

Forschungsschiff

METEOR

Reise Nr. M178 (GPF 21-2_061)

21. 11. 2021 - 19. 12. 2021



**Gefahren vor Ätna: Hangrutschungsentstehung durch vulkanische
Erdbeben
(HazELNUT)**

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 0935-9974



Forschungsschiff / *Research Vessel*

METEOR

Reise Nr. / *Cruise No.* M178

21. 11. 2021 - 19. 12. 2021



**Gefahren vor Ätna: Hangrutschungsentstehung durch vulkanische
Erdbeben
(HazELNUT)**

*Hazards off Etna: Landslide Nucleation Under Tremor
(HazELNUT)*

Herausgeber / *Editor:*

Institut 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 0935-9974

Anschriften / *Addresses*

Dr. Felix Gross

CeOS - Center for Ocean and Society
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
Neufeldtstr. 10
D-24118 Kiel

Telefon: +49 431 880 6595
Telefax: +49 431 880 6769
E-Mail: felix.gross@ifg.uni-kiel.de

Leitstelle Deutsche Forschungsschiffe

Institut für Geologie
Universität Hamburg
Bundesstraße 55
D-20146 Hamburg

Telefon: +49 40 42838-3640
Telefax: +49 40 4273100-63
E-Mail: leitstelle.ldf@uni-hamburg.de
http: www.ldf.uni-hamburg.de

Reederei Briese

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

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

GPF-Geschäftsstelle

Gutachterpanel Forschungsschiffe
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 98504370

FBB 500 (Backup)

+49 421 98504 371

GSM-mobile (in port only)

+49 172 420 079 2

METEOR Reise / *METEOR Cruise M178*

21. 11. 2021 - 19. 12. 2021

**Gefahren vor Ätna: Hangrutschungsentstehung durch vulkanische Erdbeben
(HazELNUT)**

*Hazards off Etna: Landslide Nucleation Under Tremor
(HazELNUT)*

Fahrt / Cruise M178: 21.11.2021 – 19.12.2021
Emden (Deutschland) - Las Palmas (Spanien)

Fahrtleitung / *Chief Scientist*: Dr. Felix Gross

Koordination / *Coordination*: Leitstelle Deutsche Forschungsschiffe
German Research Fleet Coordination Centre

