

Forschungsschiff

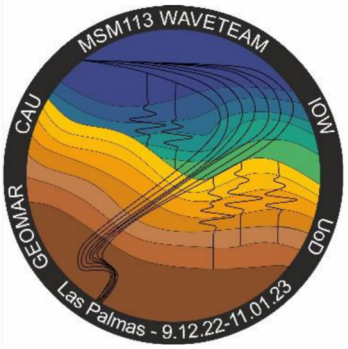
MARIA S. MERIAN

Reisen Nr. MSM112, MSM112-2, MSM113

07. 10. 2022 - 12. 01. 2023







Die süßwasserbeeinflusste Region (ROFI) des Rio Magdalena-Deltas Land-Meer-Interaktion des wichtigsten Zuflusses in das Karibische Meer - RioM ROFI

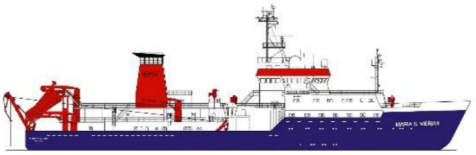
Sub Tropische Atlantische Referenz Daten - STARD

Entstehung von Sedimentwellen an Kontinentalrändern - WAVETEAM

Struktur der submarinen mobilen Westflanke des Vulkans Cumbre Vieja, La Palma - Sub:Palma

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

Gefördert durch:
Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)
ISSN 1862-8869



Forschungsschiff / *Research Vessel*

MARIA S. MERIAN

Reisen Nr. / *Cruises No.* MSM112, MSM112-2, MSM113

07. 10. 2022 - 12. 01. 2023



Die süßwasserbeeinflusste Region (ROFI) des Rio Magdalena-Deltas Land-Meer-Interaktion des wichtigsten Zuflusses in das Karibische Meer - RioM ROFI
The Rio Magdalena Delta ROFI system - Land-Sea Interaction of the major tributary of the Caribbean Sea - RioM ROFI

Sub Tropische Atlantische Referenz Daten - STARD
Sub Tropical Atlantic Reference Data - STARD

Entstehung von Sedimentwellen an Kontinentalrändern - WAVETEAM
Sediment wave generation in continental margins -WAVETEAM

Struktur der submarinen mobilen Westflanke des Vulkans Cumbre Vieja, La Palma – Sub:Palma
Structure of the submerged mobile western flank of Cumbre Vieja Volcano, La Palma - Sub:Palma

Herausgeber / *Editor:*
Institut für Geologie Universität Hamburg
Leitstelle Deutsche Forschungsschiffe
http://www.ldf.uni-hamburg.de

Gefördert durch / *Sponsored by:*
Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)
ISSN 1862-886

Anschriften / *Addresses*

Prof. Dr. Christian Winter
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
Institut für Geowissenschaften
Otto-Hahn Platz 1
D-24118 Kiel

Telefon: +49 431 880 2881
Telefax: +49 431 880 4432
E-Mail: christian.winter@ifg.uni-kiel.de

Prof. Óscar Álvarez Silva, PhD.
Department of Physics and Geosciences
Universidad del Norte
Km. 5 vía Puerto Colombia
Barranquilla
Colombia

Telefon: +(57) 605 3509509 ext: 3381
Telefax: +(57) 301 425 3034
E-Mail: oalvarezs@uninorte.edu.co

Frank Nitsche, PhD
Universität zu Köln
Zülpicher Str. 47b
D-50674 Köln

Telefon: +49 221 470-3143
Telefax: +49 221 470-5032
E-Mail: fnitsche@uni-koeln.de

Stefan Kinne, PhD
Max-Planck-Institut für Meteorologie
Bundesstraße 53
D-20146 Hamburg

Telefon: +49 40 4840-2498
Telefax: +49 40 4117-3298
E-Mail: stefan.kinne@mpimet.mpg.de

Prof. Dr. Sebastian Krastel
Institut für Geowissenschaften
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
Otto-Hahn-Platz 1
D-24118 Kiel

Telefon: +49 431 880-3914
Telefax: +49 431 880-4432
E-Mail: sebastian.krastel@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 4273-10063
E-Mail: leitstelle.ldf@uni-hamburg.de
http: www.ldf.uni-hamburg.de

Reederei Briese
Briese Schiffahrts GmbH & Co. KG
Research | Forschungsschifffahrt
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-research.de

GPF-Geschäftsstelle
Gutachterpanel Forschungsschiffe
c/o Deutsche Forschungsgemeinschaft
Kennedyallee 40
D-53175 Bonn

E-Mail: gpf@dfg.de

Forschungsschiff / *Research Vessel* MARIA S. MERIAN

Vessel's general email address	merian@merian.briese-research.de
Crew's direct email address	n.name@merian.briese-research.de
Scientific general email address	chiefscientist@merian.briese-research.de
Scientific direct email address	n.name@merian.briese-research.de

Each cruise participant will receive an e-mail address composed of the first letter of his first name and the full last name.

Günther Tietjen, for example, will receive the address:

g.tietjen@merian.briese-research.de

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	+49 491 91979023
	FBB 500 (Backup)	+870 773 929 863
	GSM-mobile (in port only)	+49 171 697 543 3

MERIAN Reisen / *MERIAN Cruises* MSM112

07. 10. 2022 - 12. 01. 2023

Die süßwasserbeeinflusste Region (ROFI) des Rio Magdalena-Deltas Land-Meer-Interaktion des wichtigsten Zuflusses in das Karibische Meer – RioM ROFI
The Rio Magdalena Delta ROFI system - Land-Sea Interaction of the major tributary of the Caribbean Sea, RioM ROFI

Sub Tropische Atlantische Referenz Daten - STARD
Sub Tropical Atlantic Reference Data - STARD

Entstehung von Sedimentwellen an Kontinentalrändern -WAVETEAM
Sediment wave generation in continental margins - WAVETEAM

Struktur der submarinen mobilen Westflanke des Vulkans Cumbre Vieja, La Palma - Sub:Palma
Structure of the submerged mobile western flank of Cumbre Vieja Volcano, La Palma - Sub:Palma

Fahrt / *Cruise* MSM112	07. 10. 2022 - 14. 11. 2022 Von/*from* St. John's (Kanada/*Canada*) Nach/*to* Cartagena (Kolumbien/*Colombia*) Fahrtleitung / *Chief Scientist:* Prof. Dr. Christian Winter
Fahrt / *Cruise* MSM112/2	17.11.2022 - 05.12.2022 Von / *from* Cartagena (Kolumbien/*Colambia*) – Nach / *to* Las Palmas (Spanien/*Spain*) Fahrtleitung / *Chief Scientist*: Frank Nitsche
Fahrt / *Cruise* MSM113	09.12.2022 - 12.01.2023 Las Palmas (Spain) – Las Palmas (Spain) Fahrtleitung / *Chief Scientist*: Prof. Dr. Sebastian Krastel
Koordination / *Coordination*	Leitstelle Deutsche Forschungsschiffe *German Research Fleet Coordination Centre*
Kapitän / *Master* MERIAN	MSM112 Björn Maaß MSM112-2 Ralf Schmidt MSM113 Ralf Schmidt

