



Forschungsschiff

METEOR

Reise Nr. M166

09. 09. 2020 - 08. 10. 2020



DSO-Energie:

Energieumwandlung und Tiefenwassermodifikation in der Dänemark-Straße und die Stärke von Überläufen am Island-Färöer-Rücken

Herausgeber:

Universität Hamburg, Institut für Geologie

Leitstelle Deutsche Forschungsschiffe

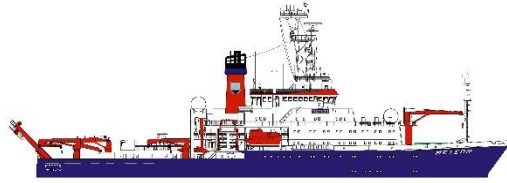
<http://www.ldf.uni-hamburg.de>

Gefördert durch:

Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

ISSN 0935-9974

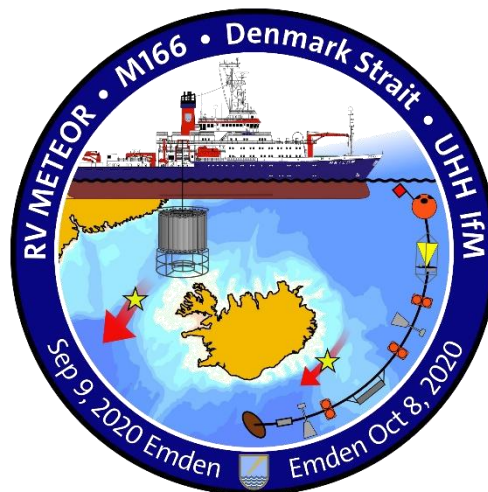


Forschungsschiff / *Research Vessel*

METEOR

Reise Nr. / *Cruise No.* M166

09. 09. 2020 - 08. 10. 2020



DSO-Energie:

Energieumwandlung und Tiefenwassermodifikation in der Dänemark-Straße und die Stärke von Überläufen am Island-Färöer-Rücken

DSO-Energy:

Energy conversion and deep water modification in the Denmark Strait and the strength of overflows at the Iceland-Faroe Ridge

Herausgeber / *Editor:*

Universität Hamburg, Institut für Geologie
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*

Fahrtleiter / Chief Scientist

Dr. Hossein Mashayekh Poul
Institut für Meereskunde
Universität Hamburg
Bundesstraße 53
D-20146 Hamburg

Telefon: +49 40 42838-4582
Telefax: +49 40 42838-7471
e-mail: hossein.mashayekh.poul@uni-hamburg.de

Leitstelle Deutsche Forschungsschiffe

Institut für Geologie
Universität Hamburg
Bundesstraße 55
D-20146 Hamburg

Telefon: +49-40-428-38-3640
Telefax: +49-40-428-38-4644
e-mail: leitstelle.ldf@uni-hamburg.de
http: www.ldf.uni-hamburg.de

Reederei

Briese Schiffahrts GmbH & Co. KG
Abt. Forschungsschiffahrt
Hafenstraße 6d (Haus Singapore)
D-26789 Leer

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

Geschäftsstelle

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

email: 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	(Iridium Open Port)	+881 677 701 858
	(VSAT)	+49 421 98504370

Phone Chief Scientist	(Iridium Open Port)	+881 677 701 859
	(VSAT)	+49 421 985 04372

METEOR Reise / *METEOR Cruise* M166 (GPF 18-1_59)

09. 09. 2020 - 08. 10. 2020

DSO-Energie:

**Energieumwandlung und Tiefenwassermodifikation in der Dänemark-Straße und die
Stärke von Überläufen am Island-Färöer-Rücken**

DSO-Energy:

*Energy conversion and deep water modification in the Denmark Strait and the strength of
overflows at the Iceland-Faroe Ridge*

Fahrt / Cruise M166

09.09.2020 - 08.10.2020

Emden (Deutschland) - Emden (Deutschland)

Fahrtleitung / *Chief Scientist*:

