

**Forschungsschiff**

# **METEOR**

**Reisen Nr. M215 – M216**

**17. 12. 2025 - 09. 02. 2026**



**Auswirkungen hydrothermalen, magmatischen und tektonischen Aktivitäten auf die Stabilität des Vulkans Kolumbo während MULTI-MAREX Cruise 3, MMC-3**

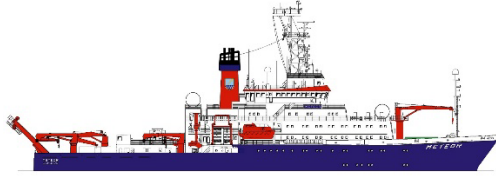
**Wiederholte hydrographische Beobachtungen im Mittelmeer, Med-SHIP01-2026**

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.* M215 – M216**

**17. 12. 2025 - 09. 02. 2026**



**Auswirkungen hydrothermaler, magmatischer und tektonischer Aktivitäten auf die Stabilität des Vulkans Kolumbo während MULTI-MAREX Cruise 3, MMC-3**

*Impact of hydrothermal, magmatic and tectonic activity on the stability of Kolumbo volcano during MULTI-MAREX Cruise 3, MMC-3*

**Wiederholte hydrographische Beobachtungen im Mittelmeer, Med-SHIP01-2026**

*Repeat Hydrography in the Mediterranean Sea, Med-SHIP01-2026*

Herausgeber / *Editor:*

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

Gefördert durch / *Sponsored by:*

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

---

## Anschriften / *Addresses*

---

**Prof. Dr. Heidrun Kopp**

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

Telefon: +49 (0)431 600 2334  
Telefax: +49 (0)431 600 2292  
E-Mail: [hkopp@geomar.de](mailto:hkopp@geomar.de)

**Dr. Toste Tanhua**

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

Telefon: +49 431 600 2092  
E-Mail: [ttanhua@geomar.de](mailto:ttanhua@geomar.de)

**Leitstelle Deutsche Forschungsschiffe**

Institut für Meereskunde  
Universität Hamburg  
Bundesstraße 53  
D-20146 Hamburg

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

**Reederei Briese**

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

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

**GPF-Geschäftsstelle**

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

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

---

## Forschungsschiff / *Research Vessel* METEOR

---

Vessel's general email address

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

Crew's direct email address

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

Scientific general email address

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

Scientific direct email address

[n.name@meteor.briese-research.de](mailto: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](mailto: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 98504370

FBB 500 (Backup)

+49 421 98504 371

GSM-mobile (in port only)

+49 172 420 079 2

---

## METEOR Reisen / *Cruises* M215 – M216

---

17. 12. 2025 - 09. 02. 2026

**Auswirkungen hydrothermaler, magmatischer und tektonischer Aktivitäten auf die Stabilität des Vulkans Kolumbo während MULTI-MAREX Cruise 3, MMC-3**

*Impact of hydrothermal, magmatic and tectonic activity on the stability of Kolumbo volcano during MULTI-MAREX Cruise 3, MMC-3*

**Wiederholte hydrographische Beobachtungen im Mittelmeer, Med-SHIP01-2026**

*Repeat Hydrography in the Mediterranean Sea, Med-SHIP01-2026*

<b>Fahrt / Cruise M215</b>	17. 12. 2025 - 10. 01. 2026 Heraklion (Griechenland) - Limassol (Zypern)
<b>Fahrtleitung / <i>Chief Scientist</i>:</b>	Prof. Dr. Heidrun Kopp

<b>Fahrt / Cruise M216</b>	13. 01. 2026 - 09. 02. 2026 Limassol (Zypern) – Las Palmas (Spanien)
<b>Fahrtleitung / <i>Chief Scientist</i>:</b>	Dr. Toste Tanhua

<b>Koordination / <i>Coordination</i></b>	Leitstelle Deutsche Forschungsschiffe <i>German Research Fleet Coordination Centre</i>
---	---

<b>Kapitän / <i>Master</i> METEOR</b>	M215 Detlef Korte M216 Detlef Korte
---------------------------------------	--