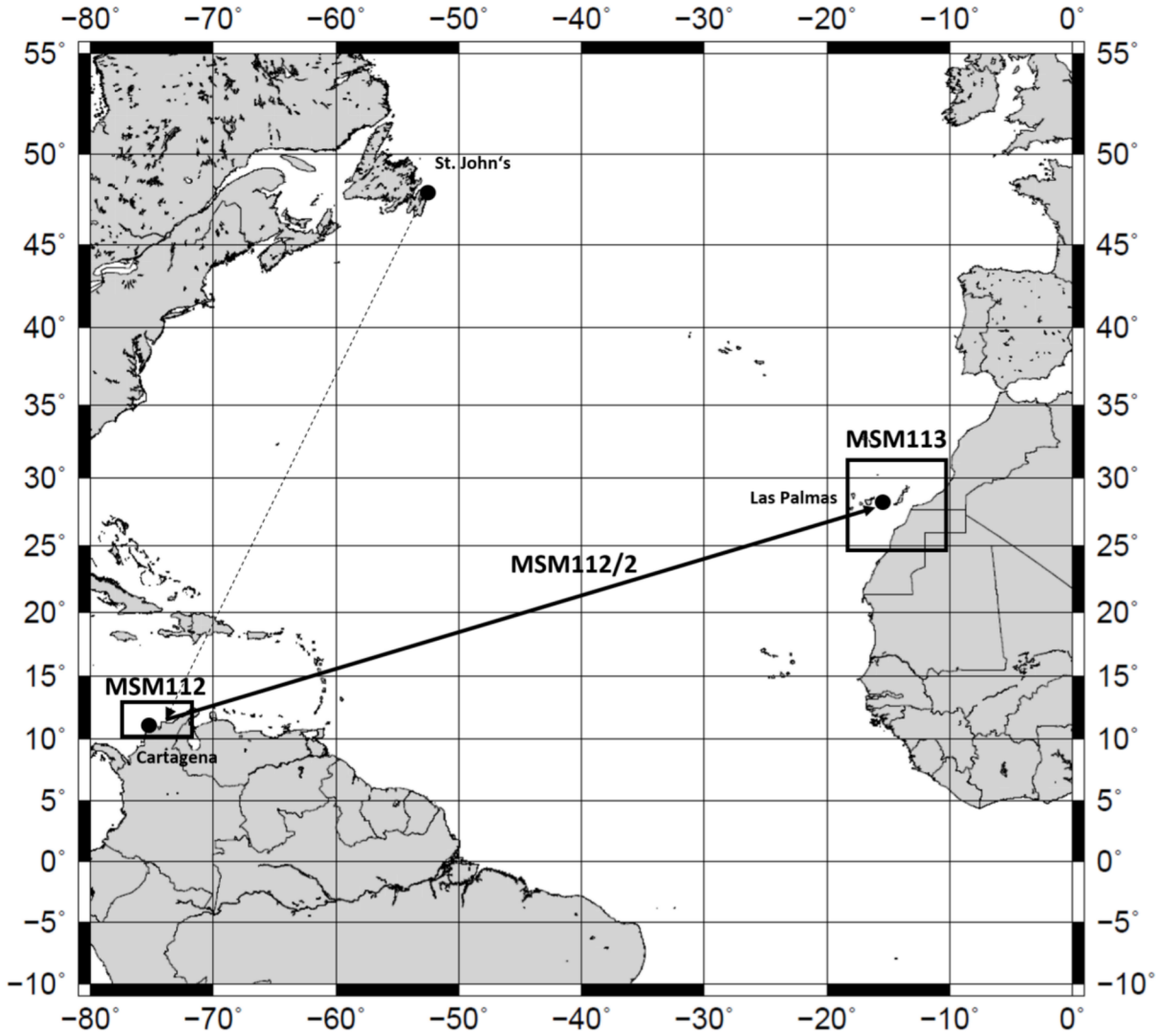


Abb. 1 Geplante Fahrtrouten und Arbeitsgebiete der MERIAN Expeditionen MSM112 bis MSM113

Fig. 1 *Planned cruise tracks and study areas of MERIAN cruises MSM112* to MSM113

Übersicht

Fahrt MSM112

Der Rio Magdalena ist der wichtigste Süßwasserzufluss in das Karibische Meer. Der Abfluss interagiert an der Mündung mit windgetriebenen Strömungen, mesoskaligen Wirbeln, dem Panamá-Kolumbien-Strom und möglicherweise dem La Guajira-Upwelling System im Nordosten Kolumbiens und formt eine einzigartige Region des Süßwassereinflusses (ROFI) mit komplexen Transportmustern von Wasser, Sedimenten, Nährstoffen und Schadstoffen entlang der karibischen Küste, dem Schelf und dem offenen Ozean. Trotz einiger Vorstudien über das Magdalena-Delta und ROFI bleiben eine Vielzahl von Forschungsfragen rund um die Hydrodynamik, Sedimentologie, Geologie, Delta-Architektur und Biochemie dieses Systems aufgrund fehlender Daten offen. Diese gemeinsame Expedition von kolumbianischen und deutschen Arbeitsgruppen beinhaltet gezielte schiffsgestützte Messungen, um die wichtigsten geophysikalischen, sedimentologischen und biochemischen Land-See-Interaktionsprozesse zu untersuchen. Wir planen hydroakustische Messungen, direkte Probenahmen (Wasser, Oberflächensedimente, Plankton und Schwerelotkerne) und den Einsatz eines autonomen Meeresbodenobservatoriums (Lander). Forschungsziele sind das Verständnis der Dynamik und Ausdehnung der Mischungszone, der maximalen Trübungszone und der Flussfahne; die Analyse von Transportwegen von Schwebstoffen und Bodensedimenten; und die Rekonstruktion der Entwicklung des rezenten Deltas. Zusätzlich soll eine vermutete Interaktion zwischen dem Magdalena ROFI System und dem Guajira Upwelling System näher erforscht werden.

Synopsis

Cruise MSM112

The Magdalena River is the major tributary of the Caribbean Sea. At the river mouth the discharge interacts with wind-driven currents, mesoscale eddies, the Panamá-Colombia counter current and possibly the La Guajira upwelling system, generating a unique Region of Freshwater Influence (ROFI) with complex transport patterns of freshwater, sediments, nutrients and contaminants along the Caribbean coast, shelf and open sea. Despite considerable knowledge on the Magdalena delta and ROFI, a large number of research questions related to the hydrodynamics, sedimentology, geology, delta architecture and biochemistry of this system remain unanswered due to a lack of observational data. In this joint expedition of Colombian and German working groups ship based measurements are carried out to explore the most important geophysical, sedimentological, and biogeochemical processes of the land-sea interaction. We plan to combine ship-based hydro-acoustic methods, direct sampling (water, bed sediments, plankton and sediment cores), and the deployment of an autonomous sea floor observatory. Measurement data will allow us to assess the dynamics and extension of the salinity-temperature stratification, mixing in the river plume. Transport paths of suspended sediments and bedforms will be analysed to describe the evolution of the modern delta. Additional water column data will enable us to decipher nutrient and contaminant loads and plankton abundance. Furthermore, we will also investigate a hypothesised interaction between the Magdalena ROFI system and the Guajira Upwelling system.

Fahrt MSM112-2

Die MSM112/2 - Fahrt des FS MARIA S. MERIAN führt von Cartagena (Kolumbien) nach Las Palmas (Spanien).

Die wissenschaftliche Ziele sind das kontinuierliche Sammeln von Referenzdaten zur Fernerkundung aus dem All und zur Ozeantiefe und eine zweimal tägliche Erstellung von Profilen nahe der Oberfläche in Ozean und Atmosphäre und eine damit verbundene biologische Analyse der in diesem Zusammenhang gesammelten Wasserproben.

Cruise MSM112-1

The R.V. MARIA S. MERIAN cruise MSM112/2 will take place during an Atlantic transect from Cartagena (Columbia) to Las Palmas (Spain).

Scientific goals are the collection of reference data for satellite remote sensing and for ocean bottom depths and twice-daily stops for samples of near-surface profiles in atmosphere and ocean, including biological analyses of the with ocean-profiling collected water samples at different oceans depths.

Fahrt MSM113

Sedimentwellen sind die dominierende Sohlenform auf dem Meeresboden. Sie haben eine große Bedeutung für Infrastruktur am Meeresboden, wie z.B. Telekommunikationskabel, da diese durch starke Strömungen über den Sedimentwellen zerstört werden kann. Des Weiteren spielen Sedimentwellen eine wichtige Rolle für die Stabilität von Kontinentalhängen und Tiefwassserkohlenwasserstoffsystemen. Die Entstehung von Sedimentwellen wird häufig mit internen Wellen, Suspensionsströmen, Bodenströmungen entlang des Hanges und zusätzlich an Kontinentalhängen auch durch langsames Abrutschen von Sedimenten in Verbindung gebracht. Die spezifischen Prozesse zur Formation von Sedimentwellen sind jedoch unzureichend untersucht. Häufig besteht eine Trennung zwischen den Disziplinen, die Prozesse an der Sediment-Wasser-Grenzschicht untersuchen. Im Rahmen der Ausfahrt MSM113 realisieren wir einen interdisziplinären Ansatz, der eine Vielzahl geophysikalischer, geologischer, geotechnischer und ozeanographischer Methoden einschließt, um die Prozesse zur Bildung von Sedimentwellen am nordwestafrikanischen Kontinentalrand zu untersuchen. Größere Bereiche des nordwestafrikanischen Hangs mit Sedimentwellen sollen mit hydroakustischen und seismischen Methoden kartiert und mit ozeanographischen Messungen in der Wassersäule kombiniert werden. Direkten Nachweis der Bodenströmungen erwarten wir aus ozeanographischen Verankerungen, die mit Druck-,

Cruise MSM113

Sediment waves are the dominant bedform on the ocean floor. They are important for any seafloor infrastructure, such as telecommunication cables, as the flows passing over can be highly destructive. Further, sediment waves play an important role in the stability of marine slopes and are of importance because of their role in deep-water petroleum plays. The hypotheses evoked for sediment wave generation are internal waves, downslope turbidity currents, along-slope currents, and at continental slopes also sediment creep. However, the mechanisms for generating these bedforms remain poorly constrained. Often an academic divide exists between the disciplines that study processes associated to ocean dynamics at and distant from the sediment water interface, resulting in a lack of across-disciplinary studies that address formation processes. During Cruise MSM113, we will realize an interdisciplinary approach, including a variety of geophysical, geological, geotechnical and oceanographic methods, to study processes that lead to the formation of large fields of sediment waves at the Northwest African margin. We propose to map large areas of the Northwest African slope hosting sediment waves with hydroacoustic and seismic methods and combine these with oceanographic measurements of the water column to gain insight into the dynamics of processes that act across the water-sediment interface. Direct evidence from oceanographic moorings with pressure-, temperature-sensors and acoustic doppler

Temperatur- und akustischen Doppler-Strömungsmessern ausgestattet sind. Seismische Daten sowie sedimentologische Daten aus Sedimentkernen sollen das komplexe Zusammenspiel von Ozeandynamik und Oberflächenmorphologie sowie die Entwicklung der Sedimentwellen im Laufe der Zeit abbilden. Wir erwarten mit diesem interdisziplinären Datensatz neue Einblicke in die Bildung von Sedimentwellen, und damit auch ein verbessertes Verständnis der Bedeutung von Sedimentwellen für marine Infrastruktur und Hangstabilität im marinen Bereich.

