Wischhofstr. 1-3 D-24148 Kiel	Telefon: +49 (0)431 600 2273 Telefax: +49 (0)431 600 2292 e-mail: cberndt@geomar.de
<b>Leitstelle Deutsche Forschungsschiffe</b> Institut für Geologie Universität Hamburg Bundesstraße 55 D-20146 Hamburg	Telefon: +49-40-428-38-3640 Telefax: +49-40-428-38-4644 e-mail: leitstelle@ifm.uni-hamburg.de web: www.ldf.uni-hamburg.de
<b>Reederei</b> Briese Schiffahrts GmbH & Co. KG Abt. Forschungsschiffahrt Hafenstrasse 6d (Haus Singapore) D-26789 Leer	Telefon: +49 491 92520 160 Telefax: +49 491 92520 169 e-mail: research@briese.de web: http://www.briese.de/
<b>Geschäftsstelle</b> des Gutachterpanels Forschungsschiffe (GPF) 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](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

(Iridium Open Port)

+881 631 814 467

(VSAT)

+46 313 344 820

29. 06. 2018 – 26. 10. 2018

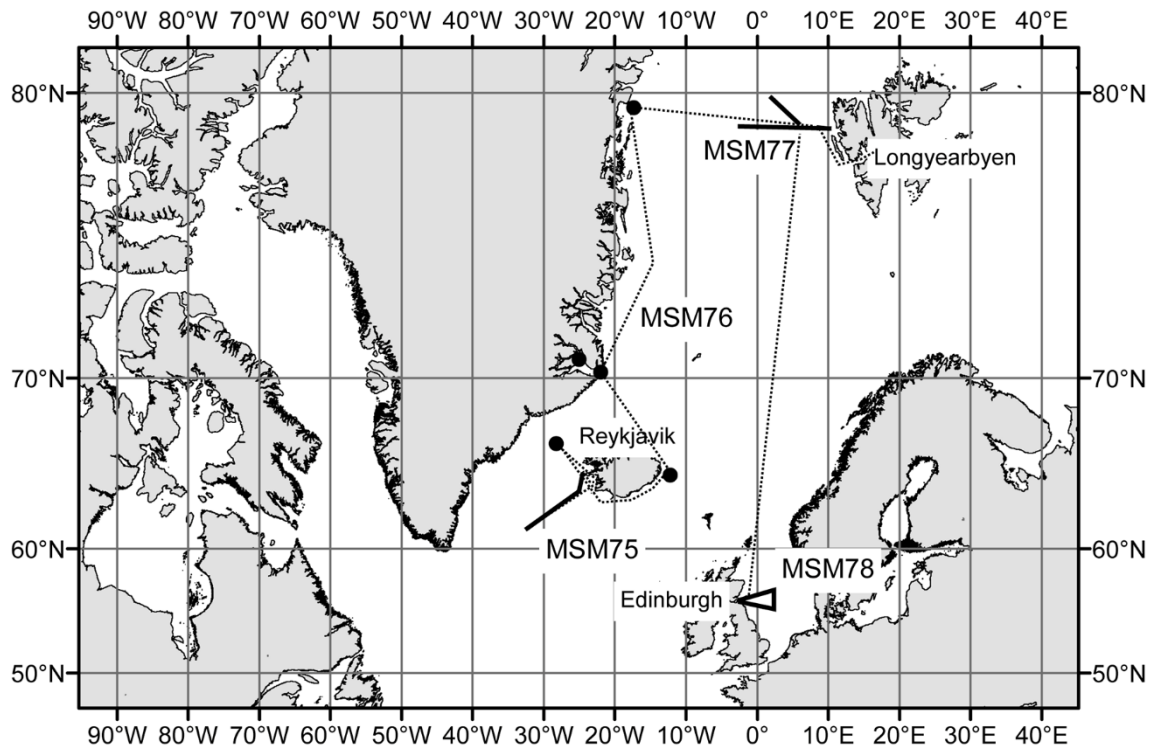
**Die Geschichte des Vulkanismus und Hydrothermalismus auf dem Reykjanes Ridge – Plume-Rücken Interaktion**  
*The history of volcanism and hydrothermalism on the Reykjanes Ridge - plume-ridge interaction*

**Overflow in der Dänemarkstraße und Atlantikwasserzirkulation im Europäischen Nordmeer**  
*Denmark Strait Overflow and Atlantic Water Circulation in the Nordic Seas*

**Ökologische Langzeituntersuchungen in der Framstraße - LTER HAUSGARTEN**  
*Long-Term Ecological Research in the Fram Strait - LTER HAUSGARTEN*

**PERMO - PERmeabilität Modellierung innerhalb einer Schlotstruktur im SVG, Nordsee**  
*PERmeability Modelling of a focides fluid chimney in the SVG, North Sea*

<b>Fahrt / Cruise MSM75</b>	29.06.2018 – 08.08.2018 Reykjavik (Island) – Reykjavik (Island) Fahrtleiter/ <i>Chief Scientist</i> : Prof. Dr. Colin W. Devey
<b>Fahrt / Cruise MSM76</b>	11.08.2018 – 11.09.2018 Reykjavik - Longyearbyen (Svalbard) Fahrtleiter / <i>Chief Scientist</i> : Prof. Dr. Torsten Kanzow
<b>Fahrt / Cruise MSM77</b>	15.09.2018 – 13.10.2018 Longyearbyen (Svalbard) – Edinburgh (Schottland) Fahrtleiter / <i>Chief Scientist</i> : Dr. Thomas Soltwedel
<b>Fahrt / Cruise MSM78</b>	15.10.2018 – 30.10.2018 Edinburgh (UK) – Edinburgh (UK) Fahrtleiter / <i>Chief Scientist</i> : Prof. Dr. Christian Berndt
<b>Koordination / Coordination</b>	Leitstelle Deutsche Forschungsschiffe
<b>Kapitän / Master MERIAN</b>	MSM75 – Björn Maaß MSM76 – MSM78 – Ralf Schmidt



**Abb. 1:** Geplante Fahrtrouten und Arbeitsgebiete der MERIAN Expeditionen MSM75 – MSM78.

**Fig. 1:** Planned cruise tracks and working areas of MERIAN cruises MSM75 – MSM78.

## Übersicht

### Fahrt MSM75

Mittelozeanische Rücken mit Hotspot-Einfluss sind durch geringe Wassertiefen, dickere Kruste und eventuell durch höhere Eruptionsaktivität im Vergleich zu normalen Rücken gekennzeichnet. Alles Hinweise auf ein Überangebot an Magma und Wärme durch den Hotspot. Gleichzeitig weisen diese Rückensegmente deutlich weniger hoch-temperierte hydrothermale Quellen auf, was Fragen nach dem Wärmebudget aufwirft. Typisches Beispiel für die Art von Rücken-Hotspot Interaktion ist der Reykjanes Rücken südlich von Island, der extrem geringe Wassertiefen von der Reykjanes Halbinsel (63°N) bis zur Charlie-Gibbs Bruchzone (53°N) aufweist.

Der Meeresboden weist hier oft eine charakteristische V-Form auf, die auf Zonen mit einem Übermaß an Schmelzproduktion zurückgeführt wird. Diese Zonen sollen mit der Zeit entlang des Rückens nach Süden wandern. Obwohl der Reykjanes Rücken intensiv beprobt und kartiert wurde, bleiben fundamentale Fragen zur Plume-Rücken Interaktion unbeantwortet. Dazu gehören:

1. Ist die Verringerung der Krustenmächtigkeit mit zunehmender Entfernung zu Island an weniger Eruptionen oder an schwächere Eruptionen gebunden? Ändert sich die Eruptionshäufigkeit mit der Zeit?

2. Ist die Verringerung der magmatischen Aktivität mit zunehmender Entfernung zu Island mit einer Zunahme der tektonischen Aktivität gekoppelt?

3. Sind die V-förmigen Rücken an Arealen mit erhöhter Eruptionshäufigkeit oder -volumen gebunden?

## Synopsis

### Cruise MSM75

*Hotspot-influenced spreading axes are characterized by a shallow axis, thickened crust, and possibly by higher-than-normal eruption frequency, all signs of an excess of magma and heat being supplied to such ridges by the hotspot. Despite this, these ridges are also characterized by an apparently lower than average incidence of high-temperature hydrothermal venting, raising questions about their thermal budget. The type example for hotspot-ridge interaction is the Reykjanes Ridge south of Iceland, which shows abnormally shallow bathymetry between the Reykjanes Peninsula at ca. 63°N and the Charlie Gibbs Fracture Zone at 53°N.*

*The seafloor surrounding the present spreading axis is also characterized by V-shaped bathymetric ridges, thought to be produced by regions of excess melting migrating along the axis through time. Although the Reykjanes Ridge has been extensively mapped and sampled, many fundamental questions of plume-ridge interaction remain unanswered, such as:*

*1. Is the reduction in crustal thickness observed away from Iceland coupled to fewer eruptions or to eruptions with the same frequency but smaller volume? Does the eruption frequency at any one locality change significantly over time?*

*2. Is the reduction in magmatic activity away from Iceland matched by a parallel increase in tectonic activity?*

*3. Are the V-shaped ridges related to areas of increased eruption frequency/volume?*



4. Wie wird die mächtige Kruste, trotz eines Fehlens von hochtemperierten Hydrothermalquellen, gekühlt?

5. Können wir die Beziehung zwischen Krustendicke, Eruptionsgeschichte, und Wärmetransport modellieren?

Viele dieser Fragen können nur mit einer Kenntnis der jeweiligen lokalen Geologie der Rückenstrukturen – Eruptionsgröße, Alter der Laven, Lage hydrothermaler Austrittsstellen, Lage von Deformationsstrukturen entlang eines Profils mit unterschiedlicher Krustenmächtigkeit – beantwortet werden. Wir wollen daher detaillierte geologische Karten an vier ausgewählten Gebieten erstellen: ein Areal mit dicker Kruste, wo ein V-förmiger Rücken die derzeitige Rückenachse schneidet; ein zweites in dicker Kruste, aber ohne V-förmigen Rücken; ein drittes mit normaler Krustenmächtigkeit und einem ausgeprägten Rückental; und ein viertes am einzig bekannten, aber nicht beprobten Hydrothermalfeld (Steinahöll). Die Erstellung dieser geologischen Karten bedarf der Kombination aus hochauflösender Kartierung (AUV), ortsauflösender Beprobung (ROV) und innovativer Altersdatierung.

#### **Fahrt MSM76**

Das Entrainment von Umgebungswasser in den Overflow in der Dänemarkstraße (DSO) geht innerhalb der ersten 100 – 200 km stromabwärts des Grönland-Island Rückens am intensivsten vorstatten, wo warmes Atlantikwasser und kaltes Wasser vom grönländischen Schelf in den Plume hineingemischt werden. Weder die Prozesse noch die Orte der intensiven Vermischung sind durch Beobachtungen bislang gut charakterisiert worden. Während der Expedition beabsichtigen wir, (1) die Langzeitverankerungsbeobachtungen des DSO Transportes an der Schwelle in der Dänemarkstraße fortzuführen, (2) eine Prozessstudie in der Region der stärksten Vermischung durchzuführen, und (3) die Zirkulation von Atlantikwasser am Übergang zwischen dem Europäischen Nordmeer und dem Arktischen Ozean zu erkunden.

*4. How is the thick crust cooled despite the apparent paucity of high-temperature vent fields? What form does hydrothermal venting take on such thick crust?*

*5. Can we model the relationship between crustal thickness, eruptive history and observed heat release?*

*Many of these questions can only be answered with a knowledge of the geology of the ridge - flow sizes, flow ages, locations of hydrothermal venting, localisation of deformation - at different points along the crustal thickness gradient. To answer them we therefore propose to produce geological maps of four key areas along the ridge - one with thickened crust where a V-shaped ridge intersects the present-day axis, one with thickened crust but no on-axis V-shaped ridge anomaly, a third with more normal crustal thickness and an axial valley and a fourth at the only known, but up to present unsampled, Reykjanes hydrothermal site Steinahöll. Producing these geological maps will require a combination of detailed bathymetric mapping (AUV), precise sampling (ROV) and innovative dating methods.*

#### **Fahrt MSM76**

*The entrainment of ambient water into the Denmark Strait Overflow (DSO) exiting the Nordic Seas has been found to be most effective within the first 100 – 200 km downstream of the Greenland-Scotland Ridge, where warm Atlantic Water and cold East Greenland shelf water are mixed into the plume. Neither the processes and locations of intense mixing, nor the pathways of dense water on the Greenland shelf have been well-captured by observations so far. During the proposed cruise we aim at (1) continuing the monitoring of the DSO transport at the sill of Denmark Strait using moorings; (2) carrying out a process study in the region of intense mixing, and (3) studying the circulation of Atlantic Water at the transition between the Nordic Seas and the Arctic Ocean in Fram Strait.*

### **Fahrt MSM77**

Die 77. Fahrt des FS MERIAN soll genutzt werden, um Beiträge zu verschiedenen nationalen und internationalen Forschungs- und Infrastrukturprojekten (FRAM, ARCHES, INTAROS, ICOS, SIOS) sowie dem Forschungsprogramm PACES-II (Polar Regions and Coasts in the changing Earth System) des Alfred-Wegener-Instituts, Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung (AWI) zu leisten. Im Arbeitspaket WP4 (Arctic sea ice and its interaction with ocean and ecosystems) des PACES-II Programms werden die mit dem Rückgang des Meereises verbundenen Ökosystemverschiebungen im Pelagial und im tiefen Ozean ermittelt und quantifiziert und Rückkopplungsprozesse auf zeitliche und räumliche Prozesse untersucht. Unser Beitrag zum PACES-II Arbeitspaket WP6 (Large scale variability and change in polar benthic biota and ecosystem functions) beinhaltet die Identifizierung räumlicher und zeitlicher Entwicklungen in der Funktion ausgewählter Benthos-Gemeinschaften sowie den Aufbau eines umfassenden Repositoriums für Beobachtungsdaten. Die Arbeiten stellen einen weiteren Beitrag zur Sicherstellung der Langzeitbeobachtungen am LTER (Long-Term Ecological Research) Observatorium HAUSGARTEN dar (Abb. 4), in denen der Einfluss von Umweltveränderungen auf ein arktisches Tiefsee-Ökosystem dokumentiert wird. Diese Arbeiten werden in enger Zusammenarbeit der HGF-MPG Brückengruppe für Tiefsee-Ökologie und -Technologie, der PEBCAO-Gruppe (Phytoplankton Ecology and Biogeochemistry in the Changing Arctic Ocean) des AWI, der Arbeitsgruppe Mikrobielle Biogeochemie des GEOMAR und der HGF-Nachwuchsgruppe SEAPUMP (Seasonal and regional food web interactions with the biological pump) durchgeführt.

