

**Forschungsschiff**

# **MARIA S. MERIAN**

**Reisen Nr. MSM96 (GPF 20-3\_088)**

**10.10.2020 - 10.11.2020**



**Metallgeochemie trifft Maschinelles Lernen: Untersuchung der Variabilität  
von Seltenen Erden in der Festphase und im Porenwasser von der lokalen  
zur Meeresbecken-Skala im Nordost-Atlantik  
METAL-ML**

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 1862-8869



**Forschungsschiff / *Research Vessel***

# **MARIA S. MERIAN**

**Reisen Nr. MSM96 (GPF 20-3\_088) / *Cruises No. MSM96 (GPF 20-3\_088)***

**10.10.2020 - 10.11.2020**



**Metallgeochemie trifft Maschinelles Lernen: Untersuchung der Variabilität von Seltenen Erden in der Festphase und im Porenwasser von der lokalen zur Meeresbecken-Skala im Nordost-Atlantik  
METAL-ML**

***Metal geochemistry meets machine learning: Assessing sedimentary and pore-water rare earth element variability from local to basin scale across the NE Atlantic Ocean  
METAL-ML***

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 1862-8869

---

## Anschriften / *Addresses*

---

**Dr. Timm Schoening**

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

Telefon: +49 431 600 2320  
Telefax: +49 431 600 2928  
e-mail: [tschoening@geomar.de](mailto:tschoening@geomar.de)

**Leitstelle Deutsche Forschungsschiffe**

Institut für Geologie  
Universität Hamburg  
Bundesstraße 55  
D-20146 Hamburg

Telefon: +49 40 42838-3640  
Telefax: +49 40 42838-4644  
e-mail: [leitstelle.ldf@uni-hamburg.de](mailto:leitstelle.ldf@uni-hamburg.de)  
http: [www.ldf.uni-hamburg.de](http://www.ldf.uni-hamburg.de)

**Reederei**

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

Telefon: +49 491 92520 160  
Telefax: +49 491 92520 169  
e-mail: [research@briese.de](mailto:research@briese.de)  
http: <http://www.briese.de/>

**Geschäftsstelle**

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

email: [gpf@dfg.de](mailto:gpf@dfg.de)

---

## Forschungsschiff / *Research Vessel* MARIA S. MERIAN

---

Vessel's general email address

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

Crew's direct email address

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

Scientific general email address

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

Scientific direct email address

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

(Iridium Open Port)

+881 631 814 467

(VSAT)

+49 491 91979023

---

MERIAN Reisen / *MERIAN Cruises*

---

**MERIAN Reise Nr. MSM96 (GPF 20-3\_088)**  
***MERIAN Cruise No. MSM96 (GPF 20-3\_088)***

**10.10.2020 – 10.11.2020**

**Metallgeochemie trifft Maschinelles Lernen: Untersuchung der Variabilität von  
Seltene Erden in der Festphase und im Porenwasser von der lokalen zur  
Meeresbecken-Skala im Nordost-Atlantik  
METAL-ML**

***Metal geochemistry meets machine learning: Assessing sedimentary and pore-water rare  
earth element variability from local to basin scale across the NE Atlantic Ocean  
METAL-ML***

<b>Fahrt / Cruise MSM96</b>	10.10.2020 - 10.11.2020 Von Emden - nach Emden (Deutschland)
<b>Fahrtleitung / Chief Scientist:</b>	Dr. Timm Schoening
<b>Koordination / Coordination</b>	Leitstelle Deutsche Forschungsschiffe
<b>Kapitän / Master MERIAN</b>	Ralf Schmidt

