

Forschungsschiff

METEOR

Reisen Nr. M213 - M214

05. 09. 2025 - 13. 12. 2025



Die Inbetriebnahme eines Rückenflankenobservatoriums am südlichen Reykjanes Rücken – Teil 3: Sensorentausch und seismische Vermessung, RIFLOR_3

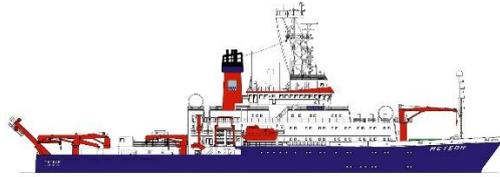
Fluid/Gesteinswechselwirkung im Widerlagerungsbereich der afrikanisch-europäischen Konvergenzzone im Mittelmeer südlich Kreta, FRINGE II

Herausgeber:

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

Gefördert durch:

Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt (BMFTR)
ISSN 0935-9974



Forschungsschiff / *Research Vessel*

METEOR

Reisen Nr. / *Cruises No.* M213 - M214

05. 09. 2025 - 13. 12. 2025



Die Inbetriebnahme eines Rückenflankenobservatoriums am südlichen Reykjanes Rücken – Teil 3: Sensorentausch und seismische Vermessung, RIFLOR_3
Initiation of a Ridge Flank Observatory off the Southern Reykjanes Ridge
Part 1: Sensor Exchange and Seismic Survey, RIFLOR_3

Fluid/Gesteinswechselwirkung im Widerlagerungsbereich der afrikanisch-europäischen Konvergenzzone im Mittelmeer südlich Kreta – FRINGE II
Fluid-rock interaction at the backstop to the Mediterranean Ridge
Accretionary Complex South of Crete, FRINGE II

Herausgeber:

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

Gefördert durch:

Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt (BMFTR)
ISSN 0935-9974

Anschriften / *Addresses*

PD Dr. Matthias Zabel

MARUM
Universität Bremen
Leobener Str. 8
D-28359 Bremen
Germany

Telefon: +49 421 218-65103
Telefax: +49 421 218 98 65103
E-Mail: mzabel@uni-bremen.de

Prof. Dr. Gerhard Bohrmann

Universität Bremen
MARUM - Zentrum für Marine
Umweltwissenschaften und
Fachbereich Geowissenschaften
Postfach 33 04 40
28334 Bremen

Telefon: +49 421 218-65050
E-Mail: gbohrmann@marum.de

Leitstelle Deutsche Forschungsschiffe

Institut für Meereskunde
Universität Hamburg
Bundesstraße 53
D-20146 Hamburg

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

Reederei Briese

Briese Schifffahrts GmbH & Co. KG
Research | Forschungsschifffahrt
Hafenstraße 12
D-26789 Leer

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

GPF-Geschäftsstelle

Geschäftsstelle des Begutachtungspanels
Forschungsschiffe (GPF)
c/o Deutsche Forschungsgemeinschaft
Kennedyallee 40
D-53175 Bonn

E-Mail: gpf@dfg.de

Forschungsschiff / *Research Vessel* METEOR

Vessel's general email address

meteor@meteor.briese-research.de

Crew's direct email address

n.name@meteor.briese-research.de

Scientific general email address

chiefscientist@meteor.briese-research.de

Scientific direct email address

n.name@meteor.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@meteor.briese-research.de

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

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

Phone Bridge

VSAT

+49 421 985 04 370

FBB 500 (Backup)

+49 421 98504 371

GSM-mobile (in port only)

+49 172 420 079 2

METEOR Reisen / Cruises M213 – M214

05. 09. 2025 - 13. 12. 2025

Die Inbetriebnahme eines Rückenflankenobservatoriums am südlichen Reykjanes Rücken – Teil 3: Sensorentausch und seismische Vermessung, RIFLOR_3

*Initiation of a Ridge Flank Observatory off the Southern Reykjanes Ridge
Part 1: Sensor Exchange and Seismic Survey, RIFLOR_3*

Fluid/Gesteinswechselwirkung im Widerlagerungsbereich der afrikanisch-europäischen Konvergenzzone im Mittelmeer südlich Kreta – FRINGE II

*Fluid-rock interaction at the backstop to the Mediterranean Ridge Accretionary Complex
South of Crete, FRINGE II*

Fahrt / Cruise M213

05.09.2025 - 08.10.2025

St. John's (Canada) - Las Palmas (Spain)

Fahrtleitung / *Chief Scientist*:

Dr. M. Zabel

Fahrt / Cruise M214

25.10.2025 – 13.12.2015

Las Palmas (Kanaren) - Heraklion (Griechenland)

Fahrtleitung / *Chief Scientist*:

Prof. Dr. Gerhard Bohrmann

Koordination / *Coordination*

Leitstelle Deutsche Forschungsschiffe

German Research Fleet Coordination Centre

Kapitän / *Master* METEOR

M213: Detlef Korte

M214: Rainer Hammacher

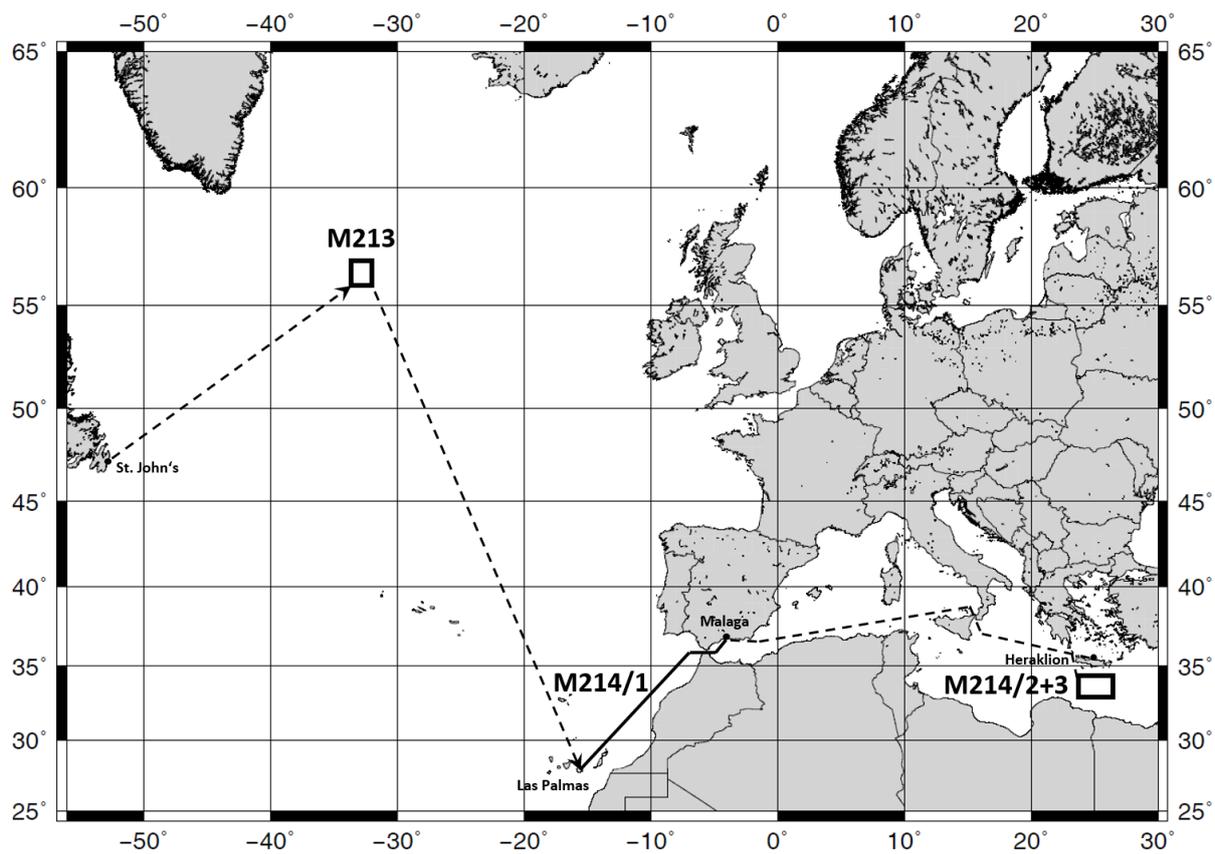


Abb. 1 Geplante Fahrtrouten und Arbeitsgebiete der METEOR Expeditionen M213 – M214.