Dr. Hossein Mashayekh Poul

Koordination / *Coordination*

Leitstelle Deutsche Forschungsschiffe
German Research Fleet Coordination Center

Kapitän / *Master* METEOR

Detlef Korte

Übersicht

Im Nordmeer wird dichtes Wasser gebildet, das als Überlaffnahmen über den Grönland-Schottland-Rücken schwappt. Auf ihrem Abstiegsweg in die Becken des Nordatlantiks ziehen diese Fahnen Umgebungswasser mit sich, wodurch sich das Volumen des dichten Wassers erhöht. Die Überläufe tragen somit wesentlich zur Bildung von nordatlantischem Tiefenwasser und dem tiefen Teil der atlantischen meridionalen Umwälzzirkulation bei. Der größte durchschnittliche Volumenfluss in einer Überlaffnahme wird in der Dänemark-Straße beobachtet, die auf Zeitskalen von wenigen Tagen durch Wirbel modifiziert wird. Das Rückensystem zwischen Island und den Färöern unterstützt vermutlich mehrere schwache Flüsse, die dennoch zum gesamten Austausch zwischen dem Nordmeer und dem Atlantischen Ozean beitragen.

Die geplante Untersuchung trägt dazu bei, (1) den Überlauf an der Schwelle der Dänemark-Straße mittels Tiefseeverankerungen laufend (seit 1996) zu überwachen, (2) kleinere Überlaffäste am Island-Färöer-Rücken, insbesondere im westlichen Tal, zu untersuchen.

Die Fahrt ist ein Beitrag zum DFG-Sonderforschungsbereich TRR 181 "Energietransfers in Atmosphäre und Ozean" und zum BMBF-Projekt "RACE- Synthese - Regionale Atlantik-Zirkulation und globaler Wandel".

Synopsis

Dense water is formed in the Nordic Seas and spills over the Greenland-Scotland Ridge as overflow plumes. During their descent into the basins of the North Atlantic, these plumes entrain ambient waters, increasing the volume of dense water. The overflows thus contribute significantly to the formation of North Atlantic Deep Water and the lower limb of the Atlantic Meridional Overturning Circulation. The largest average volume flux in an overflow plume is observed in the Denmark Strait, which is modified by eddies on time scales of a few days. The ridge system between Iceland and the Faroes presumably supports several weak flows, which nevertheless add to the total Nordic Seas – Atlantic Ocean exchange.

The planned survey contributes to (1) ongoing monitoring (since 1996) of the overflow at the sill of the Denmark Strait using deep-sea moorings, (2) investigating minor overflow branches at the Iceland-Faroe Ridge, in particular in the Western Valley.

The cruise will contribute to the DFG Collaborative Research Centre TRR 181 "Energy transfers in atmosphere and ocean" and the BMBF project "RACE- Synthese - Regional Atlantic Circulation and global Change".

Wissenschaftliches Programm

Während der Reise werden über der unterseeischen Schwelle der Dänemark-Straße sowie entlang des Island-Färöer-Rückens zeitlich und räumlich hochaufgelöste hydrographische und Strömungsprofile gemessen. In der Dänemark-Straße wird eine bereits ausgelegte Langzeitverankerung versorgt. Zu-dem werden vier Kurzzeit- und zwei Langzeitverankerungen im „Western Valley“ ausgebracht, um die dortige Überströmung zu messen. Die optimalen Positionen werden nach Durchführung der ersten CTD-Profilen festgelegt. Die aufgenommenen Daten werden laufende Projekte (TRR 181 und RACE) über die Ursachen der Variabilität der Überströmungen und damit des Austausches zwischen Polarmeer und Atlantikbecken unterstützen. Ergebnisse werden mit älteren Daten kombiniert (z.B. MSM21-1b, POS486, POS503, 64PE426, MSM76) und mit Daten aus Modellstudien verglichen.

Die wichtigsten Zielsetzungen dieser Reise:

- Erfassung der Überströmung der Schwelle in der Dänemark-Straße: Wartung der Langzeitverankerung und Erweiterung der Datenerfassung durch CTD/LADCP-Schnitte und während der Fahrt an Bord betriebene Systeme (vmADCP).
- Identifizierung des Überströmungswassers im Western Valley (WV): Zu Beginn der Fahrt werden Verankerungen entlang des WV ausgebracht und am Ende der Fahrt noch einmal gewartet, um Daten bis zur Entnahme in 2021 zu sammeln. Diese Langzeitmessungen werden unser Verständnis zum Volumentransport sowie der Entrainmentprozesse, die die Eigenschaften des Überlaufs beeinflussen, ver-

Scientific Programme

During the cruise, high-resolution hydrographic and current meter data will be obtained at the sill of the Denmark Strait, as well as along the Iceland-Faroe Ridge. Existing long term moorings will be serviced for the Denmark Strait. Four short term and two long term mooring will be deployed to investigate the Western Valley overflow. The optimal position of the moorings in the Western Valley will be determined based on initial CTD sections. The data will address the questions of ongoing projects (TRR 181 and RACE) and contribute to planned projects on the causes of variability of the overflows and hence the exchanges between the Atlantic and Arctic basins. The results will be combined with older data (e.g. MSM21-1b, POS486, POS503, 64PE426, MSM76) and compared to results of modelling studies.