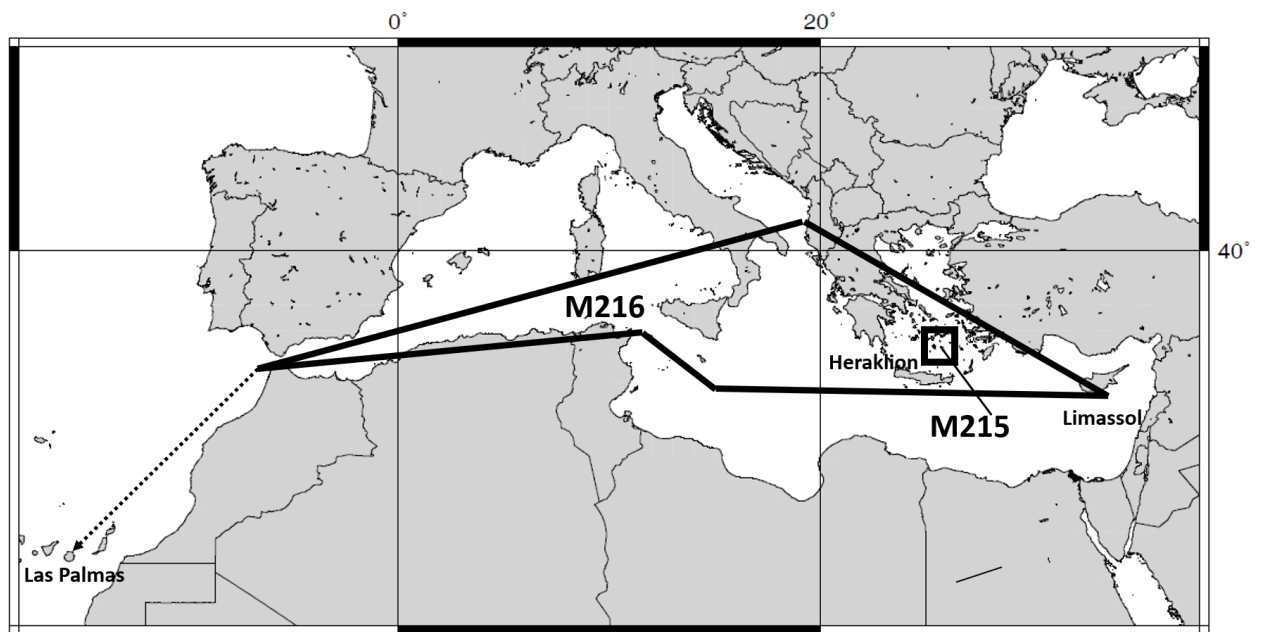


Abb. 1 Geplante Arbeitsgebiete der METEOR Expeditionen M215 und M216.

*Fig. 1 Planned working areas of METEOR cruises M215 and M216.*

## Übersicht

### Fahrt M215

Das übergeordnete wissenschaftliche Ziel der Studien zum Santorini-Kolumbo-System besteht darin, die geologischen Prozesse zu rekonstruieren, die tsunamigene vulkanische Extremereignisse steuern, sowie die Wahrscheinlichkeitsabschätzungen für Extremereignisse durch neue Überwachungsansätze zu verbessern.

Zur verbesserten Abschätzung der Küstengefährdung werden geodätische, seismische, elektromagnetische und hochauflösende bathymetrische Daten erfasst, um die Gefährdungsmechanismen und ihr Zusammenspiel besser zu verstehen. Diese Informationen sind entscheidend für die 3. Forschungsmission der Deutschen Allianz für Meeresforschung (DAM) mareXtreme, in deren Fokus marine Extremereignisse und Naturgefahren stehen.

Im Rahmen des DAM-Verbundprojektes MULTI-MAREX werden Reallabore für die Erforschung geologischer Extremereignisse in der Ägäis etabliert. Zu diesem Zweck sind im Zuge von MULTI-MAREX bereits zwei Forschungsausfahrten (MMC-1, MMC-2) durchgeführt worden. Zusammen mit der nun folgenden dritten Expedition MMC-3 haben die Fahrten das gemeinsame Ziel, geophysikalische und geologische Daten aufzuzeichnen, die es ermöglichen, submarine Georisikoszenarien für Santorin und den Vulkan Kolumbo einzugrenzen und auf die ägäischen Inseln und Küsten zu übertragen.

## Synopsis

### Cruise M215

*The overall scientific aim of the studies on the Santorini-Kolumbo System is to reconstruct geological processes that determine tsunamigenic volcanic extreme events and to improve short-term probability estimates for extreme events through new monitoring approaches.*

*The identification and recording of coastal hazard indicators are targeted through geodetic, seismological, electromagnetic, and high-resolution bathymetry surveys. The goal is to gain insight into triggering mechanisms and (cascading) processes, as well as secondary effects and hazards. This information is crucial to the 3rd research mission of the DAM (German Alliance for Marine Research) which focuses on 'Marine extreme events and natural hazards'.*

*The DAM consortium project MULTI-MAREX will create a living lab to study geological extreme events and associated hazards with the aim to develop the required action knowledge for addressing these on multiple scales and provide measures for early warning systems. For this purpose, MULTI-MAREX has already conducted two research cruises (MMC-1 and MMC-2) in the Aegean Sea. The three expeditions share the goal to acquire geophysical and geological data that allow constraining submarine geohazard scenarios for Santorini and Kolumbo volcano.*

## Fahrt M216

Das Mittelmeer beeinflusst durch seine Verbindung mit dem Atlantik den globalen Ozean und spielt eine wichtige Rolle für das regionale Klima, die Fischerei und den Tourismus. Obwohl es von internationalen Programmen auf globaler Ebene weitgehend vernachlässigt wurde, wie etwa durch die einmaligen Untersuchungen im Rahmen des *World Ocean Circulation Experiment* (WOCE), ist es nun ein Bestandteil der nachfolgenden Wiederholungen wichtiger hydrografischer WOCE-Sektionen, die vom *Global Ocean Ship-Based Hydrographic Investigations Programme* (GO-SHIP) gefördert und koordiniert werden.

