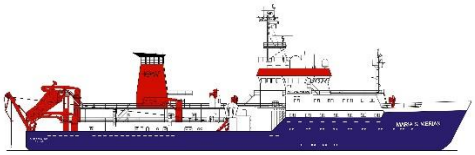


Forschungsschiff

MARIA S. MERIAN

Reise Nr. MSM105

11. 01. 2022 - 23. 02. 2022

Das Benguela-System im Klimawandel - Auswirkungen der Variabilität des physikalischen Antriebs auf den Kohlenstoff- und Sauerstoffhaushalt
BUSUC 2

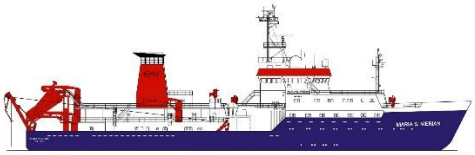
Herausgeber:

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

Reise Nr. / *Cruise No.* MSM105

11. 01. 2022 - 23. 02. 2022

Das Benguela-System im Klimawandel - Auswirkungen der Variabilität des physikalischen Antriebs auf den Kohlenstoff- und Sauerstoffhaushalt
The Benguela System under climate change – Effects of variability in physical forcing on carbon and oxygen budgets
BUSUC 2

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. Volker Mohrholz
Physical Oceanography and Instrumentation
Leibniz-Institute
for Baltic Sea Research, Warnemünde
Seestraße 15
D-18119 Rostock

Telefon: +49 381 5197-198
Telefax: +49 381 5197-440
E-Mail: volker.mohrholz@io-warnemuende.de
http: www.io-warnemuende.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 Reise / *MERIAN Cruise* MSM105

11. 01. 2022 - 23. 02. 2022

Das Benguela-System im Klimawandel - Auswirkungen der Variabilität des physikalischen Antriebs auf den Kohlenstoff- und Sauerstoffhaushalt
The Benguela System under climate change – Effects of variability in physical forcing on carbon and oxygen budgets

BUSUC 2

Fahrt / Cruise MSM105	11.01.2022 - 23.02.2022 Walvis Bay (Namibia) - Mindelo (Cape Verde)
Fahrtleitung / *Chief Scientist*:	Dr. Volker Mohrholz
Koordination / *Coordination*	Leitstelle Deutsche Forschungsschiffe *German Research Fleet Coordination Centre*
Kapitän / *Master* MERIAN	Ralf Schmidt