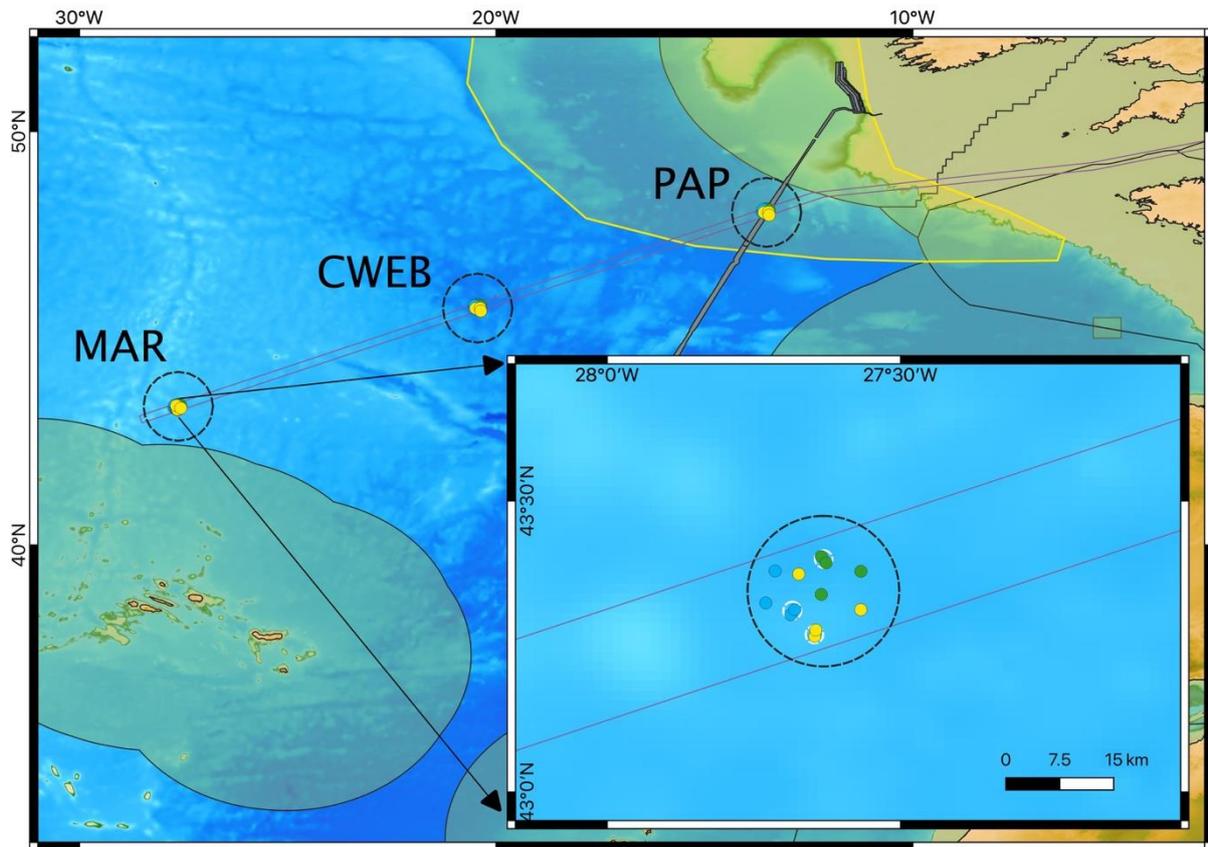


Abb. 1 Geplante Fahrtrouten und Arbeitsgebiete der FS MERIAN Expedition MSM96. Ein Transekt über den Nordostatlantik wird hydroakustisch kartiert und drei Regionen (Porcupine Abyssal Plain: PAP, Central West-European Basin: CWEB, Mid-Atlantic Rise: MAR) detailliert beprobt. In jeder Region werden drei Topographien beprobt (grün: Erhebungen, blau: Vertiefungen, gelb: Ebenen).

Fig. 1 *Planned cruise tracks and working areas of MERIAN cruise MSM96. A transect across the North-East Atlantic will be mapped hydro-acoustically and three regions (Porcupine Abyssal Plain: PAP, Central West-European Basin: CWEB, Mid-Atlantic Rise: MAR) will be sampled in detail. In each region, three topography types will be surveyed (green: elevations, blue: depressions: yellow: plains).*

## Übersicht

Während der Expedition MSM96 wird eine systematische, mehrskalige Probenahme und Analyse der Geochemie und Meeresbodenbeschaffenheit in der Tiefsee des Nordost(NO)-Atlantiks durchgeführt. Es wird ein räumlich hierarchisches Probenahmeschema, von lokal über regional bis hin zum Meeresbecken, angewendet, um die Heterogenität der benthischen geochemischen Festphasen- und Porenwasserzusammensetzung und der Meeresbodensubstrattypen entlang eines den Nordostatlantik kreuzenden Transekts von der Porcupine Abyssal Plain über das Central Western European Basin bis zum Mid-Atlantic Rise abzubilden.