Fig. 1 Planned cruise tracks and working areas of METEOR cruises M213 – M214.

Übersicht

Fahrt M213

Die Ausfahrt M213 ist die insgesamt 3. Expedition zur Ostflanke des südlichsten Zipfels des Reykjanesrückens. Das relativ kleine Arbeitsgebiet liegt etwa 450 Seemeilen südwestlich von Island und erstreckt sich zwischen 58°N/33°W und 57,3°N/31,6°W. Wie auch bei den vorangegangenen Ausfahrten (M183 und MSM119) ist das übergeordnete, wissenschaftliche Ziel, die hydrothermale Zirkulation in der dortigen Ozeankruste zu untersuchen und wenn möglich zu quantifizieren. Hierzu wurden im Sommer 2023 zwei Meeresbodenobservatorien installiert, die auf dieser Expedition mit dem Bremer ROV SQUID geborgen und ersetzt werden soll. Ferner sollen erstmalig seismische Vermessungen die zuvor mit dem Sedimentecholot (PARASOUND) des FS METEOR gewonnen Erkenntnisse über den tieferen Aufbau der Sedimentüberdeckung und des basaltischen Krustengesteins liefern. Auch die bisherigen, hochauflösenden bathymetrischen Kartierungen sollen auf dieser Ausfahrt erweitert werden. Beide genannten Untersuchungsmethoden dienen auch der Identifizierung geeigneter Lokationen zur Messung des Wärmestroms im Meeresboden sowie der Gewinnung neuer Sedimentproben mit Schwerelot und Multicorer. Neben geochemischen Untersuchungen zur Bestimmung advektiven Fluidtransports und mikrobiell indizierter Prozessen beim Abbau organischen Materials, erhoffen wir anhand von Glasfragmenten in den tiefreichenden Sedimenten die vulkanische Aktivität der Spreizungsachse bis weit in die Vergangenheit rekonstruieren zu können. Abgerundet wird das Programm durch chemische Analysen des Tiefenwassers, unter anderem anhand von Proben aus einem Kranzwasserschöpfer und den Strömungsbedingungen mittels eines ADCP-bestückten Landersystems.

Synopsis

Cruise M213

The M213 expedition is the third expedition to the eastern flank of the southernmost tip of the Reykjanes Ridge. The relatively small working area is located approximately 450 nautical miles southwest of Iceland and extends between 58°N/33°W and 57.3°N/31.6°W. The maximum water depth here is just under 2000 m. As with the previous expeditions (M183 and MSM119), the overarching scientific goal is to investigate and, if possible, quantify the hydrothermal circulation in the oceanic crust there. To this end, two seafloor observatories were installed in the summer of 2023, which will be recovered and replaced on this expedition using the Bremen ROV SQUID. Furthermore, seismic surveys will be conducted for the first time to provide insights into the deeper structure of the sediment cover and the basaltic crustal rock, which were previously obtained using the sediment echo sounder (PARASOUND) of the FS METEOR. The existing high-resolution bathymetric maps will also be expanded on this expedition using the EM122 deep-sea multibeam echo sounder. Both of these investigation methods will also be used to identify suitable locations for measuring heat flow in the seafloor and to obtain new sediment samples using gravity cores and multicorers. In addition to geochemical investigations to determine advective fluid transport and microbially induced processes in the degradation of organic material, we hope to use glass fragments in the deep sediments to reconstruct the volcanic activity of the spreading axis far back into the past. The programme is rounded off by chemical analyses of the deep water, including samples from a rosette water sampler, and the flow conditions using an ADCP-equipped Lander system.

Fahrt M214

Die Expedition „FRINGE II“ im Hellenischen der Mittelmeersubduktionszone mit dem Forschungsschiff METEOR (M214) ist ebenfalls Teil des Bremer Exzellenzclusters am MARUM „Der Ozeanboden – unerforschte Schnittstelle der Erde“. Die Fluid- und Gesteinsuntersuchungen spezifischer Fluid- und Gasaustrittsstellen am Meeresboden des Mittelmeeres sind Teil des Forschungsbereiches REACTOR, wobei vor allem der Themenbereich 1 (Wechselwirkungen der Meerwasserkruste) und Themenbereich 3 (Prozesse und Dynamik von Vents und Seeps) unmittelbar davon betroffen sind.

Die Expedition M214 ist in drei Fahrtabschnitte geteilt. Während des 1. Fahrtabschnitts von Las Palmas nach Malaga werden Schlammvulkane im Golf von Cadiz vermessen. Während der Fahrtabschnitte 2 und 3 werden Untersuchungen im Olimpi Schlammvulkanfeld und seiner Umgebung auf dem Mittelmeerrücken in Griechenland südlich Kreta durchgeführt (Abb. 7). Dort werden Fluidaustrittsstellen mit hydroakustischen Methoden exploriert und mit Kerngeräten (Schwerelot, Multicorer, Minicorer) und Temperaturmessungen untersucht. Auf dem 2. Fahrtabschnitt wird das MARUM AUV SEAL 5000 gezielte Lokationen des Untersuchungsgebietes hochauflösend vermessen. Diese und andere Lokationen werden auf dem 3. Fahrtabschnitt mit dem GEOMAR ROV KIEL 6000 untersucht und beprobt.

Cruise M214

The "FRINGE II" expedition in the Hellenic part of the Mediterranean subduction zone, aboard the research vessel METEOR (M214), is also part of the Bremen Cluster of Excellence at MARUM "The Ocean Floor – Earth's Uncharted Interface." The fluid and rock investigations of specific fluid and gas vent sites on the Mediterranean seafloor are part of the REACTOR research area, with thematic area 1 (seawater-crust interactions) and thematic area 3 (processes and dynamics of vents and seeps) being directly involved.

The M214 expedition is divided into three cruise legs. During the first cruise leg, from Las Palmas to Malaga, mud volcanoes in the Gulf of Cadiz will be surveyed. During cruise legs 2 and 3, investigations will be conducted in the Olimpi mud volcano field and its surroundings on the Mediterranean Ridge in Greece, south of Crete (Figs. 7). There, fluid seepage sites will be explored using hydroacoustic methods and investigated using coring instruments (gravity corer, multicorer, mini-corer) and temperature measurements. During the second leg, the MARUM AUV SEAL 5000 will conduct high-resolution surveys of specific locations in the study area. These and other locations will be investigated and sampled during the third leg with the GEOMAR ROV KIEL 6000.

Wissenschaftliches Programm

Übergeordnete Ziele der Expedition M213 sind es, weitere Informationen über den Aufbau des Meeresbodens an der Ostflanke des Reykjanesrückens und den hydrothermal angetriebenen Fluidtransport in der basaltischen Kruste zu erhalten. Die globale Bedeutung dieser Zirkulationssysteme für den Austausch zwischen der Kruste und den Ozeanen sowie der tiefen Biosphäre und ihre Rolle im Kohlenstoffkreislauf wurde lange nicht erkannt und wird aktuell u.a. im Rahmen des DFG Exzellenzclusters „The Ocean Floor“ und der DAM-Forschungsmission „CDRmare“ (Projekt AIMS³) untersucht. Ergänzend zu den bisherigen Untersuchungen soll auf dieser Forschungsausfahrt insbesondere eine seismische Vermessung tiefere Einblicke in den Untergrund liefern. Von besonderem Interesse ist hierbei die Struktur und Tiefenlage der Übergänge zwischen Basaltgesteinen in der Tiefe und den aufliegenden Sedimentpaketen. Den Hintergrund der Untersuchungen stellt die Frage dar, ob Strömungsbedingungen in der ozeanischen Kruste an langsam spreizenden Rückenachsen grundsätzlich geeignet wären, als Speicherort für gelöstes CO₂ zu dienen.