### **Fahrt MSM78**

Der Aufstieg von Fluiden in marinen Sedimenten stellt einen entscheidenden Transportmechanismus für Methan und andere

### **Cruise MSM77**

*The 77<sup>th</sup> cruise of the RV MERIAN will contribute to various large national and international research and infrastructure projects (FRAM, ARCHES, INTAROS, ICOS, SIOS) as well as to the research programme PACES-II (Polar Regions and Coasts in the changing Earth System) of the Alfred-Wegener-Institut, Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung (AWI). Investigations within Work Package 4 (Arctic sea ice and its interaction with ocean and ecosystems) of the PACES-II programme, aim at assessing and quantifying ecosystem changes from surface waters to the deep ocean in response to the retreating sea ice, and at exploring the most important (feedback) processes determining temporal and spatial variability. Contributions to the PACES-II Work Package 6 (Large scale variability and change in polar benthic biota and ecosystem functions) include the identification of spatial patterns and temporal trends in relevant benthic community functions, and the development of a comprehensive science community reference collection of observational data. Work carried out within WPs 4 and 6 will support the time-series studies at the LTER (Long-Term Ecological Research) observatory HAUSGARTEN (Fig. 4), where we document Global Change induced environmental variations on a polar deep-water ecosystem. This work is carried out in close co-operation between the HGF-MPG Joint Research Group on Deep-Sea Ecology and Technology, the PEBCAO Group (Phytoplankton Ecology and Biogeochemistry in the Changing Arctic Ocean) at AWI, the working group Microbial Geochemistry at the GEOMAR and the HGF Young Investigators Group SEAPUMP (Seasonal and regional food web interactions with the biological pump).*

### **Cruise MSM78**

*The migration of fluids in marine sediments is an important geological process in the marine environment and controls the distribu-*

Kohlenwasserstoffe dar, welcher die benthischen Ökosysteme, den Kohlenstofffluss von der Geosphäre in die Hydro- und Atmosphäre, die Exploration von Petroleum und Erdgaslagerstätten und Georisiken, die mit deren Erschließung und Förderung dieser verbunden sind, beeinflusst. Obwohl Fluidmigrationsstrukturen häufig in seismischen Daten abgebildet werden, fehlen detaillierte Untersuchungen hinsichtlich ihrer Permeabilität.

Dies ist eine Wiederauflage des Schiffsantrags der Fahrt MSM63, bei welcher eine Erbohrung und Beprobung der Fluidstruktur aufgrund technischer Störungen am Schiff nicht möglich waren. Bei der Ausfahrt MSM63 wurde ein umfassendes geophysikalisches Feldprogramm zur Erfassung der Permeabilität von Fluidmigrationsstrukturen in der Nordsee, nahe des von Statoil für die CO<sub>2</sub> Verpressung verwendeten Sleipner Felds, umgesetzt. Dieses bestand aus der Verwendung hochauflösender Seismik, Ozean-Boden-Seismometern und elektromagnetischer Messungen an einer bereits industriell seismisch kartierten Aufstiegsstruktur.

Innerhalb dieser Ausfahrt werden wir zum ersten Mal eine Fluidmigrationsstruktur erbohren und beproben. In umfassender Kombination unserer Ergebnisse beider Fahrten werden wir ein Gas-Fluid-Austrittsmodell zur Vorherbestimmung von Aufstiegsraten erstellen. Dieses Modell der Durchlässigkeit von Aufstiegsstrukturen wird einen wertvollen Beitrag zur Risikoabschätzung und Lagerstättenbeurteilung darstellen.

*tion and functioning of hydrocarbon resources, benthic and sub-seafloor ecosystems, natural and exploration-related geohazards, the carbon cycle and Earth's climate. Although seismic pipes and chimneys are common features in seismic reflection data and their interpretation as focused fluid flow conduits is well-established, investigations of their nature and in particular the permeability are not focused sufficiently yet.*

*This is a follow-up cruise to cruise MSM63, where coring was not possible due to technical problems of the ship's propulsion system. During the cruise MSM63 we did a comprehensive geophysical field program to constrain chimney permeability, including collection of high-resolution seismic data, ocean bottom seismometer and electromagnetic data, in the North Sea environment where a pipe structure has been imaged previously in exploration type data.*

*During this cruise we will conduct the first-ever seafloor drilling of a chimney structure and undertake borehole sampling. This combination of geological sampling, laboratory measurements and geophysical imaging and inversion will be combined in a multi-phase fluid flow model for numerically predicting the fluid pathways within chimney structures and surrounding sediments. The model will also be used to assess the risks and volume of leakage from chimney structures in general.*

### Wissenschaftliches Programm

Diese interdisziplinäre Expedition kombiniert nicht nur geologische mit biologischer Probennahme, sondern auch die hochauflösende Kartierung mit der zielgenauen Beprobung und visuellen Beobachtung von vulkanischen und hydrothermalen Systemen entlang des Reykjanes-Rücken kombiniert.

Während der letzten Jahrzehnte war die benthische marine Fauna in der subarktischen Region um Island im Fokus von zwei internationalen Projekten: BIOICE (Benthic Invertebrates of Icelandic waters) und IceAGE (Icelandic marine Animals: Genetics and Ecology). Beide Projekte tragen zu einem der intensivsten Datensätze zur Verbreitung mariner Organismen bei. Die beiden bisherigen IceAGE Expeditionen beinhalteten bisher keine Untersuchung von potentiell hydrothermal aktiven Regionen der Rückenformationen unter Wasser (Reykjanes Ridge). Wir möchten Regionen hydrothermaler Aktivität nach charakterisierenden benthischen Lebensgemeinschaften untersuchen und mit den bisher bestehenden Datensätzen zu biogeographischen Mustern vergleichen.

Folgende Fragen sollen beantwortet werden:

- **Ist die Abnahme der Krustenmächtigkeit mit zunehmender Entfernung nach Süden mit einer Abnahme der Eruptionshäufigkeit oder -volumen verbunden?** Die Ozeankruste südlich von Island variiert in ihrer Mächtigkeit von ca. 20 km auf der Reykjanes-Halbinsel zu ca. 7 km an der Bight FZ, was eine Reduzierung der magmatischen Aktivität nach Süden impliziert. Findet diese Reduzierung im Form von weniger Eruptionen in einer bestimmten Zeit statt oder bleibt die Eruptionsfrequenz relativ konstant, aber das Volumen der Eruptionen nimmt nach Süden ab? Nur mit Kenntnis-

### Scientific Program

*This cruise combines geological with biological sampling as well as high resolution mapping with detailed and targeted visual observations and sampling of volcanic and hydrothermal sites along the Reykjanes Ridge.*

*During the last decades, the knowledge on the marine biodiversity and ecosystems around Iceland and its adjacent waters has made fundamental step changes due to the efforts of the international project BIOICE (Benthic Invertebrates of Icelandic Waters, 1992 – 2004) and IceAGE (Icelandic marine Animals: Genetics and Ecology, since 2011). The previous IceAGE expeditions did not include areas of hydrothermal activity. Here, we aim to sample the macro- and megabenthic fauna in the vicinity of active hydrothermal venting along the Reykjanes Ridge in order to describe the communities and to compare with the general biogeographic and community structure around Iceland.*

*The overall goals of the cruise are to answer the following questions:*

- ***Is the reduction in crustal thickness observed away from Iceland coupled to fewer eruptions or to eruptions with the same frequency but smaller volume?*** *The crust thins southward along the Reykjanes Ridge from ca. 20 km on the Reykjanes Peninsula to ca. 7 km near the Bight FZ. This implies less magmatic input to the crust southwards. Does this take place with fewer magmatic events occurring in unit time, or is the frequency of events roughly similar along axis with the size of the magmatic pulses decreasing southwards? Only when we know the sizes and ages of flows at various positions along the ridge we can answer this*

sen der Größe und des Alters der Lavaflüsse entlang der Achse werden wir diese fundamentale Frage zur Spreizungsachsenfunktion beantworten können.

- **Wird die Abnahme in vulkanischer Tätigkeit mit Entfernung von Island von einer gegenläufigen Zunahme der tektonischen Aktivität begleitet?** Allgemein wird angenommen, dass die Plattendivergenz zwischen magmatischer und tektonischer Aktivität aufgeteilt wird, dabei stellen "Oceanic Core Complexes" und störungsfreie Vulkanrücken die jeweiligen tektonischen vulkanischen Endglieder dar. Die Kartierung von Störungen, ihre Hebungsbeträge und ihr Verhältnis zu datierbaren Lavaflüssen wird uns erlauben, diese Frage zu beantworten.
  - **Sind die "V-förmigen Rücken" mit erhöhten Eruptionsfrequenzen/-volumen assoziiert?** Die V-förmigen Rücken sind vermutlich Gebiete von erhöhter Krustenproduktion und sind off-axis mit dickerer Kruste verbunden. Wird dieses durch größere oder häufigere Eruptionen an der Achse widergespiegelt?
  - **Wie wird die dicke Kruste trotz fehlender Anzeichen für genügend hochtemperierte Hydrothermalquellen gekühlt?** Global wird angenommen, dass schwarze Raucher an der Achse zwischen 10-30% der magmatischen Wärme abführen. Folglich soll dickere Kruste mehr schwarze Raucher pro km und pro cm pro Jahr Spreizungsgeschwindigkeit aufweisen. Bislang scheint dickere Kruste allerdings mit einer Reduzierung der schwarzen Raucherhäufigkeit verbunden zu sein, ein erhebliches Problem für die Wärmebilanzierung der Kruste. Nur mit einer detaillierten Exploration der Achsen und deren Umfeld werden wir die Stellen finden können, wo und wie die Wärme abgeführt wird - entweder als hochtemperierte Quellen, die keinen schwarzen "Rauch" erzeugen, oder als weitläufige Niedrigtemperaturfelder. *Be-*
- first-order question of ridge function.*
- *Is the reduction in magmatic activity away from Iceland matched by a parallel increase in tectonic activity? There is a general concensus that spreading activity is partitioned between magmatic and tectonic activity, with the tectonic end-member being represented by core-complex formation, the volcanic end-member by a fault free axial volcanic zone. Mapping of faults, their throws and their relationship to dated lavas will allow us to answer this questions.*
  - *Are the V-shaped ridges related to areas of increased eruption frequency/volume? It has been postulated that the V-shaped ridges are regions of increased crustal production, a conclusion which has been supported by geophysical demonstrations of thickened crust beneath the off-axis ridges. Is this reflected in the size and/or repeat rate of eruptions?*
  - *How is the thick crust cooled despite the apparent paucity of high-temperature vent fields? Near-axis high-temperature hydrothermal systems are thought to remove a significant proportion (10 to 30%) of the heat incorporated into the crust during its formation. As a result, thicker crust would normally be expected to have more such systems per km of ridge length and per cm/yr of spreading. That such systems have not, up to present, been found in the expected frequency is a major problem of plate heat balance models. Only with detailed exploration of the axial and off-axial regions will we be able to find the zones where heat is escaping and characterize whether this is happening at high temperature but without generating the water-column signals found on other ridges or is occurring by more widespread low-temperature venting. Observations and*

obachtungen und Beprobungen des einzigen am Reykjanes-Rücken bekannten hochtemperierten Feldes (Steinahóll) wird uns wertvolle Informationen über die Art des Hydrothermalismus auf dickere Kruste geben, die zu einer Verbesserung der Suchmethoden führen könnte.

- **Können wir das Verhältnis zwischen Krustenmächtigkeit und Wärmefreisetzung modellieren?** Mit der detaillierten Kartierung, Beprobung und Datierung, die wir durchführen wollen, werden wir realistische Abschätzungen des Wärmeverlustes im achsennahen Bereich machen können. Wie stehen diese zu der Menge an Wärme, die durch Magmatismus in die Kruste eingetragen wird? Nur mit Modellierung werden wir diese Frage beantworten können.
- **Zeigen die Lebensgemeinschaften an den aktiven Thermalquellen Unterschiede zu den Lebensgemeinschaften mit zunehmender Entfernung von der Hydrothermalquelle?** Nach aktuellem Forschungsstand sind im Nordatlantik 12 Hydrothermalfelder entlang des Arktischen Rückens (AMOR) und des MAR zwischen 12° - 45°N in 850 - 4200 m Tiefe biologisch beschrieben. Die Makrofauna dieser bekannten Felder wird entlang des MAR von dem Vorkommen endemischer sowie chemosynthetischer Taxa definiert. Die Makrofauna der AMOR Felder sowie Loki Castle auf dem Knipovich Rücken in 2350 m Tiefe weist keine überlappende chemosynthetische Fauna mit denen der südlich Island liegenden Hydrothermalquellen auf.
- **Benutzt die Megafauna in unmittelbarer Nachbarschaft zu den aktiven Hydrothermalquellen chemolithotrophe Bakterien als zusätzliche Nahrungsquelle?** Generell wird die Megafauna in unmittelbarer Nachbarschaft von Hydrothermalquellen im Norden Islands von lokaler Flachwasserfauna sowie bathyalen Taxa dominiert und weisen keine „typischen“ chemosynthetischen Faunenelemente auf. Der Effekt
- *sampling of the one known and presumed high-temperature field at Steinhóll will provide important information on the nature of such fields and perhaps enable us to refine our prospecting methods.*
- *Can we model the relationship between crustal thickness and observed heat release? With the detailed mapping, sampling and dating to be performed here we expect to be able to provide a meaningful estimation of the heat being released from the crust in the near-axis region. How is this related to the amount of heat which should be introduced into the crust through magmatic activity? Only modeling can answer this question.*
- *Does the macro-and megabenthic faunal communities collected at the nearest and the most distant stations to hydrothermal activity show different faunal composition? To date in the North Atlantic, the biology of 12 vent fields are described from 12° to 45°N in 850 - 4200 m depth along the MAR and of two vents field along the Arctic Mid Ocean Ridge (AMOR). The macrofauna of the MAR vent fields are characterized by the presence vent-endemic and chemosynthetic taxa. In the macrofauna communities of the AMOR vent fields, and Loki's Castle on the Knipovich Ridge in 2350 m, no vent endemic taxa overlap with the MAR.*
- *Does the macro-and megabenthic faunal communities in the vicinity of hydrothermal activity use chemolithotroph bacteria as additional food sources? Overall the fauna in the vicinity of the vent sites north of Iceland are dominated by local shallow water and do not report vent-endemic, chemosynthetic taxa. The effect of the hydrothermal activity on the benthic community and its*

der Nähe zur Hydrothermalquelle und dessen Rolle im Nahrungsnetz soll mittels biochemischer Analysen (stabile Isotope) geklärt werden und mit bisherigen Erkenntnissen aus dem IceAGE Projekt verglichen werden.

- **Weisen topographische Strukturen, wie unterseeische Rücken, verschiedene Habitate auf, die allopatrische Speziation innerhalb der nordatlantischen Makrofauna ermöglichen?**

Um Voraussagen zur Verbreitung und Veränderungen der Arten machen zu können, beinhaltet die Probenahme das Messen abiotischer Faktoren. Diese Faktoren vereinfachen das Erstellen von Verbreitungsmodellen und den Einfluss der Abiotik auf die einzelnen Arten der untersuchten Lebensgemeinschaften.