Des Weiteren soll in Rahmen eines Zusatzantrages die westliche instabile Flanke des Vulkans Cumbre Vieja (La Palma) kartiert werden. Ende 2021 erlebte der Vulkan Cumbre Vieja, der den südlichen Teil der Insel La Palma bildet, seinen längsten dokumentierten Ausbruch. Obwohl der Ausbruch vorerst abgeklungen zu sein scheint, ist unklar, welche Gefahren weiterhin bestehen. Dies begründet sich besonders daran, dass nicht genau bekannt ist, was sich durch die jüngsten Ereignisse von La Palma verändert hat, insbesondere auch an den submarinen Flanken der Insel. Geodätische und geologische Daten an Land deuten darauf hin, dass die Westflanke des Cumbre Vieja langsam in den Atlantik abrutscht. Die marine Fortsetzung der Flanke soll im Rahmen der Fahrt detailliert bathymetrisch kartiert werden.

current profilers will complete the interdisciplinary data set. Subsurface information from seismic data and sedimentological data from sediment cores will untangle the complex interplay of ocean dynamics and surface morphology as well as evolution through time. We expect to gain new insight into the formation of sediment waves with essential findings to improve our understanding of sediment wave generation and their importance for marine infrastructure and slope stability in the marine realm.

Furthermore, the western unstable flank of the Cumbre Vieja volcano (La Palma) is to be mapped as part of a supplementary application. In late 2021, Cumbre Vieja volcano, that builds up the southern part of the island of La Palma, experienced its longest eruption in historic times. Although the eruption appears to have subsided for now, it is unclear what hazards are going forward, mainly because we do not know exactly what changed as a result of recent events, especially in the submarine portions of La Palma. There is ample evidence from geodetic and geological data onshore that the western flank of Cumbre Vieja is slowly sliding into the Atlantic Ocean. The marine continuation of the flank will be mapped in detail during the cruise

Wissenschaftliches Programm

Die Mündung des Magdalena-Flusses steht prototypisch für ein tropisches ROFI-System (Region Of Freshwater Influence). Das Verständnis von Prozessen der fluviatilen und marinen Wechselwirkungen ist wichtig, da tropische ROFIs anfällige Systeme sind, die in Zukunft stark auf den Klimawandel reagieren können.

Der Schwerpunkt dieser Fahrt liegt auf den geophysikalischen, sedimentologischen und biogeochemischen Prozessen des Deltas, der ROFI und der Verbindung zum Auftriebssystem von La Guajira. Wir verfolgen einen prozessbasierten Ansatz zur:

- Analyse der Ausdehnung, Zusammensetzung und Dynamik der Flussfahne: Messung der Stabilität, Ausdehnung, Struktur des Salzkeils, der Schwebstoffe, der Dynamik der Pyknokline und turbulenten Vermischungsprozessen.
- Quantifizierung der rezenten sedimentären Verbindungen zwischen Fluss und dem aktiven Delta und angrenzenden Küstengebieten mit Schwerpunkt auf dem menschlichen Einfluss auf morphologische Veränderungen.
- Untersuchung des Aufbaus und der Struktur der aktiven Deltaloben.
- Untersuchung der Hypothese einer möglichen Interaktion zwischen ROFI und dem La Guajira Upwellingsystem.

Scientific Programme

The Magdalena River mouth is a prominent example of a large ROFI (Region Of Freshwater Influence) system in the tropics. It is crucial to understand the complex physical processes that drive the land-sea interaction in tropical regions, as ROFIs are vulnerable systems, which will be particularly prone to future climate change.

This cruise focuses on the geophysical, sedimentological and biogeochemical processes of the delta and this tropical ROFI, and will connect the delta to the La Guajira upwelling system. We will follow a process-based approach in order to:

- *Assess the extent, composition, and dynamics of the river plume: in situ studies on the instantaneous dimensions, stability, extent, mixing conditions and structure of the salt wedge, as well as total suspended solids, pycnocline dynamics and turbulent processes.*
- *Quantify modern sedimentary connections between the river mouth, the active delta and adjacent coastal zones, with a focus on human impact on sedimentological and morphological changes.*
- *Study the architecture and past sedimentary processes of active delta lobes.*
- *Explore the hypothesis of a possible interaction between the RM ROFI and La Guajira Upwelling system.*

Arbeitsprogramm

Wir kombinieren schiffsgestützte hydroakustische Methoden, direkte Probenahmen (Sediment und Wassersäule) auf Transekten und Meeresbodenbeobachtungen mit einem autonomen Observatorium (Lander) an ausgewählten Stationen. Es werden verschiedene Gebiete mit unterschiedlichen morphologischen, sedimentologischen und biologischen Merkmalen erforscht.
Die meisten Messungen folgen einem explorativen Ansatz, da bislang nur wenige thematisch relevante Vorstudien im Untersuchungsgebiet durchgeführt wurden. Das erfordert eine flexible Anpassung der Messungen an die dann während der Aufahrt gewonnenen, vorläufigen Ergebnisse.

Untersuchungen verlaufen entlang und quer zur Flussfahne, in drei Canyons im Delta und auf einem Transekt vom Delta in Richtung des Auftriebssystems von La Guajira.

Die Flussfahne wird durch eine Kombination eines stationären autonomen Landers und schiffsgestützten Transekten, auch mit einem geschleppten System für hochauflösende Messungen der Oberflächenwasserstruktur untersucht. Nach Untersuchungen zur Ausdehnung und Struktur der Flussfahne und zur Lage der jeweiligen Frontensysteme werden kurze Transekte direkt an den größten seitlichen Gradienten der Fronten festgelegt. Auf diesen Transekten wird die turbulente Durchmischung mit Mikrostrukturs onden in Kombination mit einer geschleppten CTD-Kette gemessen.

In den vorläufigen Daten über das Deltasystem wurden drei Canyons identifiziert. Diese werden mit Fächerecholot und Parasound Subbottom Profiler kartiert. Anhand der hydroakustischen Daten werden quer zu den Canyons Positionen für Kasten- und Schwerelotkerne festgelegt. Sedimentkerne und Kerne aus Großkastengreifern werden für biogeo-chemische Untersuchungen und zur Interpretation der seismischen Daten entnommen.

Work Programme

We combine ship-based hydro-acoustic methods, direct sampling (sediment and water column) on specified transects, and sea floor observations with an autonomous sea floor observatory (lander) at selected stations. Several stations with different morphological, sedimentological and biological characteristics will be explored. As information on the working area itself is scarce to date, most measurements are of an exploratory nature and will provide data that may lead to ad-hoc iterative adaptation of measurement locations and routines.

Investigations will be carried out along and across the river plume, three delta canyons, and along a transect from the delta towards the La Guajira upwelling system.

The river plume will be investigated using a combination of stationary autonomous lander data and ship transects with a towed float for high resolution surface water structure measurements. After mapping the extent of the river plume and the location of the respective frontal systems, short transects will be carried out directly at the location of the largest lateral gradients of the front. On these transects, turbulent mixing will be measured with micro-structure probes in combination with a towed CTD chain.

Three delta canyons have been identified in preliminary data from the delta system. These will be mapped using a multibeam echo sounder and parasound sub-bottom profiler. Positions for box cores and gravity cores across canyon and levee structures will be defined based on the hydroacoustic data. Sediment cores will be retrieved for ground-truthing the sub-bottom profiles and biogeochemical investigations.

Auf einem Transekt nach La Guajira werden CTD-Profile gemessen und Wasserproben genommen. Auch auf diesem Fahrtabschnitt wird eine Kombination aus Kasten- und Schwerelotkernen für die Analyse der Oberflächensedimente und der Stratigraphie entnommen.

CTD casts and water samples will be taken on a transect to La Guajira. Water samples will be stored for further laboratory water quality analysis. A combination of box cores and gravity cores will also be collected along this transect in order to analyse surface sediments and stratigraphy.

Diese Expedition ist ein gemeinsames Projekt kolumbianischer und deutscher Arbeitsgruppen der Forschungseinrichtungen Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Leibniz-Institut für Ostseeforschung Warnemünde, Universidad del Norte Barranquilla, Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Universidad de Antioquia, Turbo, Instituto Colombiano del Petróleo, ICP-Ecopetrol S.A.

This expedition is a joint cooperation project between Colombian and German working groups at the following research institutions: Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Leibniz-Institut für Ostseeforschung Warnemünde, Universidad del Norte - Barranquilla, Universidad Nacional de Colombia _ Medellín, Universidad de Antioquia - Turbo, Instituto Colombiano del Petróleo, (ICP) - Ecopetrol S.A.