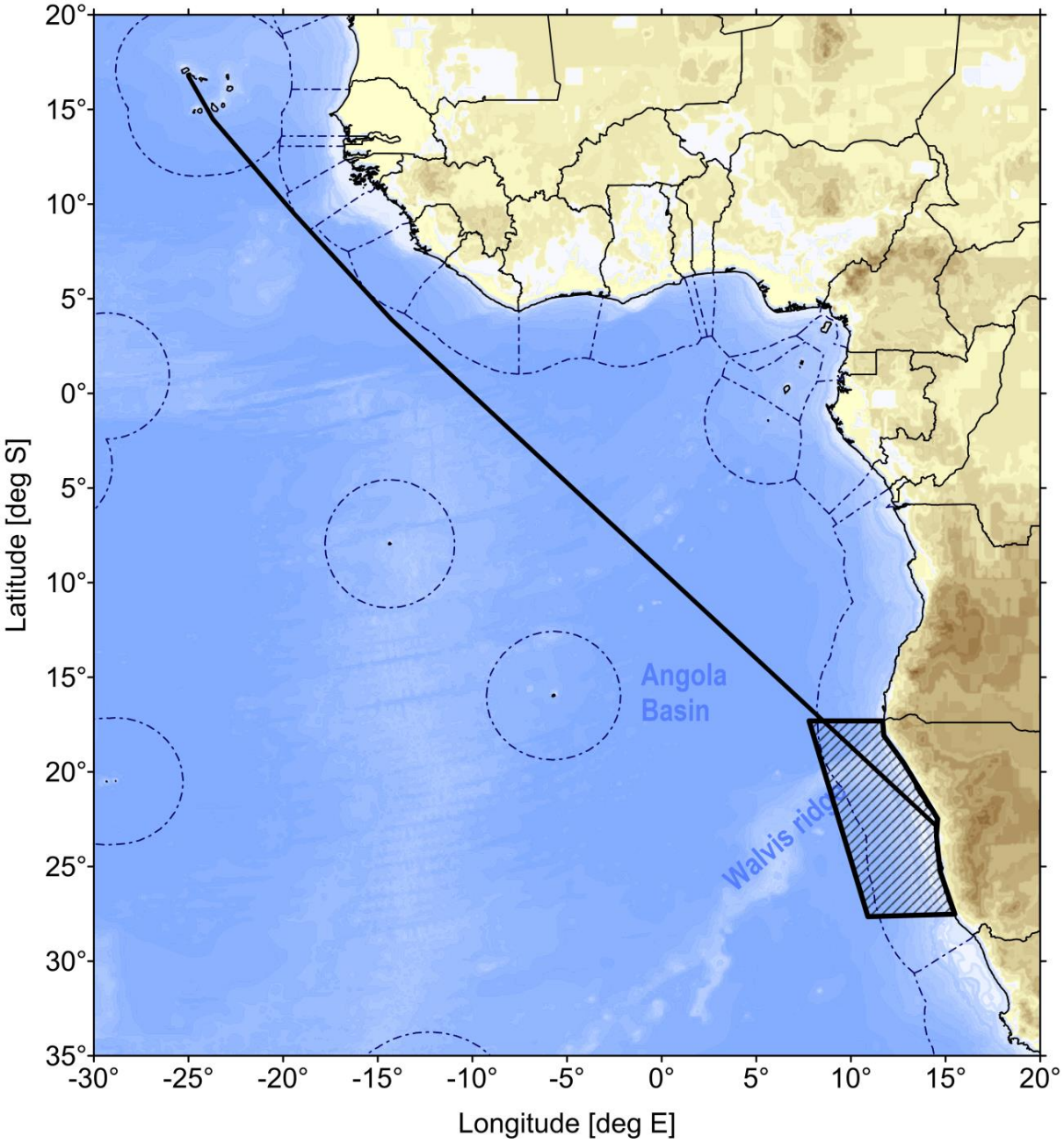


Abb. 1 Geplantes Arbeitsgebiet der MERIAN Expedition MSM105 vor Namibia (Polygon), und Fahrtroute für den Transit nach Mindelo (schwarze Linie). Die gestrichelten Linien markieren die ungefähre Lage der Ausschließlichen Wirtschaftszonen der afrikanischen Staaten.

Fig. 1 *Planned working area of MERIAN Expedition MSM105 off Namibia (polygon), and route for transit to Mindelo (black line). The dashed lines mark the approximate location of the Exclusive Economic Zones of the African states.*

Übersicht

Östliche Randströmungen gehören zu den fischreichsten Gebieten des Weltozeans. Obwohl sie nur 1% der vom Meer bedeckten Erdoberfläche ausmachen, liefern sie mit 20% der weltweiten Fischereierträge einen unverzichtbaren Beitrag zur Welternährung.

Verursacht werden diese günstigen Bedingungen durch relativ konstante Meeresströmungen und Winde in den Schelfgebieten der Kontinente, die dafür sorgen, dass nährstoffreiches Wasser aus tieferen Schichten des Ozeans in den oberflächennahen, lichtdurchfluteten Bereich gelangt und dort den Kreislauf des Lebens ankurbelt. Dieses als „upwelling“ oder „Auftrieb“ bekannte Phänomen hat allerdings auch eine Kehrseite: die hohe Produktion von organischer Substanz führt am Boden der Schelfregionen zu Sauerstoffminimumzonen, verbunden mit der Freisetzung toxischen Sulfids im Wasser. Dieses kann unter bestimmten Bedingungen bis in die produktive Zone gelangen und dort zu verheerenden Einbrüchen in der Fischereiwirtschaft führen. Ein weiterer negativer Effekt ist die Emission von Klimagasen wie CO_2 und Methan in den Auftriebsgebieten.