Med-SHIP ist ein neues Programm, das diese Lücke schließen wird, indem es langfristige hydrografische Beobachtungen im Mittelmeer durchführt. Med-SHIP verfolgt zwei Hauptziele: (1) die Beobachtung und Quantifizierung langfristiger Veränderungen physikalischer und biogeochemischer Eigenschaften des Mittelmeers, wobei die Ventilationszeit darauf hindeutet, dass sie auf den globalen Ozean übertragbar sind, und (2) die Beobachtung von Veränderungen in der thermohalinen Zirkulation sowie die Bestimmung, wie häufig und in welchem Ausmaß Tiefenwasser gebildet wird und ob sich die Strömungen in Position und Intensität verändern.

Die vorgeschlagene Fahrt wäre die dritte Wiederholung der MED01-Sektion des GO-SHIP-Programms und würde die während M84/3 (2010) und MSM72 (2018) gewonnenen Beobachtungen ergänzen, um die beiden Hauptziele von Med-SHIP zu erreichen. Die geplante Fahrt soll Messungen über die gesamte Wassersäule einer Reihe physikalischer, biogeochemischer und biologischer Variablen von der Küste des Libanon bis zur Straße von Gibraltar umfassen. Fast alle Arbeiten werden mittels CTD/Rosetta-Casts in Abständen von etwa 30 Seemeilen durchgeführt.

## Cruise M216

*The Mediterranean influences the global ocean through its connection to the Atlantic and is clearly important for regional climate, fisheries, and tourism, although it has largely been neglected by global-scale international programmes, such as the one-time survey conducted during the World Ocean Circulation Experiment (WOCE), it is now a component of the subsequent repetition of key WOCE hydrographic lines promoted and coordinated by the Global Ocean Ship-Based Hydrographic Investigations Programme (GO-SHIP).*

*Med-SHIP is a new programme that will fill this gap, collecting sustained hydrographic observations in the Mediterranean Sea. Med-SHIP has two primary objectives: (1) to observe and quantify long-term changes in marine physical and biogeochemical properties in the Mediterranean Sea, where the shorter turnover time scale suggests they can be extrapolated to the global ocean, and (2) to observe changes in thermohaline circulation and to determine how often and how much deep water is formed, and whether the currents are changing in position and intensity.*

*The proposed cruise would be the third repeat of the MED01 section of the GO-SHIP programme, complementing observations made during M84/3 (2010) and MSM72 (2018) in order to address the two objectives of Med-SHIP. The proposed cruise would conduct full water column observations of a range of physical, biogeochemical and biological variables from the coast of Lebanon to the Strait of Gibraltar. Almost all work will be done by CTD/Rosetta casts at intervals of roughly 30 nm.*



**Wissenschaftliches Programm**

Die Forschungsausfahrt MULTI-MAREX MMC-3, die im Rahmen der von der DAM geförderten Forschungsmission mareXtreme stattfindet, knüpft eng an die vorherige Ausfahrt MMC-1 an. Ziel ist die Datenerhebung für das Forschungsprojekt MULTI-MAREX, das Gefahren untersucht, die von Unterwasservulkanen und tektonischen Strukturen ausgehen. Im Fokus der Studien steht das Gefahrenpotenzial des vulkano-tektonischen Systems Santorini-Kolumbo-Amorgos und das Verständnis der Erdbebengefahren der Amorgos-Verwerfung und angrenzender Strukturen. Die Expedition umfasst die Bergung, Datenabfrage und Neuinstallation von Meeresbodeninstrumenten sowie geophysikalische Messungen und verfolgt vier Fragestellungen:

1. Bewertung von Hanginstabilitäten aufgrund tektonischer Aktivitäten: Hochauflösende bathymetrische Daten werden mit Hilfe von Schiffssystemen und autonomen Unterwasserfahrzeugen (AUV) aufgezeichnet und werden ergänzt durch videobasierte Bildgebung mit dem MoMo-System.
2. Untersuchung der Auswirkungen hydrothermalen Alteration: Mit Ozeanboden-Magnetotellurik-Instrumenten (OBMT) wird untersucht, wie die hydrothermale Aktivität im Kolumbo-Krater das Vulkangebäude beeinflusst. Es werden 12 OBMT-Stationen für etwa 20 Tage installiert, um die elektrische Leitfähigkeit der Kruste zu bestimmen.
3. Untersuchung des seismischen Schwarms: Acht Ozeanbodenseismometer (OBS), die während der Ausfahrt MSM132 im Dezember 2024 installiert wurden, werden geborgen. Fünf Stationen (davon sieben mit integrierten Drucksensoren) werden für eine weitere langfristige Installation von etwa 12 Monaten neu ausgebracht.