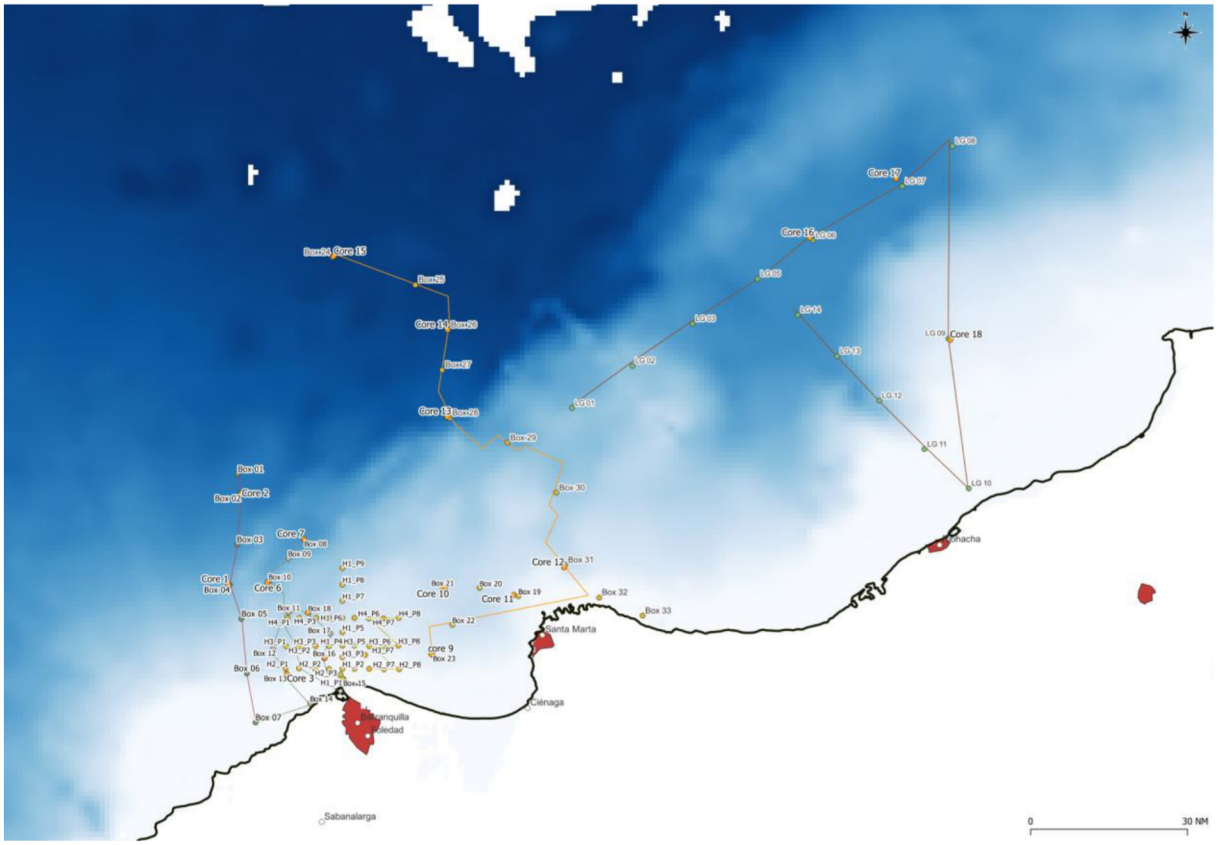


Abb. 2 Geplante Fahrtrouten und Arbeitsgebiete der MERIAN Expedition MSM112 im Deltasystem des Rio Magdalena vor Barranquilla, Santa Marta und dem Upwelling System vor La Guajira, Kolumbien.

Fig. 2 *Planned cruise tracks and study areas of MERIAN cruise MSM112 in the delta system of the Rio Magdalena off Barranquilla, Santa Marta and the Upwelling System off La Guajira, Colombia.*

		Tage/*days*
Auslaufen von St. John's (Kanada) am 07.10.2022 *Departure from St. John's (Canada) 07.10.2022*		
Transit zum Arbeitsgebiet / *Transit to working area*		12
Diplomatischer Empfang Cartagena (Kolumbien) *Diplomatic reception Cartagena (Colombia)*		1
Transit zur Mündung Rio Magdalena, Lander Station *Transit to River mouth, lander station*		1
Messungen Hydrodynamik Flussfahne *Measurements Hydrodynamics River Plume*		6
Parasound Profile und Kerne im Rio Magdalena Delta *Parasound profiles and cores in the Rio Magdalena Delta*		12
La Guajira Profil und Kerne *La Guajira profiles and cores*		5
Lander Station und Transit zum Hafen Cartagena *Lander station and transit to Cartagena port*		2
	Total	39
Einlaufen in Cartagena (Kolumbien) am 14.11.2022 *Arrival in Cartagena (Colombia) 14.11.2022*		

Beteiligte Institutionen / *Participating Institutions* MSM112

Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
Institute of Geosciences
Otto-Hahn Platz 1
D-24118 Kiel
Germany

Leibniz-Institut für Ostseeforschung Warnemünde
Physical Oceanography
Seestraße 15
D-18119 Rostock
Germany

Universidad del Norte
Department of Physics and Geosciences
Km. 5 vía Puerto Colombia
Barranquilla
Colombia

Universidad Nacional de Colombia, Medellín
Facultad de Minas
Departamento de Geociencias y Medio Ambiente
Cra 80 No. 65-223 M2-301,
Medellin
Colombia

Universidad de Antioquia
Sede Ciencias del Mar
Carrera 28 # 107 - 49 Barrio La Lucila
Turbo
Colombia

Instituto Colombiano del Petróleo, ICP-Ecopetrol S.A
Centro de Innovación y Tecnologia de Exploración.
km. 7 vía Piedecuesta
Santander
Colombia

Wissenschaftliches Programm

Während der Fahrt werden atmosphärische Messungen von Aerosolen, Wolken und Spurengasen gesammelt. Solche Referenzdaten über Ozeanen sind gering. Diese Messungen werden zum Einen von (1) der Fernerkundung mit Satelliten und (2) der Modellierung benötigt. Bei dieser Fahrt werden atmosphärische Messungen mit einem Sonnenphotometer der NASA (für Aerosole und Wasserdampf) und einem Kamerasystem des MPI-M (für Wolken) durchgeführt. Wärmebilder informieren dabei auch über Wolkenuntergrenzen.

Der subtropische Atlantik zwischen Karibik und Afrika zeichnet sich durch starke Gradienten bei Temperatur und Salzgehalt des Oberflächenwassers aus (kälter und salziger nach Afrika hin). Diese Unterschiede haben auch einen Einfluss auf den Austausch zwischen Ozean und Atmosphäre. Zur Untersuchung dieser Prozesse werden kleine Drohnen eingesetzt, um Profile von Temperatur, Feuchte und Druck nahe der Wasseroberfläche festzuhalten. Außerdem lassen sich bei einem längeren Verweilen der Drohne in einer Höhe sowohl Geschwindigkeit und Richtung des Windes (mit einem Anemometer) und Eigenschaften des Aerosols (mit einem optischen Zähler) bestimmen. Die Drohnenflüge werden durch eine zeitgleiche Beprobung der oberen 500m des Ozeans mit CTD Sonden ergänzt, wobei Profile von Temperatur, Leitfähigkeit und Druck im oberen Ozean erstellt werden. Die zeitgleichen Profilmessungen in Atmosphäre und Ozean sind zweimal täglich geplant, einmal morgens und einmal nachmittags. Dabei sind vor allem die Messungen am Nachmittag wichtig, weil sich dann durch Sonneneinstrahlung eine wärmere Schicht an der Meeresoberfläche bildet, und damit einen Prozess aufzeigt, der in der Modellierung und

Scientific Programme

During the cruise, atmospheric properties of aerosol, clouds and trace-gases will be collected, as reference data coverage over oceans is sparse. The data will serve as (1) calibration data for satellite remote sensing retrievals and (2) as evaluation data for (global) modelling. Atmospheric data are sampled with a NASA sun-photometer (aerosol and water vapor) and a camera system of the MPI-M (clouds). Hereby, the thermal images inform on cloud-base altitude distributions.

The subtropical Atlantic between the Caribbean and Africa has strong gradients for sea-surface temperature and sea surface salinity (colder and saltier towards Africa). These gradients affect also ocean atmosphere exchange processes. For a survey of air-sea interactions small UAV quadcopter (at wind speed << 10 m/s) will profile near-surface (lower 300m) temperature, humidity and pressure, with an added possibility to survey at discrete levels wind direction and windspeed (with a sonic anemometer) and aerosols (with an optical particles-counter). UAV flights are complemented by CTD casts down to 500m, to capture upper ocean vertical profiles of pressure, temperature, and conductivity. The simultaneous sampling of profiles in lower atmosphere and upper oceans are planned twice daily, one in the morning and one in the afternoon. The afternoon timing is associated with the highest chance for near surface warm layer development for validations of both atmospheric and oceanic models and for comparisons to satellite retrievals.

bei der Fernerkundung aus dem All eine wichtige Rolle spielt.
Wasserproben, die bei dem Einsatz der CTD-Sonden in verschiedenen Tiefen gesammelt wurden, werden zusätzlich hinsichtlich der Zusammensetzung und Verbreitung von einzelliger Lebensformen, sogenannten Protisten, untersucht.