Scientific Programme

The main goals of Expedition M213 are to get more info on the structure of the seafloor on the eastern flank of the Reykjanes Ridge and the hydrothermally driven fluid transport in the basaltic crust. The global significance of these circulation systems for the exchange between the crust and the oceans as well as the deep biosphere and their role in the carbon cycle has long been recognized and is currently being investigated, among others, within the DFG Cluster of Excellence “The Ocean Floor” and the DAM research mission “CDRmare” (project AIMS³). In addition to previous investigations, this research expedition aims to provide deeper insights into the subsurface through seismic surveying. Of particular interest here is the structure and depth of the transitions between basalt rocks at depth and the overlying sediment packages. The background to the investigations is the question of whether flow conditions in the oceanic crust at slowly spreading ridge axes would be fundamentally suitable as a storage site for dissolved CO₂.

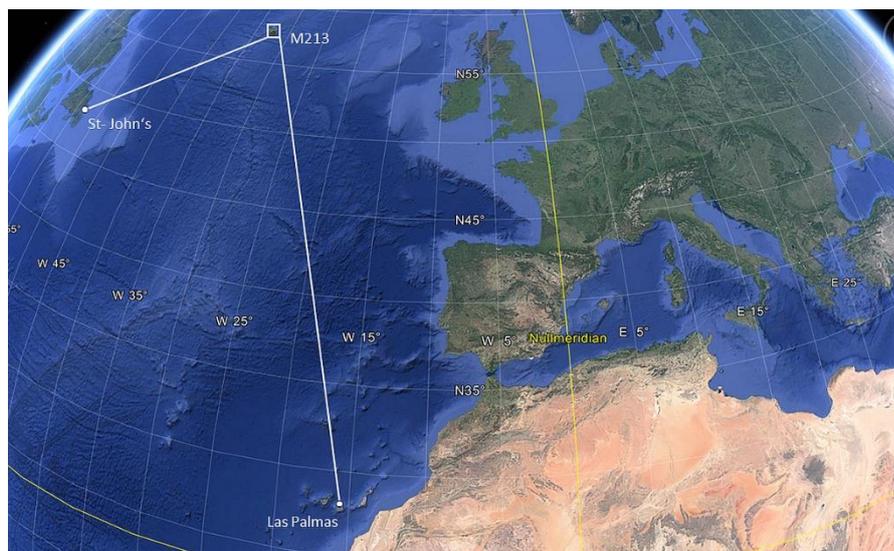


Abb. 2 Geplante Fahrtrouten und Arbeitsgebiete der METEOR Expeditionen M213 – M214.

Fig. 2 Planned cruise tracks and working areas of METEOR cruises M213 – M214.

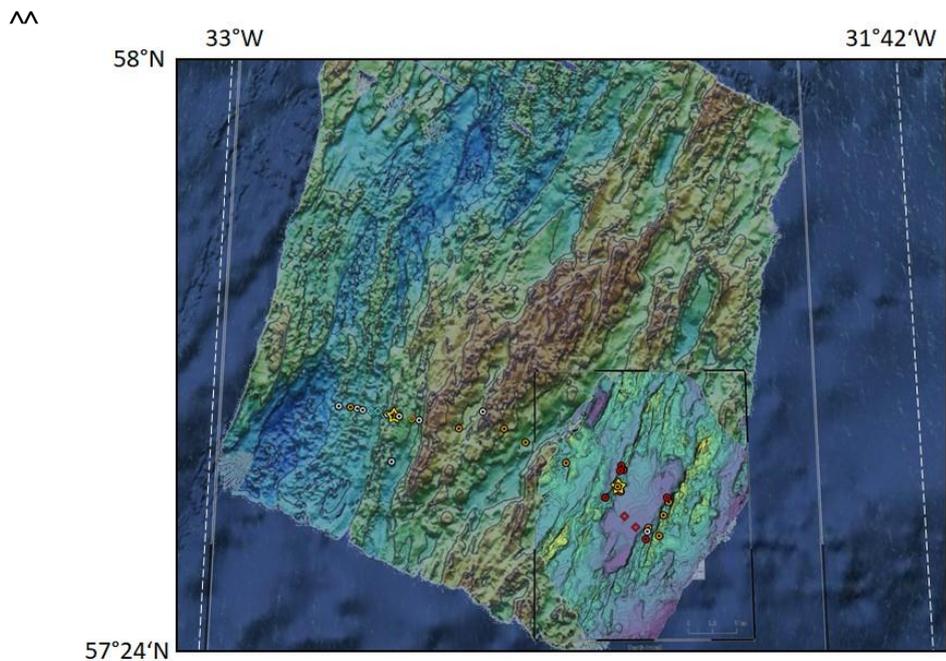


Abb. 3 Das Arbeitsgebiet der Expedition M213. Sterne: Meeresbodenobservatorien, Punkte: bisherige Sedimentkernproben

Fig. 3 *The working area of cruise M213. Stars: Seafloor observatories. Dots: previous sediment core samples*

Arbeitsprogramm

Für einige der auf dieser Expedition geplanten Arbeiten ist Tageslicht und/oder ein moderater Seegang erforderlich. Dies trifft im Speziellen auf die Tauchgänge mit dem Bremer ROV SQUID zu, aber auch für die seismischen Vermessungen. Dies bedeutet, dass die Zeitplanung einzelner Arbeiten an Bord stark von den Seebedingungen abhängt und in der Regel erst wenige Tage vorher anzusehen ist, wann welches Gerät ausgesetzt werden kann.

Sollten die äußeren Bedingungen dies zulassen, würden als erstes die reflexions-seismischen Vermessungen entlang zuvor festgelegter Transekte erfolgen. Erste Vermessungslinien wurden anhand der Befunde der Vorgängerausfahrten M183 und MSM119 bereits im Vorfeld der Expedition ausgewählt. Die Vermessung soll mit einem kurzen Streamer (16 oder 24 Kanäle) von 100 m oder 50 m Länge durchgeführt werden. Die Auswertung der Aufzeichnungen dienen gemeinsam mit den Daten aus dem schiffseigenen

Work Programme

Some of the work planned for this expedition requires daylight and/or moderate sea conditions. This applies in particular to the dives with the Bremen ROV SQUID, but also to the seismic surveys. This means that the timing of individual tasks on board is highly dependent on sea conditions and, as a rule, it is only possible to determine a few days in advance when which equipment can be deployed.

If external conditions permit, the first task will be to carry out reflection seismic surveys along predefined transects. Initial survey lines were selected in advance of the expedition based on the findings of the previous expeditions M183 and MSM119. The survey will be carried out using a short streamer (16 or 24 channels) with a length of 100 m or 50 m. The recordings will be evaluated together with data from the ship's own Parasound system PS70 to identify locations that appear

Parasoundsystem PS70 zur Identifikation von Lokationen, die für Wärmestrommessungen und die spätere Entnahme von Sedimentproben besonders geeignet erscheinen.

Die Messungen des konduktiven Wärmeflusses werden hauptsächlich mit einer 6 m langen, 22-kanaligen Violinenbogenwärmeflusssonde durchgeführt. Außerdem soll das ROV SQUID genutzt werden, um mit einem T-Handle Stick Temperaturen nahe der Sedimentoberfläche zu bestimmen. Wärmestrommessungen werden sich mit ROV-Einsätzen, Sedimentbeprobungen und seismischen Vermessungen abwechseln, um die Schiffszeit von 24 pro Tag voll ausnutzen zu können.

Die 2023 auf der Expedition MSM119 in zwei MeBo-Bohrlochpaaren eingesetzten Meeresbodenobservatorien sollen mit ROV SQUID geborgen und mit Osmosamplern und Sensoren neu bestückt werden. Aufgrund des anspruchsvollen Aussetzens und Einholens des Gerätes, ist der Einsatz des ROV auf Zeiten mit Tageslicht beschränkt. Bis auf den Einsatz des Schwerelotes können alle anderen Arbeiten auch in den Nachtstunden durchgeführt werden.

Zur Gewinnung von Sedimentproben wird ein bis zu 12 m langes Schwerelot und für die jeweiligen Oberflächen ein Multicorer eingesetzt. An den Kernen werden zunächst erste geochemische Messungen (O_2 , pH, Eh) durchgeführt und Porenwasser für weitere Analysen mittels Rhizonen entnommen, bevor die Kerne geöffnet, mit einem Linescanner aufgenommen, visuell beschrieben und selektiv beprobt werden.