*food web structure will be tested in comparison with the food web and isotope studies carried out previously in the frame of the IceAGE project.*

- ***Do oceanic topographic structures such as ridges house different habitats supporting allopatric speciation in the Atlantic invertebrate benthic macrofauna?***

*In order to predict future faunal distribution changes, next to collecting biological specimens, incorporated sampling of multiple abiotic parameters to facilitate multivariate modelling of the connections between the benthic biodiversity assemblages and environmental factors.*

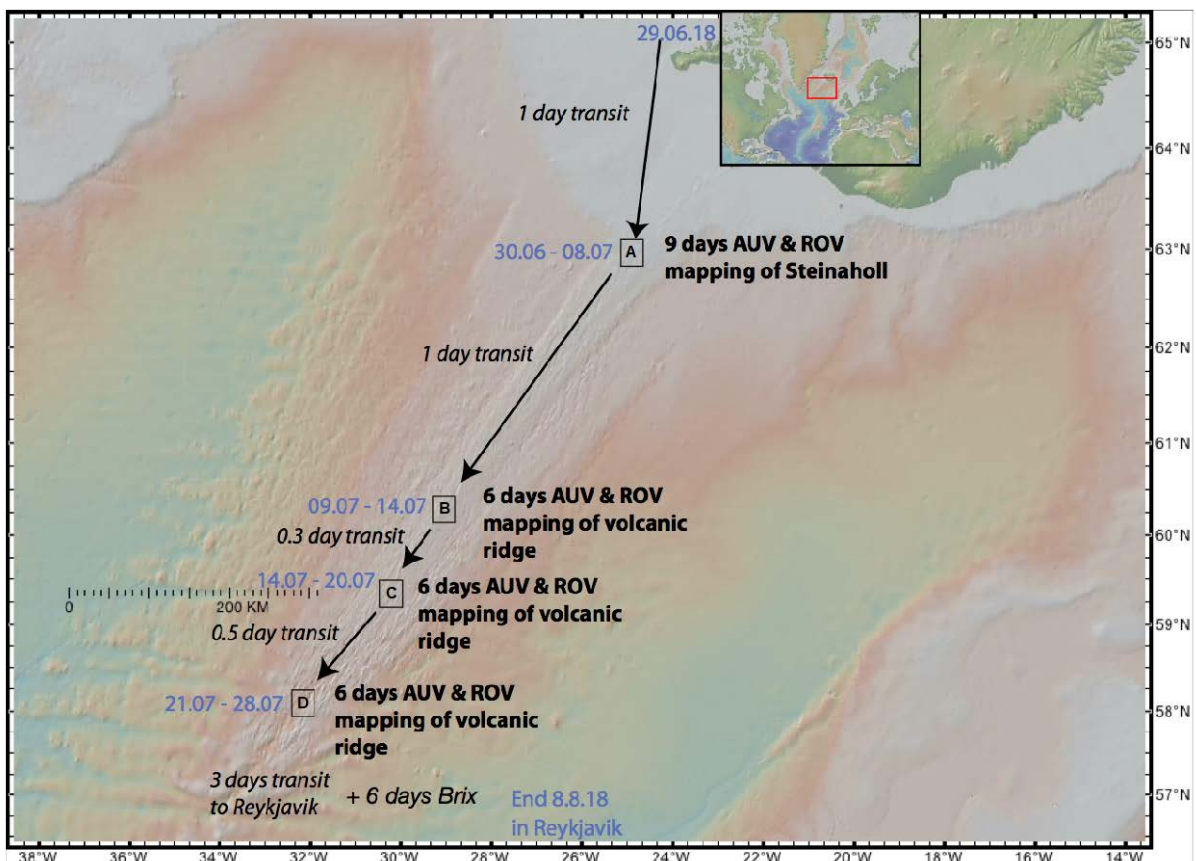


Abb. 2: Fahrtroute und Arbeitsgebiete MSM75.

Fig. 2: Cruise track and main research areas of cruise MSM75.

## **Arbeitsprogramm**

Diese Fahrt kombiniert geologische und biologische Probenahme, inklusive einer Kartierung aller Arbeitsgebiete mittels Schiffsfächerlot (zur Orientierung) und AUV (Detailaufnahme) und Echtzeitbeobachtungen und Beprobung aller Arbeitsgebiete um das bekannte Steinahóll-Gebiet. Die ROV-Einsätze werden als Ziel haben:

- a.** die genaue Lage und Verteilung der Quellen bei Steinahóll zu bestimmen und diese dann zu beproben (Hydrothermalpräzipitate, Vulkanite, Fauna),
- b.** das Steinahóllfeld und seine Umgebung in sub-meter-Auflösung mit dem AUV zu kartieren (Bathymetrie, Sidescan) und die Lokation von anderen Hydrothermalquellen im Umfeld zu bestimmen,
- c.** eine visuelle Kartierung von Steinahóll durchzuführen, um geologische Einheiten (Lavaflüsse, Hydrothermalablagerungen) mit den bathymetrischen Geländeformen zu verbinden.
- d.** die benthische Fauna und die Lebensgemeinschaften mittels Bild- und Videomaterial zu kartieren sowie mit den Proben aus EBS und Greifer zu vergleichen.
- e.** die Lebensgemeinschaften, die durch hydrothermale Aktivität beeinflusst sind, zu charakterisieren.

Ähnliche Untersuchungen werden in den anderen Arbeitsgebieten (B, C und D) durchgeführt. Es wird notwendig sein, diese Gebiete hochaufgelöst mit AUV zu kartieren, um die Grundlage für eine geologische Kartierung mit ROV zu liefern. Jedes Gebiet hat eine Ausdehnung von ca. 60 km<sup>2</sup> (meist 20x3 km) und kann mit 4 AUV-Tauchgängen (19 Std. am Boden, 12,5 km<sup>2</sup> pro Tauchgang) kartiert werden.

## **Work Programme**

*This cruise combines geological with biological surveys and will involve mapping all study areas with the AUV, making a detailed ship's multibeam map of the shallower (300-400m depth) Steinahóll Vent Field and using ROV (all water depths <2500m) to collect the real time observations and samples from this site. Near Steinahóll, the goals of the deployments will be:*

- a. to determine the exact location and the extent of the Steinahóll Vent Field and then to image and sample the field (hydrothermal deposits, volcanics, fauna),*
- b. to map the Steinahóll area and adjacent off-axis areas at sub-meter resolution with the AUV (bathymetry and side-scan sonar) and determine the location of any other, possibly off-axis venting,*
- c. to begin the visual mapping and geological sampling of the Steinahóll area to be able to assign rock units (flows, hydrothermal mounds) to the bathymetric features seen from the AUV.*
- d. to explore in detail the benthic faunal communities of the Reykjanes Ridge using under water imagery surveys and physical samples collections by EBS and grabs.*
- e. to define the faunal communities and assemblages defined by hydrothermal activity.*

*Similar investigations will be undertaken in remaining areas (B, C, and D). These areas need to be mapped at high resolution (with AUV) at each location to provide the bathymetric data for the geological mapping. Each area is approx. 60km<sup>2</sup> (generally 20x3 km) and can be mapped with 4 full AUV deployments (calculated as 19 hours survey time at 1.5m/s, 120m line spacing = 12.5 km<sup>2</sup> per dive).*



	Tage/days
Auslaufen von Reykjavik am 29.06.2018 <i>Departure from Reykjavik 29.06.2018</i>	
Transit zum Arbeitsgebiet Steinahóll Vent Field <i>Transit to working area in Steinahóll Vent Field</i>	1
Arbeit im Gebiet Steinahóll Vent Field <i>Work on Steinahóll Vent Field station, AUV &amp; ROV mapping, sampling,</i>	9
Transit zum Arbeitsgebiet B / <i>Transit to working area B</i>	1
Arbeit im Arbeitsgebiet B <i>Work on station B, AUV &amp; ROV mapping, sampling</i>	6
Transit zum Arbeitsgebiet C / <i>Transit to working area C</i>	0.5
Arbeit im Arbeitsgebiet C <i>Work on station C, AUV &amp; ROV mapping, sampling</i>	6
Transit zum Arbeitsgebiet D / <i>Transit to working area D</i>	0.5
Arbeit im Arbeitsgebiet D <i>Work on station D, AUV &amp; ROV mapping, sampling</i>	6
Transit zum Hafen Reykjavik <i>Transit to port Reykjavik</i>	3
Sechs Tage biologischer Beprobung in den Arbeitsgebieten <i>Six days of biological sampling at different working areas</i>	6
	Total 39
Einlaufen in Reykjavik am 08.08.2018 <i>Arrival in Reykjavik 08.08.2018</i>	

### **Wissenschaftliches Programm**

Das Hauptziel der Reise ist die Gewinnung von hydrographischen- und Strömungsdaten in hoher räumlicher Auflösung in der Region der Dänemarkstraße (DS). Zusätzlich werden Mikrostrukturmessungen zur Abschätzung der Vermischungsraten durchgeführt werden. Bestehende Verankerungen werden gewartet (Langzeitmonitoring) und neue Verankerungen in der Region der erhöhten Vermischung ausgelegt werden. Zusätzlich werden Verankerungen zur Vermessung der warmen Atlantikwasserzirkulation in der Framstraße und auf dem grönländischen Schelf geborgen und teilweise wieder ausgelegt werden. Insgesamt werden die Daten zu existierenden und geplanten Projekten beitragen, die die Variabilität des Overflows und die großräumige Atlantikwasserzirkulation und damit den Austausch zwischen dem Atlantischen Ozean und dem Nordpolarmeer erkunden (RACE II, EU NACLIM, TRR 181, SPP Sea Level, FRAM, GROCE).

**Ziel 1:** Vermessung der Verteilung des dichten Wassers entlang des absteigenden DSO Pfades.

Die erste Zielsetzung der Expedition ist es, eine räumlich hochaufgelöste Aufnahme der Schichtungs- und Strömungsverteilung aus Schiffsmessungen (CTD/LADCP, vm-ADCP) sowohl an der Schwelle der DS zu erlangen als auch stromabwärts davon in der Region des intensiven Entrainments. Die Aufnahme dient dazu, die Orte einzugrenzen, in denen starke Wassermassentransformation vonstatten geht (siehe Ziel 2). Darüber hinaus sollen Verankerungen an der Schwelle der DS gewartet werden, um die im Jahr 1996 begonnenen Langzeitmessungen fortzuführen.

**Ziel 2:** Yoyo Stationen / Verankerungsmessungen an Orten intensiven Entrainments im DSO Plume.

### **Scientific Programme**

*The main purpose of the cruise is the collection of hydrographic and current velocity data at high spatial resolution in the Denmark Strait (DS) region. Additionally, microstructure measurements will be carried out to estimate mixing rates at selected stations. Existing moorings will be serviced (long term monitoring of the Denmark Strait overflow) and new moorings will be deployed in the region of enhanced entrainment. In addition, moorings in Fram Strait and on the shelf of Northeast Greenland targeting the circulation of warm Atlantic Water will be recovered and (partly) redeployed. Together data will contribute to ongoing and planned projects (RACE II, EU NACLIM, TRR 181, SPP Sea Level, FRAM, GROCE) on the variability of the overflows and the Atlantic Water circulation and hence the exchanges between the Atlantic and Arctic basins.*

**Goal 1:** Survey of the dense water distribution along the descending Denmark Strait Overflow pathway.

*The first objective of the cruise is to obtain a spatially high-resolution hydrographic and current data set from vessel operated systems (CTD/LADCP, vm-ADCP) covering the sill section at DS, as well as at sections downstream of the DSOW pathway in the region of enhanced entrainment. The survey shall help to define locations of vigorous water mass modification (see goal 2). Besides the survey activity, the DSO monitoring array at the sill of DS will be serviced. This is needed to maintain the time series of DSOW volume transport established in 1996.*

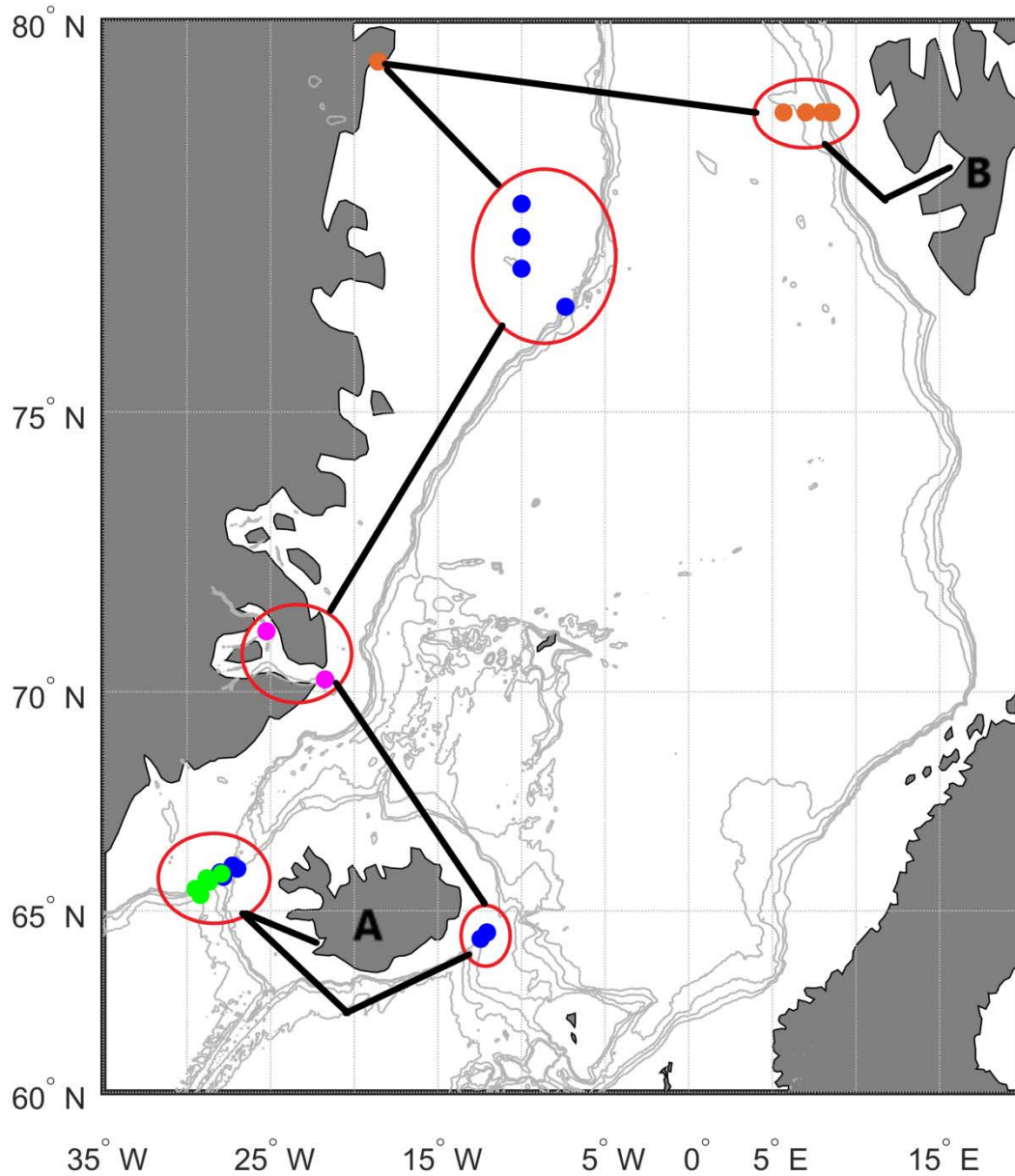
**Goal 2:** Yoyo stations / mooring deployments at entrainment hot spots in the DSO plume.

Während der MSM21-1b Expedition wurde ein extrem lokaler Vermischungshotspot im DSO Kern identifiziert. Wir werden das Entrainment von Umgebungswasser in solchen Hotspots anhand von Yoyo-Stationen beproben (Hydrographie, Strömungsmessungen, Mikrostruktur). Zudem werden Kurzzeitverankerungen ausgelegt werden, um Strömungs- und Schichtungszeitserien an diesen Orten zu erfassen. Diese Messungen werden unser Verständnis dahingehend verbessern, welchen Raum- und Zeitskalen die Entrainmentprozesse im Overflow Plume unterliegen.