The main scientific objectives of the cruise are:

- *Capturing the flow of the Denmark Strait sill region: The first objective of the cruise is to maintain the long-term mooring programme in the Denmark Strait. Furthermore, the data coverage will be extended to cover not only a mooring line, but also CTD/LADCP sections and the vessel operated systems (vmADCP) during the cruise.*
- *Identifying overflow water in the Western Valley: Moorings will be deployed along the Western Valley pathway at the beginning of the cruise and they will be recovered and redeployed at the end of the cruise to be collected in 2021. These long-term measurements will improve our understanding of the volume transport at this location, as well as en-*

bessern. Yoyo-Stationen sollen Daten zur zeitlichen Variabilität kleinskaliger Prozesse stromauf- und -abwärts der Verankerungen sammeln. Ziel ist es, Stellen besonders intensiven Entrainments zu finden und die Vermischung entlang des Stromes zu quantifizieren. Die Messungen in Gebieten stromaufwärts der Verankerungen sollen helfen zu verstehen, was das Durchströmen des kalten, schweren Bodenwassers durch das WV aus dem nördlichen WV behindert. Dies soll die Quantifizierung des gesamten Überstromes und damit die Bestimmung des Wasserbudgets des Polarmeeres verbessern. Zusätzlich sollen Messungen auf der Atlantikseite stattfinden, wo vermutlich kleinere Beiträge aus Überströmungen auf die Wassermassen aus dem Färöer-Bank-Kanal treffen und sich mit diesen vermischen.

- All diese verschiedenen Überströmungen und Wassermassen beeinflussen die resultierenden Eigenschaften des Wassers des gesamten Island-Schottland-Überlaufes im Island-Becken.
- *Interaction of different overflow branches, as well as mixing with ambient waters, sets the final properties of the Iceland-Scotland Overflow water in the Iceland Basin.*

trainment processes, which set the properties of the WV overflow further downstream. Regular yoyo stations are planned to cover the temporal variability of small-scale processes at locations up- and downstream of the moorings. In particular, our aim is to identify hot spots of entrainment and quantify mixing of overflow water along the ridge. The region upstream of the moorings will also be covered in order to understand why the cold and dense water in the Northern part of the Western Valley does not penetrate easily through the WV. Quantifying the flow through these passages will therefore reduce uncertainties of our total overflow estimates and improve budget calculations of the Arctic Mediterranean. Additionally, measurements at the Atlantic side of the ridge will be conducted, where the minor overflows are assumed to join the Faroe Bank Channel overflow.

