

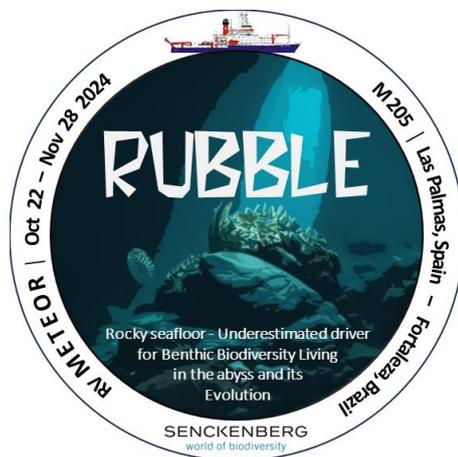


**Forschungsschiff**

# **METEOR**

**Reise Nr. M205-M206**

**23. 10. 2024 - 30. 12. 2024**



**Felsiger Meeresboden – unterschätzter Faktor für die benthische Artenvielfalt im Abyssal und seine Evolution, RUBBLE**

**Wechselwirkungen zwischen Spurenmetallen, DOM und Partikeln im Amazonas-Ästuar und im Plume als Schlüsselprozesse für den Fluss von Spurenmetallen und DOM in den Atlantik während der regenarmen Zeit  
Amazon-GEOTRACES-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 0935-9974



**Forschungsschiff / Research Vessel**

# METEOR

**Reise Nr. M205-M206 / Cruise No. M205-M206**

**23. 10. 2024 - 30. 12. 2024**



**Felsiger Meeresboden – unterschätzter Faktor für die benthische Artenvielfalt im Abyssal und seine Evolution, RUBBLE**

*Rocky seafloor – Underestimated driver for Benthic Biodiversity Living in the abyss and its Evolution), RUBBLE*

**Wechselwirkungen zwischen Spurenmetallen, DOM und Partikeln im Amazonas-Ästuar und im Plume als Schlüsselprozesse für den Fluss von Spurenmetallen und DOM in den Atlantik während der regenarmen Zeit Amazon-GEOTRACES-2**

*Interactions of trace metals, DOM, and particles in the Amazon estuary and plume as key processes for trace metal and DOM fluxes into the Atlantic during the low-discharge period Amazon-GEOTRACES-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 0935-9974

---

## Anschriften / *Addresses*

---

**Fahrtleitung 1:****Dr. Torben Riehl**

Senckenberg Society for Nature Research  
Senckenberganlage 25  
D-60325 Frankfurt

Telefon (Büro): +49 69 7542-1251  
Telefon (mobil): +49 152 0878-0847  
Telefax: +49 69 7542-1800  
E-Mail: [torben.riehl@senckenberg.de](mailto:torben.riehl@senckenberg.de)

**Fahrtleitung 2****Prof. Dr. Andrea Koschinsky**

Constructor University  
Campus Ring 1  
D-28759 Bremen

Telefon: +49 421-200 3567  
Telefax: +49 421-200 3229  
E-Mail: [akoschinsky@constructor.university](mailto:akoschinsky@constructor.university)

**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](mailto:leitstelle.ldf@uni-hamburg.de)  
http: [www.ldf.uni-hamburg.de](http://www.ldf.uni-hamburg.de)

**Reederei Briese**

Briese Schifffahrts GmbH & Co. KG  
Research | Forschungsschifffahrt  
Hafenstraße 12  
D-26789 Leer

Telefon: +49 491 92520 160  
Telefax: +49 491 92520 169  
E-Mail: [research@briese.de](mailto:research@briese.de)  
http: [www.briese-research.de](http://www.briese-research.de)

**GPF-Geschäftsstelle**

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

E-Mail: [gpf@dfg.de](mailto:gpf@dfg.de)

---

## Forschungsschiff / *Research Vessel* METEOR

---

Vessel's general email address

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

Crew's direct email address

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

Scientific general email address

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

Scientific direct email address

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

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

Günther Tietjen, for example, will receive the address:

[g.tietjen@meteor.briese-research.de](mailto:g.tietjen@meteor.briese-research.de)

Notation on VSAT service availability will be done by ship's management team / system operator.

- Data exchange ship/shore : on VSAT continuously / none VSAT every 15 minutes
- Maximum attachment size: on VSAT no limits / none VSAT 50 kB, extendable on request
- The system operator on board is responsible for the administration of all email addresses

Phone Bridge

VSAT

+49 421 98504370

FBB 500 (Backup)

+49 421 98504 371

GSM-mobile (in port only)

+49 172 420 079 2

---

**METEOR Reisen / METEOR Cruises M205 – M206**

---

**23. 10. 2024 - 30. 12. 2024**

**Felsiger Meeresboden – unterschätzter Faktor für die benthische Artenvielfalt im Abyssal und seine Evolution, RUBBLE**

*Rocky seafloor — Underestimated driver for Benthic Biodiversity Living in the abyss and its Evolution), RUBBLE*

**Wechselwirkungen zwischen Spurenmetallen, DOM und Partikeln im Amazonas-Ästuar und im Plume als Schlüsselprozesse für den Fluss von Spurenmetallen und DOM in den Atlantik während der regenarmen Zeit Amazon-GEOTRACES-2**

*Interactions of trace metals, DOM, and particles in the Amazon estuary and plume as key processes for trace metal and DOM fluxes into the Atlantic during the low-discharge period Amazon-GEOTRACES-2*

**Fahrt / Cruise M205**

23.10.2024 - 28.11.2024

Las Palmas (Spanien) - Fortaleza (Brasilien)

**Fahrtleitung / Chief Scientist:**

Dr. Torben Riehl

**Fahrt / Cruise M206**

01.12.2024 - 30.12.2024

Fortaleza (Brasilien) - Belém (Brasilien)

**Fahrtleitung / Chief Scientist:**

Prof. Dr. Andrea Koschinsky

**Koordination / Coordination**

Leitstelle Deutsche Forschungsschiffe  
*German Research Fleet Coordination Centre*

**Kapitän / Master METEOR**

Rainer Hammacher



Abb. 1 Geplante Fahrtrouten und Arbeitsgebiete der METEOR Expeditionen M205 - M206.

Fig. 1 Planned cruise tracks and working areas of METEOR cruises M205 -M206.

## Übersicht

### Fahrt M205

Obwohl bis heute in der meeresbiologischen Literatur oft allgemein von einem weitgehend sedimentierten und homogenen abyssalen Meeresboden ausgegangen wird, zeigen neue Studien, dass dort kleinskalige Felsriffe ein verbreiteter Meeresbodentyp sind. Diese wurden bislang in abyssalen Biodiversitätsstudien vernachlässigt, obwohl davon auszugehen ist, dass sie als Hartsubstrat für verschiedene spezialisierte Organismen und als Verursacher von Umweltgradienten und Lebensraumdiskontinuität einen Einfluss auf die benthische Biodiversität haben. Diese Habitatheterogenität muss daher bei der Untersuchung der Biodiversität, der Bewertung menschlicher Fußabdrücke sowie bei Ansätzen zum Arten- und Umweltschutz in einem der größten und am wenigsten verstandenen Ökosysteme unseres Planeten berücksichtigt werden.

Über verschiedene Ökosysteme hinweg hat sich eine Beziehung zwischen Habitatheterogenität und Artenvielfalt gezeigt. Daher bietet die Entdeckung dieser Felsformationen im Abyssal neue Ansätze für die Erforschung der Ursprünge der hohen, bisher weitgehend unerklärten Abyssal-Biodiversität, sowie für die Einschätzung ihres Gefährdungsstatus.

Wir untersuchen kleinskalig die Sedimentfauna im Einflussbereich von Hartgründen und die Abhängigkeit von Biodiversitätsmustern und genetischer Differenzierung von Habitatheterogenität und Habitattyp. Wir erwarten, dass (H1) ein heterogener Meeresboden zu einer eingeschränkten Ausbreitung und Konnektivität lokaler Populationen führt, sowie zu Fluktuationen in der Artenzusammensetzung des sedimentbewohnenden Benthos; (H2) Arten turnover ( $\beta$ -Diversität) und durch Hartboden verursachte Sedimentvariabilität korreliert sind.