Die Beprobung der unteren Wassersäule erfolgt mit der schiffseigenen CTD-Rosette sowie einem Landersystem, das mit verschiedenen chemischen Sensoren und drei ADCP ausgestattet ist. Das Landersystem wird mit einem Releaser kurz über dem Meeresboden abgesetzt und taucht nach vorgegebener Zeit wieder selbstständig auf.

particularly suitable for heat flow measurements and the subsequent collection of sediment samples.

The conductive heat flow measurements will mainly be carried out using a 6 m long, 22-channel violin bow heat flow probe. In addition, the ROV SQUID will be used to determine temperatures in surface sediments with a T-handle stick. Heat flux measurements will alternate with ROV deployments, sediment sampling, and seismic surveys to make full use of the ship's 24 hours per day.

The seafloor observatories deployed in two MeBo borehole pairs during the research cruise MSM119 in 2023 will be recovered with ROV SQUID and refitted with tracers, osmosis samplers and sensors. Due to the challenging deployment and retrieval of the equipment, the use of the ROV is limited to daylight hours. With the exception of the gravity core sampler, all other work can also be carried out at night.

A gravity corer up to 12 m long will be used to obtain sediment samples and a multicorer will be used to recover the respective sea floor surfaces. Initial geochemical measurements (O_2 , pH, Eh) will first be carried out on the cores and pore water will be extracted for further analysis using rhizones before the cores are opened, recorded with a line scanner, visually described, and selectively sampled.

The lower water column is sampled using the ship's own CTD rosette and a lander system equipped with various chemical sensors and three ADCPs. The lander system is released just above the seabed using a releaser and resurfaces automatically after a specified time.

Zeitplan / Schedule**Fahrt / Cruise M213**

	Tage/days
Auslaufen von St. John's (Kanada) am 05.09.2025 <i>Departure from St. John's (Canada) 05.09.2025</i>	
Transit zum Arbeitsgebiet / <i>Transit to working area</i>	4,5
Seismische Vermessungen <i>Seismic surveys</i>	5
Wärmestrommessungen <i>Heat flow measurements</i>	4,5
Tauchgänge ROV SQUID <i>ROV SQUID dives</i>	4,5
Batymetrische Vermessungen <i>Bathymetric surveys</i>	4
Sedimentbeprobungen mit SL und MC <i>Sediment sampling with GC and MC</i>	2
Wassersäulenbeprobung <i>Water column sampling</i>	1,5
Transit zum Hafen Las Palmas (Spanien) <i>Transit to port Las Palmas (Spain)</i>	7
	Total 33
Einlaufen in Las Palmas (Spanien) am 08.10.2025 <i>Arrival in Port (Spain) 08.10.2025</i>	

DWD

Deutscher Wetterdienst
Seeschiffahrtsberatung
Berhard-Nocht-Straße 76
D-20359 Hamburg
Germany

Fachbereich Geowissenschaften

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

GEOMAR

Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel
Wischhofstr. 1-3
D-24148 Kiel
Germany

MARUM Zentrum für Marine Umweltwissenschaften

Universität Bremen
Leobener Str. 8
D-28359 Bremen
Germany



Abb. 4 Das Arbeitsgebiete und Route der Expedition M214

Fig. 4 The working areas of track of research cruise M214.

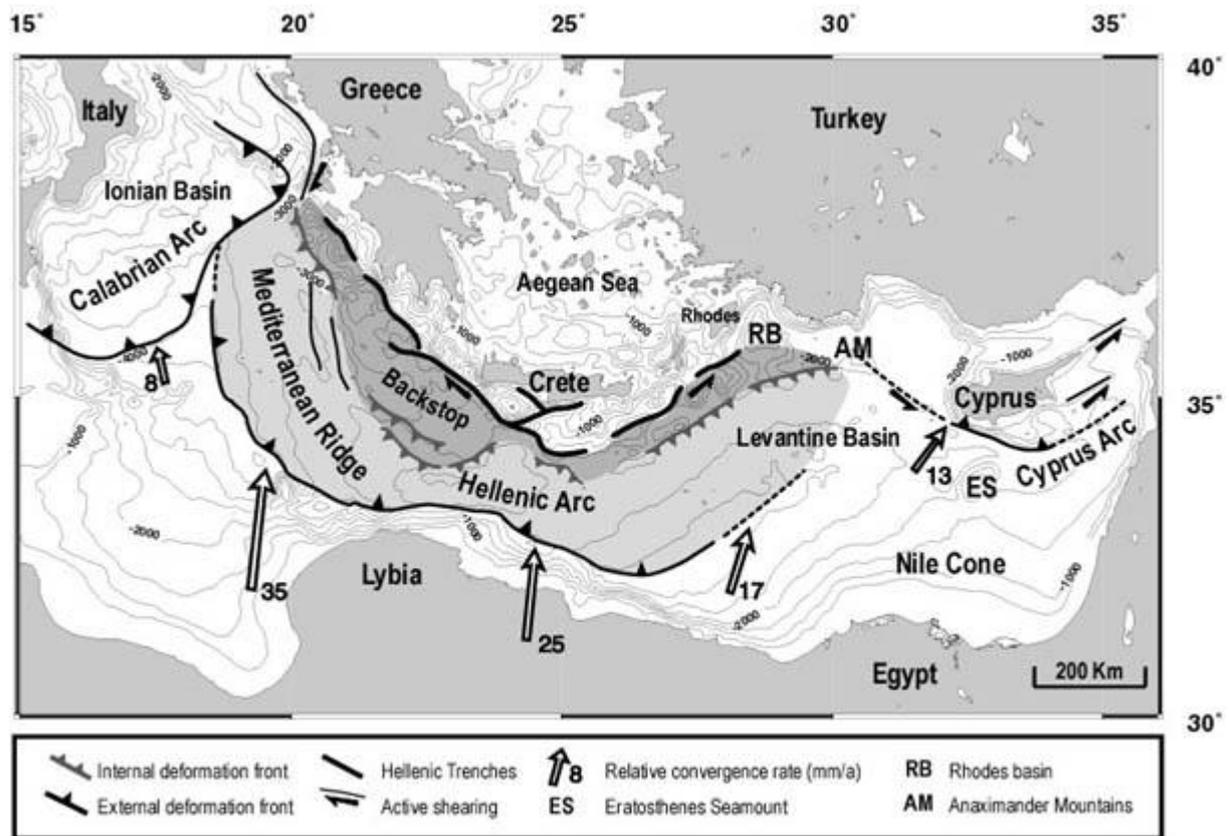


Abb. 5 Allgemeine tektonische Lage des östlichen Mittelmeers (Zitter et al. 2005)

Fig. 5: General tectonic setting of the eastern Mediterranean Sea (Zitter et al. 2005)

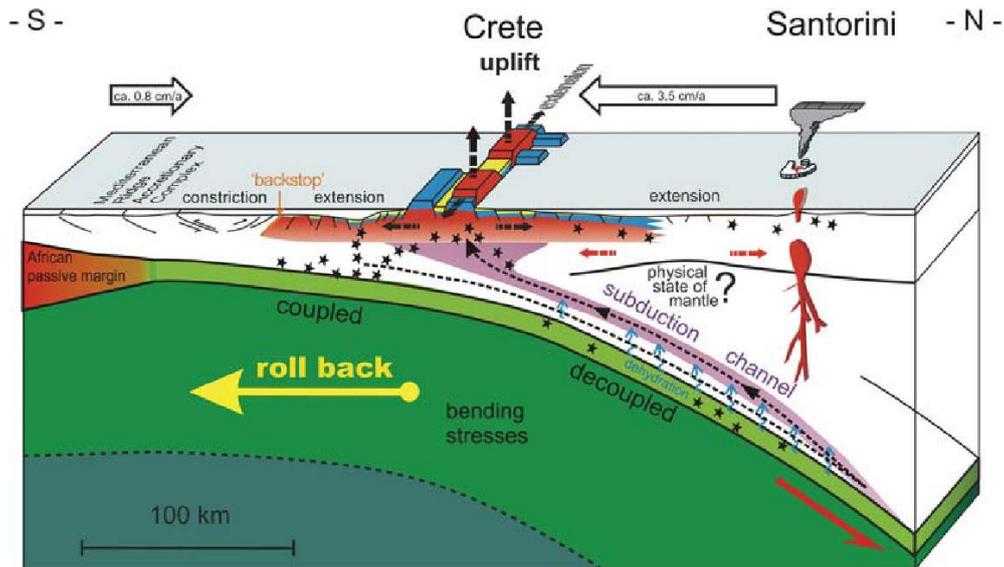


Abb. 6: Dreidimensionale schematische Darstellung der Hauptmerkmale der hellenischen Subduktionszone auf Kreta und des vorgeschlagenen Modells für die Hebung der Insel. Der Ort der seismischen Aktivität innerhalb des Beobachtungszeitraums wird schematisch durch Sterne dargestellt. Die fett schwarz gestrichelten Pfeile und Bezeichnungen "Erweiterung" und "Verengung" beziehen sich auf die geologische Aufzeichnung seit etwa 4 Ma, als die Hebung von Kreta begann. Der vorgeschlagene Bereich des Rückflusses im oberen Teil eines Subduktionskanals ist in lila dargestellt (Meier et al. 2007).