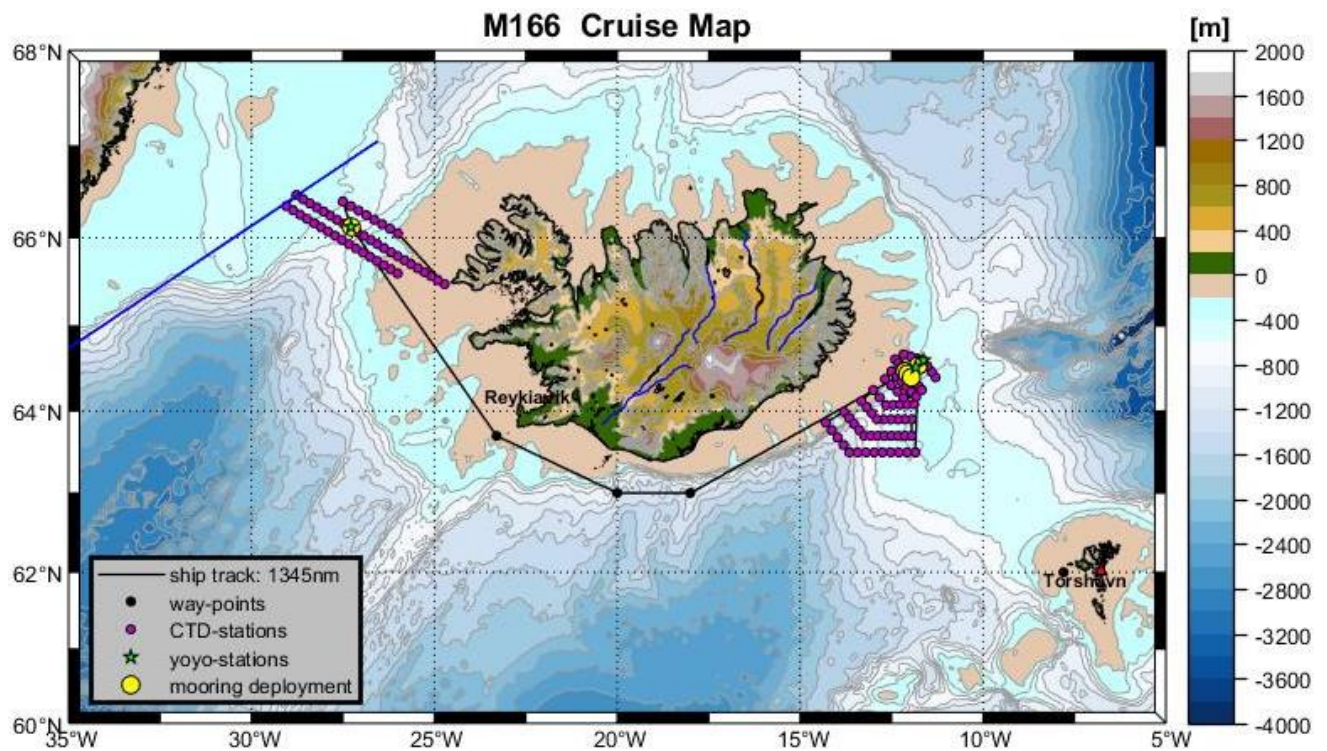


Abb. 1: Arbeitsgebiet an der Dänemark-Straße westlich und dem “Western Valley” östlich von Island. Die exakte Position der vier Kurzzeit- und zwei Langzeit-Verankerungen (gelb) wird nach Ende der ersten CTD-Profilen (violett) festgelegt.

Fig. 1: Area of intended work, where the western research area is the Denmark Strait and the eastern research area is the Western Valley. The optimal position of the 4 short-term and 2 long-term moorings in the Western Valley will be determined based on initial CTD sections.

Arbeitsprogramm

Während der viertägigen Überfahrt von Emden zu den ersten CTD-Stationen im Western Valley (WV) wird die gesamte Ausrüstung installiert, geprüft und kalibriert. Im WV werden zunächst zwei Standard-CTD-Schnitte gefahren, um die aktuelle Situation der Überströmung und des Reservoirs dahinter erfassen zu können. Danach wird die erste Verankerung ausgebracht. Es folgt ein CTD-Schnitt entlang des WV mit zusätzlichen Yoyo-Stationen, um die beste Position für die zweite Verankerung zu finden, die dann ausgebracht werden soll.

Danach werden im zweiten Arbeitsgebiet westlich von Island (Überfahrt 2-3 Tage) drei CTD-Stationen gefahren und die Langzeit-Verankerung gewartet. Für den Vergleich mit den Daten unseres ADCP wird dort außerdem eine Yoyo-Station gefahren.

Nachfolgend fahren wir wieder zum ersten Arbeitsgebiet, wo die WV-Überströmung im Fokus der Untersuchungen stehen wird. Engmaschige Untersuchungen werden entlang des WV durchgeführt, um die zeitliche Variabilität der Grenzfläche zwischen dem tiefen schweren Überstromwasser und dem einströmenden Atlantik-Oberflächenwasser zu vermessen. Zur Identifizierung der Strukturen wird im WV ein Gitter an CTD- und LADCP-Messstationen abgefahren sowie während der Fahrt Daten mit dem vmADCP gesammelt.

Des Weiteren werden uns Kollegen am Institut für Meereskunde in Hamburg mit Echtzeitsatellitenbildern unterstützen und auch erste Auswertungen unserer Messdaten vornehmen. Am Ende werden im WV die vier Kurzzeitverankerungen geborgen und zwei wieder ausgebracht.

Vier Tage Überfahrt nach Emden schließen die Fahrt M166 ab.