## Synopsis

### Cruise M205

*Although it is often generally assumed that the abyss is largely sedimented and homogeneous, new studies show that small rocky reefs are a common seabed type there. Rocky seabed has been neglected in studies on abyssal biodiversity. However, it can be assumed that as a hard substrate for specialized organisms and as a cause of environmental gradients and habitat discontinuity in sediments, it has an influence on benthic biodiversity. This heterogeneity must therefore be considered when studying biodiversity, evaluating human footprints, and in approaches to species and environmental protection in one of the largest and least understood ecosystems on Earth.*

*Relationship between habitat heterogeneity and species diversity have been shown across different ecosystems; the discovery of abyssal bedrock provides new possibilities for investigating the origins of the high, largely unexplained abyssal biodiversity, and assessing of its vulnerability.*

*We investigate on a small scale the sediment fauna within the influence of hard ground and the dependence of biodiversity patterns and genetic differentiation on habitat heterogeneity and habitat type. We expect:*

*(H1) A heterogeneous seafloor leads to restricted dispersal and connectivity of local populations as well as to fluctuations in the species composition of the sediment-dwelling benthos; (H2) species turnover ( $\beta$ -diversity) and sediment variability caused by hard bottom are correlated.*

Wir zielen auf die 3D-Rekonstruktion und Quantifizierung von Abyssalbiotopen und die habitattypabhängige Modellierung der Biodiversität über bathymetrisch kartierte Gebiete einer nordatlantischen Bruchzone ab. RUBBLE legt damit einen Grundstein für hydroakustikbasierte Biodiversitätserfassung und -modellierung für Umweltschutz und Umweltplanung im Abyssal.

## **Fahrt M206**

Die Fahrt M206 wird in der Region des Amazonasausstroms während der Trockenzeit Ende 2024 stattfinden. Das Hauptthema dieser Nachfolgefahrt der M147 (Regenzeit 2018) ist die detaillierte Bestimmung der Verteilung von Spurenmetallen und organischem Material entlang der Salinitätsgradienten in der Mischungszone der Amazonas-mündung sowie seiner Süßwasserfahne in den Atlantischen Ozean. Ziel ist es, ihren biogeochemischen Kreislauf und die Wechselwirkungen von Spurenmetallen mit gelöstem organischem Kohlenstoff (DOM) und partikulärem Material zu bestimmen, sowie die isotopische Charakterisierung der Wassermassen und Mischungsprozesse. Zu untersuchende Faktoren in den Proben sind dabei die chemische Speziation der Metalle und Assoziationen mit verschiedenen Größenfraktionen (echt gelöst, Kolloide, Partikel) sowie die molekulare Zusammensetzung des organischen Materials entlang des Salinitätsgradienten zwischen Fluss und Ozean. Auch der Grundwassereintrag durch den südöstlich gelegenen Mangrovengürtel wird berücksichtigt. Oberflächensedimente werden als Senken und Quellen von Spurenmetallen und DOM einbezogen. Ziel ist es, unter Berücksichtigung der jahreszeitlichen Schwankungen den Eintrag von Spurenmetallen und DOM in den Atlantik, gesteuert durch die Wechselwirkungen von gelösten Metallen, DOM und Partikeln, zu quantifizieren. Die Fahrt baut auf den bereits vorliegenden umfangreichen Daten der Fahrt M147 auf und soll als Prozessstudie des internationalen GEOTRACES-Programms stattfinden.

*We aim at the 3D reconstruction and quantification of abyssal biotopes and the habitat-type dependent modelling of biodiversity over bathymetrically mapped areas of a North Atlantic fracture zone. RUBBLE thus lays the foundation for hydroacoustic-based biodiversity assessment and modelling for environmental protection and environmental planning in abyssal areas.*

## **Cruise M206**

*Cruise M206 will take place in the Amazon outflow region during the dry season at the end of 2024. The main topic of this follow-up cruise to M147 rainy period 2018 is the detailed determination of the distribution of trace metals and organic matter along the salinity gradients in the estuarine zone of the Amazon River and its freshwater plume into the Atlantic Ocean. The goal is to determine their biogeochemical cycle and interactions of trace metals with dissolved organic carbon (DOM) and particulate material, as well as the isotopic characterization of the water masses and mixing processes. Factors to be analyzed in the samples are the chemical speciation of the metals and associations with different size fractions (true dissolved, colloids, particles) as well as the molecular composition of the organic matter along the salinity gradient between river and ocean. The groundwater input from the mangrove belt to the south-east is also taken into account. Surface sediments are included as sinks and sources of trace metals and DOM. The aim is to quantify the input of trace metals and DOM into the Atlantic, controlled by the interaction of dissolved metals, DOM and particles, taking into account seasonal fluctuations. The cruise builds on the extensive data already available from cruise M147 and will take place as a process study of the international GEOTRACES programme.*

### Wissenschaftliches Programm

RUBBLE zielt in erster Linie darauf ab, die Zusammenhänge zwischen der Heterogenität der Lebensräume und der benthischen Biodiversität in abyssalen Sedimenten sowie deren Evolution zu entschlüsseln, indem quantitative und qualitative Benthosproben kleinskalig genommen und ausgewertet werden. Die biologischen Survey- und Probenahmestrategien, die angewandt werden, basieren auf einem soliden taxonomischen Grundgerüst aus früheren Studien in dieser Region (Vema-TRANSIT; SO237) und ermöglichen die Untersuchung der abyssalen Hartgestein-(Mega-)Fauna und der Auswirkungen der Topologie auf die Variabilität und Biodiversität der angrenzenden Sedimente.

Durch die Erforschung der Lebensraumpräferenzen und -anforderungen benthischer Arten im Abyssal und die Verknüpfung dieser Daten mit bereits durchgeführten hydroakustischen Habitatkartierungen wird ein wichtiger Schritt in Richtung einer groß angelegten Bewertung und Modellierung der biologischen Vielfalt im Abyssal vollzogen. Daten über Biogeographie von Arten sind Schlüsseldaten für die formale Bewertung der globalen Roten Liste bedrohter Arten der IUCN, zu der dieses Projekt beitragen wird.

Wir gehen davon aus, dass felsige Stellen am Meeresboden und die Bodentopographie, die durch das Grundgestein entsteht, die biologische Vielfalt auf fünf Arten beeinflussen: (1) Bereitstellung von Lebensräumen (z. B., Anheftungsstellen für sessile Organismen), Höhlen und Spalten; (2) Zugang des Benthos zu unterschiedlichen Wasserströmungen, die Nahrungspartikel und Larven transportieren; (3) Modulation von Strömungen und Bildung von Turbulenzen, die zu Sedimentsortierung und Gradienten der Partikelgröße und Nahrungsverfügbarkeit führen; (4) Fragmentierung von Sedimentbiotopen, die die Konnektivität zwischen (halb-)isolierten aby-

### Scientific Programme

*RUBBLE primarily aims at unravelling links between habitat heterogeneity and abyssal benthic biodiversity in abyssal sediments as well as its evolution by conducting quantitative and qualitative benthos sampling at a fine scale. The biological survey and sampling strategies that will be applied are based on a strong taxonomic backbone from previous studies in this region (Vema-TRANSIT; SO237) and allow studying the abyssal hard-rock (mega-)fauna and the topology effects on adjacent sediment variability and biodiversity.*

*By identifying habitat preferences and requirements of abyssal benthic species and linking these data to previously accomplished hydroacoustic habitat mapping efforts an important step towards large-scale biodiversity assessment and modelling in the abyss will be accomplished. Species range data are key data for the formal assessment of the IUCN global Red List of Threatened Species to both of which this project will contribute.*

*We predict that rocky seafloor patches and the bottom topography introduced by bedrock influence biodiversity in five principal ways: (1) provision of habitats (e.g., attachment sites for sessile organisms), caves and crevices; (2) provision of a range of water-current exposures transporting food particles and larvae; (3) modulation of currents and formation of turbulence resulting in sediment sorting and gradients of particle size and food availability; (4) fragmentation of sediment biotopes restricting connectivity between (semi-) isolated abyssal sediment habitats and their inhabitants; (5) sediment dynamics: wherever a variation of slope angles*

ssalen Sedimenthabitaten und ihren Bewohnern einschränkt; (5) Sedimentdynamik: Wo immer eine Variation der Neigungswinkel auftritt, kann die zeitliche Variabilität der Sedimentanhäufung und -umverteilung durch Abrutschen die Lebensraumvielfalt erhöhen.