**Scientific Programme**

*The MULTI-MAREX MMC-3 research cruise, conducted within the DAM research mission mareXtreme, is closely linked to the previous MMC-1 expedition. Its goal is to collect data for the MULTI-MAREX project, which investigates hazards posed by submarine volcanoes and tectonic structures. The goal is to investigate the hazard potential of the Santorini-Kolumbo-Amorgos system and to improve the understanding of the earthquake hazards related to the Amorgos Fault and adjacent fault systems. The expedition focuses on the recovery, re-deployment and testing of seafloor instruments, geophysical measurements and has four main objectives:*

- 1. Assessing slope instabilities due to tectonic activity: High-resolution bathymetric data are collected using ship-mounted systems and autonomous underwater vehicles (AUV), complemented by video-based imaging of the seafloor with the MoMo system.*
- 2. Investigating hydrothermal alteration: Twelve ocean-bottom magnetotelluric (OBMT) stations are deployed for about 20 days to determine the electrical resistivity structure of the crust in the Kolumbo area and to assess the effects of hydrothermal activity on the volcanic edifice.*
- 3. Investigating the seismic swarm: Eight ocean-bottom seismometers (OBS) installed during MSM132 (December 2024) will be recovered. Five stations (seven of eight with integrated pressure sensors) are re-deployed for long-term monitoring of about 12 months.*

4. Erprobung langfristiger Überwachungs- und Frühwarnsysteme: Testmessungen und Kommunikationsexperimente mit dem MOLA-System, einem unbemannten Überwasserfahrzeug (USV) und drei Gatewaybojen dienen der Erprobung von Kommunikationsgateways zwischen Meeresboden, Schiff und Cloud. Alle verankerten Geräte (OBMT, MOLA, Gatewaybojen) werden am Ende der Fahrt geborgen; lediglich fünf OBS verbleiben etwa 12 Monate zur Langzeitüberwachung.

*4. Testing long-term monitoring and early warning systems: Test measurements and communication experiments are conducted using the MOLA system, an Unmanned Surface Vehicle (USV) and three gateway buoys as communication links between the seafloor, the ship and the cloud. Except the five redeployed OBS, all temporarily deployed devices (OBMT, MOLA, buoys) will be recovered at the end of the cruise.*

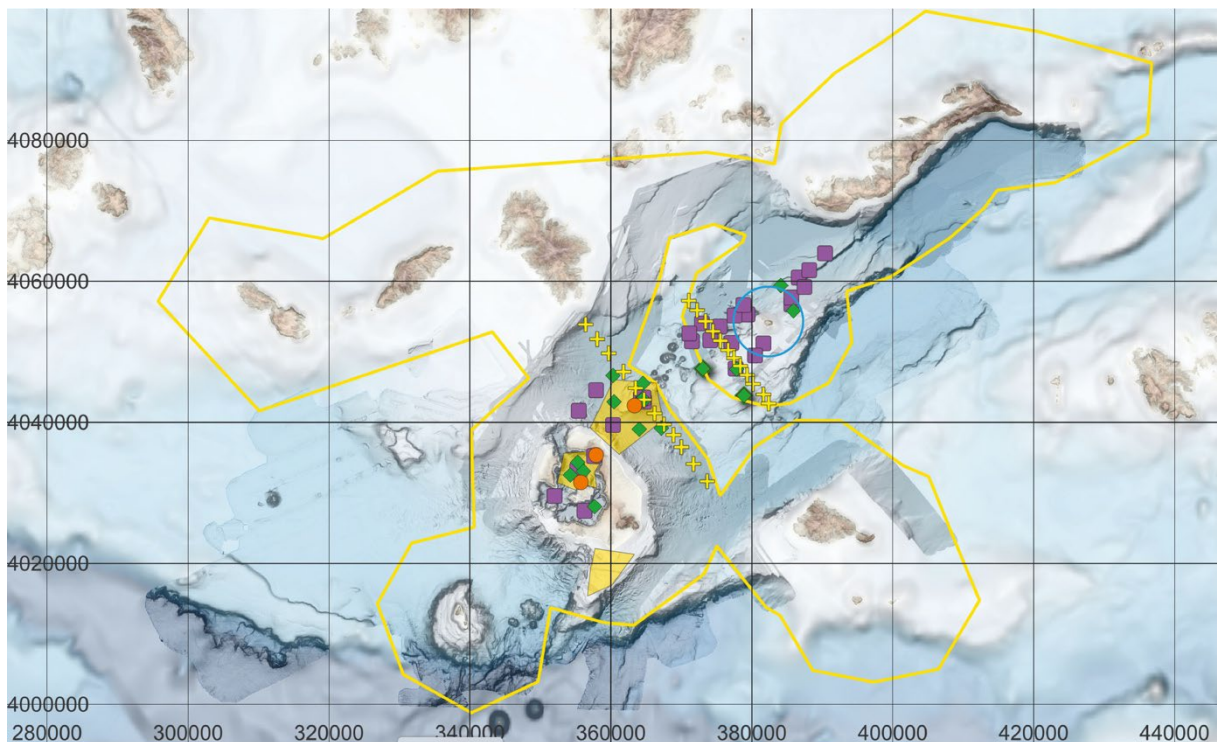


Abb. 2 Geplante Arbeitsgebiete der METEOR Expedition M215.

Fig. 2 Planned working areas of METEOR research cruise M215.

## Arbeitsprogramm

Das Arbeitsprogramm beginnt mit der Bergung der acht OBS, die während MMC-1 im Dezember 2024 installiert wurden. Diese Instrumente haben etwa ein Jahr lang Mikroben und akustische Signale aufgezeichnet, um die Quelle der Seismizität zu bestimmen und Zusammenhänge mit Magmabewegungen zu prüfen. Fünf Stationen werden am Ende der Ausfahrt für weitere 12 Monaten neu installiert.