**Ziel 3:** Erfassung von Langzeitänderungen im Atlantikwasser am Übergang vom Europäischen Nordmeer zum Nordpolarmeer in der Framstraße. Die fünf Verankerungen des Langzeitarrays des AWI im Westspitzbergenstrom werden gewartet werden. In den vergangenen 17 Jahren hat dieses Array Veränderungen der Wärme- und Süßwassertransporte in der Framstraße aufgezeichnet. Die Verankerungen sind Teil der umfassenden HGF Infrastruktur FRAM. In Ergänzung werden im Rahmen der Programme BMBF GROCE und DFG SPP Sea Level fünf Verankerungen auf dem Schelf von Nordostgrönland geborgen (und eine ausgelegt) werden. Diese Verankerungen dienen dazu, den Einstrom von warmem Atlantikwasser unterhalb der Polarwasserschicht zu den Gletschern Nordostgrönlands (79N Gletscher) zu quantifizieren.

*During cruise MSM21-1b an extremely local mixing hot spot was identified in DSO plume. We will target the entrainment in hot spots with yoyo stations of hydrography, current measurements and repeated microstructure profiling. Furthermore, short-term moorings will be deployed in order to obtain time series with probably high entrainment rates and strong dissipation. These measurements will improve our understanding of the time and space scale involved in the different entrainment processes in the overflow plume.*

**Goal 3:** *Recording long-term changes in the Atlantic Water at the transition between the Nordic Seas and the Arctic Ocean in Fram Strait. The 5 moorings of AWI's long-term oceanographic mooring array in the West Spitzbergen Current will be serviced for the past 17 years, the array has been capturing the oceanic exchanges of heat and fresh water between the Nordic Seas and the Arctic Ocean. The moorings are part of the HGF infrastructure FRAM. In addition, five mooring deployed in 2017 as part of the BMBF GROCE and DFG SPP Sea Level programs on the shelf of Northeast Greenland will be recovered (and one deployed). The latter capture the subsurface flow of warm Atlantic Water originating from Fram Strait below the Polar Water layer toward the glaciers on the Northeast Greenland coast (79N Glacier).*



**Abb. 3:** Der geplante Fahrtverlauf wird entlang der schwarzen Linie von Reykjavik, Island (Punkt A) nach Longyearbyen (Spitzbergen, Punkt B) erfolgen. Verankerungen, die geborgen bzw. gewartet werden sollen, sind als blaue bzw. orangene Punkte dargestellt. Die grünen Punkte markieren Kurzzeitverankerungen. Die durch rote Kreise eingeschlossenen Regionen stellen die Hauptarbeitsgebiete dar.

**Fig. 3:** The approximate route of the cruise follows the black line from point A (Reykjavik, Iceland) to point B (Longyearbyen, Norway). Moorings that are going to be recovered, and serviced are marked by blue and orange colour, respectively. The green dots mark short term moorings. Enclosed in red circles are the main working mooring-areas.

### **Arbeitsprogramm**

Nach dem Verlassen von Reykjavik soll zunächst ein Verankerungsarray im DSO Plume ca. 50 mn südlich eines bereits existierenden Arrays ausgelegt werden. Der Einfluss von Wirbeln und diapynischer Vermischung auf den Plume kann dann aus Unterschieden in den Messergebnissen an beiden Arrays herausgearbeitet werden.

Nachfolgend werden wir Aufnahmen der Hydrographie und Zirkulation inkl. Yoyos in der Region zwischen den beiden Arrays in der Zone der höchsten Vermischungintensität durchführen. Danach werden wir den Wiederholungsschnitt entlang der Schwelle in der DS hydrographisch vermessen. Hier sollen auch zwei Langzeitverankerungen gewartet werden.

Hiernach werden wir stromabwärts in die Region zwischen den beiden Arrays zurückkehren und dort unser intensives CTD / LADCP Messprogramm fortführen. Dazu gehören auch Yoyo Stationen an ausgewählten Vermischungshotspots, an denen auch Mikrostrukturmessungen durchgeführt werden sollen. Abschließend werden dann beide Arrays vollständig geborgen werden.

Nach einem Transit von 2 Tagen erreichen wir dann den Island –Färöer Rücken östlich von Island, an dem zwei PIES geborgen werden sollen. Hiernach führt uns ein weiterer Transit über den Scoresbysund an der ostgrönländischen Küste, in dem 2 Verankerungen ausgelegt werden sollen, auf den Schelf von Nordostgrönland, auf dem 4 Verankerungen geborgen werden sollen. Optional soll noch eine weitere Verankerung an der grönländischen Küste nahe 79°N geborgen werden. Ein weiterer Transit bringt uns hiernach in die östliche Framstraße, in der wir fünf Verankerungen des AWI-Langzeitarrays warten werden. Die Expedition wird dann in Longyearbyen (Spitzbergen) enden.

### **Work Programme**

*The cruise starts in Reykjavik. First a mooring array will be deployed in the plume downstream of Denmark Strait about 50 nm south of an existing array. The action of eddies and diapynical mixing modifying the plume can thus be observed by the differences found in the arrays.*

*We will subsequently cover hydrographic / LADCP sections incl. yoyos between the arrays at high spatial and temporal resolution in order to study mixing processes in the area of most intense mixing downstream of DS. We will then transit to DS. A repeatedly conducted CTD/LADCP section at the sill of DS will be carried out, where a long term mooring array is located. The two moorings will be recovered and redeployed.*

*We will subsequently return downstream to cover sections in the DSO plume between the arrays. Yoyo stations will be performed at selected mixing hot spots at these sections. These places will also be covered by high resolution microstructure stations. After twelve days of deployment time, both mooring arrays will be recovered.*

*Then we will go on a transit for 2 days to recover two PIES east of Iceland on the Iceland-Faroe Ridge. This will be followed by a transit via Scoresby Sound on the East Greenland coast – where two moorings shall be deployed - to the shelf of Northeast Greenland, where 4 moorings will be recovered within one day. Optionally, another mooring may be serviced on the Greenland coast near 79°N. Another one-day transit will then bring us the eastern Fram Strait where 5 moorings will be serviced in the West Spitsbergen Current. The cruise will end in Longyearbyen, Spitsbergen.*

---

**Zeitplan / Schedule****Fahrt / Cruise MSM76**

---

	Tage/days
Auslaufen von Reykjavik (Island) am 11.08.2018 <i>Departure from Reykjavik (Iceland) on 11.08.2018</i>	
Transit zum Arbeitsgebiet / <i>Transit to working area</i>	0.5
Dänemarkstraße: Verankerungsbergungen und -auslegungen und hydrographische Vermessung / <i>Denmark Strait: Mooring recoveries &amp; deployments and hydrographic survey</i>	14.5
Transit zum Island Faröer Rücken / <i>Transit to Iceland Faroe Ridge</i>	2.0
Bergung von PIES am Island Faröer Rücken / <i>Recovery of PIES at Faroe Ridge</i>	0.5
Transit zum Schelf in Nordostgrönland (inkl. Arbeit im Scoresbysund) / <i>Transit Northeast Greenland Shelf (inkl. work in Scoresbysound)</i>	4.5
Bergung von 4 Verankerungen / <i>Recovery of 4 moorings</i>	1.0
Transit zur Küste in Nordostgrönland / <i>Transit to Northeast Greenland coast</i>	1.0
Wartung einer Verankerung / <i>Servicing of one mooring</i>	0.5
Transit in den Westspitzbergenstrom / <i>Transit to West Spitsbergen Current</i>	1.5
Wartung von 5 Verankerungen (inkl. hydrographischer Aufnahme) / <i>Servicing of 5 moorings (including hydrographic survey)</i>	3.5
Transit zum Hafen <i>Transit to port</i>	0.5
	Total 30.0
Einlaufen in Longyearbyen (Norwegen) am 11.09.2018 <i>Arrival in Longyearbyen (Norway) 11.09.2018</i>	

### **Wissenschaftliches Programm**

#### **Der Einfluss globaler Veränderungen auf arktische marine Ökosysteme**

Das Alfred-Wegener-Institut, Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung (AWI) hat das LTER (Long-Term Ecological Research) Observatorium HAUSGARTEN eingerichtet, um den Einfluss von großskaligen Umweltveränderungen in einer Übergangszone zwischen dem nördlichen Nord-Atlantik und dem Arktischen Ozean zu bestimmen und zu verfolgen. Außerdem untersuchen wir in Experimenten gezielt solche Faktoren, die einen direkten Einfluss auf die Biodiversität von Tiefsee-Lebensgemeinschaften haben.

Seit 2014 wird das Observatorium im Rahmen des HGF-Infrastrukturprogramms FRAM (Frontiers in Arctic marine Monitoring) schrittweise erweitert und umfasst aktuell 21 permanente Stationen in Wassertiefen zwischen 250 m und 5500 m auf den Kontinentalhängen vor West-Spitzbergen und Ost-Grönlands. Seit der Einrichtung des Observatoriums im Jahre 1999 werden im Jahreszyklus Verankerungen (lange Messketten in der Wassersäule) und verschiedene freifallende Meeresboden-Messsysteme (sog. Bottom-Lander) ausgebracht. Diese dienen als stationäre Messplattformen, welche über das Jahr kontinuierlich Umweltdaten erfassen.

Während der Expedition MSM77 wollen wir das Tiefsee-Benthos an allen HAUSGARTEN-Stationen in der östlichen Framstraße untersuchen, sofern diese nicht von Eis bedeckt sind. Unsere Untersuchungen umfassen verschiedene Kompartimente des Tiefsee-Ökosystems, von den Bakterien bis zu großen auf dem Sediment lebenden Organismen.

### **Scientific Programmes**

#### ***Impact of Climate Change on Arctic marine ecosystems***

*To detect and track the impact of large-scale environmental changes in the transition zone between the northern North Atlantic and the central Arctic Ocean, and to determine experimentally the factors controlling deep-sea biodiversity, the Alfred-Wegener-Institute Helmholtz-Center for Polar and Marine Research (AWI) established the LTER (Long-Term Ecological Research) observatory HAUSGARTEN.*

*Since 2014, this observatory is successively extended within the frame of the HGF infrastructure project FRAM (Frontiers in Arctic marine Monitoring) and covers currently 21 permanent sampling sites on the West-Spitzbergen and East-Greenland slope at water depths between 250 and 5500 m. Regular sampling as well as the deployment of moorings and different free-falling systems (bottom-lander), which act as local observation platforms, has taken place since the observatory was established back in 1999.*

*During the expedition MSM77, investigations of the deep-sea benthos will be conducted at all HAUSGARTEN stations in the eastern part of the Fram Strait, if they are not covered by sea ice. Our research involves ecosystem compartments from benthic bacteria up to large epi/mega benthos.*

### **Einsatz eines autonomen Unterwasserfahrzeugs (AUV) zur Untersuchung von Frontensystemen im Oberflächenwasser und zur großskaligen Tiefseebodenkartierung**

Im Rahmen der Expedition MSM77 ist das AWI-eigene autonome Unterwasserfahrzeug (AUV) „PAUL“ (Abb. 5) für ein zweiteiliges Arbeitsprogramm eingeplant.

Das Fahrzeug wird einerseits verwendet werden, um die enge Kopplung physikalischer und ökologischer Prozesse an Frontensystemen und im Eisrandbereich zu untersuchen. Hinsichtlich ihrer biologischen Aktivität gehören diese beiden Zonen zu den relevantesten Regionen der Erde. Frühere Untersuchungen lieferten Hinweise, dass die hohe biologische Aktivität durch physikalische Prozesse in der oberen Wassersäule ausgelöst wird. Diese Prozesse scheinen zumindest teilweise auf atmosphärische Einflüsse zurückführbar zu sein. Aufgrund der Schwierigkeit eine ganze Reihe von Prozessen zeitgleich beobachten zu müssen, sind diese Vorgänge bisher jedoch nur unzureichend verstanden.

Die physikalischen Mechanismen, die die Umweltbedingungen in diesen Zonen kontrollieren, werden durch das AUV mit einem Set physikalischer Sensoren (einer Leitfähigkeits-, Temperatur- und Drucksonde [CTD], einem akustischen Strömungsmesser [ADCP] und einer Mikrostruktursonde [MSP]) erfasst. Mit Hilfe dieser Instrumente können Wassermassen unterschieden, kleinskalige Mischungsprozesse an deren Grenzflächen untersucht sowie Massenströme und die Stabilität der Wassersäule errechnet werden. Die Kenntnis dieser physikalischen Parameter ist unerlässlich, um die Reaktion des Ökosystems verstehen zu können. Um die biologische Aktivität erfassen zu können, ist das AUV mit einem Sensor für photosynthetisch aktive Strahlung (PAR), einem Fluorometer für Chlorophyll *a* und einem Gelbstoff-Fluorometer ausgestattet. Ein Nitratsensor kommt zum Einsatz, um eine Abschätzung über die Verfügbarkeit von Nährstoffen treffen zu können. Ein im Fahrzeug installierter

### ***Operating an Autonomous Underwater Vehicle (AUV) to investigate frontal systems in surface waters and to conduct extensive mapping at the deep seafloor***

*For MSM77, AWI's Autonomous Underwater Vehicle (AUV) "PAUL" (Fig. 5) is intended to cover a two-part work program.*

*The vehicle will be used to investigate the coupling between physics and ecology at frontal systems and in the marginal ice zone. In terms of biological activity, these zones are among the most relevant regions in the world ocean. Previous observations suggest the high biological activity to be triggered by physical processes which take place in the upper water column and might be related to atmospheric forcing. Until today these processes are insufficiently understood – at least partly caused by the challenge of observing various processes with high spatial and temporal resolution simultaneously.*

*The physical mechanisms governing the conditions in these zones will be observed by the AUV with a suit of physical sensors, such as a conductivity, temperature and depth probe (CTD), an acoustic doppler current profiler (ADCP), and a microstructure probe (MSP). With these instruments, we will be able to distinguish different water bodies, determine small-scale mixing processes at their interfaces, estimate fluxes, measure the water column's stability, and gather data on the underwater light field. These physical parameters are essential to understand the ecological response to the prevailing physical conditions. To observe the respective biological activity, the AUV is equipped with a sensor for photosynthetically active radiation (PAR), a fluorometer for chlorophyll *a*, a fluorometer for coloured dissolved organic matter (CDOM), and a nitrate sensor to determine the water column's nutrient inventory. A water sampler able to collect 22 discrete samples with an overall volume of 4.8 litres,*



Wasserprobennehmer, der max. 22 Proben mit einem Gesamtvolumen von 4,8 Litern aufnehmen kann, wird genutzt, um sowohl den Nitratsensor als auch das Fluorometer zu kalibrieren und die Zusammensetzung der Plankton-Gemeinschaft zu identifizieren.