Auf der Grundlage dieser Annahmen werden die folgenden Hypothesen getestet:

H1 — Lebensraumheterogenität schränkt die Verbreitung und Konnektivität ein und erhöht die Beta Diversität von Sedimentbewohnern.

H2 — Durch die Entstehung von Turbulenzen und Auffangzonen wirkt sich hartes Felsgestein am Meeresboden auf die Sedimentablagerung und -erosion aus, was zu (Nahrungs-) Patches und Umweltgradienten führt. Dies wirkt sich auf die Zusammensetzung der Lebensgemeinschaften und die Diversitätsmuster in den Gesteins- und Sedimentgemeinschaften aus: Beta Diversität und Umweltgradienten sind miteinander verbunden.

Das Projekt beinhaltet folgende Arbeitspakete (WoP):

WoP1 — Probenahme und Probenfixierung. An drei Sampling Areas, welche jeweils aus Multibeam, 2 OFOS-Einsätzen sowie einem Probenahmetransekt bestehen, gilt: Ein erster OFOS-Tauchgang dient in erster Linie der Identifizierung und Georeferenzierung des exakten Fels-Sediment-Übergangs und der Durchführung von Video- und Fotoaufnahmen der Felshabitate sowie der Megafaunagemeinschaften. Ein Felsedimentübergang wird aus den verfügbaren Karten als Zielgebiet ausgewählt. Die Position wird mit Hilfe des Posidonia6000-Systems georeferenziert, so dass die Lokalität für spätere Probenahmen erneut aufgesucht werden kann.

Die Meiofauna wird mit einem 20er-Multicorer (MUC) einmal pro Site gesammelt. Die Makrofauna wird quantitativ mit einem Kastengreifer (BC) gesammelt. Die Proben von Epibenthoschlitten (EBS) eignen sich für qualitative Analysen der Zusammensetzung der Gemeinschaft und für taxonomische Untersuchungen sowie für

*occurs, temporal variability of sediment accumulation and redistribution through slumping may increase habitat diversity.*

*Based on these assumptions, the following hypotheses will be tested:*

*H1 — Habitat heterogeneity at the abyssal seafloor restricts distributions and connectivity and elevates turnover in sediment-dwellers.*

*H2 — By causing turbulence and catchment zones, abyssal hard rock has impact on sediment deposition and erosion leading to (food) patches and environmental gradients. This affects community composition and diversity patterns in rock as well as sediment communities: species turnover and environmental gradients are correlated.*

*The project entails the following work packages (WoP):*

*WoP1 — Sampling and sample fixation. Three sampling areas, each consisting of a multibeam, 2 OFOS inserts and a sampling transect, are used: An initial OFOS dive will be primarily dedicated to identifying and georeferencing the exact rock-sediment transition and conduct video- and photographic surveys of the predetermined rock habitats as well as megafauna communities. A rock-sediment transition will be chosen as target area from the available maps. The position will be georeferenced using the Posidonia6000 system allowing for revisiting the survey site for subsequent sampling.*

*Meiofauna will be collected with a 20-tube multiple corer (MUC) once per site. Macrofauna will be collected quantitatively by means of a box corer (BC). Epibenthic sledge (EBS) samples will suit qualitative analyses of community composition and taxonomic studies as well as, on higher taxon level, quantitative analyses for estimating*

quantitative Analysen auf höherer Taxonebene zur Schätzung der Ebenheit, der geschätzten Anzahl der Taxa, der Shannon-diversität (univariate Indizes) und der relativen Häufigkeit.

#### WoP2 — Taxonomie

Die Taxa werden zunächst auf einer niedrigeren taxonomischen Ebene identifiziert und dann an taxonomische Spezialisten zur Abgrenzung und, wenn möglich, zur Identifizierung der Arten weitergegeben. Unabhängig von formalen Artenbeschreibungen werden geeignete Arten für Untersuchungen der biologischen Vielfalt und der Lebensgemeinschaften verwendet. Ausgewählte (z. B. Schlüssel- oder seltene) Arten, die neu für die Wissenschaft sind, werden mit Hilfe modernster Methoden, die für die verschiedenen untersuchten Taxa geeignet sind, formell beschrieben. Für eine effiziente und zügige taxonomische Bearbeitung und Benennung neuer Arten werden die Beschreibungs- und Publikationsdienste der Senckenberg Ocean Species Alliance in Anspruch genommen.

#### WoP3 — Sedimentanalysen

Für jeden Standort werden die MUC-Kerne mit der am besten erhaltenen Sedimentoberfläche für Sedimentanalysen verwendet. Im Sediment werden die Korngrößenverteilung, die Partikelgrößenvielfalt im Sediment (SED; ein Indikator für die Heterogenität des Sediments) und der organische Kohlenstoff im Sediment (% TOC) gemessen. Außerdem werden die Herkunft der Sedimente und die Bioturbation untersucht.

#### WoP4 — Genetische Differenzierung

Wir untersuchen die genetische Konnektivität und schätzen ab, inwieweit der Genfluss evolutionäre Prozesse innerhalb von Populationen beeinflusst. Die genetische Konnektivität wird mit Hilfe der Populationsgenetik erforscht.

Ein übergeordnetes Ziel ist es, die Auswirkungen der Diskontinuität von Lebensräumen auf die genetische Konnektivität von Sedi-

*evenness, estimated number of taxa, and Shannon diversity (univariate indices), and relative abundances.*

#### WoP2 — Taxonomy

*First identification to lower taxonomic level will be conducted and the taxa then distributed to taxonomic specialists for species-level delimitation and, where possible, identification. Irrespective of formal species descriptions, suitable species will be used for biodiversity and community studies. Selected (e.g. key-stone or rare) species new to science will undergo formal description using state-of-the-art methodologies adequate for the various taxa investigated. For an efficient and speedy taxonomic treatment and naming of new species, description and publication services of the Senckenberg Ocean Species Alliance will be employed.*

#### WoP3 — Sediment analyses

*For every site the MUC cores with best conserved sediment surface will be used for sediment analyses. Grain-size distribution, sediment particle-size diversity (SED; indicating sediment heterogeneity), and sedimentary organic carbon (% TOC) will be measured in the sediment. Moreover, sediment provenance and bioturbation will be studied.*

#### WoP4 — Genetic differentiation

*We explore genetic connectivity estimating the extent to which gene flow affects evolutionary processes within populations. Genetic connectivity will be explored using population genetics.*

*One overarching goal is to understand the effect of habitat discontinuity on genetic connectivity of sediment dwellers. To approach*

mentbewohnern zu verstehen. Um dies zu erreichen, testen wir unsere Hypothese H1 mit allen drei Ansätzen (Diversitäts-/Divergenzschätzungen, Inferenz und Modellierung). Wir analysieren vergleichend die genetische Struktur von Populationen, die im Sediment leben (felsassoziiert und/oder nicht felsassoziiert). Wenn das Festgestein ihre Konnektivität beeinflusst, sagen wir eine Abhängigkeit der genetischen Divergenz, Struktur und Migration vom Vorhandensein/Fehlen von Hartsubstraten voraus. Diese Abhängigkeit sollte unabhängig von räumlichen Maßstäben und/oder Lebensstrategien sein. Wir erwarten, dass dieses Muster unabhängig von den life-history Merkmalen der betrachteten Taxa zu beobachten ist.

WoP5 — Verteilungs-/ Biodiversitätsmuster  
Die Artenzusammensetzung und der Turnover der Sedimentbewohner werden in Abhängigkeit von der Entfernung ihres Vorkommens von der Felsoberfläche gemessen. Die Umweltfaktoren, die für die räumliche Variabilität der Meiofauna entlang der Transekte auf dem Sediment in unmittelbarer Nähe zum Felsgestein verantwortlich sind, werden untersucht.

Anhand von MUC- und BC-Proben werden faunistische Muster durch eDNA und taxonomische Untersuchungen häufiger Taxa ermittelt. Die Muster der biologischen Vielfalt und die Struktur der Gemeinschaft werden im Hinblick auf die Sedimentmerkmale untersucht.