**Magnetotellurische Vermessung:** Es werden 12 OBMT-Stationen installiert, um elektrische und magnetische Feldvariationen zu messen. Die Daten ermöglichen die Bestimmung der elektrischen Leitfähigkeit und die Identifizierung fluidgefüllter Störungen, magmatischer Intrusionen und hydrothormaler Zirkulationen.

**MOLA-System:** Bis zu 20 MOLA-Lander werden im und um den Kolumbokrater sowie entlang der Amorgos-Verwerfungszone für etwa 15 Tage eingesetzt. Die Lander sind mit Hydrophonen, Temperatursensoren, Geophonen, Seismometern und Neigungssensoren ausgestattet. Kommunikations- und Funktionstests erfolgen mit Gatewaybojen und einem USV.

**Gatewaybojen und USV:** Drei Gatewaybojen dienen als Kommunikationsgateways zwischen Meeresboden, Schiff und Cloud. Zusammen mit dem USV werden Echtzeitdatenübertragung und Kommunikation für zukünftige Frühwarnsysteme getestet.

**AUV und MoMo-System:** Die autonomen Unterwasserfahrzeuge ATON / KALLE werden für hochauflösende bathymetrische Vermessungen eingesetzt. Die Daten werden durch videobasierte Bildgebung mit dem MoMo-Schlitten ergänzt, der die Meeresbodenmorphologie detailliert dokumentiert.

**Drohnenflüge:** Geplant sind Flüge um Santorini zur visuellen Dokumentation und Erfassung von Übersichtsdaten.

**Multibeam- und Parasoundvermessung:** Hochauflösende Multibeam- und Parasoundmessungen dienen der Kartierung der Bathymetrie und von Sedimentstrukturen.

## Work Programme

*The cruise begins with the recovery of eight OBS deployed during MMC-1 in December 2024. These instruments have recorded microearthquakes and acoustic signals to identify seismic sources and assess links to magma movements. Five stations will be re-deployed for a 12-month long-term installation at the end of the cruise.*

*Magnetotelluric survey: Twelve OBMT stations are deployed to measure electric and magnetic field variations. These data allow determining the electrical resistivity structure and identifying fluid-filled faults, magmatic intrusions and hydrothermal circulation zones.*

*MOLA system: Up to 20 seafloor MOLA landers are deployed in and around the Kolumbo crater and along the Amorgos Fault zone for up to 15 days. The landers, equipped with hydrophones, temperature sensors, geophones, seismometers and tilt sensors, are tested for functionality and communication using gateway buoys and a USV.*

*Gateway buoys and USV: Three gateway buoys act as communication links between the seafloor, ship and cloud. Together with the USV, they are tested for real-time data transmission and communication for future early warning systems.*

*AUV and MoMo system: The autonomous underwater vehicles ATON / KALLE are used for high-resolution bathymetric mapping, complemented by seafloor video imaging using the MoMo sled.*

*Drone flights: Drone operations are planned around Santorini for visual documentation and additional overview data.*

*Multibeam and Parasound surveys: High-resolution Multibeam and Parasound surveys are conducted to map bathymetry and sedimentary structures.*

	Tage/days
Auslaufen von Heraklion (Griechenland) am 17.12.2025 <i>Departure from Herkalion (Greece) 17.12.2025</i>	
Transit zum Arbeitsgebiet / <i>Transit to working area</i>	0.25
CTD-Arbeiten und Gerätetests <i>CTD operations and instrument tests</i>	0.25
Hydroakustische Messungen <i>Hydroacoustic measurements</i>	9.5
MoMo Tauchgänge <i>MoMo dives</i>	3
AUV Tauchgänge <i>AUV dives</i>	3
MOLA Tests <i>MOLA tests</i>	3
OBSP Bergung und Wiedereinsatz <i>OBSP recovery and redeployment</i>	0.5
OBMT Einsatz und Bergung <i>OBMT deployment and recovery</i>	1
Photogrammetrie Messungen in der Kaldera <i>Photogrammetric measurements in the caldera</i>	0.5
Transit zum Hafen Limassol <i>Transit to port Limassol</i>	3
	Total 24
Einlaufen in Limassol (Zypern) am 10.01.2026 <i>Arrival in Limassol (Cyprus) 10.01.2026</i>	

---

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

---

### **DWD**

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

### **GEOMAR**

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

### **National & Kapodistrian University of Athens**

Department of Geology & Geoenvironment  
Division of Geography & Climatology  
Laboratory of Physical Geography  
Panepistimiopolis, Zographou  
157 04 Athens  
Greece

## Wissenschaftliches Programm

Ziel dieses Vorhabens ist die Wiederholung der zonalen Med-SHIP01-Sektion, acht Jahre nach der letzten Wiederholung (2018) und 15 Jahre nach der ersten Durchführung im Jahre 2011. Damit sollen wichtige Erkenntnisse über die verschiedenen räumlichen und zeitlichen Skalen sowie über das Ausmaß der Variabilität und der Trends in Zirkulation, Hydrographie, Biogeochemie und Biologie des Mittelmeers gewonnen werden.