Kapitän / *Master* METEOR: Rainer Hammacher

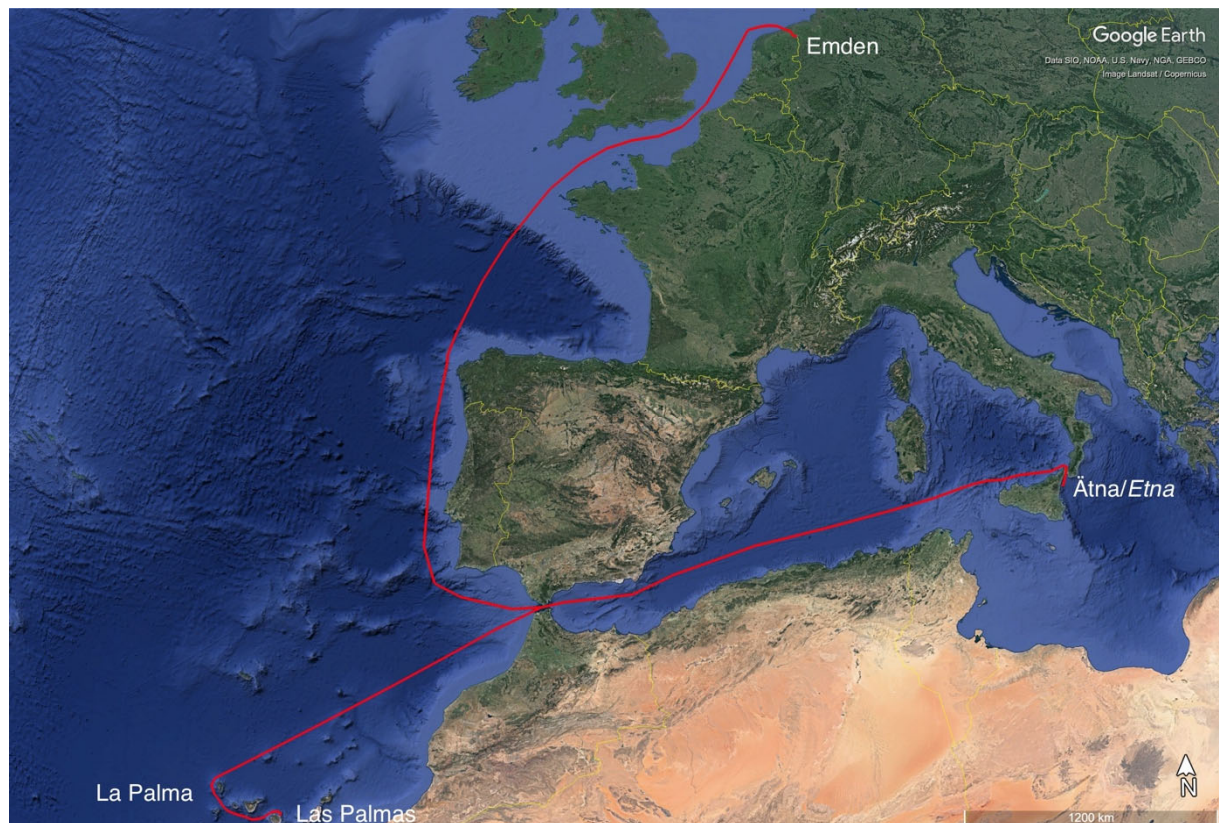


Abb. 1 Geplante Fahrtrouten zu den Arbeitsgebieten der METEOR Expedition M178.

Fig. 1 Planned cruise tracks to the working areas of METEOR cruise M178.

Übersicht

Der Ätna ist der größte aktive Vulkan Europas und liegt direkt an der sizilianischen Küste des Ionischen Meeres. In den letzten 3 Jahren manifestierte sich seine Aktivität eindrucksvoll während der Paroxysmen zu Weihnachten 2018 und im Februar 2021. Neben den häufigen strombolianischen Eruptionen rutscht die Südostflanke des Ätna mit Raten von mehreren Zentimetern pro Jahr seewärts. Im vergangenen Jahrzehnt haben Kieler Wissenschaftler den untermeerischen Sektor des Vulkans und seinen vorgelagerten Kontinentalhang intensiv untersucht. Die Ergebnisse zeigen, dass die bekannte Flankeninstabilität weit ins Meer hineinreicht und durch marine geodätische Netzwerke messbar ist. Dennoch ist der Zusammenhang zwischen vulkanischer Aktivität und der Deformation des Kontinentalhangs noch unklar. Es wurden Szenarien von einem kleinräumigen Zerfall über geologische Zeiträume bis hin zu Szenarien von abrupten, katastrophalen Flankenabbrüchen diskutiert.

Im Projekt HazELNUT wollen wir untersuchen, wie die großräumige Instabilität und die jüngste Aktivität des Ätna den Kontinentalhang im Laufe der letzten zehn Jahre modifiziert haben. Um dies zu erreichen, wird der Kontinentalhang vor dem Ätna erneut untersucht, um durch eine wiederholte Kartierung und Beprobung Veränderungen zu analysieren, die im letzten Jahrzehnt stattgefunden haben.

Die Ergebnisse dieses Projekts werden unser Verständnis für die Entstehung von Hangrutschungen in extrem aktiven Gebieten wie vor dem Ätna verbessern. Darüber hinaus werden die Erkenntnisse genutzt, um das Gefahrenpotenzial der abrutschenden Flanke des Vulkanriesen besser einschätzen zu können.

Synopsis

Mt Etna, Europe's largest active volcano, is located directly at the Sicilian coastline of the Ionian Sea. Over the past 3 years, the activity manifested impressively during Christmas 2018 and February 2021 paroxysms and seismic activities. Next to frequent Strombolian eruptions, Etna's south-eastern flank slides seawards at rates of several centimetres per year. Over the past decade, Kiel scientist intensively studied the submerged sector of the volcano and its continental margin. Findings show that the well-known flank instability is proceeding far into the sea and measurable by marine geodetic networks. Nevertheless, the relation between volcanic activity, and deformation of the continental margin is still unclear and scenarios from small-scale disintegration over geological time periods to scenarios of abrupt catastrophic failures have been drawn.

In the frame of the project HazELNUT, we aim to investigate how the large-scale instability and Mt Etna's recent activity reshaped the continental margin in the course of the last ten years. To achieve this, we propose to revisit the continental margin off Mt Etna in order to analyze changes by means of repeated mapping and sampling.

The results of this project will increase our understanding of how landslides nucleate in extremely active settings like offshore Mt Etna. In addition, the findings will be used to better assess the hazard potential of the sliding flank of the giant volcano.