Water taken by the CTD casts will be further analyzed regarding the protist communities.

Proben unterschiedlicher Tiefe (Oberflächenwasser, Chlorophyll A Maximum und 500m) werden anhand Hochdurchsatzsequenzierung (HTS) und Kultivierungsarbeit bearbeitet. Aus den Proben der CTD wird DNA extrahiert und direkt amplifiziert. Insbesondere wird die Verteilung der Art *Hartaetosiga australis*, welche bei der Fahrt MSM 82/2 entdeckt wurde, mittels artspezifischen Primern aus extrahierter DNA von verschiedenen Probeorten analysiert. Zusätzlich werden die Wasserproben für morphologische und ökologische Daten kultiviert und für Rasterelektronenmikroskopie vorbereitet, um auch nicht-kultivierbare Arten morphologisch zu untersuchen. Um Erkenntnisse über die Verbreitungsmöglichkeiten der Protisten zu erhalten, wird zudem täglich das sogenannte Aeroplankton gesammelt und mittels HTS analysiert.

Samples from different depths, comprising surface water, chlorophyll. A maximum and 500m will be studied by high throughput sequencing (HTS) and cultivation approach. In particular, the distribution of the species Hartaetosiga australis, discovered during the cruise MSM82/2, will be studied further by applying species-specific primers on extracted DNA from different depth and sites to verify a possible restriction to South Atlantic surface water. Based on a daily sampling by CTD (see above), DNA will be extracted on board and directly processed by PCR. In addition, samples from the same depth will be cultivated to obtain morphological and autecological information. Finally, samples will be prepared for scanning electron microscopy to include non-cultivable species in the morphological examination. To study the pathways of distribution of protists in the open ocean, aeroplankton will be sampled on a daily base and analyzed using HTS.

ARGO ist eine alle Ozeane abdeckende Verteilung von aus mehr als 3.700 Robotern zur Messung von Druck-, Temperatur- und Seesalzprofilen in den oberen 2000m des Ozeans. Ziel des ARGO-Programms ist eine kontinuierliche Eigenschaftsüberprüfung des Ozeans mit einer Datenabdeckung von 3x3° Grad (Breite/Länge) pro Float alle 10-15 Tage. Bei MSM112/2 werden drei ARGO Roboter im Atlantik ausgelegt.

ARGO is a global array of more than 3.700 profiling floats that measure temperature and salinity in the upper 2.000 m of the ocean. The target of the international ARGO programme is a continuous monitoring of the ocean and data coverage of one float per 3x3° grid cell every 10-15 days over the global ocean is pursued. Three new ARGO floats during MSM112/2 will be deployed in the Atlantic.

Alle Floats sind mit Drucksensor, Temperatur- und Leitfähigkeitssensor ausgestattet und sind auf einen zehntägigen Zyklus programmiert. In dieser Zeit driften die Floats konstant auf einer Tiefe von 1000m. Aus der so genannten Parktiefe steigen die Floats hinab auf die Profiltiefe bei 2000m. Danach steigen sie hinauf bis zur Wasseroberfläche.

All floats are equipped with pressure, temperature, and conductivity sensors and are scheduled to drift for 10 days at a parking depth/pressure of 1000m/dbar. From this parking depth/pressure (after ca 10 days) the floats descend down to a profile starting depth/pressure of 2000m/dbar before rising continuously to the surface. Once the surface

Dort werden die erfassten Profile für Druck, Temperatur und Leitfähigkeit via Satellit an Landstationen übermittelt. Nach Übertragung dieser Daten sinkt das Float zurück auf die Parktiefe ab und der Zyklus wiederholt sich. Die Floats haben eine typische Lebenserwartung von bis zu fünf Jahren oder 200 Zyklen. Alle Daten sind für gewöhnlich innerhalb weniger Stunden beim ARGO Datenzentrum frei verfügbar.

is reached, the collecting vertical profiles of pressure, temperature, and conductivity are transmitted via satellite towards land stations. Having finished their transmission the floats sink again, and the profile cycle starts all over again. The floats have a typical life time of up to five years or 200 cycles. All data are usually freely available within hours after collection from the international ARGO data centers.

Während der MSM112/2 Forschungsfahrt werden durchgängig Kongsberg EM122 Fächerecholotdaten zur Unterstützung der Initiative „Seabed 2030“ (zur Erstellung vollständiger Ozeantiefenkarten bis zum Jahr 2030) aufgezeichnet, auf Qualität überprüft und prozessiert. Darüber hinaus werden die Rückstreudaten des EM122 auf die Ableitbarkeit geologischer Merkmale des Ozeanbodens hin analysiert.

During MSM112/2 Kongsberg EM122 multibeam echo sounder data will be acquired, checked for quality, and processed to support the "Seabed 2030" initiative (to completely map the ocean depths by the year 2030). Furthermore, the backscatter data of the EM122 will be analysed regarding the derivability of geological properties of the seabed.



Abb. 3 Die Arbeitsgebiete sind internationale Gewässer und nationale Gewässer von Aruba, Barbados, Bonaire, Curaçao, Canary Islands und St.Vincent and Grenadinen.

Fig. 3 The working area of cruise is in international waters and national waters of Aruba, Barbados, Bonaire, Curaçao, Canary Islands and St.Vincent and Grenadines.

Arbeitsprogramm

Um die wissenschaftlichen Ziele der Forschungsfahrt MSM112/2 zu erreichen, sind neben den kontinuierlichen Underwaymessungen zusätzliche Aktivitäten geplant, die sich über vier Tage Stationszeit verteilen.
Für die Atmosphäre sind vergleichende Messungen direkt und in Anstromrichtung vor der BCO Station des MPI-M an der Ostküste von Barbados geplant sowie auch vergleichende Messungen bei den wenigen Überflügen des AEOLUS Satelliten auch mit Daten von Radiosondenaufstiegen.
Für den Ozeanatmosphärenaustausch und biologische Untersuchungen sind jeden Morgen und jeden Nachmittag ca. eine Stunde dauernde Erstellung von Profilen der unteren Atmosphäre mit Drohnen und des oberen Ozeans mit CTD Sonden geplant. Dabei werden gesammelte Wasserproben der CTD Sonde danach biologisch untersucht.
Ziel der biologischen Untersuchungen sind Verteilungen einzelliger Lebensformen in unterschiedlichen Meerestiefen.

Für Messungen des Ozeanbodens werden über langsamere Geschwindigkeit und kleine Umwege Erfassungen von besonderen Strukturen des Ozeanbodens in Erwägung gezogen.

Um das ARGO-Programm zu unterstützen, werden zwei Ozeanroboter in der Karibik bei St. Vincent und ein Roboter im Ostatlantik im Ozean versenkt. Dabei werden dann jeweils mit CTD-Sonden vergleichende Messungen bis zu einer Tiefe von 2000m (zur Roboter Funktion Evaluierung) durchgeführt.

Bei kontinuierlichen Messungen sammeln Sonnenphotometer atmosphärische Aerosol- und Wasserdampfeigenschaften bei Sonnenschein in einem aufwendigen Handbetrieb und werden allabendlich an die Datenbank der NASA geschickt, wo Messungen über http://aeronet.gsfc.nasa.gov/new_web/maritime_aerosol_network.html abrufbar sind.

Work Programme

To achieve MSM112/2 scientific goals different activities for a total of four station days are planned, in addition to continuous underway measurements.

For atmospheric data, an extended stop for side-by side comparisons before the MPI-M station east of Barbados and coordinated matches to underpasses for AEOLUS satellite including the release of radiosondes are planned.

For the ocean-atmosphere exchange and biology during ca. one hour stops each morning and each afternoon in parallel lower atmosphere profiles with UAVs and upper ocean profiles with CTD will be probed - with a subsequent biological analysis of CTD collected water samples.

The overall of the biological analysis of ocean water is to get a comprehensive overview for the distribution of open ocean protists from different depth.

For the bathymetry, reduced speeds and small diversions are considered to explore special ocean bottoms features (e.g. seamounts).

For ocean monitoring and in support of the ARGO programme, two floats will be released in St. Vincent waters and one float will be released in the east Atlantic. The deployment of each float will be accompanied by ocean profiling to 2000m depth - for float evaluations.

With respect to continuous underway samples, aerosol and water vapor properties are collected by sun photometers during sunshine in labour-intensive handheld operations. Data will be transmitted each evening to NASA, where data can be viewed within days at http://aeronet.gsfc.nasa.gov/new_web/maritime_aerosol_network.html.

Die Messungen von Wolken werden mit regelmäßigen Bildern festgehalten. Sie liefern Details zu der Bedeckung, Strukturen und Untergrenzhöhen von Wolkenfeldern.

Images of clouds are automatically and regularly sampled. The collected data mainly address cloud cover, cloud-structures and cloud-base altitudes.

Bei der Bathymetrie werden durchgängig Fächerecholot erfasste Streifen von Ozeantiefen aufgearbeitet zur Unterstützung der Initiative „Seabed 2030“.

Continuously sampled ocean floor images, collected with the echosounder will be prepared for the Seabed 2030 initiative (for improved oceans floor maps).