Es werden Trends bei Umweltvariablen und univariaten Meiofaunavariablen untersucht. Wir werden zwischen Verbreitungsmustern, die mit durch Felsen verursachten Umweltgradienten zusammenhängen und zufälligen Mustern unterscheiden, und so unsere Hypothese H2 testen.

WoP6 — Diversität und Gemeinschaftsstruktur von Pilzen und Foraminiferen im Abyssal. Die Diversität von Pilzen und Oomyceten wird hinsichtlich ihrer Häufigkeit in den Sedimenten und ihrer räumlichen Diversitätsmuster untersucht, wobei die Hy-

*this, we test our hypothesis H1 using all three approaches (diversity/divergence estimates, inference, and modelling). We comparatively analyse the genetic structure of sediment-inhabiting populations (bedrock-associated and/or non-associated). If bedrock influences their connectivity we predict a dependence of genetic divergence, structure, and migration on the presence/absence of hard substrates. This dependency should be independent of spatial scales and/or life strategies. We expect to observe this pattern independent from life-history traits of taxa under consideration.*

*WoP5 — Distribution / biodiversity patterns  
Species composition and turnover of sediment dwellers will be measured in relation to the distance of their occurrence from rock surfaces. Environmental drivers of spatial variability in meiofaunal assemblages along transects on sediment directly adjacent to bedrock will be evaluated.*

*From MUC and BC samples, faunistic patterns will be measured from environmental sequencing and taxonomic studies of abundant taxa. Biodiversity patterns and community structure will be studied with regard to sediment characteristics.*

*Trends in environmental variables and univariate meiofauna variables will be investigated. We are going to differentiate between distribution patterns linked to rock-patch induced environmental gradients and random patterns thus testing our hypothesis H2.*

*WoP6 — Abyssal fungal and Foraminifera diversity and community structure  
The fungal and oomycete diversity will be studied regarding their abundance in the sediments and spatial diversity patterns, testing hypotheses H1–2. By this, we will gain fun-*

pothesen H1-2 getestet werden. Auf diese Weise werden wir grundlegende Einblicke in die Diversität und Gemeinschaftsstruktur von Pilzen und pilzähnlichen Taxa in abyssalen Sedimenten gewinnen.

Wir kombinieren morphologische und genetische Komponenten, um die folgenden Fragen zu Foraminiferen zu beantworten: 1) Wie ist die Diversität von makro- und meiofaunalen Foraminiferen und megafaunalen Xenophyophoren auf Hartsubstraten? 2) Sind diese Assemblagen vielfältiger als die auf Weichsubstraten und was tragen sie zur allgemeinen benthischen Vielfalt bei? 3) Sind Foraminiferenarten auf Hartsubstrat, die im abyssalen tropischen Atlantik gesammelt wurden, morphologisch und genetisch denen ähnlich, die auf Dropstones im Nordostatlantik und auf Knollen im tropischen Pazifik gefunden wurden?

Die genetischen Analysen umfassen DNA-Barcoding von Xenophyophoren und kleineren Taxa, die aus dem Hartsubstrat entnommen oder aus weichem Sediment gesammelt wurden. Die Foraminiferen des Hartsubstrats und der Weichsedimente werden auch durch eDNA-Metabarcoding mit hohem Durchsatz analysiert. Die Metabarcodingdaten werden mit unserer weltweiten Referenzdatenbank für Tiefseeforaminiferenmetabarcodes verglichen.

WoP7 — Verbreitungsmuster von Megafauna und Lebensspuren.

Megafauna (Organismen, die groß genug sind, um mit der Kamera erfasst zu werden) wird direkt und indirekt durch bildgebende OFOS-Erhebungen (T1–3) des tatsächlichen Vorkommens und durch Beobachtung von Lebensspuren untersucht. Die fotografierte Fauna und die Lebensspuren werden anhand der Morphotypen bis zur niedrigstmöglichen taxonomischen Ebene identifiziert. Georeferenzierte Daten aus Bildmaterial werden verwendet, um ein besseres Verständnis der Korrelationsgemeinschaften und des Substrattyps im Abgrund zu erlangen und um festzustellen, inwieweit die benthischen Gemeinschaften von physikalischen Fakto-

*damental insights into the diversity and community structure of fungal and fungal-like taxa in abyssal sediments.*

*We combine morphological and genetic components in order to address the following questions about Foraminifera: 1) What is the diversity of macro- and meiofaunal foraminifera and megafaunal xenophyophores on hard substrates? 2) Are these assemblages more diverse than those on soft substrates and what do they add to overall benthic diversity? 3) Are hard-substrate foraminiferal species collected in the abyssal tropical Atlantic morphologically and genetically similar to those found on dropstones in the NE Atlantic and nodules in the tropical Pacific?*

*Genetic analyses will involve DNA barcoding of xenophyophores and smaller-sized specimens removed from the hard substrate or picked from soft sediment. Foraminiferal hard substrate and soft sediment assemblages will also be analysed through high-throughput eDNA metabarcoding. The metabarcoding data will be compared to our world-wide reference database of deep-sea foraminiferal metabarcodes.*

WoP7 — Distribution patterns of megafauna and “Lebensspuren”

*Megafauna (organisms sufficiently large to be detected on camera) will be directly and indirectly studied by OFOS imaging surveys (T1–3) of actual occurrences and observation of Lebensspuren. Photographed fauna and Lebensspuren will be identified to the lowest possible taxonomic level based on morphotypes. Georeferenced occurrence data from imagery will be used for gaining a better understanding of the correlation communities and substrate type in the abyss and to determine the extent to which benthic communities depend on physical factors. It is expected that rock habitats are inhabited by typical faunal assemblages that allow a clear*

ren abhängen. Es wird erwartet, dass Felshabitate von typischen Faunengemeinschaften bewohnt werden, die eine klare Trennung von den angrenzenden Sedimentgemeinschaften erlauben, und dass zwischen Felsflecken Geländevariablen eine weitere Differenzierung zwischen verschiedenen Gemeinschaftstypen ermöglichen. Darüber hinaus gehen wir davon aus, dass die Verteilung der Megafauna im Sediment durch Sedimentgradienten beeinflusst wird.

#### WoP8 — Biotopkartierung

Durch die integrierte Analyse von bathymetrischen Fächerecholotdaten und Benthosdaten (WoP1–4) wird die räumliche Verteilung von Biotopen auf dem Meeresboden (nur Morphotypen der Megafauna über OFOS-Bilder) und in der Nähe des abyssalen Grundes (Probenahme und OFOS-Bilder) kartiert. Sedimentvariablen und die Verteilung von Organismen werden einbezogen. Die einzelnen Lebensräume werden durch Benthosbeprobungen validiert, und Strukturen aus der Bewegungsphotogrammetrie werden verwendet, um ein hochauflösendes 3D-Rekonstruktionsmodell der untersuchten Biotope zu erstellen, das die Quantifizierung der (Megafauna-)Häufigkeit ermöglicht. Dieses WoP liefert wertvolle Informationen über die Autoökologie der Arten. Es werden Schlüsselarten identifiziert. Ebenso wird die Rekonstruktion zur Ableitung von Geländevariablen auf einer für die Megafauna wichtigen Skala verwendet, um die wichtigsten strukturierenden Variablen zu ermitteln. Die Verknüpfung von abiotischen Geländevariablen mit bestimmten Faunengruppen wird es uns ermöglichen, die Verteilung der Faunengruppen vorherzusagen. Insbesondere wollen wir prüfen, ob die Verteilung der Arten mit dem Vorkommen eines oder mehrerer Lebensraumtypen korreliert. Wenn eine solche Korrelation gefunden werden könnte, wäre es möglich, auf der Grundlage der schiffsbasierten Lebensraumcharakterisierung Annahmen über die benthische Biodiversität zu treffen.