An Probenahmestationen wird ein hierarchisches Beprobungsschema angewendet, um Daten mit unterschiedlicher Auflösung und räumlicher Abdeckung zu erfassen, vom km- bis cm-Maßstab. Hydroakustische Karten ermöglichen die Übersicht über das Beprobungsgebiet. Beobachtungen mit einem geschleppten Kamerasystem verknüpfen diese Karten mit der metergroßen Verteilung von benthischen Lebensräumen und Meeresbodensubstrattypen. Die Probenahme am Meeresboden mit einem TV-MUC liefert Punktproben für Haupt- und Spurenelemente und weitere geochemische Parameter.

Grundlegenden geochemischen Parameter (Nährstoffe, TOC, Spurenmetalle) des Sediments werden gemessen, mit einer Bewertung der Heterogenität der Seltenen Erden im Sediment und Porenwasser des NO-Atlantiks. Dies beinhaltet Konzentrationsmessungen und den Vergleich von normalisierten Mustern auf lokaler und Becken-Skala und in Bezug auf die Topographie.

Maschinelles Lernen wird auf See und an Land angewendet, um Daten zu verknüpfen.

## Synopsis

*During expedition MSM96 a systematic, multi-scale sampling will be conducted with an analysis for geochemistry and seafloor features across the North East Atlantic deep sea. A spatially hierarchical sampling scheme – from local, via regional, to basin-scale – will be applied to map the heterogeneity of benthic geochemical solid-phase and pore-water composition and seafloor substrate types along a transect crossing the NE Atlantic Ocean from the Porcupine Abyssal Plain via the Central Western European Basin to the Mid-Atlantic Rise.*

*At sampling stations, a hierarchical surveying scheme will be employed to acquire data at multiple resolutions and spatial coverage - from km-scale down to cm-scale. Multi-beam maps provide the survey area overviews. Towed camera observations link those maps with the meter-scale distribution of benthic habitats and seafloor substrate types. Seafloor sampling with a TV-multicorer will provide point samples for major and trace elements.*

*Basic geochemical composition (nutrients, TOC, trace metals) of the sediment will be measured, followed by a systematic evaluation of REY heterogeneity in sediments and pore waters across the oceanic basin. This includes concentration measurements and comparing shale-normalized patterns from local to basin scale and in relation to topography.*

*Machine Learning will be applied at sea and post-cruise to link the separate data domains.*

### **Wissenschaftliches Programm**

Ziel dieser Reise ist es, die klein- und großräumige Heterogenität der Geochemie und des Meeresbodensubstrats über das Tiefseebecken des Nordost(NO)-Atlantiks hinweg zu bewerten. Unser Forschungsziel ist es, den Einfluss der Topographie auf die Geochemie innerhalb und zwischen den Regionen zu quantifizieren und die Verbindung - über Auflösungsstufen hinweg - zwischen Geochemie und Bathymetrie durch Bilder herzustellen. Diese Verbindung soll die räumliche Extrapolation der geochemischen Eigenschaften des Meeresbodens und des Substrats auf den km-Maßstab erleichtern. Wir werden drei verschiedene Topographietypen untersuchen:

a) Täler, b) Ebenen und c) Hügel. Für unsere Zwecke definieren wir Täler und Hügel als Merkmale  $\pm 100$  m unter/über dem flachen Meeresboden (Ebene), bezogen auf die regionalen Probenahmestellen.

Die hierarchische Erhebungsstrategie ist darauf ausgerichtet:

- die Heterogenität innerhalb eines Topographietyps auf lokaler Ebene (100 m) zu bewerten,
- die Heterogenität innerhalb eines Topographie-Typs sowie zwischen Topographie-Typen auf regionaler Ebene (20 km) zu beurteilen,
- die Heterogenität innerhalb eines Topographie-Typs zwischen den Regionen jenseits des NO-Atlantiks auf Beckenebene (1000 km) zu bewerten,
- die Heterogenität zwischen den Topographietypen über den NO-Atlantik auf der Ebene des Beckens (1000 km) zu bewerten,
- Erwerb eines Bilddatensatzes, der sich über ein Ozeanbecken erstreckt und der die Topographietypen dieses Beckens abdeckt. Dieser Bilddatensatz dient der von Algorithmen des maschinellen Lernens, die auf verschiedenste Gebiete des NO-Atlantik anwendbar sind.