Ziel der BUSUC 2 Expedition im Rahmen des EVAR-Projekts ist es, zu untersuchen, wie sich das komplexe Geflecht aus physikalischem Antrieb, geochemischen Prozessen und mikrobiellen Aktivitäten im Zuge des Klimawandels verändern kann und welche Konsequenzen das für die Freisetzung von Klimagasen, die Ausbreitung von Sauerstoffminimumzonen und die Lebensbedingungen am Meeresboden hat. Wir wollen verstehen, ob Veränderungen in den Umweltbedingungen Rückkopplungen auslösen, die das ganze System beeinflussen.

Synopsis

Eastern boundary currents are among the most fish-rich areas of the world ocean. Although they account for only 1% of the earth's surface covered by the sea, they provide 20% of the world's fishery yields. Thus, they make an indispensable contribution to the world's food supply.

These favorable conditions are caused by the fact that relatively constant ocean currents and winds in the shelf areas of the continents ensure that nutrient-rich water from deeper layers of the ocean reaches the light-flooded area near the surface, where it stimulates the cycle of life. However, this phenomenon, known as "upwelling," also has a downside: the high production of organic matter leads to oxygen minimum zones at the bottom of the shelf regions, combined with the release of toxic sulfide in the water, which under certain conditions can reach the productive zone and then lead to devastating collapses in the fishing industry. Another negative effect is the emission of climate gases such as CO_2 and methane in the upwelling areas.

The aim of the BUSUC 2 expedition within the EVAR project is to investigate how the complex web of physical forcing, geochemical processes and microbial activities can change in the course of climate change and what consequences this has for the release of greenhouse gases, the spread of oxygen minimum zones and the living conditions on the seafloor. We want to understand whether changes in environmental conditions trigger chain reactions that affect the whole system.

Wissenschaftliches Programm

Das Benguela-Auftriebssystem vor der Küste Namibias ist durch eine ausgeprägte Variabilität der Auftriebsintensität, der Sauerstoffzufuhr und der Primärproduktion gekennzeichnet. Untersuchungen zur Kopplung dieser zeitlichen und räumlichen Veränderlichkeiten mit mikrobiell getriebenen Prozessen in der Wassersäule und im Sediment liegen nur ansatzweise vor. Während der beantragten Expedition sollen in einem multidisziplinären Ansatz Beziehungen zwischen physikalischen Randbedingungen und Prozessraten, mikrobiellen Aktivitäten, sowie der makrobenthischen Lebensgemeinschaft in der Gegenwart und der jüngsten Vergangenheit untersucht werden. Hierzu soll neben in-situ Messungen und Inkubationsexperimenten ein intensives Beprobungsprogramm zur Bestimmung verschiedenster Schlüsselparameter des Ökosystems durchgeführt werden. Alle geplanten Untersuchungen ordnen sich der gemeinsamen Kernfrage unter, in wie weit sich Klimaänderungen auf die Ausbreitung von Sauerstoffverarmung und auf Stoffflüsse im Benguela-Auftriebssystem auswirken. Die geplante Expedition MSM105 ist, nach der METEOR-Expedition M157, die zweite Reise im Rahmen des interdisziplinären BMBF-Forschungsverbundprojektes EVAR (Effects of variability in physical forcing on carbon and oxygen budgets).

Das Ziel dieser zweiten EVAR-Expedition ist es, hochauflösende Daten über die Variabilität des heutigen physikalischen Antriebs auf das BUS während der Sommersaison zu erhalten, wenn die Ausdehnung der Sauerstoffminimumzone (OMZ) ihr jährliches Maximum erreicht (im Gegensatz zur ersten EVAR-Expedition, die im Winter durchgeführt wurde). Es sollen die gegenwärtige und frühere Variabilität der Sauer-

Scientific Programme

The Benguela upwelling system off the Namibian coast is characterized by marked variability in upwelling intensity, oxygenation, and primary production. Studies on the coupling of these temporal and spatial variabilities with microbially driven processes in the water column and sediment are only rudimentary. During the proposed expedition, relationships between physical boundary conditions and process rates, microbial activities, and the macrobenthic community in the present and recent past will be investigated in a multidisciplinary approach. To this end, in addition to in-situ measurements and incubation experiments, an intensive sampling programme will be conducted to determine a wide range of key ecosystem parameters. All planned investigations serve the common answer to the core question, to what extent climate changes affect the spread of oxygen depletion and material fluxes in the Benguela upwelling system. The planned expedition MSM105 is, after the METEOR-expedition M157, the second voyage within the interdisciplinary BMBF research project EVAR (Effects of variability in physical forcing on carbon and oxygen budgets).