Dies wird durch die Durchführung hochqualitativer Messungen erreicht. Die Reise verfolgt mehrere miteinander verknüpfte wissenschaftliche Ziele, die sich auf Folgendes konzentrieren:

1) das Verständnis und die Dokumentation der sich verändernden Hydrographie des Mittelmeers durch die Untersuchung der Eigenschaften und Verteilung der Wassermassen, ihrer Veränderungen sowie der treibenden Faktoren wie Veränderungen in der Schichtung, Zirkulation und Ventilation infolge der globalen Erwärmung;

2) die Quantifizierung aktueller und zukünftiger Veränderungen in der Biogeochemie des Mittelmeers, mit Schwerpunkt auf Veränderungen bei Nährstoffen, Sauerstoff, Gesamtalkalität, gelöstem anorganischem Kohlenstoff, anthropogenem CO<sub>2</sub> und dem Grad der Ozeanversauerung;

3) das Verständnis und die Dokumentation von Veränderungen in der Ventilation. Darüber hinaus wird diese Reise die neue GO-SHIP-Erweiterung Bio-GO-SHIP einbeziehen, die innovative Probenahmeverfahren und Sensoren zur Untersuchung der Verteilung verschiedener biologischer Variablen umfasst.

## Scientific Programme

*The objective of this proposal is to repeat the zonal Med-SHIP01 line, 8 years after its last repeat (2018), and 15 years after its first implementation in 2011. This will add crucial knowledge on the different scales and magnitudes of variability and trends in circulation, hydrography, biogeochemistry and biology of the Mediterranean Sea. This will be done through conducting high quality measurements. The cruise has several interconnected scientific objectives focused on*

*1) understanding and documenting the changing hydrography of the Mediterranean Sea through studying properties and distributions of water masses, their changes, and the factors driving these changes, such as changes in stratification, and alterations in circulation and ventilation processes due to global warming,*

*2) quantifying current and future changes of the Mediterranean Sea biogeochemistry, focusing on the modifications in nutrients, oxygen, total alkalinity, dissolved inorganic carbon, the anthropogenic CO<sub>2</sub>, and the acidification levels*

*3) understand and document changes in ventilation. In addition, this cruise will adopt the new addition to GO-SHIP, Bio-GO-SHIP, that includes novel sampling and sensors to investigate the distribution of several biological variables.*

Diese wissenschaftlichen Ziele dienen der Beantwortung mehrerer zentraler Fragestellungen:

1. Wie entwickelt sich die hydrografische Situation in den östlichen und westlichen Becken des Mittelmeers?

2. Wie sind die Wirbel im östlichen und westlichen Mittelmeer im Jahr 2026 verteilt? Unterscheiden sie sich zwischen den Teilbecken? In welchem Ausmaß werden während der Fahrt Wärme und Salz durch Wirbelprozesse vertikal transportiert?

3. Nimmt die Ventilationsrate der tiefen Schichten aufgrund einer Abnahme von Tiefenwasserbildungsereignissen ab?

4. Welche neuen Trends zeigen sich im Karbonatsystem und in der Speicherung von anthropogenem CO<sub>2</sub> im Mittelmeer?

5. Wie hoch sind die Aufnahmeraten von anthropogenem Kohlenstoff und die Ozeanversauerungsraten im Mittelmeer? Ändern sich diese im Laufe der Zeit?

6. Wie groß sind Variabilität und Trends im Bestand an Sauerstoff und Nährstoffen?

7. Wie lauten die Basiswerte selten gemessener essentieller Ozeanvariablen (*Essential Ocean Variables*, EOVs) wie gelöstem organischen Kohlenstoff?

Die Hauptziele der Fahrt lassen sich daher wie folgt zusammenfassen:

- Erfassung umfassender Datensätze, um einen nahezu synoptischen Überblick über die Verteilung ozeanischer Eigenschaften im gesamten Mittelmeer, einschließlich aller wichtigen Teilbecken, zu gewinnen.

- Nutzung der erhobenen physikalischen und chemischen Daten zur Analyse von Veränderungen in Zirkulation und Ventilation sowie zur Bewertung von Schwankungen im Inventar und in der Verteilung von ozeani-

*These scientific objectives will address multiple scientific questions, as follows:*

*1. How is the hydrographic situation in the Mediterranean Sea's Eastern and Western basins developing?*

*2. How are eddies distributed in the EMed and WMed in 2025? Do they differ in the sub-basins? To what extent is heat and salt transferred into the vertical by eddies in the WMed and EMed during the cruise?*

*3. Is there a decrease in the ventilation rate of deep layers, due to a reduction of dense-water formation events?*

*4. What are the new trends of the carbonate system and storage of anthropogenic CO<sub>2</sub> in the Mediterranean Sea?*

*5. What are the rates of uptake of the anthropogenic carbon and acidification in the Mediterranean Sea? Are these changing over time?*

*6. What is the magnitude of variability and trends in the inventory of oxygen and nutrients?*

*7. What are the base-line values of rarely measured Essential Ocean Variables (EOVs) such as DOC?*

*Therefore, the primary goals of the cruise can be summarized as follows:*

- Obtain comprehensive data to establish a nearly synoptic view of property distributions throughout the entire Mediterranean Sea, encompassing all major sub-basins.*

- Utilize the collected physical and chemical data to analyze changes in circulation and ventilation patterns, as well as to assess variations in the inventory and distribution of properties, with a specific focus on inorganic*

schen Eigenschaften, mit besonderem Fokus auf den anorganischen Kohlenstoff und die Aufnahme anthropogenen Kohlenstoffs.