*separation from the adjacent sediment communities and that amongst rock patches terrain variables will further differentiate between distinct community types. Moreover, we expect that sediment megafauna distribution will be influenced by sediment gradients.*

#### WoP8 — Biotope mapping

*Through integrated analysis of multibeam bathymetric data and benthos data (WoP1–4), the spatial distribution of seabed biotopes will be mapped on (only megafauna morphotypes via OFOS imagery) and near abyssal bedrock (sampling and OFOS imagery). Sediment variables, and organismal distributions will be included. The individual habitats will be validated through benthos sampling and structure from motion photogrammetry will be applied to build a high-resolution 3D-reconstruction model of studied biotopes, allowing for the quantification of (megafauna) abundances. This WoP provides valuable information about the autoecology of species. Key-stone species will be identified. Likewise, the reconstruction will be used to infer terrain variables at a scale important for megabenthic specimens to identify the most important structuring variables. Linking abiotic terrain variables to distinct faunal assemblages will allow us to predict faunal assemblage distributions. Specifically, we want to test whether species distributions correlate with occurrences of one or several habitat types. If such correlation could be found, it would be possible to make assumptions of benthic biodiversity based on ship-based habitat characterization.*

#### WoP9 — Biodiversitätsmodellierung und Gefährdungsbeurteilung

Bisher verfügbare hydroakustische Daten (Devey et al., 2018b) werden zur Ableitung von Prädiktoren für die Verteilung der Fauna unter Verwendung von Vorhersagemodellen in einem Random-Forest-Modellierungsansatz verwendet. Diese werden Vorhersagen über die Verteilung von Arten und Beständen ermöglichen. In diesem WoP werden die Erkenntnisse aus den vorangegangenen WoPs zusammengeführt, was zu einer quantitativen Bewertung der Habitatverteilung in der VFZ und der damit verbundenen Lebensgemeinschaften am Meeresboden führt. Die Einbeziehung der natürlichen Variabilität der Umweltbedingungen in das Modell wird eine beispiellose Differenzierung der Lebensräume und ihrer Gemeinschaften ermöglichen, indem frühere Ansätze, die in Manganknollenfeldern durchgeführt wurden, auf eine abyssale Bruchzone ausgedehnt werden und alle Größenklassen der Fauna umfassen. Die vorhergesagte Verteilung von Lebensräumen und ihrer Fauna wird ein wesentlicher erster Schritt sein, um Gebiete mit besonderem ökologischem Wert zu erkennen, zu identifizieren und zu lokalisieren (z. B. wegen ihrer Einzigartigkeit, Seltenheit oder ihres besonders hohen Biodiversitätswertes). Dies wird schließlich die Bewertung der Roten Liste der abyssalen Arten ermöglichen.

#### WoP9 — Biodiversity modelling and vulnerability assessment

*Previously available hydroacoustic data (Devey et al., 2018b) will be used to derive predictors for faunal distributions using predictive models in a Random Forest modelling approach. These will allow predictions of species distributions and standing stocks. This WoP will integrate knowledge gathered from the previous WoPs resulting in a quantitative assessment of habitat distribution in the VFZ and associated seafloor communities. Integrating natural variability of environmental conditions into the model will allow unparalleled differentiation of habitats and their communities, extending previous approaches conducted in manganese nodule fields to an abyssal fracture zone and including all faunal size classes. The predicted distributions of habitats and their fauna will be an essential first step to discern, identify and locate areas with particular ecological value (e.g. because of uniqueness, rarity or particularly high biodiversity values). This will, eventually, allow the Red List assessment of abyssal species.*

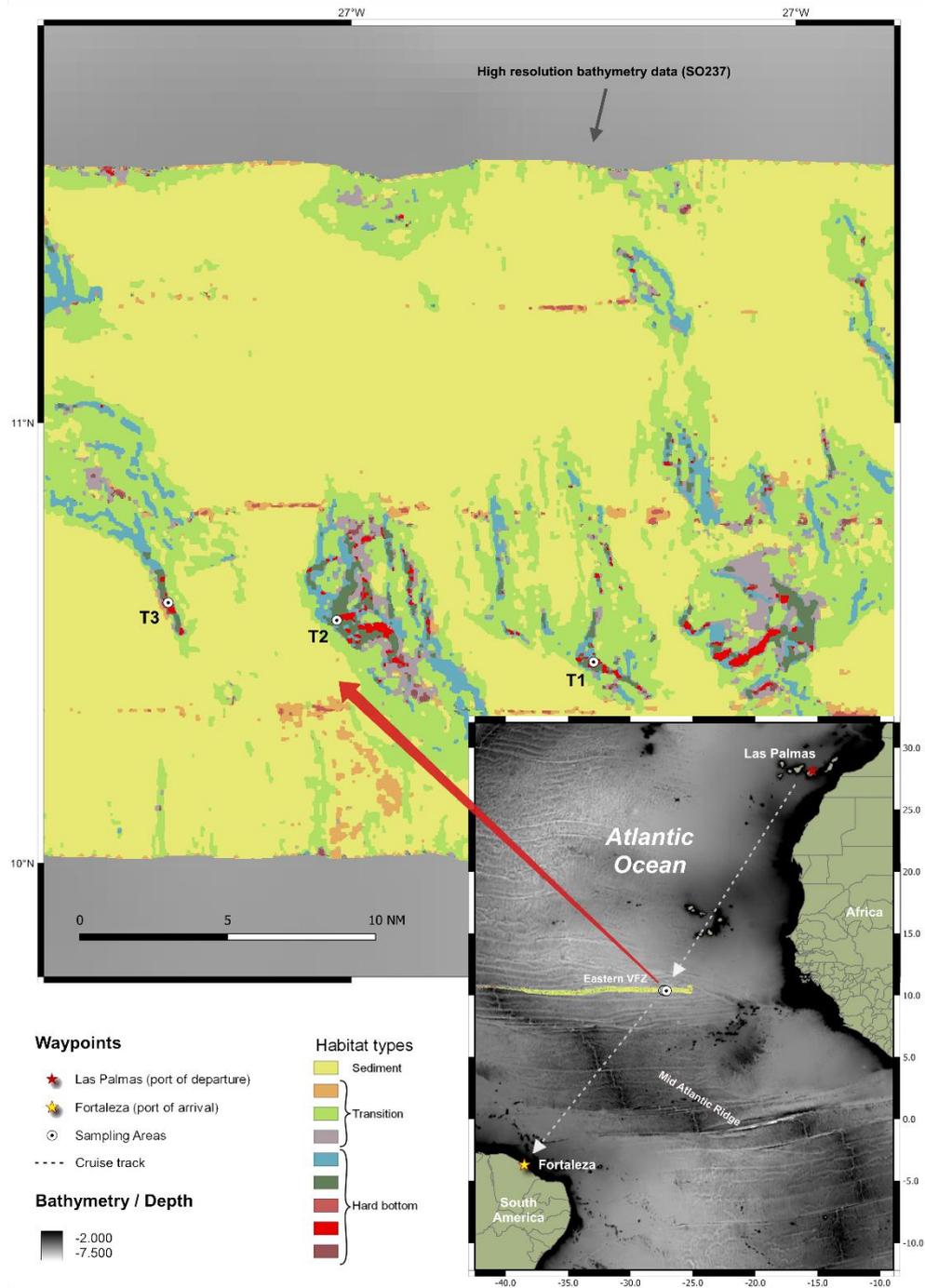


Abb. 2

Das Arbeitsgebiet der Fahrt M205 (RUBBLE) mit Angabe der ungefähren Gebiete für die drei Beprobungstransecte (T). Die graue Topographie basiert auf GEBCO. Der farbige Meeresboden stellt das Gebiet dar, das während SO237 untersucht und nach Habitattypen charakterisiert wurde. Bei den Probenahmegebieten handelt es sich um inselartige Felshabitats, die von Sedimentebenen umgeben sind. Die Transecte beginnen an den Fels-Sediment-Grenzflächen von drei nahe gelegenen Felslebensräumen. EBS-Proben (Epibenthoschleppen) werden in nahegelegenen Sedimentebenen entnommen, die durch Felshabitats fragmentiert sind.