The major goal of this second EVAR expedition is to obtain high-resolution data on the variability of present day physical forcing of the BUS during the austral summer season, when the Oxygen minimum zone (OMZ) reached its annual maximum (alternate to the first EVAR expedition that was performed during austral winter). We will determine the present and past variability of oxygen supply

stoffversorgung, sowie die wichtigsten biogeochemischen Muster, die in Sedimentarchiven dokumentiert sind, bestimmt werden. Die Reaktion mikrobieller Prozesse auf Schwankungen des Redoxschemas in den heute und in der geologischen Vergangenheit beobachteten Bereichen wird gezielt untersucht, um ihre Auswirkungen auf den Sauerstoff-, Kohlenstoff- und Nährstoffhaushalt und ihren Einfluss auf die Produktion von Treibhausgasen zu verstehen. Die Verknüpfung der Variabilität der physikalischen und biogeochemischen Faktoren mit der Reaktion des Ökosystems wird dazu beitragen, mögliche künftige Entwicklungen der Auftriebssysteme in einem sich ändernden Klima zu verstehen.

as well as their key biogeochemical feedbacks as documented in sediment archives. The response of microbially driven processes to variations in the redox scheme over the ranges observed today and in the geological past will be investigated in targeted experiments to understand their impact on oxygen, carbon and nutrient budgets and their influence on the production of greenhouse gases. Linking variability of physical and biogeochemical forcing with ecosystem response will help to develop possible trajectories of future upwelling systems in a changing climate.

Im Einzelnen werden folgende Themen bearbeitet:

The following topics will be worked on in detail:

- Bestimmung kurzfristiger Auftriebsmaxima durch Aufzeichnen von hydrographischen Standardparametern.
- *Determination of short-term upwelling maxima by recording of standard hydrographic parameters.*
- hochaufgelöste Sedimentbeprobung zur Untersuchung geochemischer Umweltbedingungen während des Holozäns.
- *Sampling of high-resolution sediment archives to investigate geochemical environmental conditions during the Holocene.*
- Abschätzung der Reaktion des pelagisch-mikrobiellen Potenzials auf Änderungen der abiotischen Parameter (z.B. plötzlicher Anstieg der Sulfidkonzentration oder eine Abnahme des Sauerstoffgehalts) und wie diese mit der Spurengasproduktion und der Sulfidoxidation zusammenhängen. Identifizierung spezifischer biogeochemischer Transformationszonen und der beteiligten mikrobiellen Schlüsselorganismen. Untersuchung der Auswirkung der Sulfidanreicherung in der Wassersäule auf den P-Kreisel.
- *Estimation of the response of the pelagic-microbial potential with respect to changes in abiotic parameters (e.g. sudden increase in sulfide concentration or decrease in oxygen content) and how this relates to trace gas production and sulfide oxidation. Identify specific biogeochemical transformation zones and key microbial organisms involved. Investigation of the effect of sulfide accumulation in the water column on the P-gyro.*
- (Experimentelle) Aufklärung der Größenordnung und der Wege benthischer Nährstoffflüsse (N-Spezies, PO_4^{3-}, Fe), gelöster Gase (CH_4, pCO_2, N_2/Ar) sowie gelöstem anorganischen Kohlenstoff (DIC), Sulfid und Silicat als Reaktion auf Schwankungen und Verschiebungen der Verfügbarkeit von O_2 und NO_3^- im Bodenwasser.
- *(Experimental) elucidation of the magnitude and pathways of benthic nutrient fluxes (N species, PO_4^{3-}, Fe), dissolved gases (CH_4, pCO_2, N_2/Ar) and dissolved inorganic carbon (DIC), sulfide and silicate in response to fluctuations and shifts in the availability of O_2 and NO_3^- in bottom waters.*