Zusätzlich zu den genannten Tauchgängen mit physikalischem und ökologischem Hintergrund, wird das Fahrzeug erstmals auch in größeren Wassertiefen zum Einsatz kommen. Während dieser Missionen soll das AUV den Meeresboden mit Hilfe eines Sidescan Sonars akustisch abtasten. Im Verlauf der Expedition, bei der sich FS MERIAN von Osten aus auf die zentrale Framstraße zubewegen wird, werden die Tauchtiefen dazu immer weiter abgesenkt werden – von 400 m in der östlichen Framstraße bis zu einem Maximum von 2600 m im zentralen Teil der Framstraße. Das Sidescan Sonar wird in der Lage sein, Objekte von 10 – 15 cm am Boden zu erfassen. Das ultimative Ziel der Einsätze ist die komplette Kartierung der zentralen HAUSGARTEN-Station HG-IV (Abb. 4).

### **Biogeochemische und ökologische Untersuchungen in der Wassersäule**

Die zu erwartenden Umweltveränderungen haben auch Konsequenzen für die Biogeochemie und Ökologie im arktischen Pelagial. An der Basis des Nahrungsnetzes wird erwartet, dass kleine Algen in Zukunft einen größeren Einfluss auf Stoffumsätze und Energieflüsse haben werden. Daher werden molekulare Methoden zur Ergänzung der traditionellen Mikroskopie eingesetzt. Ebenso beeinflusst der globale Wandel zunehmend auch die pelagische mikrobielle Biogeochemie. Deshalb werden organischer Kohlenstoff, Stickstoff und Phosphor sowie spezifische Verbindungen, wie Gelpartikel, Aminosäuren und Kohlenhydraten analysiert und mit Ratenmessungen kombiniert (Primärproduktion, heterotrophe Bakterien-Produktion). In Zukunft wird erwartet, dass die Primärproduktion zunimmt. Es ist jedoch derzeit unklar, ob dies zu einem erhöhten Export von partikulärem organischem Kohlenstoff führt. Letzteres hängt von verschiedenen Prozessen ab, die mit der Struktur der Phyto- und

*is used to calibrate the nitrate as well as the chlorophyll a sensor and to identify the composition of plankton communities.*

*In contrast to the aforementioned comparably shallow dives, the vehicle is also intended to execute its first deep water missions. During these missions the vehicle is supposed to map the seafloor acoustically by means of a sidescan sonar. Over the entire expedition it is planned to gradually increase the mission depths as RV MERIAN steams from eastern parts of the Fram Strait to its central part. Mission depths will thus increase from 400 to 2600 m. The sidescan sonar will be able to resolve details of about 10 – 15 cm in size. The final objective is to entirely map the central HAUSGARTEN station HG-IV (Fig. 4).*

### **Biogeochemical and ecological studies in the water column**

*The expected environmental changes will have consequences for the biogeochemistry and ecology of the Arctic pelagic system. In the future, small algae are expected to gain more importance at the base of the food web in mediating element and matter turnover as well as energy fluxes. Here molecular methods are applied to complement traditional microscopy. Global change increasingly affects pelagic microbial biogeochemistry in the Arctic Ocean as well. Therefore, concentrations of organic carbon, nitrogen and phosphorus, as well as of specific compounds like gel particles, amino acids and carbohydrates will be analysed and combined with rate measurement (phytoplankton primary production, heterotrophic bacterial production). Primary production is expected to increase, however, it is currently unclear if this leads to increased export of particulate organic carbon. The latter depends on various processes linked to the phyto- and zooplank-*

Zooplankton-Gemeinschaft sowie dem Ausmaß des Oberflächenrecyclings der organischen Substanz durch heterotrophe Bakterien verbunden sind. Das mechanistische Verständnis biogeochemischer und mikrobiologischer Rückkopplungsvorgänge im Arktischen Ozean soll verbessert und das Potenzial für zukünftige Veränderungen abgeschätzt werden.

Im Mittelpunkt der Arbeiten stehen Untersuchungen einzelliger Planktonarten und Bakteriengemeinschaften, deren Biodiversität und Biomasseverteilung sowie biogeochemische Parameter in Abhängigkeit von Zusammensetzung der organischen Substanz und den damit verbundenen Umsatzraten im Pelagial.

### **Interaktionen des planktischen Nahrungsnetzes und der biologischen Pumpe**

Anthropogene Aktivitäten haben die Konzentrationen atmosphärischen Kohlendioxids (CO<sub>2</sub>) auf Werte > 400 ppm erhöht, höher als zu irgendeinem Zeitpunkt in den letzten 2 bis 5 Millionen Jahren. Kleine absinkende Partikel im Ozean sind von größter Bedeutung für die Entfernung von Kohlendioxid aus der Atmosphäre. Dies liegt daran, dass die Bildung absinkender Phytoplankton-Aggregate Kohlenstoff von der Oberfläche in den tiefen Ozean transportiert, was die weitere Aufnahme von atmosphärischem Kohlendioxid durch den Ozean ermöglicht. Auf diese Weise haben die Ozeane die Fähigkeit, große Mengen atmosphärisches CO<sub>2</sub> durch den Export von biologisch gebundenem Kohlenstoff in den tiefen Ozean zu speichern.

Die sinkenden Aggregate versorgen das Leben unter der Meeresoberfläche mit Biomasse und bestimmen auch die Sedimentbildung am Meeresboden. Allerdings wird der Großteil der organischen Substanz, die von Phytoplankton an der Meeresoberfläche produziert wird, von kleinen Tieren gefressen oder von Bakterien abgebaut, bevor diese in Tiefen unter 100 Meter absinken. Das bedeutet, dass das Kohlendioxid nur einige Wochen aus der Atmosphäre entfernt wird, bevor

*ton community structure as well as the magnitude of surface recycling carried out by heterotrophic bacteria. In summary we want to improve the mechanistic understanding of biogeochemical and microbiological feedback processes in the Arctic Ocean and to assess the potential for future changes.*

*Main objectives of the work are the monitoring of unicellular plankton species, the bacterial community structure and biomass distribution as well as the assessment of biogeochemical parameters in accordance with the composition of organic matter and related turnover rates*

### ***Pelagic food web interactions with the biological pump***

*Anthropogenic activities have increased atmospheric carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) levels to above 400 ppm, higher than at any point during the past 2 to 5 million years. Small sinking particles in the ocean are paramount for the control of carbon dioxide removal from the atmosphere and into the ocean. This is because the formation of sinking aggregates from photosynthetic plankton moves carbon from the surface to the deep ocean, which allows for further uptake of atmospheric carbon dioxide by the ocean. In this way, the oceans have the capacity to sequester large amounts of atmospheric CO<sub>2</sub> by exporting biologically-fixed carbon to the deep ocean.*

*The sinking aggregates also feed life below the ocean's surface and determine sediment formation on the seafloor. However, most of the organic matter produced by phytoplankton in the surface ocean is eaten by small animals or degraded by bacteria before it sinks deeper than 100 meters. This means that the carbon dioxide is only removed from the atmosphere for a few weeks before it is outgassed from the ocean again. The particles*

es wieder aus dem Ozean austritt. Die Partikel müssen unter 1000 Meter Tiefe absinken, um für mehr als 1000 Jahre aus der Atmosphäre entfernt zu werden, und nur die Partikel, die den Meeresboden erreichen, werden ihre organischen Bestandteile für Jahrtausende gespeichert haben. Leider wissen wir sehr wenig über Prozesse, die die Partikel entfernen und umwandeln, wenn sie durch die Wassersäule sinken, und daher ist die Sequestrierung von atmosphärischem Kohlendioxid in den Weltmeeren nur unzureichend verstanden.

Das Hauptziel unserer Arbeiten während der Expedition MSM77 ist es, die Kontrollmechanismen für die Dämpfung und den Export von organischem Kohlenstofffluss durch die Wassersäule zu untersuchen. Dies wird durch detaillierte Untersuchungen der Partikeldynamik in Bezug auf die Planktongemeinschaftsstruktur und Aggregatzusammensetzung erfolgen. Wir werden dies sowohl im großen als auch im kleinen Maßstab tun, d.h. auf einer Gesamtwasserperspektive unter Verwendung von in-situ Partikel-Kameras und Driftfallen auf kurze Zeit oder unter Verwendung unserer BioOptical-Plattform (BOP) für Langzeitmuster in der Aggregat-Größenverteilung und -häufigkeit. Die Kleinstudie wird an einzelnen Aggregaten durchgeführt, die aus verschiedenen Tiefen der Wassersäule gesammelt werden.

### **Sauerstoffverbrauchsraten zur Erfassung der benthischen Kohlenstoff-Remineralisierung**

Benthische Gemeinschaften der Tiefsee sind zwingend von der Kohlenstoffversorgung durch die Wassersäule abhängig. Dabei sind zeitliche und räumliche Schwankungen des vertikalen Exportflusses aus der photischen Zone, aber auch die laterale Versorgung aus den Schelfgebieten wichtige Einflussgrößen. Der größte Anteil des organischen Kohlenstoffs wird in der pelagischen Zone umgesetzt, aber ein nicht zu vernachlässigender Teil dieses Materials erreicht auch den Meeresboden, wo er entweder remineralisiert wird oder neues Sediment bildet. Eine der zentralen Fragen ist, inwieweit das Ausmaß

*need to sink below 1000 meter depth to be removed from the atmosphere for more than 1000 years and only those particles reaching the seafloor will have their organic matter stored for millennia. Unfortunately we know very little about processes that remove and transform the particles as they sink through the water column and, hence, the sequestration of atmospheric carbon dioxide in the world's oceans is only poorly understood.*

*Our main objective during the cruise is to study the controlling mechanisms for the attenuation and the export of organic carbon flux through the water column. This will be done by detailed investigations of particle dynamics in relations to plankton community structure and aggregate composition. We will do this by looking at both large and small scales, i.e. on a whole water perspective using in-situ particle cameras and drifting traps on short time-scale or by using our Bio-Optical Platform (BOP) to study long-term patterns in aggregate size-distribution and abundance. The small-scale study will be done on individual aggregates collected from different water depths through the entire water column.*

### **Oxygen consumption rates to assess benthic carbon mineralization**

*Deep-sea benthic communities are strictly dependent on carbon supply through the water column, which is determined by temporal and spatial variations in the vertical export flux from the euphotic zone but also by the lateral supply from shelf areas. Most organic carbon is recycled in the water column, but a significant fraction of the organic matter ultimately reaches the seafloor, where it is either re-mineralized or retained in the sediment record. One of the central questions is to what extent the sea ice cover controls primary production and subsequent export of carbon to the seafloor on a seasonal scale.*

der Meereisbedeckung die Primärproduktion und damit den Export von Kohlenstoff, im Wechsel der Jahreszeiten, in den Meeresboden beeinflusst. Die Stärke der benthischen Sauerstoffzehrung ist ein gutes Maß für die gemittelte metabolische Aktivität in den Oberflächensedimenten. Diese Prozesse bestimmen die benthischen Kohlenstoff-Remineralisierungsraten und können somit zur Bewertung der Effizienz der biologischen Pumpe (der Export von organischem Kohlenstoff aus der photischen Zone) verwendet werden.

Detaillierte Untersuchungen darüber, wie stark diese jahreszeitlichen Schwankungen der benthischen Sauerstoffverbrauchsrate ausfallen, sind wichtig, um Schwankungen der Oberflächen- und Meereisproduktivität und damit des Exportflusses in den Meeresboden zu verknüpfen. Während der Expedition MSM77 werden die neu entwickelten benthischen Kettenfahrzeuge TRAMPER und NOMAD (Abb. 6 a,b) eingesetzt, um im wöchentlichen Rhythmus über 12 Monate Sauerstoffgradienten im Oberflächensediment durchzuführen.

#### **Experimentelle Arbeiten am Langzeit-Observatorium HAUSGARTEN**

Marine Ökosysteme erleben durch Versauerungsprozesse dramatische Veränderungen. Risiken einer fortgesetzten Ozean-Versauerung zu identifizieren und zu verstehen, ist zentrales Thema zahlreicher internationaler Forschungsvorhaben, wobei die Folgen für marine Organismen und Ökosysteme hauptsächlich in Laborexperimenten untersucht werden. Versuchsanordnungen zur experimentellen Kohlendioxidanreicherung von Meerwasser unter kontrollierten Bedingungen im Feld, zumal in der Tiefsee, sind technisch äußerst anspruchsvoll. In-situ wurden die Auswirkungen der Versauerung bis jetzt nur in wenigen Feldexperimenten überwiegend im Flachwasser oder landbasiert untersucht. Während der Expedition MSM77 soll im Bereich des HAUSGARTEN-Observatoriums ein in-situ Experiment zur Untersuchung der Folgen von Ozeanversauerung auf benthische Gemeinschaften erstmalig in der

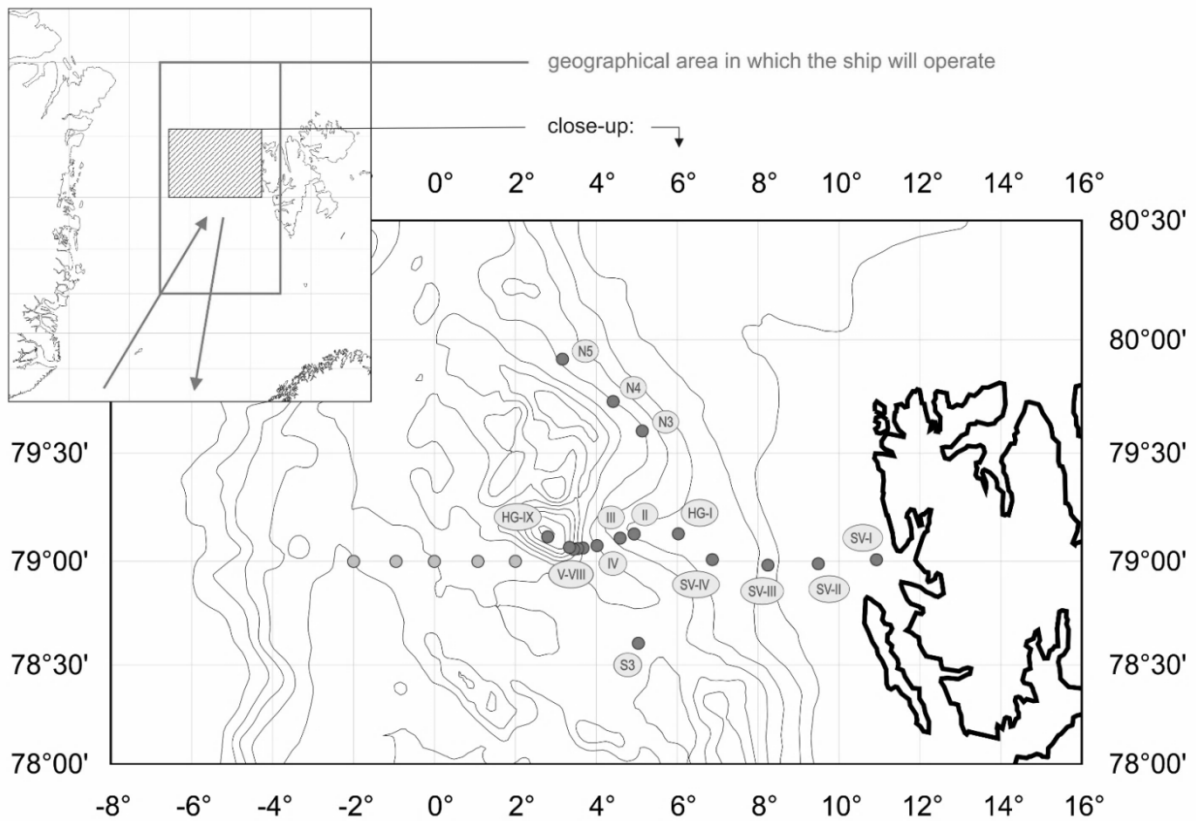
*Benthic oxygen fluxes provide the best and integrated measurement of the metabolic activity of surface sediments. They quantify benthic carbon mineralization rates and thus can be used to evaluate the efficiency of the biological pump (i.e. the export of organic carbon from the photic zone).*