### **Scientific Programme**

*The goal of this cruise is to assess small- and large-scale geochemical and seafloor substrate heterogeneity across the NE Atlantic deep-sea basin. Our research objective is to quantify the impact of topography on the geochemistry within and between regions and to establish the link – across resolutional scales – between geochemistry and bathymetry through imagery. This link shall facilitate spatial extrapolation of seafloor geochemistry and substrate characteristics to km-scale. We will study three distinct topography types: a) valleys, b) plains and c) hills. For our purposes, we define valleys and hills as features  $\pm 100$  m of flat seafloor (plain), respectively, within the regional sampling sites. The hierarchical survey strategy is designed to:*

- *assess the heterogeneity within one topography type at local scale (100 m),*
- *assess heterogeneity within one topography type as well as between topography types at regional scale (20 km),*
- *assess heterogeneity within one topography type between regions across the NE Atlantic at basin scale (1000 km),*
- *assess heterogeneity between topography types across the NE Atlantic at basin scale (1000 km),*
- *acquire a cross-basin image data set covering the topography types enabling the tuning of machine learning algorithms that are applicable across the NE Atlantic.*

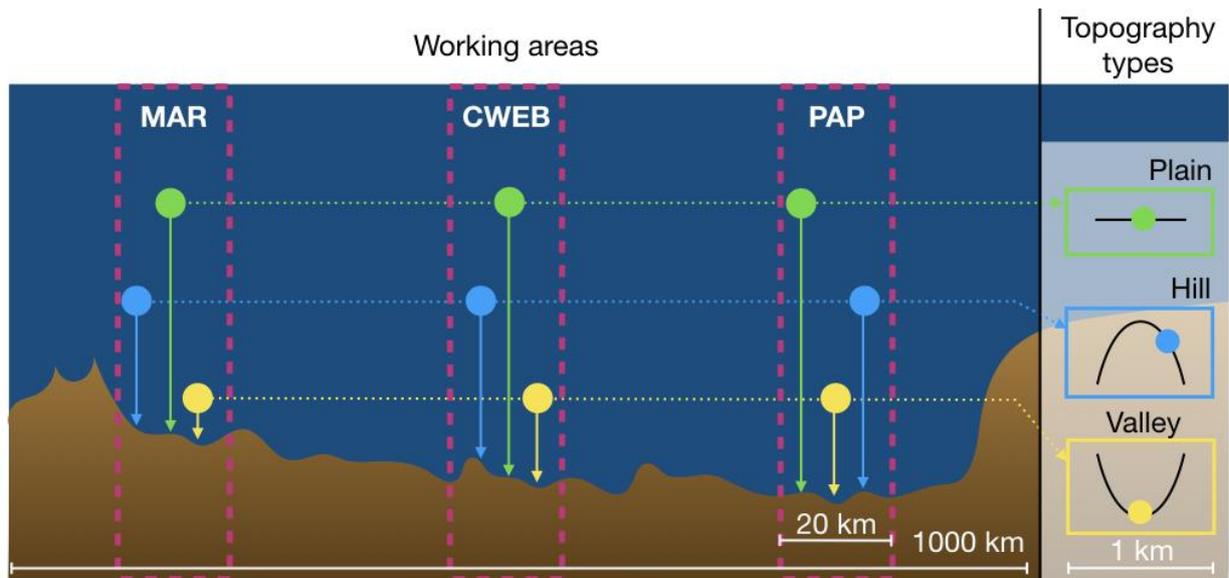


Abb. 2 Schema der Beprobungsstrategie. In den drei Zielregionen (MAR: Mid-Atlantic Rise, CWEB: Central Western-European Basin, PAP: Porcupine Abyssal Plain) werden jeweils drei Topographien (Plain, Hill, Valley) untersucht.

Fig. 2 Schematics of the survey design. Three work areas – Mid-Atlantic Ridge (MAR), Central Western European Basin (CWEB) and Porcupine Abyssal Plain (PAP) – will be targeted. In each area, three topography types (plain, hill, valley) will be surveyed.