Work Programme

The cruise starts with about 4 days of transit from Emden to the first CTD station in the Western Valley. All equipment will be set up, tested and calibrated during the transit. In the WV some standard CTD sections are performed, which will reveal the actual situation of the overflow in the Western Valley and the reservoir water upstream. We will deploy the first mooring after performing the first two sections. Thereafter, we do a CTD section along the Valley together with one or two yoyo-stations to determine the optimal position for the second mooring.

In the second working area west of Iceland, which is in about 2-3 days transit time, we perform another three CTD sections and then we maintain the long-term mooring in the Denmark Strait. We also perform one yoyo station at the position of the mooring to be used as a crosscheck for our ADCP.

In the following days, returning to the first working area, the Western Valley overflow will be in the focus of the investigations. Detailed measurements will be carried out along the Valley to identify the time variability of the interface of the dense deep overflow water and the Atlantic surface inflow. For identifying these structures, the data coverage will be extended to cover not only a mooring line, but also a grid that will be covered by CTD/LADCP sections and the vessel operated systems (vmADCP) during the cruise.

Furthermore, colleagues in Hamburg will provide real-time satellite images and will work on our measured data. Finally, the four short-term moorings will be recovered and two will be redeployed in the Western Valley.

Cruise M166 ends after a transit of 4 days in Emden.

Zeitplan / Schedule**Fahrt / Cruise M166 (GPF 18-1_59)**

	Tage/days
Auslaufen in Emden (Deutschland) am 09.09.2020 <i>Departure from Emden (Germany) 09.09.2020</i>	
Transit zum Arbeitsgebiet / <i>Transit to working area (Western Valley)</i>	4
CTD/LADCP Schnitte/ <i>CTD/LADCP sections</i>	3.5
Verankerungsarbeiten/ <i>Moorings work</i>	0.5
Transit zum Arbeitsgebiet / <i>Transit to working area (Denmark Strait)</i>	2.5
CTD/LADCP Schnitte/ <i>CTD/LADCP sections</i>	2
Verankerungsarbeiten/ <i>Moorings work</i>	0.5
Transit zum Arbeitsgebiet / <i>Transit to working area (Western Valley)</i>	2.5
CTD/LADCP Schnitte/ <i>CTD/LADCP sections</i>	9
Verankerungsarbeiten/ <i>Moorings work</i>	1.5
Transit zum Hafen Emden (Deutschland) <i>Transit to port Emden (Germany)</i>	4
Total	30
Einlaufen in Emden (Deutschland) am 08.10.2020 <i>Arrival in Emden (Germany) 08.10.2020</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. 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 eingegeben.

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
Internet: www.dwd.de

IFMUHH

Experimentelle Ozeanographie
Institut für Meereskunde
Universität Hamburg
Bundesstraße 53
D-20146 Hamburg
www.ifm.uni-hamburg.de

Das Forschungsschiff / *Research Vessel METEOR*

Das Forschungsschiff METEOR dient der weltweiten grundlagenbezogenen deutschen Hochsee-Forschung und der Zusammenarbeit mit anderen Staaten auf diesem Gebiet.

The research vessel METEOR is used for German basic ocean research world-wide and for cooperation with other nations in this field.

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

The vessel 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.

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.

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.

Dem Gutachterpanel Forschungsschiffe (GPF) obliegt die Begutachtung der wissenschaftlichen Fahrtanträge. Nach positiver Begutachtung können diese in die Fahrtp lanung 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 der Universität Hamburg ist für die wissenschaftlich-technische, logistische und finanzielle Vorbereitung, Abwicklung und Betreuung des Schiffsbetriebes verantwortlich. Sie arbeitet einerseits mit der Fahrtleitung partnerschaftlich zusammen, andererseits ist sie Partner und Auftraggeber der Reederei Briese Schifffahrts GmbH & Co. KG.

The German Research Fleet Coordination Centre at the University of Hamburg is responsible for the scientific-technical, logistical and financial preparation, handling and supervision of the vessels operation. It cooperates with the chief scientists on a partner-like basis and is the direct partner of the managing owner Briese Schifffahrts GmbH & Co KG.



Research Vessel

METEOR

Cruise No M166

09. 09. 2020 - 08. 10. 2020



DSO-Energy:

Energy conversion and deep water modification in the Denmark Strait and the strength of overflows at the Iceland-Faroe Ridge

Editor

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

Sponsored by

Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)
ISSN 0935-9974