Wissenschaftliches Programm

Die außergewöhnlichen Ausbrüche des Ätna im Februar 2021 hatten ihre dramatischsten Auswirkungen in der küstennahen Gipfelregion und standen im Mittelpunkt der intensiven Überwachung. Um mögliche Veränderungen des Systems zu verstehen, ist es jedoch entscheidend, das gesamte Vulkansystem zu betrachten, einschließlich der submarinen Ostflanke. Ziel ist es, alle Veränderungen festzustellen, die der Vulkan als Reaktion auf die Ausbrüche erfahren hat.

Um dies zu erreichen, sind wiederholte Messungen der Schlüssel zum Verständnis geologischer Systeme im Laufe der Zeit. Insbesondere in gefährdeten Gebieten sind diese Messungen unerlässlich, um potenzielle Gefahren wie untermeerische Erdbeben und deren Auswirkungen auf exponierte Küstengemeinden, Infrastruktur und Ökosysteme zu bewerten. Die Expedition zum Ätna wird Messungen von früheren Expeditionen wiederholen, um einen ganzheitlichen Überblick darüber zu gewinnen, wie externe und interne Kräfte geologische Umgebungen wie den Kontinentalrand vor dem Ätna verändern.

Die wichtigsten Ziele der geplanten geophysikalischen und geologischen Messungen sind:

1) Untersuchung der Hypothese, dass vulkanische Erdbeben mit klein- bis mittelgroßen Massenbewegungen an der Vulkanflanke zusammenhängen, was ein wichtiger Indikator für eine großskalige submarine Hangbewegungen ist.

2) Wiederholte Vermessung des Kontinentalhangs mit hydroakustischen Methoden, um die durch die letzten Vulkanausbrüche verursachten Veränderungen des Kontinentalhangs zu erfassen.

Scientific Programme

Etna's extraordinary eruptions in February 2021 had their most dramatic impacts in the nearshore summit region and have been the focus of intense monitoring. However, to understand potential changes to the system, it is critical to look at the entire volcanic system, including the submarine eastern flank. The goal is to determine any changes that the volcano has undergone in response to the eruptions.

To accomplish the scientific goals, repeated measurements are key to understanding geologic systems through time. Especially in vulnerable areas, these measurements are essential to assess potential hazards such as subsurface landslides and their impact on exposed coastal communities, infrastructure, and ecosystems. The expedition to Mt Etna will replicate measurements from previous cruises to provide a holistic view of how external and internal forces alter geologic environments such as the continental margin off Mt Etna.

The main objectives of the planned geophysical and geological measurements are:

1) Investigate the hypothesis that volcanic earthquakes are related to small- to medium-scale mass movements at the volcano, which is an important factor in overall submarine slope instability and movement.

2) Repeatedly survey the continental slope using hydroacoustic methods to record changes in the continental slope caused by recent volcanic eruptions.

3) Untersuchung der langsam einhergehenden submarinen Hangrutschung durch Auslesen von geodätischen Stationen am Meeresboden. Die Daten geben Aufschluss darüber, wie die bereits bekannte Hangbewegung räumlich, sowie zeitlich mit der aktuellen vulkanischen und seismischen Aktivität zusammenhängen.

Neben der Untersuchung der wissenschaftlichen Fragestellungen ist es das Ziel dieser Expedition, eine Virtualisierung der laufenden Meeresforschungsaktivitäten mittels einer virtuellen Ausfahrt zu schaffen.

3) Investigate creeping submarine mass movement by uploading data from seafloor geodetic stations. The data will provide information on how the already known slope movement is related to the current volcanic and seismic activity.

In addition to investigating the scientific questions, the goal of this expedition is to create a virtualization of ongoing marine research activities by the implementation of an immersive virtual cruise.