Fig. 2

*The working area of cruise M205 (RUBBLE) with approximate areas for the three sampling transects (T) indicated. The grey topography is based upon GEBCO. The coloured seafloor represents the area surveyed during SO237 with habitat characterization. Sampling areas represent insular rock habitats surrounded by sediment plains. Transects will begin at the rock-sediment interfaces of three nearby rock habitat patches. EBS (epibenthic sledges) samples will be taken in nearby sediment plains which are fragmented by rock habitats.*

## Arbeitsprogramm

Die Kampagne beginnt mit einem etwa 5-tägigen Transit zum Arbeitsgebiet während dessen ausgewählte Abschnitte für die bathymetrische Kartierung genutzt werden (7,5 kn Geschwindigkeit). Dazwischen werden CTD- und XBT-Daten zur Kalibrierung gesammelt.

In der zweiten Phase der Fahrt (26 Tage) werden Daten zur biologischen Vielfalt aus Bildmaterial und Benthosproben gesammelt, die mit verschiedenen Geräten genommen werden, um einen Zusammenhang zwischen der Heterogenität der Lebensräume und der biologischen Vielfalt herzustellen.

Die systematische, quantitative Beprobung der Meiofauna erfolgt mit einem Multicorer (MUC), und die Makrofauna wird mit einem Box-Corer (BC) gesammelt. Weitere semiquantitative Probenahmen werden mit Epibenthoschlitzen (EBS) durchgeführt. In jedem der drei Probenahmegebiete wechseln sich Fächerecholotuntersuchungen und OFOS-Einsätze mit Probenahmen am Meeresboden entlang eines vordefinierten Transekts (T) ab. Nach einer ersten Fächerecholotuntersuchung des Meeresbodens wird ein 12-stündiger OFOS-Einsatz zur Kartierung der Lebensräume und der Fauna sowie zur Identifizierung und Georeferenzierung eines geeigneten Transekts für die Probenahme genutzt.

Die Beprobung umfasst fünf Stellen pro Transekt in einem bestimmten Abstand von einem Fels-Sediment-Übergang: 5 m, 15 m, 25 m, 50 m und 100 m Entfernung. Jeder Standort besteht aus 1 MUC und 5 BC.

Die Kampagne endet mit einem etwa 4-tägigen Transit zum Zielhafen (mit maximaler Transitgeschwindigkeit), während dessen ausgewählte Abschnitte für bathymetrische Kartierungen genutzt werden (7,5 kn Geschwindigkeit). Dazwischen werden CTD- und XBT-Daten zur Kalibrierung gesammelt.

## Work Programme

*The campaign will begin with about 5 days of transit to the working area during which selected stretches will be used for bathymetric mapping (7.5 kn speed). CTD and XBT data will be collected in between for calibration.*

*The second stage of the cruise (26 days) will collect biodiversity data from imagery and benthos samples collected with various gears to establish a tie between habitat heterogeneity and biodiversity patterns.*

*Systematic quantitative sampling of meiofauna will be conducted with multicorer (MUC), and macrofauna will be collected by means of a box corer (BC). Further semiquantitative sampling will be conducted with epibenthic sledge (EBS).*

*At each of three sampling areas, multibeam surveys and OFOS deployments will alternate with seafloor sampling along a predefined transect (T). Following an initial multibeam evaluation of the seafloor, a 12-hours OFOS deployment will be used to map habitats and fauna and for identifying and georeferencing a suitable transect for sampling.*

*Sampling will comprise five sites per transect at predefined distance from a rock-sediment transition: at 5 m, 15 m, 25 m, 50 m, and 100 m distance. Each site will comprise of 1 MUC and 5 BC.*

*The campaign will end with about 4 days of transit to the port of destination at max. transit speed) during which selected stretches will be used for bathymetric mapping (7.5 kn speed). CTD and XBT data will be collected in between for calibration.*

	Tage/days
Auslaufen von Las Palmas (Spanien) am 23.10.2024 <i>Departure from Las Palmas (Spain) 23.10.2024</i>	
Transit zum Arbeitsgebiet / <i>Transit to working area</i>	5
Stationsprobenahme / <i>Station sampling</i>	26
Transit zum Hafen Fortaleza (Brasilien) <i>Transit to port Fortaleza (Brazil)</i>	4
	Total 35
Einlaufen in Fortaleza (Brasilien) am 28.11.2024 <i>Arrival in Fortaleza (Brazil) 28.11.2024</i>	

---

## Beteiligte Institutionen / *Participating Institutions*

---

**DWD**

Deutscher Wetterdienst  
Seeschiffahrtsberatung  
Bernhard-Nocht-Straße 76  
20359 Hamburg / Germany

**SGN**

Senckenberg Gesellschaft für Naturforschung  
Senckenberg am Meer Wilhelmshaven  
Südstrand 40-44  
26382 Wilhelmshaven / Germany

**ECOSUR**

El Colegio de la Frontera Sur  
Departamento de Sistemática y Ecología  
Acuática Unidad Chetumal,  
Chetumal, Quintana Roo, 77014 / Mexico

**SGN**

Senckenberg Gesellschaft für Naturforschung  
Senckenberg Naturhistorische Sammlungen  
Dresden  
Königsbrücker Landstr. 159  
01109 Dresden / Germany

**GEOMAR**

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

**University of Lodz**

Department of Invertebrate Zoology  
and Hydrobiology  
Narutowicza 68, 90-136 Lodz / Poland

**IOPAN**

Institute of Oceanology Polish Academy  
of Sciences  
Powstańców Warszawy 55  
P.O. Box 148  
81-712 Sopot / Poland

**Yale University**

Department of Earth and Planetary Sciences  
Yale University  
P.O. Box 208109  
New Haven, CT 06520-8109 / U.S.A.

**LIB**

Leibniz-Institut zur Analyse des  
Biodiversitätswandels  
yale university  
Museum der Natur Hamburg  
Martin-Luther-King-Platz 3  
20146 Hamburg / Germany

**SGN**

Senckenberg Gesellschaft für Naturforschung  
Senckenberg Forschungsinstitut und  
Naturmuseum Frankfurt  
Senckenberganlage 25  
60325 Frankfurt / Germany

### Wissenschaftliches Programm

Unser übergeordnetes Ziel ist es, den Spurenelementhaushalt und die Nettoflüsse aus dem Amazonassystem in den Atlantik besser einzugrenzen, indem wir die Rolle von DOM und Partikeln für den Transport von Spurenmetallen in den Atlantik während der Salinitätstransecte vom reinen Süßwasser bis in das offene Meerwasser untersuchen. Grundlegende Fragen, die noch geklärt werden müssen, sind: (i) wie hängen die großen Flüsse von terrestrischem DOM mit dem Export von Spurenmetallen zusammen, (ii) verstärken die Wechselwirkungen zwischen Spurenmetallen und DOM die Spurenmetallflüsse aus dem Fluss in den Ozean, und wenn ja, wie groß sind diese Stoffflüsse, und (iii) wie beeinflusst die Konkurrenz mit kolloidaler Koagulation und Sedimentation unter verschiedenen Abflussszenarien (tideabhängig und saisonal) den Export von Spurenmetallen?

Die Wasserflussraten und die Durchmischung verschiedener Wassermassen bestimmen den Verbleib und den Transport von Spurenmetallen und DOM in den Atlantik; daher wird ein signifikanter Unterschied zwischen Hoch- und Niedrigwasserperioden erwartet. Da die vorangegangene Fahrt M147 während der Periode mit hohem Abfluss durchgeführt wurde, planen wir ein ähnliches Forschungsprogramm während der Periode mit niedrigem Abfluss, um die unterschiedlichen Auswirkungen der Perioden mit hohem und niedrigem Abfluss zu vergleichen und die beiden Extremwerte zu interpolieren.