*In order to link long-term variations in surface and sea-ice productivity and consequently in export flux to the seafloor, detailed investigation of the temporal variations in benthic oxygen consumption rates would be very valuable. During MSM77 we will deploy the newly developed benthic crawler TRAMPER and NOMAD (Fig. 6 a,b) to perform weekly oxygen measurements in surface sediments for 12-months period.*

#### **Experimental work at LTER observatory HAUSGARTEN**

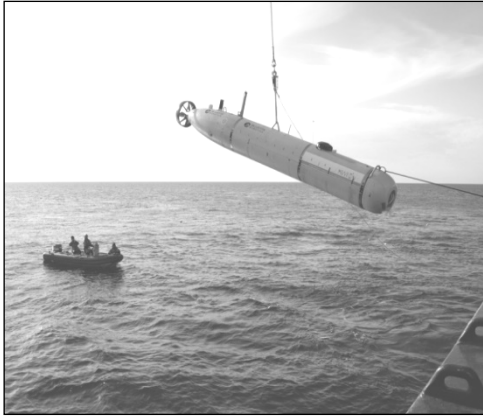
*Ocean acidification has been identified as a risk to marine ecosystems, and substantial scientific effort has been expended on investigating its effects, mostly in laboratory manipulation experiments. Experimental manipulations of CO<sub>2</sub> concentrations in the field are difficult, and the number of field studies are limited to a few locales. During RV MERIAN expedition MSM77, the HAUSGARTEN observatory will be extended with an experimental system to study, for the first time in deep Arctic waters, impacts of ocean acidification on benthic organisms and communities. The autonomous arcFOCE (Arctic Free Ocean Carbon Enrichment) system (Fig. 7) was developed to create semi-enclosed test areas on the seafloor where the seawater's pH (an indicator of acidity) can be precisely controlled for weeks or months.*

arktischen Tiefsee installiert werden. Das autonome arcFOCE (Arctic Free Ocean Carbon Enrichment) System (Abb. 7) wurde entwickelt, den pH-Wert des Seewassers in halb abgeschlossenen Flächen auf dem Tiefseesediment über längere Zeiträume (Wochen bis Monate) kontrolliert zu verändern.



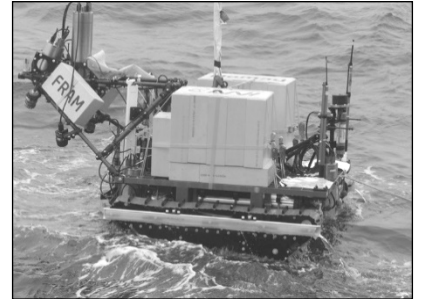
**Abb. 4:** Das Arbeitsgebiet von MSM77 (dunkelgraue Punkte: HAUSGARTEN-Stationen; hellgraue Punkte: potentielle AUV-Stationen, an denen zusätzlich vergleichende Untersuchungen in der Wassersäule stattfinden sollen).

**Fig. 4:** Area of investigations during MSM77 (grey circles: fixed HAUSGARTEN sites; light grey circles: potential stations for AUV dives and related work in the water column).



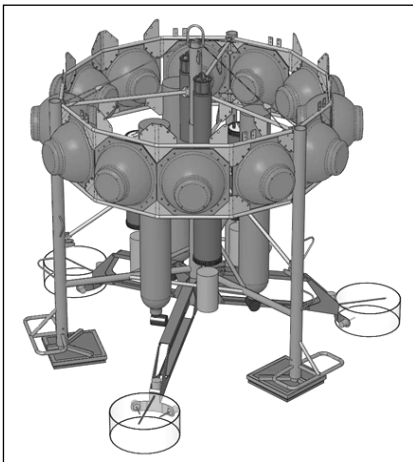
**Abb. 5:** Einsatz des autonomen Unterwasserfahrzeugs „De PAUL“.

**Fig. 5:** ployment of the Autonomous Underwater Vehicle „De PAUL“.



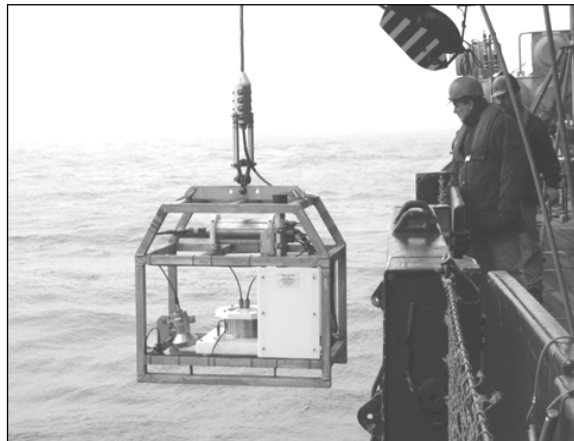
**Abb. 6 a, b:** Ausbringung der Meeresboden-Kettenfahrzeuge TRAMPER (oben) und NOMAD (unten) mit Hilfe eines Aussetz-Systems.

**Fig. 6 a, b:** Deployment of the benthic crawler TRAMPER (top) and NOMAD (bottom) using a launching system.



**Abb. 7:** Schematische Darstellung des arcFOCE-Systems.

**Fig. 7:** Schematic view of the arcFOCE system.



**Abb. 8:** Einsatz des Ocean Floor Observation Systems (OFOS).

**Fig. 8:** Deployment of the Ocean Floor Observation Systems (OFOS).



**Abb. 9:** Einsatz des Marine Snow Catchers.  
**Fig. 9:** Deployment of the Marine Snow Catcher.



**Abb. 10:** Bergung eines Freifallgeräts (Bottom-Lander).  
**Fig.10:** Recovery of a free-falling system (bottom-lander).

### **Arbeitsprogramm**

Ungestörte Proben des Meeresbodens werden wir mithilfe eines videogestützten Multicorers (TV-MUC) gewinnen. Diverse biogene Sedimentkomponenten werden analysiert, um die exo-enzymatische Aktivität von Bakterien und die gesamte Biomasse (partikuläre Proteine und Phospholipide als Proxys) der kleinsten im Meeresboden lebenden Organismen zu untersuchen. Sedimentgebundene chloroplastische Pigmente (Chlorophyll *a* und seine Zerfallsprodukte) werden mittels hoch-sensitiver fluorometrischer Methoden bestimmt, um den Eintrag organischen Materials aus der Phytoplankton-Sedimentation abschätzen zu können. Die Ergebnisse all dieser Analysen ermöglichen es uns, den Öko-Status der Tiefseeumwelt zu beschreiben. Zusätzliche Proben werden gewonnen, um die Abundanz und Biomasse benthischer Bakterien sowie Meiofauna-Dichten und die Diversität von Tiefsee-Nematoden zu bestimmen. Bakterielle Aktivitäten und chloroplastische Pigmente werden direkt an Bord gemessen. Alle anderen Parameter werden zu einem späteren Zeitpunkt im Labor des Heimatinstituts gemessen; die entsprechenden Proben hierfür werden an Bord fixiert oder eingefroren.

Zur Erfassung räumlicher und zeitlicher Variabilitäten in der Struktur der benthischen Makrofauna werden Proben mit dem Großkastengreifer gewonnen. Die Probennahmen werden an allen Stationen des Tiefentransektes (Ost-West-Transect) am West-Spitzbergenhang erfolgen (Abb. 4). Vergleiche mit früheren Untersuchungen aus der Framstraße oder mit vergleichbaren Studien aus anderen saisonal- oder permanent-eisbedeckten Regionen werden ein besseres Verständnis räumlicher und zeitlicher Veränderungen des Tiefsee-Makrobenthos erlauben.

Während der Expedition MSM77 werden wir darüber hinaus unsere Untersuchungen zur interannuellen Dynamik von Megafauna-Lebensgemeinschaften mithilfe eines geschleppten Kamera-Systems (Ocean Floor Observation System, OFOS; Abb. 8) fortführen. Das OFOS wird entlang fest definierter

### **Work Programme**

*Virtually undisturbed sediment samples will be taken using a video-guided multicorer (TV-MUC). Various biogenic compounds from these sediments will be analysed to estimate bacterial exo-enzymatic activities and the total sediment-bound biomass (particulate proteins and phospholipids as proxy) of the smallest sediment-inhabiting organisms. Sediment-bound chloroplastic pigments (chlorophyll *a* and its degradation products) will be analysed with high sensitivity by fluorometric methods to estimate the organic matter input from phytoplankton sedimentation. Results will us help to describe the eco-status at the deep seafloor. Additional samples will be taken to analyse the abundance and biomass of bacteria as well as meiofauna densities and the diversity patterns of nematodes. Bacterial activity and chloroplastic pigments will be analysed on board. All other sub-samples were stored for later analyses of various biochemical bulk parameters at the home lab; samples for these measurements were preserved or deep frozen.*

*To investigate spatial and temporal variations in the structure of benthic macrofauna communities box corer samples will be taken at all stations of the depth transect (east-west transect; Fig. 4). The comparison of previously obtained data from the same area and similar studies conducted in seasonally or permanently ice-covered areas will help to understand the spatial changes in deep-sea macrobenthic communities in terms of depth and latitude.*

*During MSM77 we will also continue to study interannual dynamics of megafaunal organisms using a towed camera system (Ocean Floor Observation System, OFOS; Fig. 8). The OFOS will be towed along established tracks at HAUSGARTEN stations N3, HG-I,*



Transekte an den HAUSGARTEN Stationen N3, HG-I, HG-IV, HG-IX und S3 (Abb. 4) eingesetzt. Die neuen Aufnahmen werden unseren seit 2002 sukzessive anwachsenden Bildbestand weiter ergänzen. In einem neuen Ansatz untersuchen wir auch die kleinskaligeren Veränderungen der Epifauna-Besiedlung am Meeresboden über längere Zeitskalen. Hierzu wurde eine Zeitraffer-Kamera an einem Freifallgerät montiert, welches auf der FS POLARSTERN-Expedition PS107 im Sommer 2017 abgesetzt wurde, um über das gesamte Jahr hinweg Bilder vom Meeresboden zu produzieren.

Um Einsätze des AUV „PAUL“ an Frontensystemen vorzubereiten, werden die Oberflächentemperatur des Meeres und die Bewegung des Eises mit Hilfe von Satelliten beobachtet. Mit Hilfe dieser Daten wird sichergestellt, dass kleinskalige und nur zeitweilig existierende Schmelzwasser-Fronten ebenso erfasst werden, wie die in der Framstraße dauerhaft präsente Polarfront, die eine Grenzlinie zwischen warmem Atlantikwasser und kalten arktischen Wassermassen bildet. Ein spezieller Fokus während der Beobachtungen wird auf Bereiche mit besonders hoher Dynamik (z.B. Eiszungen) oder besonders stabilen Bereichen des Eisschildes (keine Drift über mehrere Tage) gelegt. Um die kleinskalige Orientierung einer Front festzustellen, wird FS MERIAN mehrfach im Zick-Zack-Kurs den Verlauf der Front kreuzen und dabei Temperatur- und Salzverläufe mit dem Thermosalinographen aufzeichnen.

„PAUL“ wird mehrere Kilometer von der jeweiligen Front entfernt ausgesetzt. Die Missionen werden so geplant sein, dass das Fahrzeug die Front möglichst rechtwinklig überquert und es danach noch mehrere Kilometer in gleicher Richtung weiterfahren wird. Die Missionstiefen werden zwischen 3 und 50 m variieren. Etwa alle 300 m wird das Fahrzeug entweder einen angetriebenen Aufstieg (Zick-Zack) oder einen durch den Auftrieb des Fahrzeugs gesteuerten Aufstieg nach Ausschalten seines Antriebs vornehmen. Auf diese Weise werden zahlreiche hochauflö-

*HG-IV, HG-IX and S3 (Fig. 4). The new footage will extend our image time series that started in 2002. In a new approach, we also study smaller-scale changes at the seafloor over longer time scales. To this end, a new time-lapse camera was fitted to a benthic lander already deployed during RV POLARSTERN expedition PS107 in summer 2017 to take pictures throughout the entire year.*

*In order to prepare missions to investigate frontal systems with the AUV “PAUL”, satellite imagery will be applied to monitor the ice edge and sea surface temperatures. Thus, the position of both the small-scale meltwater fronts and the permanently present, larger-scale polar front will be known. Special attention will be paid to ice structures that indicate high regional ice dynamics (e.g. ice tongues or jets) or highly stable ice edges with no drift for several days. To determine the orientation of an expected front, the thermosalinograph in the bow of RV MERIAN will be monitored while steaming in a zig-zag-pattern across the front.*

*“PAUL” will be deployed several kilometres off the front. The missions will be planned such that the vehicle crosses the front and advances several kilometres beyond it. The mission depth will vary between 3 and 50 meters about every 300 m – either propeller driven in a zig-zag manner or free floating after the thruster has been deactivated. Thus, numerous high-resolution profiles will be recorded. In addition, water samples will be taken by the end of each mission. After completing the missions, “PAUL” will guide itself to the pre-programmed recovery location. Water samples will then be processed in a cold room*

sende Profile aufgenommen werden. Im letzten Teil jeder Mission wird das Fahrzeug zusätzlich Wasserproben entnehmen. Nach Ende des Tauchgangs wird „PAUL“ an einer zuvor einprogrammierten Position wieder durch FS MERIAN aufgenommen. Die Wasserproben werden anschließend in einem der Kühlräume verarbeitet und tiefgefroren für den Rest der Expedition konserviert.

Zur Durchführung der bodennahen Tauchgänge wird zu Beginn der Expedition zunächst die Reichweite des akustischen Ortungssystems „GAPS“ ermittelt. Hierzu wird der Transponder, der normalerweise im AUV installiert ist, an die CTD des FS MERIAN befestigt. Indem die CTD zur Aufnahme eines vertikalen Profils zum Meeresboden herabgelassen wird, kann die Ortungsreichweite in großen Tiefen bestimmt werden.

Für die eigentlichen Tiefseetauchgänge wird die biogeochemische Nutzlastsektion des AUV gegen eine benthische Nutzlastsektion ausgetauscht. Die Programmierung der bodennahen Tauchgänge wird bereits vor der Expedition an Land erfolgen, so dass die Vorbereitungszeit an Bord relativ kurz sein wird. Aufgrund des hohen Risikos der ersten tiefen Missionen wird FS MERIAN vor Ort bleiben und „PAUL“ kontinuierlich orten.