Fig. 6. Three-dimensional schematic illustration of the principal features of the Hellenic subduction zone in the area of Crete, and the proposed model for uplift of the island. The location of seismic activity within the observation period is shown schematically by stars. The bold black dashed arrows and labels 'extension' and 'constriction' refer to the geological record since about 4 Ma, when the uplift of Crete commenced. The proposed realm of backflow in the upper portion of a subduction channel is shown in purple (Meier et al. 2007).

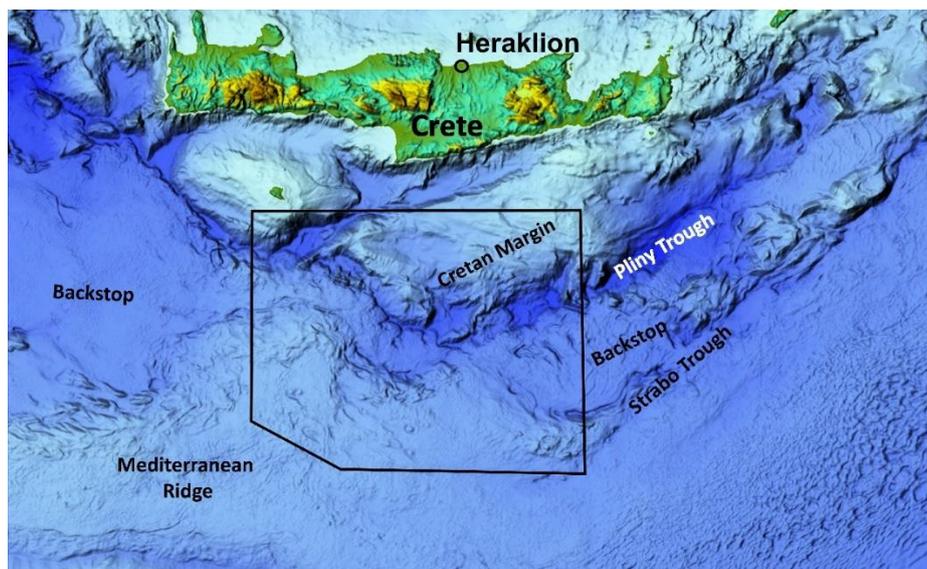


Abb. 7: Das Arbeitsgebiet südlich von Kreta ist durch die schwarze Linie umgrenzt (Google Maps als Kartengrundlage).

Fig. 7: The working area south of Crete is bordered by the black line (Google Maps as map basis).

Wissenschaftliches Programm

An konvergenten Plattenrändern ist, verglichen mit frontaler Entwässerung des Akkretionskeils oder den vulkanischen Prozessen am Inselboden, der Bereich dazwischen relativ unvollständig verstanden. Im Rahmen der geplanten Expedition soll der landwärtige Akkretionskomplex im östlichen Mittelmeer entlang prominenter Störungssysteme untersucht werden an Orten, wo vorherige Studien tief wurzelnden Schlammvulkanismus und Störungsletten am Ozeanboden fanden (Abb. 5, 6 und 7). Dieses Material scheint zumindest zum Teil aus Tiefen zu kommen, die der Plattengrenze zwischen Afrika und Eurasia entsprechen und bis in den Subduktionskanal bzw. den hydratisierten Mantelkeil der Hellenischen Subduktionszone unter Kreta/Griechenland reichen. Auf der Expedition sollen mit dem MARUM AUV Seal5000 hochauflösende Karten die Orte austretenden Tiefenschlamm lokalisiert und dann gezielt mit dem ROV KIEL 6000 beprobt werden (Abb. 7). Das Arbeitsprogramm wird durch in situ Messungen zu Temperatur und Sedimentphysik komplementiert.

Die übergeordneten Ziele der Expedition zielen darauf ab, verschiedene Disziplinen zu kombinieren, um Daten zu dem Fluidfluss, seine geotechnischen Einschränkungen (aus Kernen und In-situ-Messungen) und die Steuerung geochemischer Reaktionen sowie PT-Effekte (aus nachgeordneten Experimenten) zu sammeln. Es sollen neue Kern- und In-situ-Daten auf der Grundlage hochauflösender mikro-bathymetrischer Karten sowie chemische und geotechnische Analysen der Sedimente erfasst werden. Durch die Einbeziehung dieser Ergebnisse in vorherige Daten soll ein umfassendes Modell zur Abschätzung des Fluid- und Elementbudgets im landwärts gelegenen Teil des Akkretionskomplexes entstehen. Wichtige Fragen dabei sind:

- Können authigene Präzipitate und/oder freie Kohlenwasserstoffgase Hinweise auf einen aktiven Fluidfluss oder eine Entgasung entlang der Verwerfungsaufschlüsse und auf dem Kamm der Schlammvulkane liefern?

Scientific Programme

At convergent plate boundaries, the area between them is relatively incompletely understood, compared to frontal dewatering of the accretionary wedge or the volcanic processes on the island floor. The planned expedition will investigate the landward accretionary complex in the eastern Mediterranean along prominent fault systems at locations where previous studies have found deep-rooted mud volcanism and fault ridges on the ocean floor (Figs. 5, 6, and 7). This material appears to originate, at least in part, from depths corresponding to the plate boundary between Africa and Eurasia and extending into the subduction channel or hydrated mantle wedge of the Hellenic subduction zone beneath Crete, Greece. The expedition will use the MARUM AUV Seal5000 to acquire high-resolution maps of the locations of outcropping deep mud and then specifically sample these locations using ROV KIEL 6000 (Fig. 7). The work programme is complemented by in situ measurements of temperature and sediment physics.

The overall objectives of the expedition are to combine different disciplines to collect data on fluid flow, its geotechnical constraints (from cores and in situ measurements), and the control of geochemical reactions and PT effects (from downstream experiments). New core and in situ data based on high-resolution micro-bathymetric maps, as well as chemical and geotechnical analyses of the sediments, will be acquired. By incorporating these results with previous data, a comprehensive model for estimating the fluid and element budget in the landward part of the accretionary complex will be developed. Key questions include:

- Can authigenic precipitates and/or free hydrocarbon gases provide evidence of active fluid flow or degassing along the fault outcrops and on the crest of the mud volcanoes?