- Bestimmung der mikrobiellen Kontrollen und „Kipppunkte“ der Sequestierung und Freisetzung von PO_4^{3-} sowie des benthischen N- und S-Zyklus. Untersuchung der Toleranz verschiedener mikrobenthischer Spezies gegenüber der Verfügbarkeit von O_2.
- Bestimmung des Zeitpunkts und der Stärke von sulfidischen Ereignissen nach schrittweiser Abreicherung von O_2 und NO_3^- im Bodenwasser.
- Bestimmung des Beitrags der makro- und mikrobenthischen Gemeinschaften zum Gesamtumsatz der gelösten Stoffe in Sedimenten an der oberen und unteren Grenze der OMZ.
- Bestimmung der Konzentration und Flüsse von Spurengasen im Ober-flächenwasser sowie deren Beziehung zur Auftriebsintensität und der chemisch-physikochemischen Signatur des Ursprungswassers.
- Verknüpfung von Spurengasumwandlungen mit den mikrobiellen Schlüsselakteuren. Bestimmung der wichtigsten Tiefenhorizonte und Prozesse für Spurengasumwandlungen und der Empfindlichkeit der zugrundeliegenden Prozesse gegenüber Änderungen der Redoxbedingungen (O_2- und H_2S-Konz.).

- *Determination of microbial controls and "tipping points" of sequestration and release of PO_4^{3-} and benthic N- and S-cycles. Investigation of the tolerance of different microbenthic species to the availability of O_2.*
- *Determination of the timing and magnitude of sulfidic events following stepwise depletion of O_2 and NO_3^- in bottom waters.*
- *Determination of the contribution of macrobenthic and microbenthic communities to the total solute turnover in sediments at the upper and lower limits of the OMZ.*
- *Determine the concentration and fluxes of trace gases in surface water and their relationship to upwelling intensity and the chemical physicochemical signature of the source water.*
- *Linking of trace gas transformations to key microbial players. Determination of the most important depth horizons and processes for trace gas transformations and the sensitivity of the underlying processes to changes in redox conditions (O_2- and H_2S-conc.).*