Seewasserproben werden aus dem schiffseigenen CTD/Wasserprobennehmer genommen um biogeochemische und biologische Parameter im arktischen Pelagial zu bestimmen. Die Proben werden gefiltert oder konserviert und zum Teil an Bord bei  $-20^{\circ}\text{C}$  und  $-80^{\circ}\text{C}$  tiefgefroren. Messungen zur Primärproduktion und heterotrophen Bakterienaktivität werden an Bord durchgeführt. Zusätzlich werden Proben aus autonomen Wasserprobennehmern (RAS – Remote Access Sampler) gewonnen, um saisonale Muster in den Bakterien- und Protisten-Gemeinschaften zu untersuchen. Alle CTD-Wasserproben werden später in den Heimlaboratorien am AWI bzw. GEOMAR für die folgenden Parameter bestimmt:

- Chlorophyll *a* Konzentration

*and stored deep frozen.*

*To prepare the seafloor dives, the tracking range of the Ultra Short Baseline system (USBL) GAPS, which is operated in every AUV dive, will be evaluated by temporarily attaching the vehicle's GAPS transponder to the ship's CTD. As the CTD is lowered to record vertical profiles of the water column, the AUV team will closely monitor if the transponder is continuously detected.*

*For the deep dives, the payload sections will be swapped and the biogeochemical section will be replaced by a benthic section. Mission files will be prepared on shore to keep the preparation time for the seafloor mapping relatively short. Due to the high risk of these first deep missions, FS MERIAN will remain in the vicinity to permanently track the vehicle.*

*Biogeochemical and biological parameters to investigate the arctic pelagic system will be analysed from sea water obtained with the ship's water CTD/rosette water sampler. Samples will be partly filtered and preserved or frozen at  $-20^{\circ}\text{C}$  and partly at  $-80^{\circ}\text{C}$  for further analyses. Rate measurements will be performed on board. Additional water samples will be obtained from autonomous water samplers (RAS – Remote Access Sampler), in order to investigate seasonal patterns in bacterial and protist communities. At the home labs of AWI and GEOMAR, respectively, we will determine the following parameters to describe the biogeochemistry and the abundance and distribution of protists and bacterial communities:*

- Chlorophyll *a* concentration

- Gelöster organischer Kohlenstoff (DOC)
  - Gelöstes organisches Phosphor (DOP)
  - Partikulärer org. Kohlenstoff (POC)
  - Total gelöster Stickstoff (TDN)
  - Partikulärer organischer Stickstoff (PON)
  - Anorganische Nährstoffe
  - Transparente exopolymere Partikel (TEP)
  - Coomassie färbbare Partikel (CSP)
  - kombinierte Kohlehydrate / Aminosäuren
  - Phytoplankton und Bakterien-Abundanzen (Flow Cytometry)
  - Primärproduktion (C-14 Methode)
  - Heterotrophe Bakterienproduktion (3H-Leucin)
  - Molekulare Informationen zur Verteilung der Protisten- und Bakteriengemeinschaften
  - Mikroskopische Informationen zur Zusammensetzung der Phytoplankton-Gemeinschaft
- *Dissolved organic carbon (DOC)*
  - *Dissolved organic phosphorus (DOP)*
  - *Particulate organic carbon (POC)*
  - *Total dissolved nitrogen (TDN)*
  - *Particulate organic nitrogen (PON)*
  - *Inorganic nutrients*
  - *Transparent exopolymer particles (TEP)*
  - *Coomassie-stainable particles (CSP)*
  - *Combined carbohydrates and amino acids*
  - *Phytoplankton and bacterial abundance (Flow Cytometry)*
  - *Primary production (C-14 method)*
  - *Heterotrophic bacterial production (3H-Leucin)*
  - *Molecular information on distributional patterns of protists and bacteria*
  - *Microscopy based information on the phytoplankton community composition*

Driftende Sinkstofffallen und ein System verschiedener optischer, biologischer und physikalischer Sensoren werden eingesetzt, um Partikel in der Wassersäule zu erfassen. Diese Untersuchungen werden von Labor-Experimenten begleitet, um spezifische Mechanismen zu untersuchen, die für den in-situ-Kohlenstoffumsatz in marinen Sedimentationsaggregaten verantwortlich sind. Die Analysen werden an in-situ gesammeltem Material (unter Verwendung des sog. Marine Snow Catchers; Fig. 9) durchgeführt, um die Raten für die Flussmittelzufuhr und den mikrobiellen Abbau von Zooplankton zu erfassen. Jede treibende Sinkstofffalle besteht aus drei Fallenanordnungen (z.B. 100, 200, 400 m Tiefe) mit jeweils vier Sammelzylindern. In jeder Fallentiefe wird einer der Sammelzylinder mit einem speziellen Gel gefüllt, um auch besonders zerbrechliche Aggregate erfassen zu können, die in die Zylinder hineinsinken. Zusätzlich zu den Sedimentfallen werden die Driftfallen ein Infrarot-Kamerasystem tragen, welches die Zooplanktonaktivität erfasst und uns erlaubt, den Einfluss von Zooplanktonwanderung und das Fressverhalten des Zooplanktons auf die biologische Pumpe zu beobachten.

*We will perform deployments and recoveries of drifting trap arrays and use a combination of different optical, biological, and physical sensors to capture particle processes through the water column. These studies will be accompanied by laboratory experiments to investigate specific mechanisms responsible for in-situ carbon turnover within marine settling aggregates. These studies will be done on in-situ collected material (using the Marine Snow Catcher; Fig. 9) to measure rates for zooplankton flux feeding and microbial degradation. Each drifting trap consists of three sediment trap arrays (e.g. 100, 200, 400 m depths), with four collection cylinders each. At every trap depth, one of the collection cylinders are filled with a special gel to preserve fragile marine snow aggregates sinking into the cylinders. In addition to the sediment traps, there will be an infra-red camera system on the drifting array, which will capture the zooplankton activity and make it possible observe the influence from zooplankton migration and flux feeding on the biological pump.*

Ferner sind verschiedene begleitende Untersuchungen in der Wassersäule geplant. Diese Untersuchungen umfassen den Einsatz einer profilierenden in-situ Partikelkamera sowie einem neu entwickelten hochauflösenden Kamera-System, das wir während der Fahrt testen werden. Die mit den in-situ optischen Systemen erfassten, sich vertikal ändernden Partikelkonzentrationen und Größenverteilung können herangezogen werden, um daraus Kohlenstoffflüsse und Remineralisierungsraten in verschiedenen Tiefenbereichen abzuleiten. Diese Stoffflüsse ermöglichen die Bestimmung von bakteriellen Abbauraten und, in Kombination mit der Quantifizierung von Zooplankton aus vertikalem Einsatz eines Multi-Netzes, Abbauraten von Aggregaten durch das Zooplankton. Wasserproben aus dem CTD-Wasserprobenehmer und sinkende Aggregate, die mit dem Marine Snow Catcher gesammelt wurden, werden verwendet, um die Bildung, die physikalischen Eigenschaften, die Remineralisierung und die spezifischen Sinkraten sog. fecal pellets zu untersuchen.

Des Weiteren werden wir den Prototyp einer BioOptical-Plattform (BOP) einholen und eine aktualisierte Version des BOP-Systems ausbringen, um das Absetzen von Partikeln und Veränderungen der Partikeltypen und -größen während eines ganzen Jahres zu verfolgen.

Ein benthischer Lander (Abb. 10) wird mit zwei unterschiedlichen Instrumenten ausgestattet, um die Eindringtiefe, Verteilung und Aufnahme von Sauerstoff in arktischen Tiefseesedimenten zu untersuchen: (1) Ein Mikroprofiler für hochauflösende Porenwasserprofile und (2) benthische Kammern, um den gesamten Sauerstoff-Verbrauch und Nährstoffaustausch des Sediments zu erfassen. Daraus werden Kohlenstoffumsatzraten berechnet. Aus den Sedimenten, die aus den benthischen Kammern gewonnen werden, werden Unterproben entnommen, um den Gehalt an organischem Kohlenstoff, die mikrobielle Biomasse und die Makrofauna-Abundanz zu bestimmen.

*Concomitant investigations of the water column are planned. These investigations include deployments of the profiling in-situ particle camera as well as a newly developed high resolution camera that we will test during the cruise. The vertically changing particle concentrations and size distribution determined with the in-situ optical systems can be used to derive high resolution carbon fluxes and remineralisation rates in various depth ranges. These high resolution carbon fluxes will enable determinations of bacterial degradation rates and, in combination with the quantification of zooplankton from vertical hauls with the multi-net, consumption rates of aggregates due to zooplankton flux feeding. Water samples from the CTD/Rosette Water Sampler and sinking aggregates collected with the Marine Snow Catcher are used to study the formation, physical characteristics, organic carbon remineralisation and size-specific sinking rates of fecal pellets.*

*Moreover, we will recover a prototype of the BioOptical Platform and deploy an updated version of that system to follow the settling of particles and changes in particle types and sizes throughout a year.*

*A benthic lander (Fig. 10) will be equipped with two different instruments to investigate the oxygen penetration and distribution as well as the oxygen uptake of arctic deep-sea sediments: (1) microprofiler, for high-resolution pore water profiles and (2) a benthic chamber, to measure the total oxygen consumption and nutrient exchange of the sediment. The overall benthic reaction is followed by measurement of sediment community oxygen consumption to calculate carbon turnover rates. From the sediments recovered from the benthic chambers, we will take subsamples to quantify the organic carbon content, microbial biomass and sieve out the larger macrofauna.*

Die beiden benthischen Crawler werden an der zentralen Station HG-IV (Abb. 4) eingesetzt, um die Kohlenstoffversorgung und den -bedarf des Meeresbodens im Laufe der Jahreszeiten zu untersuchen. Der mit 18 Sauerstoffsensoren ausgestattete Crawler TRAMPER wird nach 12 Monaten am Ende seiner Mission geborgen. Während dieser Mission soll der Crawler insgesamt 52 vertikale Konzentrationsprofile über die Sediment-Wasser-Grenzfläche (eines pro Woche) entlang eines 1,5 km langen Transekts gemessen haben. Zusätzlich wird ein zweiter Crawler (NOMAD) für ein Jahr eingesetzt. Während dieser Mission nimmt eine Kamera Bilder des Meeresbodens in Kombination mit einem Laserscan jeweils entlang eines 10 m langen Transekts auf. Aus diesen Daten kann anschließend die Sedimentoberfläche in hoher Auflösung rekonstruiert werden. Zusätzlich nimmt eine Hyperspektral-kamera Bilder entlang desselben Transekts auf, um die Konzentration an Chlorophyll *a* auf dem Sediment zu bestimmen, welches als Maß für die Menge an labiler organischer Substanz dient. In Kombination mit Daten der Meeresbodentopographie, können so Hotspots verstärkter Kohlenstoffakkumulation identifiziert werden. Am Ende eines jeden Transekts werden Sauerstoffkonzentrationsprofile über die Sedimentwassergrenzfläche gemessen, um die diffusiven Sauerstoffflüsse zu bestimmen. Parallel dazu werden Kammerinkubationen durchgeführt, aus denen der Gesamt-Sauerstoffbedarf des Meeresbodens ermittelt wird. Beide Messungen liefern Informationen über den Sauerstoffverbrauch in Verbindung mit der Kohlenstoffmineralisierung. Die Transekte sollen wöchentlich über ein ganzes Jahr wiederholt werden.

Die Installation des arcFOCE Systems als Langzeit-Experiment bietet die Möglichkeit, Daten über die Widerstandsfähigkeit mariner Benthos-Organismen gegen sinkende pH-Werte des Meerwassers in der Arktis zu sammeln. Als Basismodul für das geplante Experiment dient ein Freifall-System (Bottom-Lander). Das arcFOCE System soll nach einem kurzen Testeinsatz zu Beginn der Expedition für ein Jahr in 1500 m Wassertiefe im

*At the central station HG-IV (Abb. 4), two benthic crawler will be deployed to investigate seafloor carbon supply and demand on a seasonal scale. The crawler TRAMPER, equipped with 18 oxygen sensors, will be recovered after its 12-month mission. During this mission, the crawler was pre-programmed to perform 52 vertical concentration profiles across the sediment-water interface (one each week) along a 1.5 km transect. In addition, a second crawler (NOMAD) will be deployed for the first time. During its mission Nomad is taking images of the seafloor combined with a laser scan. From these information we are able to reconstruct the sediment surface at high resolution. In addition, hyperspectral images are taken at the same transect to identify chlorophyll *a* as a proxy for the availability of labile organic matter. When overlain on the seafloor topography, we will be able to identify hot spots of intensified carbon accumulation. These seafloor observations are performed during the 10 m long transect at the beginning of each measuring cycle. At the end of the transects, profiles of oxygen concentrations are measured across the sediment water interface. From these profiles diffusive oxygen fluxes can be obtained. Chamber incubations, performed at the same time, provide the total oxygen demand of the seafloor. Both measurements provide information on the oxygen consumption related to carbon mineralization. These cycles are repeated every week for a period of 12-month.*

*The implementation of an arcFOCE for long-term experiments will enable us to generate data on the resistance of arctic marine benthic organisms and communities to a reduction in ocean pH. The experimental set-up is based on a free-falling system (bottom-lander). Before the long-term deployment of the lander-based arcFOCE system at 1500 m water depth in the eastern HAUSGARTEN area, a short test deployment at the beginning*

östlichen HAUSGARTEN-Gebiet installiert werden. Das System wird im zweiten Halbjahr dieses Einsatzes mehrere Monate bis zur Beprobung während der nächstjährigen Expedition in Betrieb sein.

*of the cruise will be performed. After a successful test, the system will be re-deployed for 12 months with a several months operation time-period during the overall one-year deployment.*

	Tage/days
Auslaufen von Longyearbyen (Svalbard) am 15.09.2018 <i>Departure from Longyearbyen (Svalbard) am 15.09.2018</i>	
Transit zum Arbeitsgebiet / <i>Transit to working area</i>	1.0
AUV-Tauchgänge <i>AUV dives</i>	3.5
CTD-Stationen inkl. Wasserprobennahmen <i>CTD stations incl. Water sampling</i>	1.5
Einsätze von in-situ Pumpen, in-situ Partikelkamera und dem Marine Snow Catcher <i>Deployments of in-situ pumps, in-situ particle cameras and the marine snow catcher</i>	2.5
Einsatz von treibenden Sinkstofffallen <i>Deployment of drifting sediment traps</i>	1.0
Einsatz von verschiedenen Freifallgeräten <i>Deployment/recovery of various free-falling systems (bottom-lander)</i>	1.5
Einsatz von verschiedenen autonomen benthischen Kettenfahrzeugen <i>Deployment/recovery of different benthic crawler</i>	1.0
Sedimentprobennahmen mit einem Multicorer und Großkastengreifer <i>Sediment sampling with a multiple corer and a large box corer</i>	2.5
Einsatz eines geschleppten Kamerasystems (OFOS) <i>Deployment of a towed camera system (OFOS)</i>	1.5
Einsatz eines kleinen Agassiz-Trawls <i>Deployment of a small Agassiz trawl</i>	1.5
Transit nach Edinburgh (Schottland) <i>Transit to Edinburgh (Scotland)</i>	5.5
Transit zwischen den Stationen / <i>Transit between stations</i>	4.0
	Total
Einlaufen in Edinburgh (Schottland) am 13.10.2018 <i>Arrival in Edinburgh (Scotland) am 13.10.2018</i>	27,0

### **Wissenschaftliches Programm**

Die Quantifizierung der fokussierten Fluidmigration durch die unterschiedlichen Sedimentabfolgen ist für eine Vielzahl von Forschungsthemen – beispielsweise für die Einschätzung der Hangstabilitäten oder der Ansammlung von Kohlenwasserstoff und CO<sub>2</sub>-Speicherung – von entscheidender Bedeutung [Berndt, 2005]. Obwohl Fluidmigrationsstrukturen häufig in seismischen Daten abgebildet werden, fehlen detaillierte Untersuchungen hinsichtlich ihrer Permeabilität.