- Gibt es vererbte „tiefe“ Zeichen, Sulfatmangel oder freien Wasserstoff, der eine Serpentinisierung und/oder Hinweise auf mikrobielle Aktivität oder Leben in extremer Tiefe anzeigen?
- Wenn die AUV-Karten es uns ermöglichen, verschiedene Generationen von Schlammflüssen oder andere Hinweise auf episodische Aktivitäten zu identifizieren, können die jüngsten Ereignisse mit dem 365-AD-Megaerdbeben zusammenhängen?
- Ist die Durchlässigkeit von Oberflächen- und Untergrundsedimenten, insbesondere im flachen Bruch oder auf Schlammkuppeln ausreichend hoch, um eine aktive Entgasung zu ermöglichen?
- Werden bestimmte Isotopensignaturen in den Kernen gefundenen Fluiden im Verhältnis zum Meerwasser aufgrund tiefsitzender Dehydratisierungsprozesse und anderer diagenetischer Reaktionen angereichert?
- Werden andere Elemente mobilisiert, z. Li, Mg, Ba oder K in der tiefen HSZ, wie aus den bisher durchgeführten hydrothermalen Verformungstests hervorgeht?
- Geben HF-Messungen Hinweise auf einen tiefsitzenden Fluidfluss, z. B. über Messungen in den Schlammkuppeln?
- *Are there inherited "deep" signs, sulfate deficiency, or free hydrogen that indicate serpentinization and/or evidence of microbial activity or life at extreme depths?*
- *If the AUV maps allow us to identify different generations of mudflows or other evidence of episodic activity, could the recent events be related to the 365 AD mega-earthquake?*
- *Is the permeability of surface and subsurface sediments, particularly in the shallow fault or on the mud domes, sufficiently high to allow active degassing?*
- *Are certain isotopic signatures in the fluids found in the cores depleted relative to seawater due to deep-seated dehydration processes and other diagenetic reactions?*
- *Are other elements, e.g., Li, Mg, Ba, or K, being mobilized in the deep HSZ, as indicated by the hydrothermal deformation tests conducted so far?*
- *Do heat flow measurements provide evidence of deep-seated fluid flow, e.g., via measurements in the mud dome?*

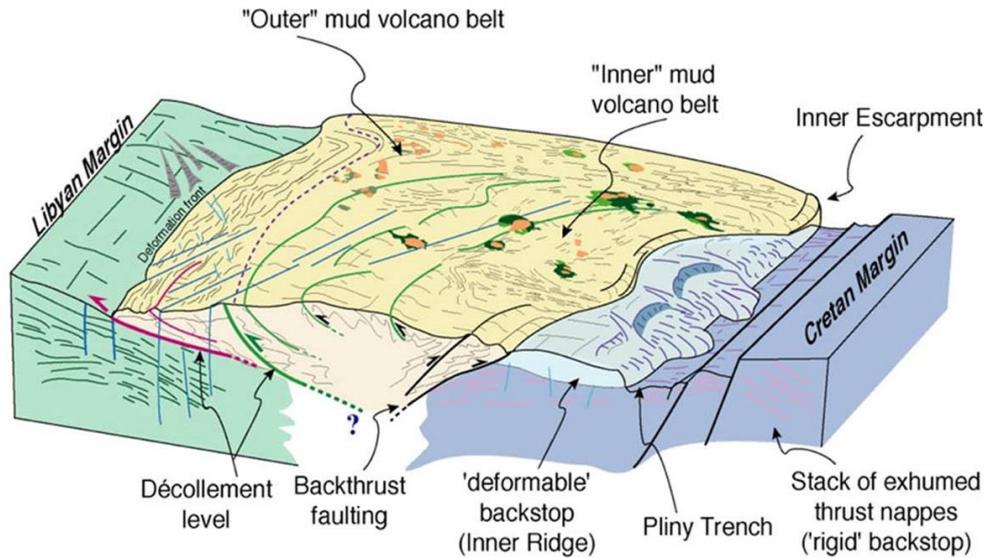


Abb. 8: Schematisches Blockdiagramm des MedRidge, begrenzt durch den libyschen Rand im Süden (links) und den kretischen Rand im Norden (rechts). Grün- und orangefarbene, sektorförmige Darstellungen zeigen das Vorkommen von Schlammvulkanen. Zu beachten sind tief liegende Verwerfungen unter dem Prisma und dem Backstop.

Fig. 8: Schematic block diagram of the MedRidge bordered by the Lybian margin in the South (left) and the Cretan Margin in the North (right). Green and orange pie-shaped features illustrate the occurrence of mud volcanoes. Note deep-seated faults beneath the prism and backstop.

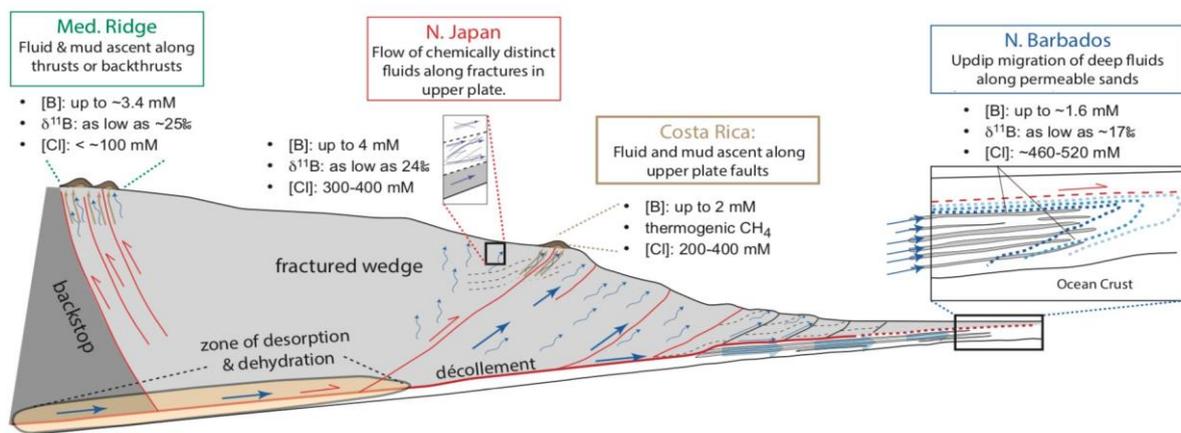


Abb. 9: Simulierte B-Konzentration und stabile Isotopensignatur basierend auf Fluidströmungsmodellen in den Unterarmen von Barbados, Costa Rica, Nordjapan und Kreta (Saffer & Kopf 2016).

Fig. 9: Simulated B concentration and stable isotope signature based on fluid flow models across the Barbados, Costa Rica, N. Japan and Cretan forearcs (Saffer & Kopf (2016)).

Arbeitsprogramm

Unsere Arbeiten konzentrieren sich auf mehrere Lokationen (Abb. 10) und sind wie folgt strukturiert:

Meeresboden Kartierung

Die während der SO278 Expedition durchgeführten bathymetrischen Vermessungen werden kontinuierlich mit den schiffseigenen Multibeamsystemen auch während der M214 erweitert. Für eine sehr detaillierte Probenahme- und Messstrategien sind hochauflösende Kartierungen mit einem AUV nahe des Meeresbodens notwendig. Einige Vermessungen mit dem MARUM AUVSEAL5000 konnten bereits während der SO278 durchgeführt werden (Abb. 10 und 11) und sollen auf dem Fahrtabschnitt M214-2 erweitert werden. Das AUV wurde bisher auf 12 Fahrten in den letzten 7 Jahren als modulare Trägerplattform für verschiedene autonome Unterwasseranwendungen eingesetzt. Wir planen, das AUV mit dem Kongsberg Multibeam EM 2040 auszustatten. Der Multibeam verfügt über drei umschaltbare Frequenzen (200, 300, 400 kHz). Mit der Frequenz von 300 kHz können wir das Instrument 80 m über dem Meeresboden betreiben und trotzdem eine gute Auflösung erhalten. 80 m ist eine sichere Entfernung, da das Gelände uneben sein kann und die Reichweite der Wassertiefe von 3800 m bis 3000 m für das AUV immer noch eine Herausforderung darstellt. 80 m ist auch ein geeigneter Abstand für parallele Tracklinien. Zusätzlich zu den Navigations-, Multibeam- und CTD-Daten werden kontinuierlich Daten der Wassersäule aufgezeichnet, um Fluidaustritte zu erkennen.