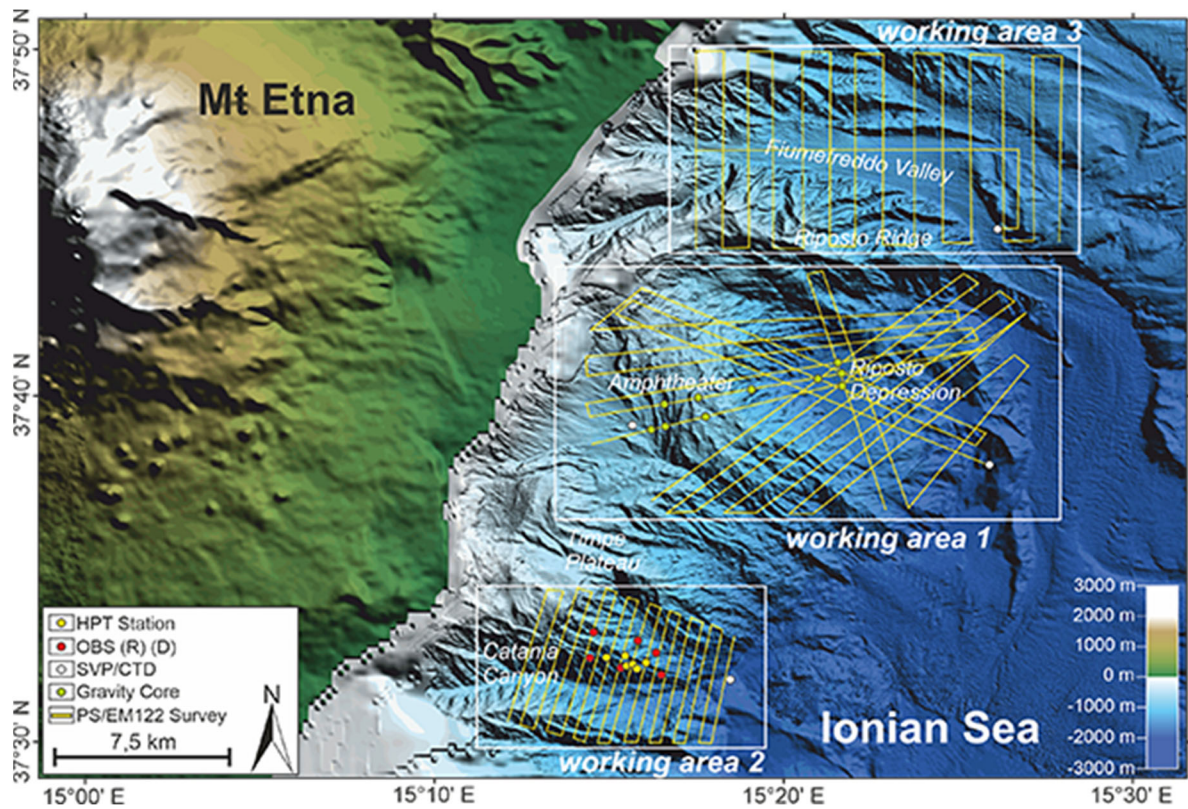


Abb. 2 Das Arbeitsgebiet der Expedition M178.

Fig. 2 The working area of cruise M178.

Arbeitsprogramm

Die folgenden Systeme werden eingesetzt: Hydroakustik (Multibeam und Parasound), Schwerelot für die Sedimentkerngewinnung, sowie Meeresbodengeodäsie. Während der Ausfahrt wird hierbei der Fokus auf drei Gebiete gelegt (Abbildung 2):

Arbeitsgebiet 1) Ein hufeisenförmige Amphitheater ist eines der markantesten geomorphologischen Elemente des Kontinentalrandes östlich des Ätnas. Diese Struktur ist möglicherweise ein Relikt einer vergangenen Hangrutschung. In diesem Gebiet werden mehrere hydroakustische Untersuchungen mit verschiedenen Systemen durchgeführt. Zudem werden Sedimentkerne zur Rekonstruktion von kleineren Massenumlagerungen und der Tephra-Stratigraphie genommen.

Arbeitsgebiet 2) Der südliche Kontinentalrand vor dem Ätna ist durch den tief eingeschnittenen Catania-Canyon und einen markanten Bergrücken direkt an seiner Nordflanke gekennzeichnet. Dieser Bergrücken, sowie die südliche Grenze des instabilen Osthangs, wurden anhand von bathymetrischen Daten kartiert. Die erneute Kartierung des Hanges und der Vergleich mit älteren Daten wird die Veränderung des Hanges in der Zeit offenbaren. Zusätzlich werden die marinen geodätischen Daten, die im Jahr 2020 mit FS SONNE installiert wurden, mit Hilfe eines akustischen Transceivers runtergeladen, um die kontinuierliche Überwachung der Blattverschiebung zu gewährleisten.

Arbeitsgebiet 3) Nach Norden hin wird das Amphitheater (Arbeitsgebiet 1; Abbildung 2) am zentralen Kontinentalrand durch die in Ost-West-Richtung verlaufende Antiklinale des Riposto-Rückens begrenzt, der höchstwahrscheinlich ein Relikt der Apennin-Orogenese ist. Die Veränderungen der Morphologie aufgrund von Gravitationsprozessen werden mit Hilfe von hydroakustischen Methoden vermessen und mögliche Ablagerung von Erdrutschungen aufgespürt.

Work Programme

The following systems are used: Hydroacoustic (Multibeam and Parasound), Gravity Corer Lot, and Seafloor Geodesy. We will work in three areas (Figure 2):

Work Area 1) A semi-circular amphitheatre is one of the most prominent geomorphological features of the continental margin east of Etna. This structure is possibly a remnant of an ancient submarine landslide. Several hydroacoustic investigations using different systems are being carried out in this area over the last decade. In addition, sediment cores will be retrieved in order to reconstruct small scale mass transport events and enhance the tephra stratigraphic models in the region.