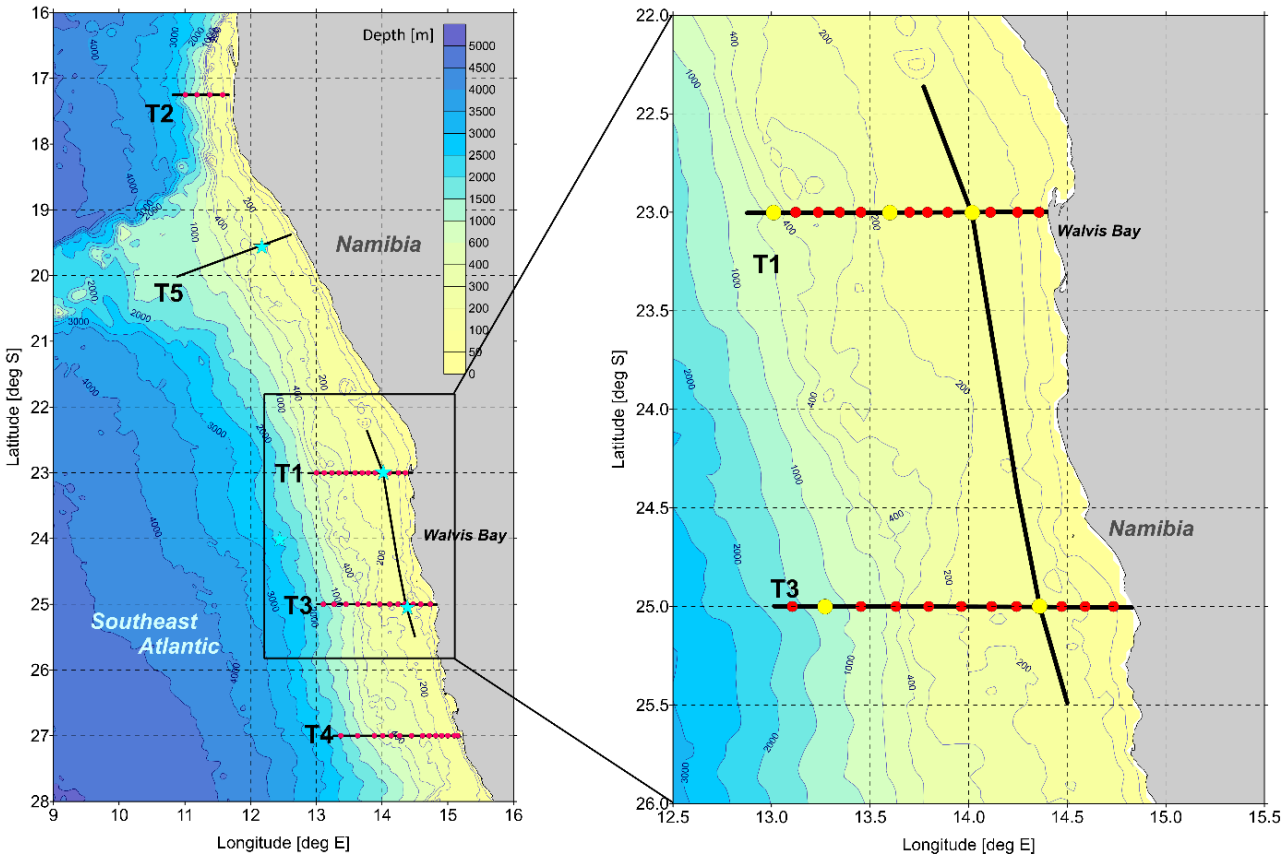


Abb. 2 Das Arbeitsgebiet der Expedition MSM105. Links: gesamtes Untersuchungsgebiet mit allen geplanten Transekten (T1-T5). Rechts: Detailkarte mit den fünf Hauptstationen (gelb) im Zentrum des Untersuchungsgebietes zwischen 23°S und 25°S, und weitere Stationen (rot), an denen nicht alle Geräte zum Einsatz kommen.

Fig. 2 *The working area of expedition MSM105. Left: entire study area with all planned transects (T1-T5). Right: Detailed map with the five main stations (yellow) in the centre of the study area between 23°S and 25°S, and other stations (red) where only selected instruments will be used.*

Arbeitsprogramm

Während der Expedition werden Stationen entlang mehrerer küstensenkrechter Schnitte beprobt, die den Kern der OMZ zwischen 17.25°S und 27°S abdecken. Das Arbeitsprogramm konzentriert sich auf fünf Stationen, an denen alle Geräte (s.u.) zum Teil mehrmals verwendet bzw. ausgesetzt werden. Drei dieser Stationen liegen bei 23°S und zwei bei 25°S. Um auch Informationen über die Bedingungen außerhalb des Auftriebszentrums zu erhalten, müssen ausgewählte Untersuchungen zusätzlich auf Schnitten bei 17.25°S und 27°S durchgeführt werden. Aufgrund der spezifischen Anforderungen für die Verwendung unterschiedlicher Probenahme- und Beobachtungssysteme (insbes. Verankerung, Wassersäulenbeprobung, Sedimentproben, geschleppte CTD) können die einzelnen Stationen nicht vollständig nacheinander abgearbeitet werden. Um eine möglichst effiziente Nutzung von Schiffszeit zu gewährleisten und alle erforderlichen Untersuchungen wie geplant durchzuführen, werden einige Stationen daher mehrfach angelaufen.

