



Forschungsschiff

METEOR

Reisen Nr. M218 - M219

02. 04. 2026 - 28. 06. 2026



**Verfolgung der Auswirkungen eines extremen schädlichen Algenblütenereignisses:
Integrative Bewertung vom offenen Ozean bis zum Küstengebiet und dessen
Verbindungen zum Atlantischen Ozean - Datenanalyse mit Schwerpunkt auf
Hydrographie und Bio-Optik, CHL-A-HAB**
alias: Schädliche Algen in den Fjorden und Kanälen Chiles, TrackHAB

**Westliche Randstromzirkulation, Atlantische Meridionale Umwälzbewegung,
Tropische Instabilitäts-Wellen, WAVES**

MUSE CVOO Bojenauslegung, CVOO-BUOY

Herausgeber:

Fachbereich Erdsystemwissenschaft, Meereskunde, Universität Hamburg
Leitstelle Deutsche Forschungsschiffe
<http://www.ldf.uni-hamburg.de>

Gefördert durch:

Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt (BMFTR)
ISSN 0935-9974



Forschungsschiff / *Research Vessel*

METEOR

Reisen Nr. / *Cruises No.* M218 - M219

02. 04. 2026 - 28. 06. 2026



Verfolgung der Auswirkungen eines extremen schädlichen Algenblütenereignisses: Integrative Bewertung vom offenen Ozean bis zum Küstengebiet und dessen Verbindungen zum Atlantischen Ozean - Datenanalyse mit Schwerpunkt auf Hydrographie und Bio-Optik, CHL-A-HAB
Tracking the footprint of an extreme harmful algal bloom event: integrative assessment from open ocean to coastal area approach and its connections to the Atlantic Ocean – Data Analysis with Focus on

Hydrography and Bio-Optics, CHL-A-HAB

alias: Schädliche Algen in den Fjorden und Kanälen Chiles, TrackHAB

alias: Harmful algae in the fjords and canals of Chile, TrackHAB

Westliche Randstromzirkulation, Atlantische Meridionale Umwälzbewegung, Tropische Instabilitäts-Wellen, WAVES

Western boundary circulation, AMOC, Tropical Instability Waves, WAVES

MUSE CVOO Bojenauslegung, CVOO-BUOY

MUSE CVOO buoy deployment, CVOO-BUOY

Herausgeber / *Editor:*

Fachbereich Erdsystemwissenschaft, Meereskunde, Universität Hamburg

Leitstelle Deutsche Forschungsschiffe

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

Gefördert durch / *Sponsored by:*

Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)

Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt (BMFTR)

ISSN 0935-9974

Anschriften / *Addresses*

Dr. Bernd Krock

Alfred Wegener Institut-Helmholtz Zentrum
für Polar- und Meeresforschung
Am Handelsahfen 12
D-27570 Bremerhaven

Telefon: +49 471 4831 2055
Telefax: +49 471 4831 1149
E-Mail: bernd.krock@awi.de

Prof. Dr. Peter Brandt

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

Telefon: +49 431 600-4105
Telefax: +49 431 600-4102
E-Mail: pbrandt@geomar.de
http: www.geomar.de

Leitstelle Deutsche Forschungsschiffe

Meereskunde
Universität Hamburg
Bundesstraße 53
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 | Forschungsschiffahrt
Hafenstraße 12
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

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

E-Mail: gpf@dfg.de

Forschungsschiff / *Research Vessel* METEOR

Vessel's general email address

meteor@meteor.briese-research.de

Crew's direct email address

n.name@meteor.briese-research.de

Scientific general email address

chiefscientist@meteor.briese-research.de

Scientific direct email address

n.name@meteor.briese-research.de

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

Günther Tietjen, for example, will receive the address:

g.tietjen@meteor.briese-research.de

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

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

Phone Bridge

VSAT

+49 421 985 04 370

FBB 500 (Backup)

+49 421 98504 371

GSM-mobile (in port only)

+49 172 420 079 2

METEOR Reise / Cruises M218

02. 04. 2026 - 28. 06. 2026

**Verfolgung der Auswirkungen eines extremen schädlichen Algenblütenereignisses:
Integrative Bewertung vom offenen Ozean bis zum Küstengebiet und dessen
Verbindungen zum Atlantischen Ozean - Datenanalyse mit Schwerpunkt auf
Hydrographie und Bio-Optik, CHL-A-HAB**

*Tracking the footprint of an extreme harmful algal bloom event: integrative assessment from
open ocean to coastal area approach and its connections to the Atlantic Ocean – Data
Analysis with Focus on Hydrography and Bio-Optics, CHL-A-HAB*

alias: Schädliche Algen in den Fjorden und Kanälen Chiles, TrackHAB
Harmful algae in the fjords and canals of Chile, TrackHAB

**Westliche Randstromzirkulation, Atlantische Meridionale Umwälzbewegung,
Tropische Instabilitäts-Wellen, WAVES**

Western boundary circulation, AMOC, Tropical Instability Waves, WAVES

MUSE CVOO Bojenauslegung, CVOO-BUOY
MUSE CVOO buoy deployment, CVOO-BUOY

| | |
|------------------------------------|--|
| Fahrt / Cruise M218 | 02.04.2026 - 06.05.2026 von Punta Arenas (Chile) - nach Talcahuano (Chile) Fahrtleitung / <i>Chief Scientist</i> : Dr. Bernd Krock |
| Fahrt / Cruise M219 | 30.05.2026 - 28.06.2026 Recife (Brasilien) - Emden (Deutschland) Fahrtleitung / <i>Chief Scientist</i> : Prof. Dr. Peter Brandt |
| Koordination / Coordination | Leitstelle Deutsche Forschungsschiffe <i>German Research Fleet Coordination Centre</i> |
| Kapitän / Master METEOR | M218- Kapitän Rainer Hammacher M219- Kapitän Rainer Hammacher |