	Tage/*days*
Auslaufen von Cartagena (Kolumbien) am 17.11.2022 *Departure from Cartagena (Columbia) 17.11.2022*	
Transit zum Arbeitsgebiet / *Transit to working area*	1.5
Kontinierliche Messungen in internationalen und nationalen Gewässern mit Erlaubnis *Continuous sampling in international water and national waters with permits*	16
Transit zum Hafen Las Palmas *Transit to port Las Palmas*	0.5
Total	18

Einlaufen in Las Palmas (Spanien) 05.12.2022
Arrival in Las Palmas (Spain) 05.12.2022

Beteiligte Institutionen / *Participating Institutions* MSM112/2

Universität zu Köln
Allgemeine Ökologie
Zülpicher Str. 47b
D-50674 Köln
Germany

Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut
Atmosphäre
Utrechtseweg 297
3731 GA De Bilt
Netherlands

Max-Planck-Institut für Chemie
Fernerkundung
Hahn-Meitner-Weg 1
D-55128 Mainz
Germany

Hafencity University Hamburg
Hydrographie
Henning-Voscherau-Platz 1
D-20457 Hamburg
Germany

Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie
ARGO Gruppe
Bernhard-Nocht-Str. 78
D-20359 Hamburg
Germany

Polish Academy of Sciences
Geophysik
Ksiecia Janusza 64
01-452 Warsaw
Polen

Wissenschaftliches Programm

In den letzten sechs Jahrzehnten wurden Sedimentwellen in vielen unterschiedlichen submarinen Gebieten gefunden, mit einer großen Vielfalt an Dimensionen und Korngrößen. Sedimentwellen sind die am häufigsten vorkommende Bodenform auf dem Meeresboden, und da die Ozeane zwei Drittel unseres Planeten bedecken, sind sie eine der häufigsten Bodenformen auf unserem Planeten. Die für die Entstehung von Tiefseesedimentwellen verantwortlichen Mechanismen sind jedoch noch weitgehend ungeklärt. Das Verständnis von Sedimentwellen ist wichtig, da die Strömung über den Sedimentwellen für Infrastruktur am Meeresboden zerstörerisch sein kann, wie z.B. für das Netz von Telekommunikationskabeln, das für mehr als 95% des weltweiten Datenverkehrs verwendet wird. Sedimentwellen an Kontinentalhängen sind anfällig für Hanginstabilitäten, stellen also eine potenzielle Geogefahr dar und werden seit Langem wissenschaftlich untersucht. Darüber hinaus ist das Interesse an solchen Sedimentsystemen auch aufgrund ihrer Rolle in Tiefseeerdölvorkommen gestiegen. Ungeachtet der Bedeutung und des Bekanntheitsgrads dieser Sedimentwellenfelder beruht unser derzeitiges Wissen über den zugrundeliegenden Mechanismus zur Bildung von Sedimentwellen immer noch auf theoretischen Modellen und ungenauen Beobachtungen dieser Strukturen am Meeresboden.

Große Bereiche des nordwestafrikanischen Kontinentalrandes sind von Sedimentwellen bedeckt. Das Hauptziel der Fahrt MSM113 ist es, den dominierenden Prozess für die Entstehung von Sedimentwellen in verschiedenen ozeanographischen Situationen entlang des nordwestafrikanischen Kontinentalhanges zu identifizieren. Die genauen Prozesse, die die Entstehung von Sedimentwellen auslösen, sind noch wenig bekannt und erfordern einen neuen interdisziplinären Datensatz, um die ver-

Scientific Programme

Over the past six decades sediment waves have been found over a broad range of submarine settings, with large varieties of dimensions and sediment grain sizes. Sediment waves are the most abundant bedform on the ocean floor, and given the ocean cover two thirds of our planet, they are one of the most abundant bedforms on our planet. Yet, the mechanisms responsible for generating these deep-water sediment waves remain largely unresolved. Understanding sediment waves is important as the flow passing over the sediment waves can be highly destructive for any seafloor infrastructure, such as the network of telecommunication cables that underpin >95% of intercontinental data. If present at the slope, sediment waves are often prone to slope failure, therefore represent a potential source of geohazards and have long been under scientific investigation to assess slope stability. In addition, the interest in such sedimentary systems has risen partly due to their role in deep-water petroleum plays. Notwithstanding the importance and abundance of these sediment wave fields, our current knowledge of the underlying mechanism driving sediment wave formation is still based on theoretical models and indirect seafloor observations.

Large areas of the Northwest African continental margin are affected by sediment waves. The main aim of Cruise MSM113 is to identify the dominant process for sediment wave generation over a range of different oceanographic settings along the Northwest African margin. The exact processes that initiate sediment wave generation are still poorly understood and require a new interdisciplinary data set to disentangle the different formation mechanisms. The second aim is to reconstruct the evolution of the sediment

schiedenen Entstehungsmechanismen zu entschlüsseln. Das zweite Ziel besteht darin, die Entwicklung der Sedimentwellen zu rekonstruieren und daraus Paläoumweltveränderungen abzuleiten.

Das erste Hauptziel ist die Überprüfung der Hypothese (H1), dass die Sedimentwellen durch starke interne Wellen verursacht werden, die sich über eine unterschiedlich geneigte Bodentopographie brechen. Interne Wellen können sich direkt auf die Sedimente auswirken, indem sie überkritische Zonen an steilen Hängen der Sedimentwellen schaffen, die zu Erosionen oder Nichtablagerungen führen, sowie unterkritische Zonen zwischen einzelnen Sedimentwellen, in denen sich Sedimente ablagern. Alternativ dazu remobilisieren interne Wellen das darüberliegende Sediment und sekundäre, gravitationsgetriebene Abwärtsströmungen bilden die Sedimentwellen. Wenn Hypothese H1 zutrifft, würden wir eine erhöhte Trübung in der Wassersäule feststellen, die mit der Tiefe und dem Ort der Sedimentwellenfelder übereinstimmt. Bei starken internen Wellen würden wir ausgeprägte Strömungen an oder oberhalb der Sediment-Wasser-Grenzfläche erwarten, die wir mit der geplanten Methodik messen können.

Das zweite Ziel der vorgeschlagenen Arbeiten besteht darin, die Alternativhypothese (H2) zu testen, dass Strömungen entlang des Kontinentalhanges die Bildung von Sedimentwellen beeinflussen (hybrides Turbidit-Konturit-System) und inwieweit sie mit den hangabwärts gerichteten Turbiditströmungen interagieren, sie ablenken und/oder begrenzen. Wenn H2 zutrifft, würden wir starke Bodenströmungen sehen, die entlang des nordwestafrikanischen Randes mit hohen Geschwindigkeiten (>20 cm/s) am oder direkt über dem Meeresboden fließen. Wenn H2 nicht zutrifft, könnten Bodenströmungen anderen Ursprungs die Sedimentwellen erzeugen. In diesem Fall leistet die Hypothese H1 einen wesentlichen Beitrag. Dazu gehört auch die Beantwortung der Frage, ob die Sedimentwellen allein durch wiederholte abwärtsgerichtete turbiditische Strömungen gebildet werden können. Dieser Prozess wird weitgehend als ‚cyclic

waves and subsequently derive paleo environmental changes.

The first main objective is to test the hypothesis that (H1) the sediment waves are caused by strong internal waves ("baroclinite"/internal tidalite system), which are breaking over diverse sloping bottom topography. Internal waves may directly affect sediments by creating super-critical zones on the steep slope of the sediment waves causing erosional or non-depositional areas and subcritical zones in between single sediment waves, where sediments are being deposited. Alternatively, internal waves remobilize the sediment above and secondary gravitationally-driven downslope currents form the sediment waves. If hypothesis H1 is true, we would see enhanced turbidity inside the water column that coincides with the depth and location of the sediment wave fields. In cases of strong internal waves, we would expect strong currents at or above the sediment-water interface, which we can measure with the planned methodology.

The second objective of the proposed work is to test the alternative hypothesis that (H2) alongslope currents influence the formation of sediment waves (hybrid turbidite-contourite system) and to what extent they interact, deflect and/or limit the downslope turbiditic currents. If H2 is true, we would see major bottom currents that flow along the Northwest African margin with high velocities (>20 cm/s) at or directly above the seafloor. If H2 is not true, other bottom currents of different origin may generate the sediment waves. In this case, hypothesis H1 provides a substantial contribution. This includes also answering if the sediment waves may also be formed by repeated downslope turbiditic currents alone. This process is largely described as cyclic steps but remains unproven in actual geophysical data. Open questions include the size of the affected area and the reoccurrence rates of turbidity currents along the Northwest African margin.

step‘ beschrieben, bleibt aber in aktuellen geophysikalischen Daten unbewiesen. Zu den offenen Fragen gehören die Größe des betroffenen Gebiets und die Wiederholungsraten von Trübeströmen entlang des nordwestafrikanischen Randes.