- Schließung bestehender Wissenslücken im Verständnis des Karbonatsystems im Mittelmeer und seinen Teilbecken. Dazu gehören genauere Abschätzungen des anthropogenen Kohlenstoffs sowie die Quantifizierung von Kohlenstoffspeicher- und Ozeanversauerungsraten.

- Integration der Messung neuer, im Mittelmeer bislang nicht routinemäßig erfasster EOVs, um zusätzliche Erkenntnisse zu gewinnen.

- Bereitstellung einer ersten beckenweiten Erfassung biologischer Beobachtungen gemäß dem Bio-GO-SHIP-Ansatz.

*carbon and the uptake of anthropogenic carbon.*

*- Address knowledge gaps in the understanding of the carbonate system in the Mediterranean Sea, including its sub-basins. This involves generating more accurate estimates of anthropogenic carbon and quantifying the rate of carbon storage and acidification levels.*

*- Incorporate the measurement of new EOVs that are not routinely observed in the Mediterranean Sea, bringing new insights.*

*- Provide a first basin-wide estimate of biological observations according to Bio-GO-SHIP.*

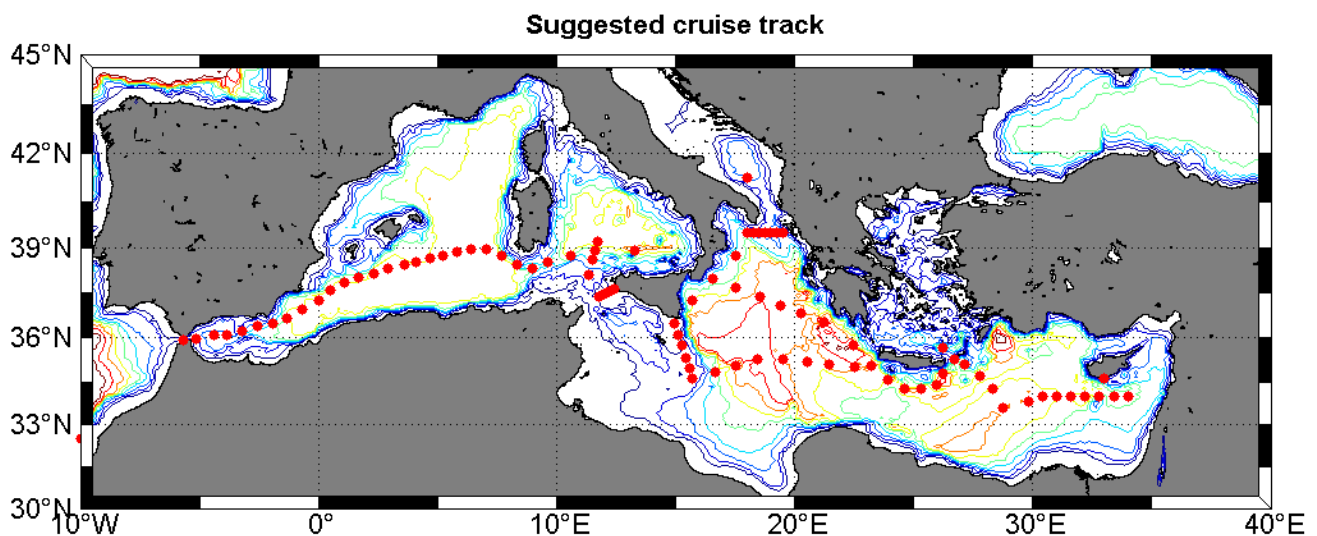


Abb. 3 Das Arbeitsgebiet der Expedition M216

Fig. 3 The working area of research cruise M216



## Arbeitsprogramm

Die Arbeitspläne umfassen CTD-Stationen, an denen möglichst genaue und präzise Messungen der Wassersäule von der Oberfläche bis zum Meeresboden durchgeführt werden. Die geplante Reise erstreckt sich über einen quasi-zonalen Abschnitt des Mittelmeers, der die wichtigsten Becken abdeckt. Sie beinhaltet eine umfassende Probenahme physikalischer, chemischer und biologischer Parameter über die gesamte Wassersäule. Es sind etwa 88 CTD-Stationen (Leitfähigkeit, Temperatur und Tiefe) in voller Wassersäulentiefe in Abständen von etwa 30 Seemeilen entlang der Reiseroute geplant. Die östlichste Station befindet sich südlich von Zypern, die westlichste westlich der Straße von Gibraltar. Das Design der Reiseroute gewährleistet die Abdeckung aller wichtigen Becken und ermöglicht somit die Erfassung von Änderungen der Ozeaneigenschaften entlang der Hauptströmungswege des Mittelmeers.