Working area 2) The southern continental margin in front of Etna is characterized by the deeply incised Catania Canyon and a prominent ridge directly adjacent to its northern flank. This ridge and the southern boundary of the unstable eastern flank were mapped using bathymetric data. Re-mapping the slope and comparing it to previously recorded data will reveal how the slope has changed through time. In addition, seafloor geodetic data installed by FS SONNE in 2020 will be downloaded using an acoustic transceiver to provide continuous monitoring of the strike-slip fault system.

Work Area 3) To the north, the amphitheatre (Work Area 1; Figure 2) on the central continental margin is bounded by the east-west trending anticline of the Riposto Ridge, which is most likely a remnant of the Apennine orogeny. The changes in morphology due to gravitational processes will be measured by hydroacoustic methods and possible landslide deposits will be revealed.

Nach dem Arbeitsprogramm am Ätna wird eine weitere hydroakustische Vermessung des Westhangs vor La Palma, Kanaren, vorgenommen. Die anhaltende Eruption des Cumbre Vieja Vulkans führt zu möglichen Masseumlagerungen am Westhang, die mögliche Instabilitäten des Hanges verursachen können.

Following the work programme at Etna, another hydroacoustic survey of the western flank off La Palma, Canary Islands, will be conducted. The ongoing eruption of Cumbre Vieja volcano leads to a possible mass redistribution on the northern slope, which may cause possible instabilities of the slope.

Zeitplan / Schedule

Fahrt / Cruise M178

	Tage/days
Auslaufen von Emden (Deutschland) am 21.11.2021 <i>Departure from Emden (Germany) 21.11.2021</i>	
Transit zum Arbeitsgebiet / <i>Transit to working area</i>	10
Seeerprobung Tiefsee Fächerecholot EM 122 <i>Sea acceptance test multibeam echosounder EM 122</i>	1.5
Geophysikalische Profilmfahrten <i>Geophysical profiling</i>	5.5
Geologische Beprobung <i>Geological sampling</i>	1.5
Wartung der Meeresbodengeodäsie <i>Maintenance of seafloor geodesy</i>	2
Transit nach La Palma <i>Transit to La Palma</i>	6
Geophysikalische Profilmfahrten <i>Geophysical profiling</i>	1
Transit zum Hafen Las Palmas <i>Transit to port Las Palmas</i>	0.5
	Total 28
Einlaufen in Las Palmas (Spanien) am 19.12.2021 <i>Arrival in Las Palmas (Spain) 19.12.2021</i>	

Bordwetterwarte / Ship's meteorological Station

Operationelles Programm

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

Aufgaben

1. Meteorologische Beratungen:

Meteorologische Beratung von Fahrt- und Schiffsleitung sowie der wissenschaftlichen Gruppen und Fahrtteilnehmern. 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).

Beteiligte Institutionen / *Participating Institutions*

DWD

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

CeOS

Center for Ocean and Society
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
Neufeldtstr. 10
D-24118 Kiel

GEOMAR

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

CAU

Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
Institut für Geowissenschaften
Otto-Hahn-Platz 1
D-24118 Kiel

INGV Catania

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, sezione di Catania
Piazza Roma 2
95125 Catania
Italy

Das Forschungsschiff / *Research Vessel METEOR*

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

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

Das Schiff wird als 'Hilfseinrichtung der Forschung' von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) betrieben. Dabei wird sie von einem Beirat unterstützt. Der Schiffsbetrieb wird zu 70% von der DFG und zu 30% vom BMBF finanziert.

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

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

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

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

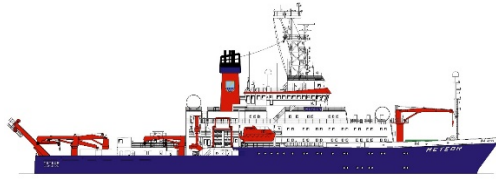
R/V “METEOR” is owned by the Federal Republic of Germany, represented by the Ministry of Education and Research (BMBF), which also financed the construction of the vessel.

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

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

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

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



Research Vessel

METEOR

Cruise No. M178

21. 11. 2021 - 19. 12. 2021



**Gefahren vor Ätna: Hangrutschungsentstehung durch vulkanische Erdbeben
(HazELNUT)**

*Hazards off Etna: Landslide Nucleation Under Tremor
(HazELNUT)*

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 0935-9974