Ein weiteres Ziel ist die Beantwortung der Frage, ob die Sedimentwellen durch Sedimentkriechen oder ob sie tatsächlich durch Bodenströmungen anderen Ursprungs verursacht werden. Wenn die Sedimentwellen durch Kriechen verursacht werden, dürfte es keine durchgehenden Schichten von einer Welle zur nächsten geben. Die Prüfung der Kriechhypothese ist wichtig, wenn man berücksichtigt, dass Hangrutschungen am nordwestafrikanischen Kontinentalhang weit verbreitet sind.

A subsequent objective is to answer whether the sediment waves may be caused by sediment creep or if they are, indeed, caused by bottom currents of different origin. If the sediment waves are caused by creep, then there should not be any continuous beds from one wave to the next. Testing the creep hypothesis is important considering the ubiquitous sediment failure in the Northwest African margin.

Das dritte Ziel ist die Beantwortung der Frage (H3), inwieweit es möglich ist, aus den Geometrien der Sedimentwellen Paläoströmungen abzuleiten. Wenn die Kombination der gewonnenen Daten die Vorhersage heutiger Strömungsrichtungen und -stärken erlaubt, sollte der interdisziplinäre Datensatz des Untergrunds Aufschluss über Paläoumweltveränderungen am nordwestafrikanischen Rand geben.

The third objective is answer (H3) to what extent is it possible to derive paleo-currents from sediment wave geometries. If the combination of acquired data allows the prediction of current directions and strength today, the interdisciplinary data set on the subsurface should give rise on paleo-environmental changes at the Northwest African margin over geologic timescales.

Im Rahmen eines Zusatzantrags werden wir neue hochauflösende hydroakustische Daten aufzeichnen, um die Struktur und das Ausmaß der submarinen, mobilen Westflanke des Vulkans Cumbre Vieja zu untersuchen und Veränderungen am Meeresboden festzustellen, die seit den letzten umfassenden Vermessungen eingetreten sind. Bis Ende 2021 erlebte der Vulkan Cumbre Vieja mit einer Dauer von drei Monaten seinen längsten Ausbruch in historischen Zeiten. Mit der neuen Vermessung der submarinen Flanke werden folgende konkrete Ziele verfolgt:

In the frame of a supplementary proposal we will acquire new high-resolution hydroacoustic data to study the structure and outline of the submerged mobile western flank of Cumbre Vieja Volcano and to identify changes at the seafloor that have occurred since the last comprehensive surveys. Towards the end of 2021, Cumbre Vieja volcano experienced its longest eruption in historic times, lasting for three months. The new survey of the submarine flank addresses the following objectives:

Ziel 1: Identifizierung der seitlichen Grenzen der beweglichen Flanke, die den mobilen Sektor vom stabilen Teil des Vulkans trennen. Mit Hilfe von bathymetrischen Fächerecholotdaten sollen mögliche Oberflächenausprägungen von flachen Krustenverwerfungen analysiert werden, die in Folge von unterschiedlichen Bewegung an

Objective 1: Identify the lateral boundaries of the moving flank that separate the mobile sector from the stable part of the volcano. Multibeam bathymetric data will be used to analyze possible surface expressions of shallow crustal faults that accommodate differential movement across the boundary of the mobile flank.

der Grenze zur beweglichen Flanke entstanden sind.

Ziel 2: Lokalisierung der distalen Grenze der mobilen Flanke anhand der Morphologie des Meeresbodens. Ähnlich wie bei terrestrischen oder submarinen Rutschungen führt die von der Schwerkraft angetriebene Bewegung einer Vulkanflanke häufig zu einer Kompression am äußeren Rand des sich bewegenden Sektors. Diese Kompression kann zu Faltungen und Aufschiebungen am Fuß des Vulkans führen. Obwohl es oft schwierig ist, flach einfallende Aufschiebungen in großen Wassertiefen anhand der Morphologie zu identifizieren, kann ihr Vorhandensein aus einer regionalen quantitativen submarinen geomorphologischen Analyse abgeleitet werden.

Objective 2: Locate the distal boundary of the mobile flank from seafloor morphology. Similar to terrestrial or submarine landslides, the gravitational driven downward movement of a volcano flank, often induces compression at the toe of the moving sector. This compression can result in folding and thrust faulting at the foot of the volcano. Although it is often difficult to identify the surface outcrop of shallow dipping thrust faults in large water depths, their presence can be inferred from regional quantitative submarine geomorphologic analysis.

Ziel 3: Rekonstruktion der geologischen Geschichte der großräumigen Flankeninstabilität auf La Palma. Unser Ziel ist es, die Ablagerungen vergangener Flankenkollapse entlang der Westseite von La Palma mit einer Auflösung neu zu kartieren, die weit über frühere Daten hinausgeht. Diese Daten werden es ermöglichen, die Geschichte der einzelnen Kollapsereignisse weiter zu entflechten.

Objective 3: Untangle the geologic history of large-scale flank instability at La Palma. We aim to re-map the deposits of past flank-collapses along the western side of La Palma at a resolution that will largely exceed previous attempts. These data will allow to further untangle the history of individual flank collapse events.

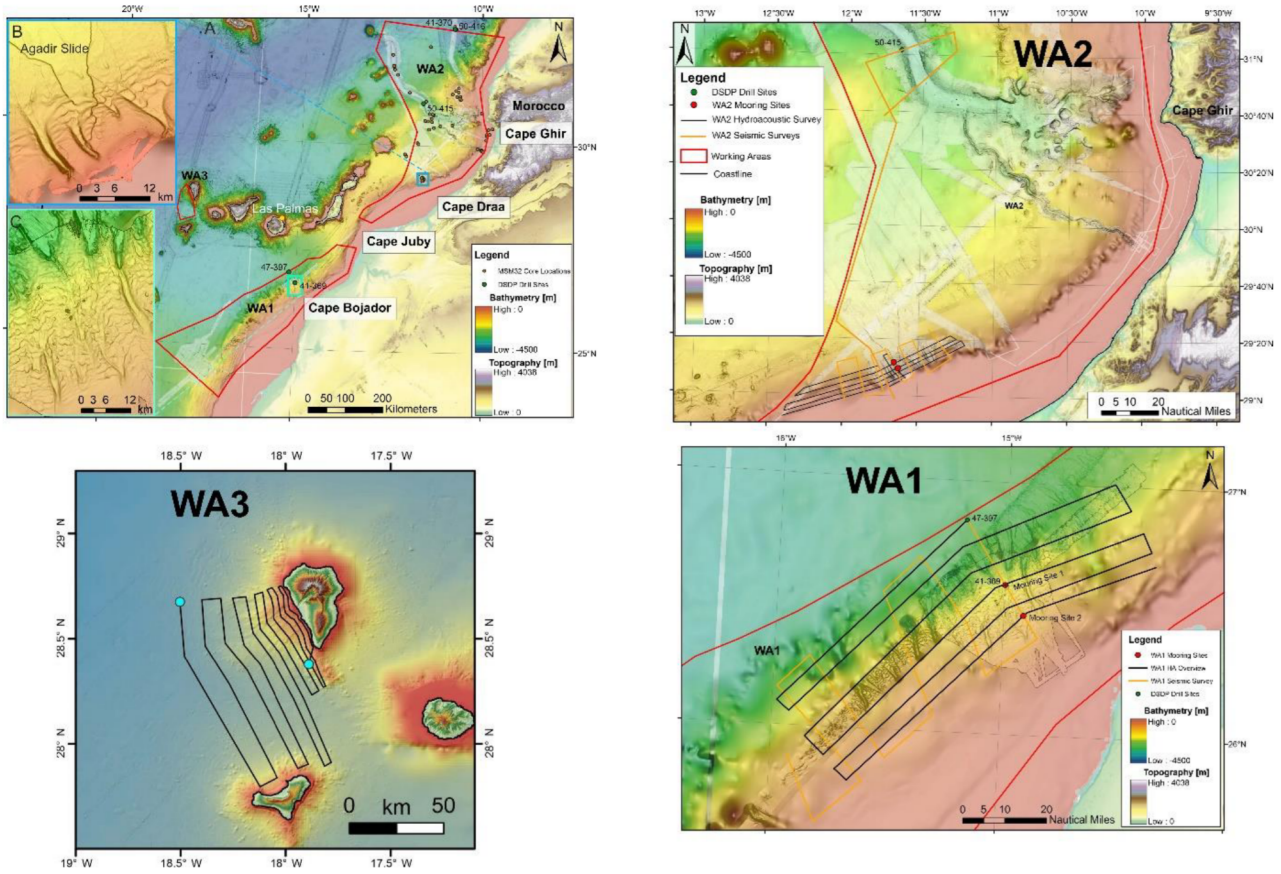


Abb. 4 Die Arbeitsgebiete der MERIAN Expedition MSM113.

Fig. 4 *Working areas of MERIAN cruise MSM113.*

Arbeitsprogramm

Die folgenden Systeme werden eingesetzt: Hochauflösende Reflexionsseismik, Hydroakustik (Fächerecholot, Parasound, ADCP, Split-Beam-Echolot), Schwerelot und Großkastengreifer, CTDs und ozeanografische Kurzzeitverankerungen.