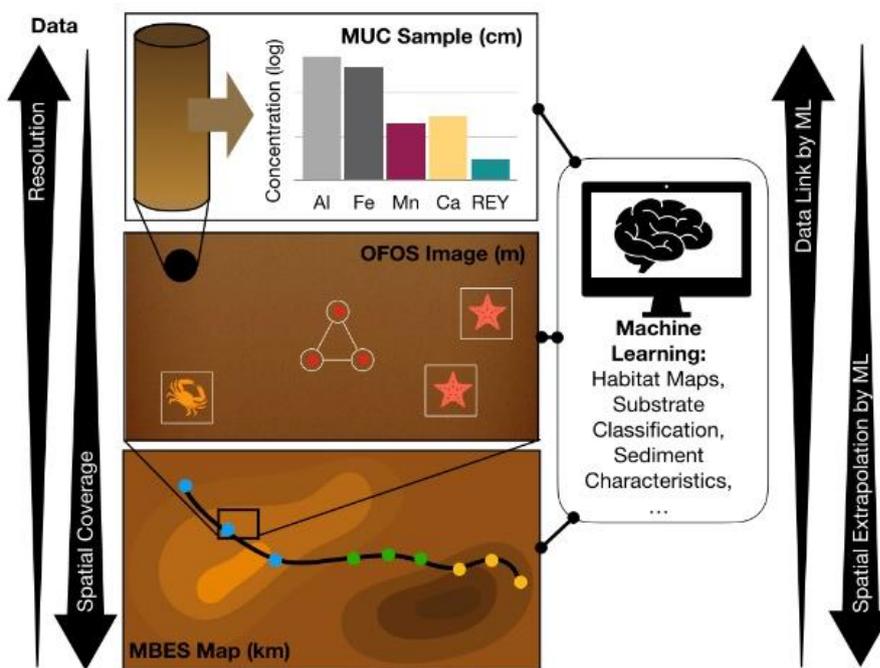


Abb. 3 Die geplante hierarchische Beprobung für verschiedene Datenaufösungen: Hydroakustische Karten (unten) liefern den kilometer-skaligen Überblick. OFOS Bilder (mitte) liefern die meter-skalige Verknüpfung zu den TV-MUC Daten (oben) die Zentimeter-Auflösung haben. Alle Datendomänen werden durch Maschinelles Lernen verknüpft.

Fig. 3 Hierarchical sampling across data resolutions: MBES maps (bottom) provide the kilometer-scale overview. OFOS images (middle) provide the meter-scale link to the TV-MUC data at centimeter-scale (top). Everything is linked by machine learning.

## **Arbeitsprogramm**

Das vorgeschlagene Programm findet auf einem Transekt zwischen 48,5°N / 12°W und 43°N / 28°W statt. Drei Regionen sind über den Nordostatlantik verteilt und decken an jedem Standort drei Topographietypen ab (siehe Abbildung 1).

Als Grundlage wird das gesamte Arbeitsgebiet mit dem MBES des Schiffes kartiert. Basierend auf einer ersten Datenauswertung der Hydroakustik an Bord werden die genauen Positionen der Probenahme im lokalen und regionalen Maßstab bestimmt. In den drei Regionen (PAP, CWEB, MAR) wird die gesamte Probenahmeausrüstung (OFOS, TV-MUC, CTD) zum Einsatz kommen. An jedem regionalen Standort werden die drei Topographietypen (Tal, Ebene, Hügel) beprobt. Für jede dieser Topographien werden 4 TV-MUCs eingesetzt, 2 davon als Replikate im Umkreis von 100 m, um die lokale Heterogenität abzudecken. In jeder Region werden 1 CTD- und 6 OFOS-Deployments durchgeführt, die alle drei Topographietypen abdecken.

Die vom OFOS erfassten Bilddaten werden live an das Schiff übertragen. Dort werden die Daten sofort in den mobilen GPU-Cluster eingespeist, um semantische Daten in Echtzeit aus dem Bildmaterial zu extrahieren. Die Bilder werden farbnormalisiert, hochdimensionale Merkmale werden extrahiert, unüberwachtes Clustering wird angewendet, um die Bilder nach Substrat und Lebensraumtypen zu sortieren, und überwachtes maschinelles Lernen wird live und nahezu in Echtzeit zur Objekterkennung und -klassifizierung eingesetzt. Die aus den Bildern gewonnenen Daten werden in Algorithmen zur Habitatkartierung (MaxEnt, Random Forest) eingespeist, um Substratinformationen im lokalen Maßstab in prädiktive Karten im überregionalen Maßstab zu extrapolieren, die zur Positions-Wahl der TV-MUC-Beprobung verwendet werden können. Bei jedem TV-MUC-Einsatz werden Festphasen- und Porenwasserproben entnommen die auf Porosität, TOC, Nährstoffe, Hauptelemente und REY hin untersucht werden.