Deshalb sind die wichtigsten wissenschaftlichen Ziele dieser Ausfahrt folgende:

- a) Zuerst soll die Permeabilität der Schlotstruktur und die Menge der Fluide, welche bislang durch diese Schlotstruktur zum Meeresboden migriert sind, bestimmt werden.
- b) Zweitens soll die zeitliche Entwicklung der Fluidmigration durch die Schlotstruktur ermittelt werden. Dabei geht es um Fragen, wie beispielsweise, ob die Fluide kontinuierlich oder episodisch transportiert wurden und wenn episodisch, ob die Speicherung von CO<sub>2</sub> im Untergrund weitere Fluidmigration auslösen könnte.
- c) Drittens soll die Hypothese untersucht werden, nach der Schlotstrukturen Hydrofrakturing verursachen können und nicht die Mobilisation von Sedimenten durch Subsidenz oder Diapierstrukturen.

Diese Ziele sollen durch den Einsatz verschiedener geophysikalischer und geochemischer Methoden erreicht werden.

### **Scientific Programme**

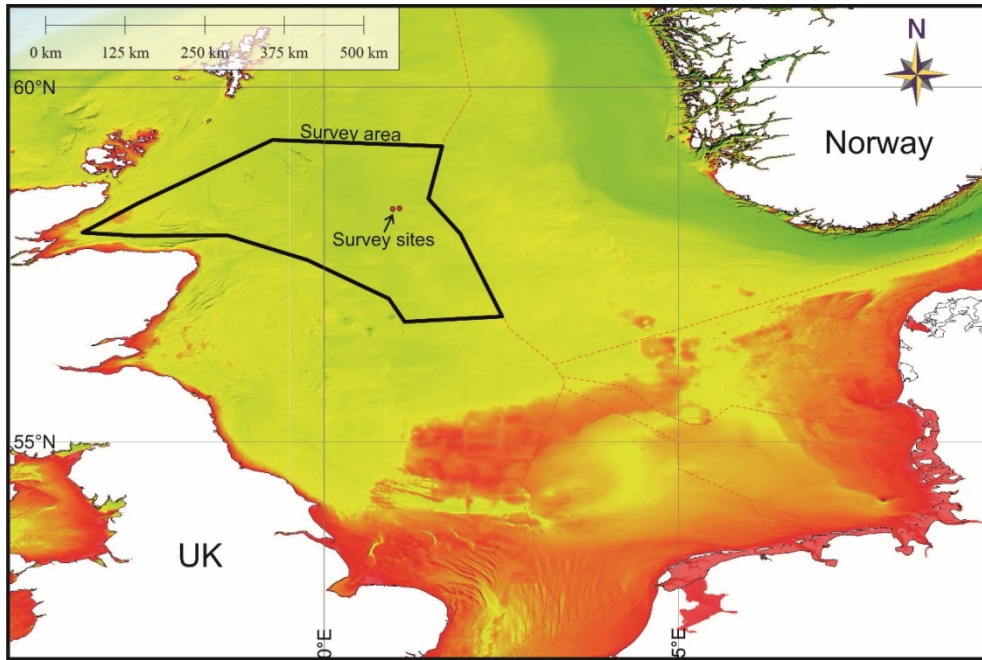
*Quantification of focused fluid migration through the sedimentary succession is fundamental for a large number of research themes ranging from the assessment of geological climate controls and slope stability to verify applied question such as where hydrocarbons accumulate and how safe CO<sub>2</sub> storage is [Berndt, 2005]. Although seismic pipes and chimneys are common features in seismic reflection data and their interpretation as focused fluid flow conduits is well-established, investigations of their nature and in particular the permeability are not focused sufficiently yet.*

*The main scientific goals of this project are*

- a) Firstly to constrain the bulk permeability of an existing chimney structure, i.e. to assess the amount of aqueous and gassy fluids that may move through these structures over time.*
- b) Secondly, we would like to constrain the temporal evolution of fluid migration through pipe structures over time, i.e. do they transport fluids continuously or episodically and if episodically is it likely that CO<sub>2</sub> storage may initiate a new episode of migration.*
- c) Thirdly, we would like to test the hypothesis that chimney structures in seismic data represent indeed fault networks created by hydro-fracturing and not bulk mobilization of sediments as a diaper or subsidence of sediments in the style of a breccia pipe.*

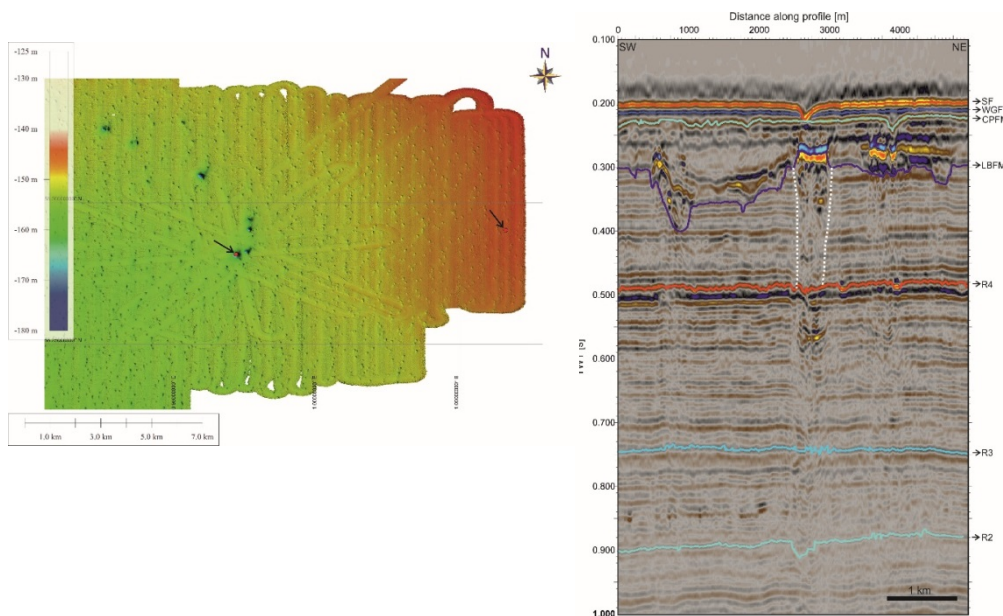
*These goals will be met by combining geophysical and geochemistry observations.*





**Abb. 11:** Fahrtgebiet der Expedition MSM78 im „Scanner Pockmark“ Feld (nördliche Zentralnordsee).

**Fig. 11:** MSM78 Survey area “Scanner pockmark field” in the northern North Sea.



**Abb. 12:** A) Karte des Untersuchungsgebiets in der nördlichen Nordsee und der möglichen Untersuchungsgebiete.  
B) 2D-seismische Reflektionsdatenabbildung Scanner-Pockmark.

**Fig. 12:** A) Map of the study area in the northern Northsea and the possible survey sites.  
B) 2D seismic reflection data imaging scanner pockmark.

### **Arbeitsprogramm**

Die Expedition wird in Edinburgh, UK, starten und in die nördliche Zentralnordsee führen, wo der Scanner Pockmark untersucht werden soll (Abb. 11). Diese repräsentative seismische Schlot-Struktur wurde mit Hilfe seismischer Daten der Industrie durch Dr. Jens Karstens entdeckt. Er führte eine detaillierte Kartierung, Quantifizierung sowie Interpretation des Explorationstypen, ausgehend von dem seismischen Reflexionsdatensatz, durch.

Es werden Kerne bis zu einer Tiefe von 50 m unterhalb des Meeresbodens mit Hilfe von RockDrill2 (RD2) des British Geological Survey (BGS) an zwei Standorten gezogen ((einmal direkt auf der Schlotstruktur, einmal neben der Schlotstruktur) (Abb. 12)). RD2 ist ein Unterwasserbohrer, der bis zu 55 m in den Meeresboden in Wassertiefen bis zu 4000 m bohren kann. RD2 kann mit verschiedenen Sensoren ausgestattet werden und besteht aus 4 Containern (Steuerung, mechanische Werkstatt, elektrische Werkstatt und Ersatzteilbehälter) und zwei Kernbänken. Zusätzlich werden wir vor und nach dem Ziehen der Kerne hydroakustische Vermessungen durchführen. Diese Vermessungen sollen über seismo-stratigraphische Markierung den gebohrten Kern durch andere Kerne des BGS (BGS BH04/01, BGS BH77/02) in die regionale Geologie einhängen. Zusätzlich dienen diese Messungen der Vor- und Nachuntersuchung der Bohrung.

### **Work Programme**

*The cruise will start from Edinburgh, UK and is planned to survey the major fluid escape feature Scanner pockmark (Fig. 11) in the northern North Sea. This representative seismic chimney structure was analysed with industry seismic data (12.5 m horizontal and ~10 m vertical resolution) by Dr. Jens Karstens, who carried out a detailed mapping, quantification and interpretation of the exploration-type seismic reflection data set.*

*We will core at 2 sites ((one on chimney, one off chimney) (Fig. 12)) within the study area to a depth of 50 m below seafloor using the British Geological Survey (BGS) RockDrill2 (RD2). The RD2 is a multi-barrel wireline subsea remote drill capable of coring up to 55 m below sea floor in water depths up to 4000 m. The RD2 can be outfitted with additional and comes with an additional 4 containers (control, mechanical workshop, electrical workshop and spares containers), and two core benches used for extracting the sample from the core barrel, barrel maintenance and loading of the RD2 system. In addition, we will conduct hydroacoustic surveys in the survey area. These measurements are used to integrate our cores into the surrounding geology by seismo-stratigraphic tracing from two BGS cores (BGS BH04/01, BGS BH77/02) as well as pre- and post-site surveys at the two sites.*

	<i>Tage/days</i>
Auslaufen von Edinburgh (UK) am 17.10.2018 <i>Departure from Edinburgh (UK) 17.10.2018</i>	
Transit zum Arbeitsgebiet / <i>Transit to working area</i>	0.5
Hydroakustische Voruntersuchung und seismo-stratigraphische Vermessung <i>Hydroacoustic pre-site survey and seismo-stratigraphic profiles</i>	1,0
RockDrill2 (Untersuchungspunkt 1) <i>RockDrill2 (survey site 1)</i>	2.5
RockDrill2 (Untersuchungspunkt 2) <i>RockDrill2 (survey site 2)</i>	2.5
Hydroakustische Abschlussvermessung <i>Hydroacoustic post-drilling site survey</i>	1,0
Transit zum Hafen Edinburgh (UK) <i>Transit to port Edinburgh</i>	0.5
	Total 8,0
Einlaufen in Hafen (UK) am 26.10.2018 <i>Arrival in Port (UK) 26.10.2018</i>	

---

## Beteiligte Institutionen / *Participating Institutions*

---

### **AWI**

Alfred-Wegener-Institut Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung  
HGF-MPG Brückengruppe Tiefsee-Ökologie und -Technologie  
Am Handelshafen 12  
27570 Bremerhaven  
Germany  
[www.awi.de](http://www.awi.de)

### **BAS British Antarctic Survey**

High Cross, Madingley Road  
Cambridge  
CB3 0ET  
UK  
[www.bas.ac.uk](http://www.bas.ac.uk)

### **BGS**

British Geological Survey  
Lyell Centre, Research Avenue South  
Edinburgh  
UK  
[www.bgs.ac.uk](http://www.bgs.ac.uk)

### **GEOMAR**

GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel  
Wischhofstr. 1-3  
24148 Kiel  
Germany  
[www.geomar.de](http://www.geomar.de)

### **IORAS**

P.P. Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences  
Nakhimovsky Pr., 36  
117997 Moscow  
Russia  
[www.ocean.ru](http://www.ocean.ru)

### **MARUM**

MARUM – Zentrum für Marine Umweltwissenschaften  
Leobener Str. 8  
28359 Bremen  
Germany  
[www.marum.de](http://www.marum.de)

**MPI-Bremen**

Max-Planck-Institut für Marine Mikrobiologie  
Celsiusstr. 1  
28359 Bremen  
Germany  
[www.mpi-bremen.de](http://www.mpi-bremen.de)

**NOCS**

National Oceanography Centre Southampton  
University Road  
Southampton  
UK  
[www.noc.ac.uk](http://www.noc.ac.uk)

**Senckenberg am Meer**

Biozentrum Grindel  
Martin-Luther-King Platz 3  
20146 Hamburg  
Germany  
[www.info@senckenberg.de](mailto:www.info@senckenberg.de)

**UDEL**

University of Delaware  
111 Robinson Hall  
Newark  
DE 19716  
USA  
[www.udel.edu/](http://www.udel.edu/)

**UHB**

University of Bremen  
Institute of Environmental Physics (IUP)  
Otto-Hahn-Allee  
28359 Bremen  
Germany  
[www.uni-bremen.de/](http://www.uni-bremen.de/)

**UHH**

Universität Hamburg  
Institut für Meereskunde  
Bundesstr. 53  
D-20146 Hamburg  
Germany  
[www.ifm.uni-hamburg.de/de/](http://www.ifm.uni-hamburg.de/de/)

**Universität Danzig**

University of Gdansk  
Department of Marine Geology  
Ul. Bazynskiego 8  
80-309 Ddansk  
Poland  
[www.ug.edu.pl/](http://www.ug.edu.pl/)

**University of Iceland**

Sæmundargata 2  
101 Reykjavik  
Iceland  
[www.hi.is](http://www.hi.is)

**Univ. Southampton**

The University of Southampton  
University Road  
Southampton / UK  
[www.southampton.ac.uk](http://www.southampton.ac.uk)

---

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

---

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

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

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

*The vessel is owned by the Federal State of Mecklenburg-Vorpommern, represented by the Leibniz Institute for Baltic Sea Research Warnemünde, which also financed the construction of the vessel.*

Das Schiff wird als 'Hilfseinrichtung der Forschung' von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) betrieben. Dabei wird sie von einem Beirat unterstützt.

*The vessel is operated as an 'Auxiliary Research Facility' by the German Research Foundation (DFG). The DFG is assisted by an Advisory Board.*

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

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

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

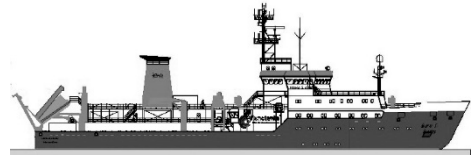
*The reviewer panel of the DFG evaluates the scientific proposals and appoints the chief scientists.*

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

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





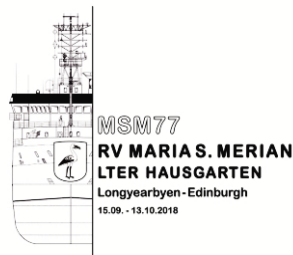


*Research Vessel*

# MARIA S. MERIAN

*Cruises No. MSM75 – MSM78*

**29. 06. 2018 – 26. 10. 2018**



***The history of volcanism and hydrothermalism on the  
Reykjanes Ridge - plume-ridge interaction***

***Denmark Strait Overflow and Atlantic Water Circulation in the Nordic Seas***

***Long-Term Ecological Research in the Fram Strait***

***PERMO***

***PERmeability MOdelling of a focides fluid chimney in the SVG, North Sea***

*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