Wir werden in drei Gebieten arbeiten. Das Arbeitsgebiet 1 (WA1) liegt vor der Küste von Kap Bojador (Marokko). Dieses Gebiet ist stark von Sedimentwellen geprägt, die in Wassertiefen von 300 m bis 2500 m auftreten. Arbeitsgebiet 2 (WA2) befindet sich vor Kap Draa (Marokko), und entlang des Agadir-Canyons. Das seewärtige Gebiet vor Kap Draa ist stark von wiederholtem gravitativen Sedimentransport in Form von turbiditischen Strömungen und großflächigen Hangrutschungen mit multiplen Hangversagen geprägt. Die Prozesse, die große Felder von Sedimentwellen erzeugt haben, sind jedoch wenig untersucht und schlecht verstanden.

Der Vermessungsplan ist für diese beiden Arbeitsgebiete ähnlich. Große Teile werden mit allen verfügbaren hydroakustischen Systemen (Fächerecholot, Parasound, Split-Beam-Echolot, ADCPs) vermessen. Die Abbildung der Wassersäule ist ein integraler Bestandteil der geplanten Arbeiten. Auf Basis der Daten werden in jedem Gebiet zwei Kurzzeitverankerungen mit Druck- und Temperatursensoren sowie ADCPs im Bereich der Sedimentwellenfelder installiert, um die Wassersäule für etwa zwei Wochen zu beobachten. Diese Messungen werden Aufschluss über die Strömungen in der Wassersäule und den Sedimenttransport geben, der entweder mit hangabwärts und/oder hangaufwärts gerichteten Strömungen oder internen Wellen verbunden ist. 2D-seismische Daten werden aufgezeichnet, um interne Wellen in der Wassersäule und die interne Struktur der Sedimentwellenfelder selbst abzubilden. Ergänzt werden die Arbeiten durch die Entnahme von Sedimentproben mit einem Schwerelot und einem Großkastengreifer.

Das Arbeitsgebiet 3 (La Palma) umfasst die submarine mobile Westflanke des Vulkans Cumbre Vieja (La Palma). Dieses Gebiet wird mit Hilfe der hydroakustischen Systeme der RV Maria S. Merian vermessen.

Work Programme

The following systems will be used: High-resolution reflection seismics, Hydroacoustics (Multibeam, Parasound, ADCP, Split Beam echosounder), Gravity and Giant Box coring, CTDs, and short-term oceanographic moorings.

We will survey three principal study areas. Working Area 1 (WA1) is located offshore Cape Bojador (Morocco). This area is highly affected by sediment waves occurring in water depths from 300 m to 2500 m. Working Area 2 (WA 2) is located offshore Cape Draa (Morocco), and along the Agadir Canyon. The downslope area of Cape Draa is heavily affected by repeated downslope transport of material in form of turbiditic currents and large-scale mass wasting events with several phases of slope failure. However, the processes that generated large fields of sedimentary waves remain enigmatic.

The survey setup is similar for these two working areas. Major parts will be surveyed with all available hydroacoustic systems (Multibeam, Parasound, split beam echosounder, ADCPs). Water column imaging is an integral part of the planned work. Based on the data, two short-term moorings with pressure and temperature sensors as well as ADCPs will be installed within the field of sediment waves in each area to image the water column for roughly two weeks. These measurements will give rise on the currents inside the water column and any sediment transport that is associated with either downslope and/or alongslope currents or internal waves. 2D seismic data will be collected in order to image internal waves in the water column and the internal structure of the sediment wave fields itself. The work will be complemented by sediment sampling using a gravity corer and a giant box corer.

Working Area 3 (La Palma) covers the submerged mobile western flank of Cumbre Vieja volcano (La Palma). This area will be surveyed by means of the hydroacoustic systems of RV Maria S. Merian.

		Tage/*days*
Auslaufen von Las Palmas (Spanien) am 09.12.2022 *Departure from Las Palmas (Spain) 09.12.2022*		
Transit zum Arbeitsgebiet 1 / *Transit to Working Area 1 (Cape Bojador)*		1
Hydroakustische Kartierung Arbeitsgebiet 1 *Hydroacoustic mapping Working Area 1*		3
Seismische Vermessung Arbeitsgebiet 1 *Seismic surveying Working Area 1*		4
Verankerungsarbeiten und CTD Messungen Arbeitsgebiet 1 *Moorings and CTDs Working Area 1*		2
Geologische Beprobung (12 Stationen) Arbeitsgebiet 1 *Coring (12 stations) Working area 1*		2
Transit in das Arbeitsgebiet 2/ *Transit to working area 2*		1
Arbeitsgebiet 2 / *Working area 2* (Cape Draa & Agadir Canyon*)*		
Hydroakustische Kartierung Arbeitsgebiet 2 *Hydroacoustic mapping Working Area 2*		3
Seismische Vermessung Arbeitsgebiet 2 *Seismic surveying Working Area 2*		8
Verankerungsarbeiten und CTD Messungen Arbeitsgebiet 1 *Moorings and CTDs Working Area 1*		2
Geologische Beprobung (9 Stationen) Arbeitsgebiet 2 *Coring (9 stations) Working area 2*		2
Transit nach Las Palmas/ *Transit to Las Palmas*		1
Austausch Wissenschaftler*innen in Las Palmas am 07.01.2023 *Exchange scientists in Las Palmas 07.01.2023*		0.5
Transit in das Arbeitsgebiet 3/ *Transit to working area 3*		0.75
Arbeitsgebiet 3 / *Working area 3 (La Palma)*		
Hydroakustische Kartierung Arbeitsgebiet 3 *Hydroacoustic mapping Working Area 3*		3
Transit zum Hafen Las Palmas (Spanien *Transit to port Las Palmas (Spain)*		0.75
	Total	34
Einlaufen in Las Palmas (Spanien) am 12.01.2023 *Arrival in Las Palmas (Spain) 12.01.2023*		

Beteiligte Institutionen / *Participating Institutions* MSM113

Christian-Albrechts-Universität zu Kiel (CAU)
Institut für Geowissenschaften
Otto-Hahn-Platz 1
D-21118 Kiel
Germany

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

Leibniz-Institut für Ostseeforschung Warnemünde
Seestraße 15
D-18119 Rostock
Germany

Durham University
Lower Mountjoy, South Road,
Durham, DH1 3LE
United Kingdom

Das Forschungsschiff / *Research Vessel MARIA S. MERIAN*

Das Eisrandforschungschiff „MARIA S. MERIAN“ dient der weltweiten, grundlagenbezogenen Hochseeforschung Deutschlands und der Zusammenarbeit mit anderen Staaten auf diesem Gebiet.

The polar-margin research vessel „MARIA S. MERIAN“ is used for the German, worldwide marine scientific research and the cooperation with other nations in this field.

FS „MARIA S. MERIAN“ ist Eigentum des Landes Mecklenburg-Vorpommern, vertreten durch das Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur. Der Bau des Schiffes wurde durch die Küstenländer Bremen, Hamburg, Mecklenburg-Vorpommern und Schles-wig-Holstein sowie das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) finanziert.

R/V „MARIA S. MERIAN“ is owned by the Federal State of Mecklenburg-Vorpommern, represented by the Ministry of Education, Science and Culture. The construction of the vessel was financed by the Federal States of Bremen, Hamburg, Mecklenburg-Vorpommern and Schleswig-Holstein as well as by the Ministry of Education and Research (BMBF).

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 Fahrtplanung aufgenommen werden.

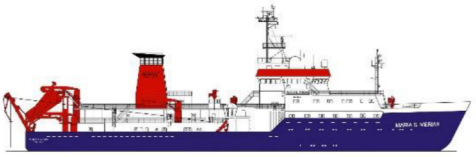
The Review Panel German Research Vessels (GPF) reviews the scientific cruise proposals. GPF-approved projects are suspect to enter the cruise schedule.

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.

Die LDF arbeitet partnerschaftlich mit der Fahrtleitung und er der Reederei Briese Schiffahrts GmbH & Co. KG zusammen.

The LDF cooperates with the chief scientists and the managing owner Briese Schiffahrts GmbH & Co. KG.



Research Vessel

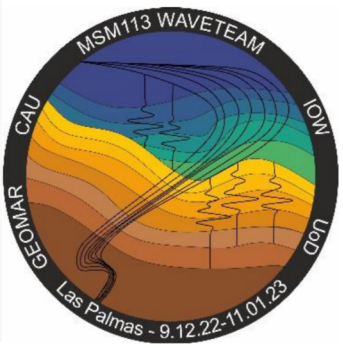
MARIA S. MERIAN

Cruises No. MSM112, MSM112-2, MSM113

07. 10. 2022 - 12. 01. 2023







The Rio Magdalena Delta ROFI system - Land-Sea Interaction of the major tributary of the Caribbean Sea - RioM ROFI

Sub Tropical Atlantic Reference Data - STARD

Sediment wave generation in continental margins - WAVETEAM

Structure of the submerged mobile western flank of Cumbre Vieja Volcano, La Palma - Sub:Palma

Herausgeber / *Editor:*
Institut für Geologie Universität Hamburg
Leitstelle Deutsche Forschungsschiffe
http://www.ldf.uni-hamburg.de

Gefördert durch / *Sponsored by:*
Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)
ISSN 1862-886