Wärmefluss: Die *in-situ*-Messung der Temperatur ist ein unersetzlicher Parameter zur Identifizierung von Fluidflussprozessen oder -anomalien aufgrund von Reibungserwärmung in der Tiefe. Die Verwendung von Bremer HF-Sonden wird dazu beitragen, solche Prozesse zu identifizieren, ähnlich wie bei früheren Arbeiten in Kollisionszonen. Wir werden HF-Transekte parallel zur Plattenkonvergenz über die Verwerfungslinien mes-

Work Programme

Our work focuses on several locations (Fig. 10) and is structured as follows:

Seafloor Mapping

The bathymetric surveys conducted during the SO278 expedition will be continuously expanded with the ship's own multibeam systems during the M214 expedition. High-resolution mapping with an AUV near the seafloor is necessary for highly detailed sampling and measurement strategies. Some surveys with the MARUM AUV-SEAL5000 were already conducted during the SO278 expedition (Figs. 10 and 11) and will be expanded during the M214-2 expedition leg. The AUV has been used on 12 cruises over the past 7 years as a modular carrier platform for various autonomous underwater applications. We plan to equip the AUV with the Kongsberg Multibeam EM 2040. The multibeam has three switchable frequencies (200, 300, and 400 kHz). At 300 kHz, we can operate the instrument 80 m above the seabed while still maintaining good resolution. 80 m is a safe distance, as the terrain can be uneven, and the water depth range of 3,800 m to 3,000 m still presents a challenge for the AUV. 80 m is also a suitable distance for parallel track lines. In addition to navigation, multibeam, and CTD data, water column data is continuously recorded to detect fluid leaks. Another crucial aspect of detailed AUV mapping is the ability to detect gas emissions in the water column.

Heat flow: *In-situ temperature measurement is an indispensable parameter for identifying fluid flow processes or anomalies due to frictional heating at depth. The use of Bremen HF probes will help to identify such processes, similar to previous work in collision zones. We will measure HF transects parallel to plate convergence, across fault lines, across the main units of the Mediterranean Ridge, and across entire mud*

sen über die Haupteinheiten des Mittelmeerrückens und über ganze Schlammvulkane hinweg.

Sediment-Beprobung: Eines der Hauptziele während der RV SONNE-Fahrt ist die detaillierte Beprobung mit dem Multicorer und Schwerelot im Bereich von Schlüsselstellen. Im Bereich der Störungszonen sollen mehrere Schwerelotkerne in engem Abstand gezogen werden. Hochauflösende AUV-Karten helfen die Probennahmelokationen genauer zu definieren. An den Schlammvulkanen planen wir Kernprofile von der Basis der Flanke bis zum Kamm und auch in Gebieten zu sammeln, in denen hochauflösende AUV-Kartierungen auf die jüngste Schlammflussaktivität hinweisen. Dazu nutzen wir auch die hydroakustischen Daten der Wassersäule.

Porenwassergeochemie: Haupt- und Spurenelemente sowie Gase werden routinemäßig an Porenwasser aus den Schwerelot- und Multicorerkernen gemessen, bevor B- und Li-Isotope an ausgewählten Proben durchgeführt werden.

CTD und Wasserproben: Die schiffseigene Rosette mit den Wasserschöpfern und der CTD-Sensorik wird in Bereichen zuvor detektierter Gasemissionen zur Messung der physikalischen Parameter des Wassers und seiner Gasgehalte eingesetzt.

ROV Tauchgänge: Während der M214/3 wird das GEOMAR ROV KIEL 6000 für Beobachtungen, optische Kartierungen, Messungen und Gesteinsbeprobungen eingesetzt.

volcanoes.

Sediment sampling: One of the main objectives of the RV SONNE cruise is detailed sampling using a multicorer and gravity core at key locations. In the area of the fault zones, several gravity cores will be taken at close intervals. High-resolution AUV maps will help to define sampling locations more precisely. At the mud volcanoes, we plan to collect core profiles from the base of the flank to the crest, as well as in areas where high-resolution AUV mapping indicates recent mudflow activity. We will also utilize hydroacoustic data from the water column for this purpose.

Porewater geochemistry: Major and trace elements and gases are routinely measured in porewater from gravity and multi cores before B and Li isotope measurements are performed on selected samples.

CTD and water samples: The ship's own rosette with the water samplers and the CTD sensors is used in areas of previously detected gas emissions to measure the physical parameters of the water and its gas content.

ROV dives: During M214/3, the GEOMAR ROV KIEL 6000 will be used for observations, optical mapping, measurements and rock sampling.

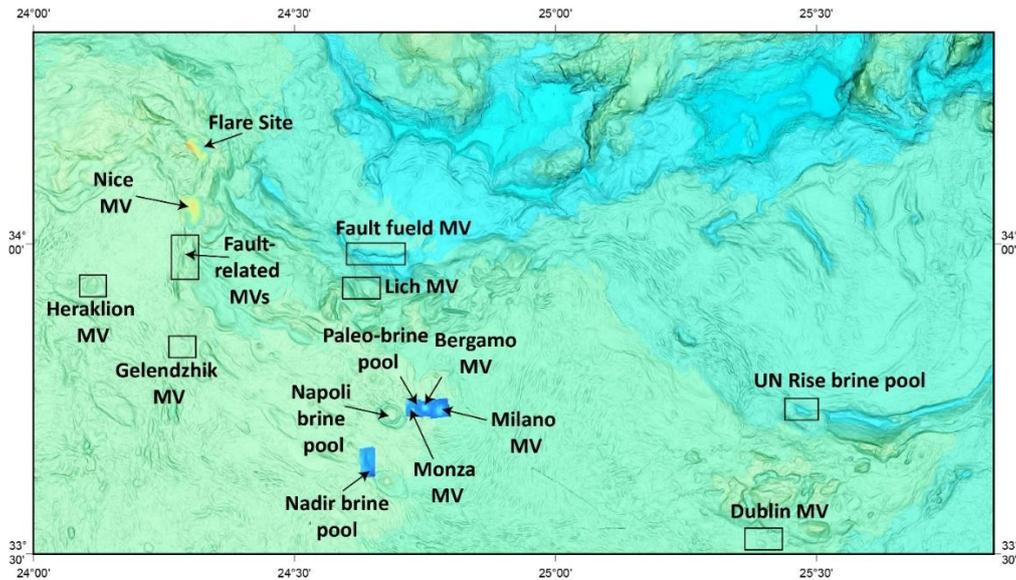


Abb. 10: Karte des Arbeitsgebietes mit den vorgeschlagenen Vermessungslokationen für AUV-Tauchgänge (Boxen) und annotierte Strukturen, die im Rahmen der Expedition untersucht werden sollen.

Fig. 10: Map of the M214 working area with the proposed survey locations for AUV dives (boxes) and annotated structures to be investigated during the expedition.

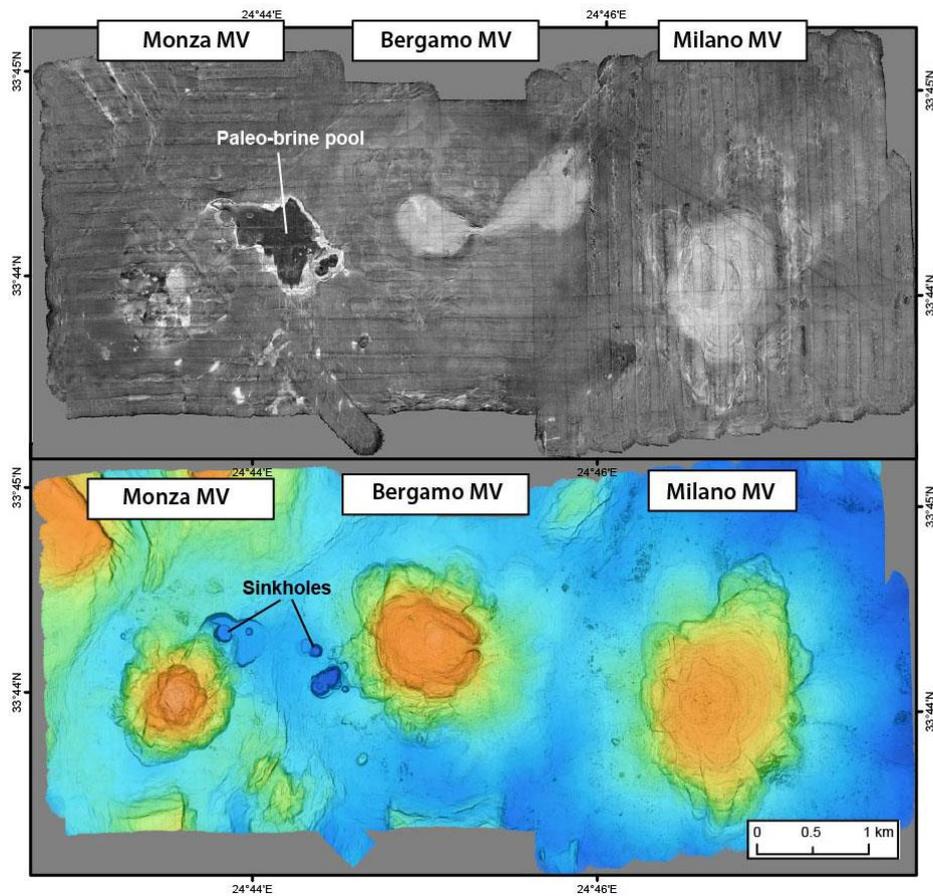


Abb. 11: Mikrobathymetrische Karte der drei Schlammvulkane Monza, Bergamo und Milano (unten). Karte der Rückstreuung (oben) des gleichen Areals (hohe Rückstreuung ist hell und geringe dunkel dargestellt).