Unsere Hypothesen, die wir mit unseren Zielen testen wollen, sind:

- Transport von weniger Flusswasser in der Trockenzeit wird die Spurenmetallflüsse zum Schelf verändern, da die meisten Metallkonzentrationen während

### Scientific Programmes

*Our overarching aim is to better constrain the trace element budgets and net fluxes from the Amazon River system into the Atlantic by investigating the role of DOM and particulate matter for the transport of trace metals into the Atlantic during salinity transects from the freshwater end-member into the seawater end-member. Fundamental questions that still need to be addressed are, (i) how are the large fluxes of terrestrial DOM linked to the export of trace metals, (ii) do the interactions between trace metals and DOM enhance trace metal fluxes from the river to the ocean, and if so, how big are these fluxes, and (iii) how does competition with colloidal coagulation and sedimentation under different discharge scenarios (tidal and seasonal) influence the export of trace metals?*

*Discharge rates and mixing of different water masses determine the fate and transport of trace metals and DOM into the Atlantic; hence a significant difference is expected between the high and low discharge periods. As the previous cruise M147 was conducted during the high discharge period, we plan to carry out a similar research programme during the low discharge period here to compare the different effects of the high and low discharge periods and interpolate the two extremes.*

*Our hypotheses to be tested by our objectives are:*

- *Lower riverine discharge in the dry period will change trace metal fluxes to the shelf, as most metal concentrations will be higher during the dry period, due*

der Trockenzeit aufgrund des geringeren Wasservolumens höher sind; die Ausdehnung der Süßwasserfahne und die Entfernung von der Quelle werden jedoch geringer sein.

- Die terrestrische DOM-Zusammensetzung und die Transportraten werden sich zwischen den Jahreszeiten unterscheiden.
- Der Zustrom von weniger Flusswasser wird das Verhalten von Spurenmetallen im Ästuar und die Wechselwirkungen mit DOM und Partikeln verändern.
- Die Isotopensignaturen von Tracern werden die erwarteten Unterschiede zwischen Jahreszeiten mit niedrigem und hohem Abfluss widerspiegeln.
- Ausgehend von den Ra-Daten von M147 spielt der Grundwasserausfluss aus dem Mangrovengürtel eine wichtige Rolle für die Biogeochemie des Schelfs. Während der Trockenzeit wird dieser Eintrag im Vergleich zu den Stoffflüssen, die durch das Amazonasästuar kontrolliert werden, eine größere Rolle spielen als während der Regenzeit.

Die Kombination der Ergebnisse der vorangegangenen Fahrt M147 mit dieser zweiten Fahrt wird dazu beitragen, die durchschnittlichen jährlichen Spurenmetall- und DOM-Flüsse und die Dynamik der Transportwege und -raten in den Ozean zu bewerten. Die kombinierten Ergebnisse können Rückschlüsse auf die möglichen Auswirkungen des Klimawandels und der veränderten Landnutzung im Einzugsgebiet des Amazonas auf die Metall-DOM-Flüsse und – Wechselwirkungen und ihre Rolle für die atlantischen Stoffkreisläufe ermöglichen. Dazu gehören veränderte Wasserflussraten aufgrund wiederholter Extremereignisse, Temperaturveränderungen, erhöhte Partikelbelastung durch zunehmende Abholzung, schwerere Waldbrände und Veränderungen der Hydrologie durch den Bau von Wasserkraftwerken.

*to lower water volume; however, the extent of the plume and distance it reaches from the source will be smaller.*

- *Terrestrial DOM composition and fluxes will differ between seasons.*
- *Lower riverine discharge will alter estuarine trace metal behavior and interactions with DOM and particles.*
- *Isotopic signatures of tracers will reflect the expected differences between low and high discharge seasons.*
- *Based on Ra data from M147, groundwater discharge from the mangrove belt plays an important role in the biogeochemistry of the shelf. During the dry period this discharge will play a larger role compared to the riverine fluxes than in the rainy season.*

*The combination of results from the previous cruise M147 with this second cruise will contribute towards assessing the annual average trace metal and DOM fluxes and the dynamics of fluxes into the ocean. The combined results may allow conclusions on the potential impact of climate change and changed land use in the Amazon catchment area on metal-DOM fluxes and interactions and their role for Atlantic material cycles. This includes changed flow rates due to repeated extreme events, temperature change, increase of particle load because of increasing deforestation, more severe forest fires and change of hydrology because of constructions of larger dams along the Amazon.*

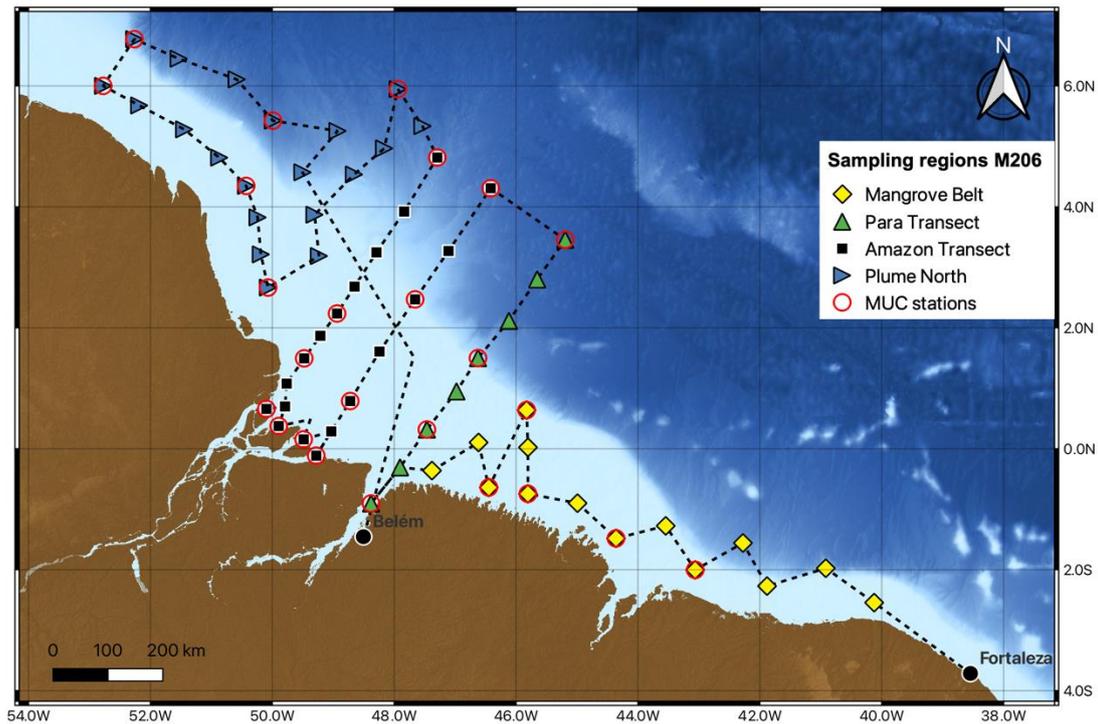


Abb. 3 Das Arbeitsgebiet der Fahrt M206 umfasst den Mangrovingürtel zwischen Fortaleza und Belém sowie den Mündungsbereich der Flüsse Pará und Amazonas und die Flusswasserfahne vom Schelf bis hin in den offenen Atlantik hinein.

Fig. 3 *The working area of cruise M206 includes the mangrove belt between Fortaleza and Belém as well as the estuary of the Pará and Amazon rivers and the river water plume from the shelf to the open Atlantic.*

### Arbeitsprogramm

Das Arbeitsgebiet (Koordinaten der Eckpunkte 1°S 45°W - 4°N 45°W - 7°N 48°W - 7°N 53°W) umfasst die Flussmündungen des Amazonas und des Rio Pará, von den Süßwasserendpunkten entlang des Salzgehaltsgradienten über den Schelf in den offenen Atlantik, wo wir den Meerwasserendpunkt erreichen. Da die Salzgehaltsgradienten stark von den jahreszeitlichen Bedingungen abhängen, müssen die einzelnen Koordinaten für die Probenstationen während der Fahrt festgelegt werden; sie werden auf der Grundlage der zu diesem Zeitpunkt verfügbaren Informationen

### Work Programme

*The working area (coordinates of the box corners 1°S 45°W – 4°N 45°W – 7°N 48°W – 7°N 53°W) comprises the Amazon and Rio Pará estuaries, from the freshwater endmembers along the salinity gradient across the shelf into the open Atlantic where we reach the seawater endmember. Since salinity gradients strongly depend on the seasonal conditions, the discrete coordinates for sampling stations will have to be determined during the cruise; they will be decided upon available information on the plume at that time and the salinity measurements. Based on our experien-*

über die Wasserfahne und der Salzgehaltmessungen bestimmt. Basierend auf den Erfahrungen der Fahrt M147 planen wir mit etwa 60 FISH- und Pumpstationen an der Oberfläche, 60 CTD/Rosetten- und GoFlo-Flaschenstationen und 20 Multicorer/Bodenwasserschöpferstationen. Das Probenahmegebiet umfasst auch den Mangrovengürtel südöstlich des Rio Pará mit seinem intensiven Grundwasserabfluss. Während die meisten Transekte in flachem Wasser (<100 m) liegen, wurden die äußersten Probenahmestellen in etwa 2000-3000 m Tiefe gesetzt, um das offene Ozeanwasser zu erfassen, das nicht von der Amazonasfahne beeinflusst wird.