Mit dieser umfassenden Reise wollen wir ein ganzheitliches Verständnis des Mittelmeers gewinnen, seine komplexen Dynamiken entschlüsseln und die Verbindungen sowie Wechselwirkungen mit angrenzenden Regionen beleuchten. Die dichte Probenahme physikalischer, chemischer und biologischer Parameter über die gesamte Wassersäule wird wertvolle Einblicke in das Ökosystem des Mittelmeers liefern und unser Wissen über das Mittelmeer als komplexes, integriertes System erweitern. Wir werden Messungen der gesamten Wassersäule für alle Level-1 GO-SHIP-Variablen durchführen. Dazu gehören Messungen von Salzgehalt, Temperatur, Strömungen, gelösten anorganischen Nährstoffen und gelöstem Sauerstoff, anorganischen Kohlenstoffvariablen, transienten Tracern, radioaktiven Tracern, organischem Kohlenstoff sowie biologischen Variablen. An sechs Stationen, je eine in jedem Hauptbecken, werden mehrere CTD-Stationen durchgeführt, um Proben für neuartige Tracer zu nehmen, die größere Wassermengen benötigen.

Zusätzlich werden zwölf Argofloats und Drifter eingesetzt. Es werden auch Tests für Insitusensoren für Nährstoffe und Partikel durchgeführt.

## Work Programme

*The work plans consist of CTD stations where as accurate and precise measurements as possible will be taken in the water column, from the surface to the bottom. The proposed cruise entails a quasi-zonal section spanning the Mediterranean Sea, encompassing the main basins. It involves comprehensive sampling of physical, chemical and biological parameters throughout the water column. Approximately 88, full water column depth, CTD (Conductivity, Temperature, and Depth) stations are planned at intervals of roughly 30 nautical miles along the cruise track. The easternmost station is located south of Cyprus, while the westernmost station is situated west of the Gibraltar Strait.*

*The cruise track design ensures coverage of all major basins, enabling the determination of property changes along the main Mediterranean circulation pathways.*

*Through this comprehensive cruise, we seek to obtain a holistic understanding of the Mediterranean Sea, unravel its intricate dynamics, and shed light on its connections and interactions with adjacent regions. The dense sampling of physical, chemical and biological parameters across the water column will provide valuable insights into the entire ecosystem and help advance our knowledge of the Mediterranean as a complex, integrated system.*

*We will make full water column depth measurements of all level 1 GO-SHIP variables. These include measurements of: salinity, temperature, currents, dissolved inorganic nutrients and dissolved oxygen, inorganic carbon variables, transient tracers, radioactive tracers, organic carbon, and biological variables. At 6 stations, one in each main basin, we will make multiple CTD stations to sample for novel tracers that need larger amounts of water.*

*In addition, we will deploy 12 Argo floats and drifters. We will also conduct tests for in-situ sensors for nutrients and particles.*

	Tage/days
Auslaufen von Limassol (Zypern) am 13.01.2026 <i>Departure from Limasol (Cyprus) 13.01.2026</i>	
Transit zum Arbeitsgebiet / <i>Transit to working area</i>	0.5
CTD stations mit etwa 30 nm Abstand <i>CTD stations roughly every 30 nm</i>	23.5
Transit zum Hafen Las Palmas <i>Transit to port Las Palmas</i>	3
	Total 27
Einlaufen in Las Palmas (Spanien) am 09.02.2026 <i>Arrival in Las Palmas (Spain) 09.02.2026</i>	

---

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

---

### **DWD**

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

### **GEOMAR**

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

### **CNR / ISMAR**

National Research Council of Italy  
Institute of Marine Sciences  
Venezia, Italy

### **OGS**

Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale  
Trieste, Italy

### **CNR / IBF**

National Research Council of Italy  
Institute of Biophysics  
Pisa, Italy

### **ETH Zurich**

Laboratory of Ion Beam Physics  
Zurich, Switzerland

### **IEO / CSIC**

Instituto Español de Oceanografía  
Agencia Consejo Superior de Investigaciones Científicas  
Centro de A Coruña, A Coruña, Spain

### **Universität Heidelberg**

Institut für Umweltphysik  
D-Heidelberg, Germany

### **MIO / IRD**

Mediterranean Institute of Oceanography  
CNRS / Aix-Marseille University  
Marseille, France

### **University of Trieste**

Trieste, Italy

---

## ***Bordwetterwarte / Ship's meteorological Station***

---

### **Operationelles Programm**

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

#### Aufgaben

##### **Beratung:**

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

##### *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:

##### *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.*

##### *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 / *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.*

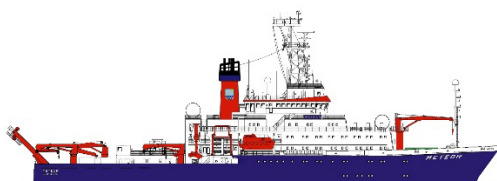
Die Leitstelle Deutsche Forschungsschiffe (LDF) der Universität Hamburg ist für die wissenschaftlich-technische, logistische und finanzielle Vorbereitung, Abwicklung und Betreuung des Schiffsbetriebes zuständig.

*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.*





**Forschungsschiff / *Research Vessel***

# **METEOR**

**Reisen Nr. M215 – M216**

**17. 12. 2025 - 09. 02. 2026**



***Impact of hydrothermal, magmatic and tectonic activity on the stability of  
Kolumbo volcano during MULTI-MAREX Cruise 3, MMC-3***

***Repeat Hydrography in the Mediterranean Sea, Med-SHIP01-2026***

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

Gefördert durch / *Sponsored by*:  
Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)  
Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt (BMFTR)  
ISSN 0935-9974