Fig. 11: Microbathymetric map of the three mud volcanoes Monza, Bergamo, and Milan (below). Backscatter map (above) of the same area (high backscatter in light and low backscatter in dark).

M214

	Tage/ <i>days</i>
Auslaufen von Las Palmas (Kanaren) am 25.10.2025 <i>Departure from Las Palmas (Canaries) 25.10.2025</i>	
Transit zum Arbeitsgebiet / <i>Transit to working area</i>	3.5
Vermessung über Schlammvulkanen im Golf von Cadiz <i>Surveying mud volcanoes in the Gulf of Cadiz</i>	0.5
Einlaufen im Zwischenhafen Malaga (Spanien) am 29.10.2025 <i>Arrival in Malaga (Spain) 29.10.2025</i>	
Zwischenhafen Malaga	4
Auslaufen von Malaga (Spanien) am 02.11.2025 <i>Departure from Malaga (Spain) 02.11.2025</i>	
Transit zum Arbeitsgebiet / <i>Transit to working area</i>	6.5
Beprobung mit Schwerelote, Multicorer, Minicorer <i>Sampling with gravity corer, multicorer and minicorer</i>	3.0
Mikrobathymetrie mittels MARUM AUV SEAL <i>Microbathymetry using the MARUM AUV SEAL</i>	5.0
Messungen des Wärmeflusses / <i>Heat flow measurements</i>	5.0
Einsätze der CTD/Wasserschöpfer <i>CTD hydrocast stations</i>	1.0
Hydroakustische Vermessungen mit den Schiffsgeräten <i>Hydroacoustic mapping with ship's-own systems</i>	1.0
Transit zum Hafen Heraklion <i>Transit to port Heraklion</i>	0.5
Einlaufen in Heraklion (Griechenland) am 24.11.2025 <i>Arrival in Heraklion (Greece) 24.11.2025</i>	
Zwischenhafen Heraklion	4
Auslaufen von Heraklion (Griechenland) am 28.11.2025 <i>Departure from Heraklion (Greece) 28.11.2025</i>	
Transit zum Arbeitsgebiet / <i>Transit to working area</i>	0.5

Beprobung mit Schwerelote, Multicorer, Minicorer <i>Sampling with gravity corer, multicorer and minicorer</i>	4.0
Tauchgänge mit GEOMAR ROV KIEL6000 <i>Seafloor dives using GEOMAR ROV KIEL 6000</i>	5.0
Messungen des Wärmeflusses / <i>Heat flow measurements</i>	3.0
Einsätze der CTD/Wasserschöpfer <i>CTD hydrocast stations</i>	1.0
Hydroakustische Vermessungen mit den Schiffsgeräten <i>Hydro-acoustic mapping with ship's-own systems</i>	1.0
Transit zum Hafen Heraklion <i>Transit to port Heraklion</i>	0.5
	Total 49
Einlaufen in Heraklion (Griechenland) am 13.12.2025 <i>Arrival in Heraklion (Greece) 13.11.2025</i>	

Beteiligte Institutionen / *Participating Institutions*

GeoBremen

FB5 Geowissenschaften
Universität Bremen
Klagenfurter Str. 4
D-28359 Bremen
Germany

MARUM

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

National & Kapodistrian University of Athens

Department of Geology & Geoenvironment
Division of Geography & Climatology
Laboratory of Physical Geography
Panepistimiopolis, Zographou
157 84 Athens,
Greece

OGS

Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale
Borgo Grotta Gigante 42/c,
34010 Sgonico, Trieste,
Italy

Department of Earth Sciences

SAPIENZA, University of Rome
Piazzale Aldo Moro 5, 0
0185 ROME
Italy

DWD

Deutscher Wetterdienst
Seeschiffahrtsberatung
Bernhard-Nocht-Straße 76
D-20359 Hamburg
Germany

Bordwetterwarte / Ship's meteorological Station

Operationelles Programm

Die Bordwetterwarte ist mit einem Meteorologen und einem Wetterfunktechniker des Deutschen Wetterdienstes (DWD Hamburg) besetzt.

Aufgaben

1. Beratungen

Meteorologische Beratung von Fahrt- und Schiffsleitung sowie der wissenschaftlichen Gruppen und Fahrtteilnehmer. Auf Anforderung auch Berichte für andere Fahrzeuge, insbesondere im Rahmen internationaler Zusammenarbeit.

2. Meteorologische Beobachtungen und Messungen

Kontinuierliche Messung, Aufbereitung und Archivierung meteorologischer Daten und Bereitstellung für die Fahrtteilnehmer. Aufnahme, Auswertung und Archivierung von meteorologischen Satellitenbildern.

Täglich sechs bis acht Wetterbeobachtungen zu den synoptischen Terminen und deren Weitergabe in das internationale Datennetz der Weltorganisation für Meteorologie (GTS, Global Telecommunication System).

Durchführung von Radiosondenaufstiegen zur Bestimmung der vertikalen Profile von Temperatur, Feuchte und Wind bis zu etwa 25 km Höhe. Im Rahmen des internationalen Programms ASAP (Automated Shipborne Aerological) werden die ausgewerteten Daten über Satellit in das GTS eingesteuert.

Operational Program

The ships meteorological station is staffed by a meteorologist and a meteorological radio operator of the Deutscher Wetterdienst (DWD Hamburg).

Duties:

1. Weather consultation

Issuing daily weather forecasts for scientific and nautical management and for scientific groups. On request weather forecasts to other research craft, especially in the frame of international cooperation.

2. Meteorological observations and measurements

Continuous measuring, processing, and archiving of meteorological data to make them available to participants of the cruise. Recording, processing, and storing of pictures from meteorological satellites.

Six to eight synoptic weather observations daily. Feeding these into the GTS (Global Telecommunication System) of the WMO (World Meteorological Organization) via satellite.

Rawinsonde soundings of the atmosphere up to about 25 km height. The processed data are inserted into the GTS via satellite within the frame of the international programme ASAP (Automated Shipborne Aerological Programme).

Das Forschungsschiff / *The Research Vessel METEOR*

Das Forschungsschiff „METEOR“ dient der weltweiten, grundlagenbezogenen Hochseeforschung Deutschlands und der Zusammenarbeit mit anderen Staaten auf diesem Gebiet.

The research vessel “METEOR” is used for German world-wide marine scientific research and the cooperation with other nations in this field.

FS „METEOR“ ist Eigentum der Bundesrepublik Deutschland, vertreten durch das Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt (BMFTR), welches auch den Bau des Schiffes finanziert hat.

R/V “METEOR” is owned by the Federal Ministry of Research, Technology and Space (BMFTR), 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. Der Schiffsbetrieb wird zu 70% von der DFG und zu 30% vom BMFTR finanziert.

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

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

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

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

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

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

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



Research Vessel

METEOR

Cruises No. M213 - M214

05. 09. 2025 - 13. 12. 2025



***Initiation of a Ridge Flank Observatory off the Southern Reykjanes Ridge
Part 1: Sensor Exchange and Seismic Survey, RIFLOR_3***

***Fluid-rock interaction at the backstop to the Mediterranean Ridge
Accretionary Complex South of Crete, FRINGE II***

Herausgeber:

Institut für Meereskunde Universität Hamburg

Leitstelle Deutsche Forschungsschiffe

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

Gefördert durch:

Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)

Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt (BMFTR)

ISSN 0935-9974