Folgende Geräte sollen auf der Expedition MSM105 eingesetzt werden (geplante Anzahl der Einsätze):

- Schwerelot (5)
- Multicorer (TV MUC; 20)
- Kastengreifer (16)
- Van-Veen-Probennehmer (36)
- Dredge (16)
- Benthischer Spurenstoff Sampler (5)
- CTD-Kranzwasserschöpfer (60)
- AC-S (Absorptionspektrometer; 40)
- MSS (Mikrostruktursonde; 60)
- Pump-CTD (8)
- AFIS (Autom. Fixation-Injection Sampler; (5)
- Scanfish (6)
- TRIOS Sensor (underway)
- Treibende Sensorkette (1)
- Langzeit-Verankerung (2)

Außerdem werden schiffseigene Systeme genutzt (TSG, ADCP und Parasound).

Work Programme

During the expedition, stations will be sampled along several coastal transects covering the core of the OMZ between 17.25°S and 27°S. The work programme will focus on five main locations where all devices (see below) will be used or deployed, in some cases several times. Three of these stations are located at 23°S and two at 25°S. In order to obtain information outside the upwelling centre, selected surveys must also be conducted in transects at 17.25°S and 27°S. Due to the specific requirements for the use of different sampling and observation systems (especially anchoring, water column sampling, sediment sampling, towed CTD), the individual stations cannot be worked through completely one after the other. In order to ensure the most efficient use of working/ship days, and to carry out all the necessary investigations as planned the main stations are visited several times.

Following devices should be used during expedition MSM105 (planned number of deployments):

- *Gravity Corer (5)*
- *Multicorer (TV MUC; 20)*
- *Boxcorer (16)*
- *Van-Veen-Grap (36)*
- *Dredge (16)*
- *Benthic Trace Sampler (5)*
- *CTD-Rosette (60)*
- *AC-S (Absorption-Spectrometer;60)*
- *MSS (Microstructur tube; 60)*
- *Pump-CTD (8)*
- *AFIS (Autom. Fixation-Injection Sampler; 5)*
- *Scanfish (9)*
- *TRIOS Sensor (underway)*
- *Drifting mooring (1)*
- *Long-term moorings (3)*

Additionally, the ships thermosalinograph, ADCP and Parasound systems will be used.

Zeitplan / *Schedule* **Fahrt / *Cruise* MSM105**

	Tage/*days*
Auslaufen von Walvis Bay (Namibia) am 11.01.2022 *Departure from Walviy Bay (Namibia) on 11.01.2022*	
Transit zum Arbeitsgebiet / *Transit to working area*	1
Beprobung des Benguela-Küstenauftriebssystems vor Namibia *Sampling of the Benguela Current coastal upwelling area off Namibia*	29
Transit zum Hafen Walvis Bay Transit to port Walvis Bay	1
Einlaufen in Walvis Bay (Namibia) am 10.02.2022 *Arrival in Walviy Bay (Namibia) on 10.02.2022*	
Transit zum Hafen Mindelo *Transit to port Mindelo*	12
Total	43
Einlaufen in Mindelo (Cape Verde) am 23.02.2022 *Arrival in Mindelo (Cape Verde) on 23.02.2022*	

Beteiligte Institutionen / *Participating Institutions*

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

MARUM
Research faculty, Universität Bremen
Leobener Straße 8
D-28359 Bremen

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

NatMIRC
National Marine Information & Research Centre
Ministry of Fisheries and Marine Resources (MFMR)
1 Strand Street
Swakopmund / Namibia

Das Forschungsschiff / *Research Vessel MARIA S. MERIAN*

Das Eisrandforschungsschiff „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 Schleswig-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.

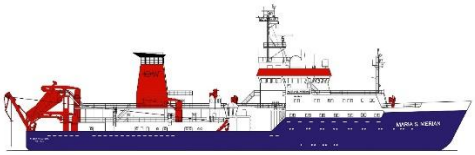
The Review Panel German Research Vessels (GPF) reviews the scientific cruise proposals. GPF-approved projects are suspect to enter the cruise schedule.

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 at the University of Hamburg is responsible for the scientific-technical, logistical and financial preparation, handling and supervision of the vessels operation.

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

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



Research Vessel

MARIA S. MERIAN

Cruise No. MSM105

11. 01. 2022 - 23. 02. 2022

The Benguela System under climate change – Effects of variability in physical forcing on carbon and oxygen budgets

BUSUC 2

Editor:

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

Sponsored by:

Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

ISSN 1862-8869