## **Work Programme**

*The proposed program occurs on a transect between 48.5°N / 12°W and 43°N / 28°W. Three regions are spread over the NE Atlantic, covering three topography types at each site (see Figure 1).*

*As a basis, the entire work area will be mapped with the ship's MBES. Based on a first multibeam data evaluation on board, the exact positions of the local- and regional-scale sampling sites will be determined. In the three regions (PAP, CWEB, MAR) the complete suite of sampling gear (OFOS, TV-MUC, CTD) will be deployed. At each regional site, the three topography types (valley, plain, hill) will be sampled. For each of these topographies, 4 TV-MUCs will be deployed, 2 as replicates within 100 m to cover local heterogeneity. 1 CTD and 6 OFOS deployments will be conducted in each region, covering all three topography types.*

*Image data acquired by OFOS will be streamed live up to the vessel. There, the data will immediately be ingested into the mobile GPU cluster for real-time semantic data extraction. Imagery will be color-normalized, high-dimensional features will be extracted, unsupervised clustering will be applied to assort imagery to substrate and habitat types and supervised machine learning will be applied live at near-real-time for object detection and classification. Image-derived data will feed into habitat mapping algorithms (MaxEnt, Random Forest) to extrapolate local-scale substrate information into regional-scale predictive maps that can be used to inform TV-MUC sampling locations. For each TV-MUC deployment, solid-phase and pore-water sampling for porosity, TOC, nutrients, major elements, and REY will be carried out.*

---

**Zeitplan / Schedule****Fahrt / Cruise MSM96**

---

	Tage/days
Auslaufen von Emden (Deutschland) am 10.10.2020 <i>Departure from Emden (Germany) 10.10.2020</i>	
Transit zum Arbeitsgebiet / <i>Transit to working area</i>	3.5
Hydroakustische Kartierung / <i>Hydroacoustic mapping</i>	7
Kamerabeobachtungen / <i>Camera observations</i>	9
Multicorer Sediment Beprobung / <i>Multicorer sediment sampling</i>	6
CTD Wasserbeprobung / <i>CTD water sampling</i>	1
Transit zum Hafen Emden (Deutschland) <i>Transit to port Emden (Germany)</i>	3.5
	Total 30
Einlaufen in Emden (Deutschland) am 10.11.2020 <i>Arrival in Emden (Germany) 10.11.2020</i>	

---

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

---

### **GEOMAR**

GEOMAR Helmholtz Centre for Ocean Research Kiel

Dr. Timm Schoening

Wischhofstr. 1-3

24148 Kiel, Germany

[www.geomar.de](http://www.geomar.de)

### **JUB**

Jacobs University Bremen

Dr. Sophie Paul

Campus Ring 1

28759 Bremen, Germany

<https://www.jacobs-university.de/>

---

## Das Forschungsschiff / *Research Vessel MARIA S. MERIAN*

---

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

*The „MARIA S. MERIAN“ a research vessel capable of navigating the margins of the ice cap, is used for German basic ocean research world-wide and for 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 Schleswig-Holstein sowie das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) finanziert.

*The vessel 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.

*The vessel is operated as an 'Auxiliary Research Facility' by the German Research Foundation (DFG). The DFG is assisted by an Advisory Board.*

Der Schiffsbetrieb wird zu 70% von der DFG und zu 30% vom BMBF finanziert.

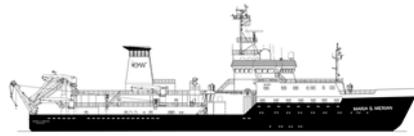
*The operation of the vessel is financed to 70% by the DFG and to 30% by the BMBF.*

Dem Gutachterpanel Forschungsschiffe (GPF) obliegt die Begutachtung der wissenschaftlichen Fahrtanträge. Nach positiver Begutachtung können diese in die Fahrplanung 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*

# MARIA S. MERIAN

*Cruise No. MSM96 (GPF 20-3\_088)*

**10.10.2020 - 10. 11.2020**



***Metal geochemistry meets machine learning: Assessing sedimentary and pore-water rare earth element variability from local to basin scale across the NE Atlantic Ocean***  
***METAL-ML***

*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 1862-8869