Die folgende Ausrüstung wird in Wassertiefen zwischen 10 m und ca. 3000 m eingesetzt:

- Echolotanlage und Parasound (sofern von der brasilianischen Marine genehmigt)
- Thermosalinograph zur Verfolgung von Salzgehaltsänderungen entlang der Fahrtroute
- CTD-Wasserprobenehmer von FS METEOR (Rosette mit Sensoren für Leitfähigkeit, Temperatur, Tiefe u.a.)
- Spurenmetallreiner Wasserprobenehmer (Mini-Rosette)
- Multicorer und Bodenwasserprobenehmer
- Pumpensysteme für die Probenahme von Oberflächenwasser (FISH)
- Arbeitsboot von FS METEOR für Probenahmestellen, die flacher als 10-20 m sind

Neben dem Einsatz der Ausrüstung und der Entnahme von Wasser- und Sedimentproben werden die Proben an Bord bearbeitet, um sie für die geochemischen Analysen in den Heimatlaboren vorzubereiten. Dazu gehören die Extraktion von Porenwasser aus den Sedimentschichten, die sequentielle Filtration von Wasserproben mit unterschiedlichen Porengrößen, die Extraktion organischer Stoffe und die Konservierung der Proben durch Ansäuern und Einfrieren.

*ce of cruise M147, we tentatively plan with about 60 surface FISH and pump stations, 60 CTD/rosette and GoFlo bottle stations and 20 Multicorer/bottom water sampler stations. The sampling area also includes the mangrove belt southeast of the Rio Pará with its intense groundwater discharge. While most of the transects are in shallow water (<100 m), the outermost sampling points have been set to about 2000-3000 m depth to cover background open ocean water not influenced by the Amazon plume.*

*The following equipment will be used in water depths between 10 m and ca. 3000 m:*

- *Echo sounding system and Parasound (if permitted by the Brazilian navy)*
- *Thermosalinograph to track salinity changes along the cruise track*
- *CTD water sampler from RV METEOR (rosette with sensors for conductivity, temperature, depth, etc.)*
- *Trace-metal clean water sampler system (mini rosette)*
- *Multicorer and Bottom Water Sampler*
- *Pump systems for sampling surface water*
- *Working boat of RV METEOR for sampling sites shallower than 10-20 m*

*In addition to the deployment of the equipment and sampling of water and sediment, samples will be processed onboard to prepare them for the geochemical analyzes in the home labs. This includes extraction of pore water from sediment layers, sequential filtration of water samples with different pore sizes, extraction of organic matter, and preservation of samples such as acidification and freezing.*

	Tage/days
Auslaufen von Fortaleza (Brasilien) am 01.12.2024 <i>Departure from Fortaleza (Brazil) 01.12.2024</i>	
Transit zum Arbeitsgebiet / <i>Transit to working area</i>	0.5
Mangrovgürtel <i>Mangrove belt</i>	6
Pará-Ausstrom <i>Pará outflow</i>	4
Amazonasausstrom <i>Amazon outflow</i>	7
Flussfahne nach Norden <i>River plume to the North</i>	9
Stationen im offenen Atlantik <i>Stations in the open Atlantic</i>	2
Transit zum Hafen Belém <i>Transit to port Belém</i>	0.5
	Total 29
Einlaufen in Belém (Brasilien) am 30.12.2024 <i>Arrival in Belém (Brazil) 30.12.2024</i>	

---

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

---

**DWD**

Deutscher Wetterdienst  
Seeschiffahrtsberatung  
Bernhard-Nocht-Straße 76  
20359 Hamburg / Germany

**ETH**

ETH Zürich  
Department of Earth Sciences  
Clausiusstrasse 25  
8092 Zürich / Switzerland

**CUB**

Constructor University Bremen  
Department of Physics and  
Earth Science  
Campus Ring 1  
28759 Bremen / Germany

**UFSM**

Federal University of Santa Maria UFSM  
Camobi Department of Analytical Chemistry  
C. P. 5051  
Santa Maria RS 97110-970 / Brazil

**UOL-ICBM**

University of Oldenburg  
Inst. for Chemistry and Biology of the  
Marine Environment (ICBM)  
Carl-von-Ossietzky-Str. 9-11  
26129 Oldenburg/ Germany

**UENF**

Northern Fluminense State University  
Centre for Biosciences and Biotechnology  
Av. Alberto Lamego 2000  
Parque Califórnia, Campos dos Goytacazes,  
RJ 28.013-602 / Brazil

**GEOMAR**

GEOMAR Helmholtz Zentrum  
für Ozeanforschung Kiel  
Wischhofstraße 1-3  
24148 Kiel / Germany

**UFRGS**

Federal University of Rio Grande do Sul  
Institute of Chemistry  
Av. Bento Gonçalves, 9500  
90650-001 Porto Alegre, RS / Brazil

**UH**

University of Hamburg  
Institut of Geology  
Bundesstraße 55  
20146 Hamburg / Germany

---

## *Bordwetterwarte / Ship's meteorological Station*

---

### **Operationelles Programm**

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

#### Aufgaben

##### 1. Beratungen

Meteorologische Beratung von Fahrt- und Schiffsleitung sowie der wissenschaftlichen Gruppen und Fahrtteilnehmer. Auf Anforderung auch Berichte für andere Fahrzeuge, insbesondere im Rahmen internationaler Zusammenarbeit.

##### 2. Meteorologische Beobachtungen und Messungen

Kontinuierliche Messung, Aufbereitung und Archivierung meteorologischer Daten und Bereitstellung für die Fahrtteilnehmer. Aufnahme, Auswertung und Archivierung von meteorologischen Satellitenbildern.

Täglich sechs bis acht Wetterbeobachtungen zu den synoptischen Terminen und deren Weitergabe in das internationale Datennetz der Weltorganisation für Meteorologie (GTS, Global Telecommunication System).

Durchführung von Radiosondenaufstiegen zur Bestimmung der vertikalen Profile von Temperatur, Feuchte und Wind bis zu etwa 25 km Höhe. Im Rahmen des internationalen Programms ASAP (Automated Shipborne Aerological) werden die ausgewerteten Daten über Satellit in das GTS eingesteuert.

### **Operational Program**

*The ships meteorological station is staffed by a meteorologist and a meteorological radio operator of the Deutscher Wetterdienst (DWD Hamburg).*

#### Duties:

##### 1. Weather consultation

*Issuing daily weather forecasts for scientific and nautical management and for scientific groups. On request weather forecasts to other research craft, especially in the frame of international cooperation.*

##### 2. Meteorological observations and measurements

*Continuous measuring, processing, and archiving of meteorological data to make them available to participants of the cruise. Recording, processing, and storing of pictures from meteorological satellites.*

*Six to eight synoptic weather observations daily. Feeding these into the GTS (Global Telecommunication System) of the WMO (World Meteorological Organization) via satellite.*

*Rawinsonde soundings of the atmosphere up to about 25 km height. The processed data are inserted into the GTS via satellite within the frame of the international programme ASAP (Automated Shipborne Aerological Programme).*

---

## Das Forschungsschiff / *Research Vessel METEOR*

---

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

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

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

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

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 Begutachtungspanel 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.*

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

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



*Research Vessel*

# METEOR

*Cruise No. M205-M206*

**23. 10. 2024 - 30. 12. 2024**



***Rocky seafloor — Underestimated driver for Benthic Biodiversity Living in the abyss and its Evolution), RUBBLE***

***Interactions of trace metals, DOM, and particles in the Amazon estuary and plume as key processes for trace metal and DOM fluxes into the Atlantic during the low-discharge period  
Amazon-GEOTRACES-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 0935-9974