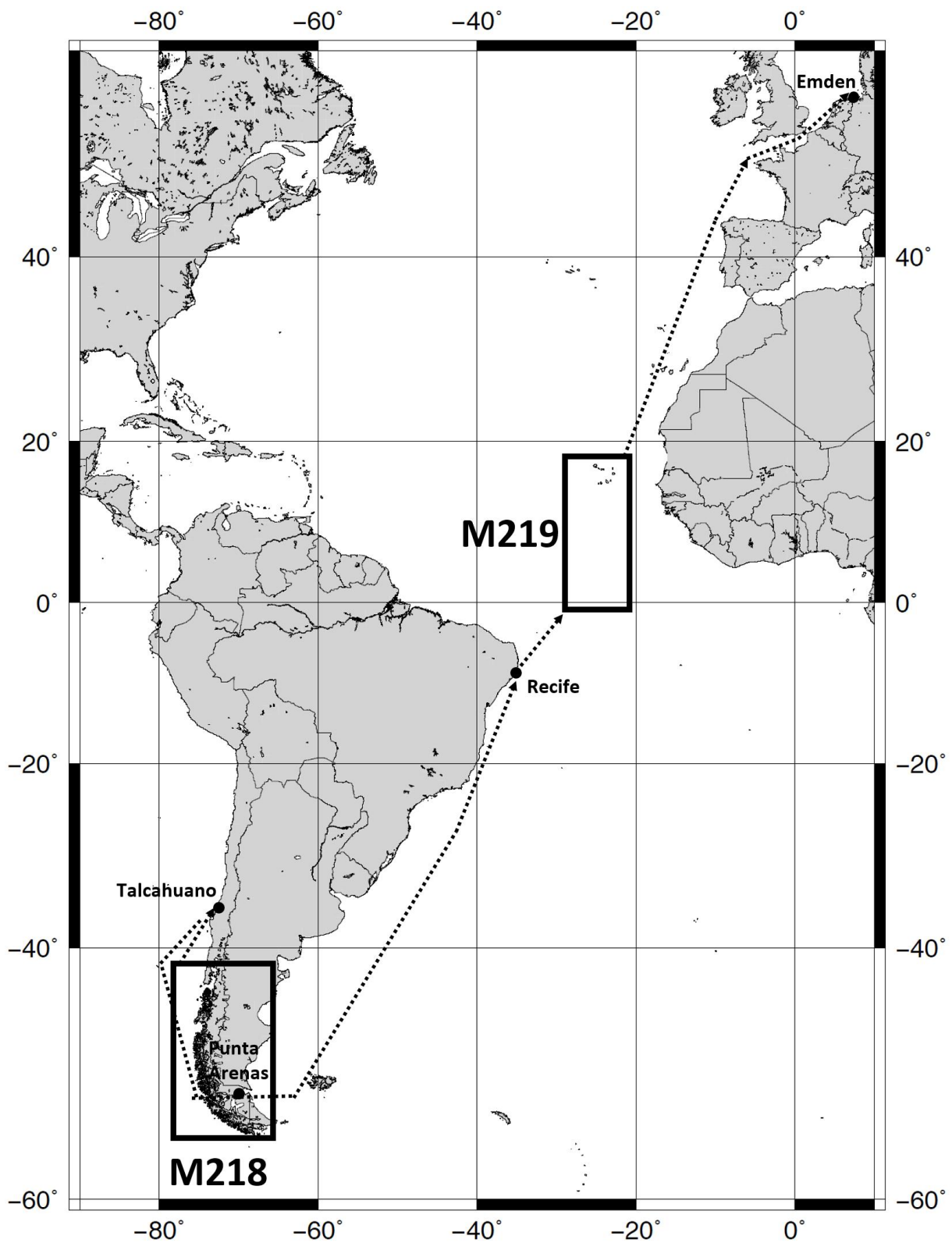


Abb. 1 Arbeitsgebiete und Routen der Expeditionen M218 und M219

Fig. 1 Working areas of cruise tracks of expeditions M218 and M219

Übersicht

Fahrt M218

Auf der beantragten Expeditionsfahrt soll das südchilenische Fjord- und Kanalsystem vor dem Hintergrund zweier verheerender schädlicher Algenblüten (harmful algal bloom, HAB), die in den ersten Monaten des Jahres 2016 fast die gesamte chilenische Lachsproduktion vernichtet sowie zu einer mehrmonatigen Schließung von Muschelaquakulturen geführt haben, untersucht werden.

Damit sollen Einblicke in die Planktodynamik und insbesondere die Dynamik von HAB Arten gewonnen werden. HABs sind in Chile schon länger bekannt, aber deren Ausmaße sowie geographische Verbreitung haben in den letzten Jahren stark zugenommen. Im Rahmen des globalen Klimawandels wird im Allgemeinen eine Erweiterung von Habitaten in Richtung höherer Breiten erwartet, in Chile passiert allerdings das Gegenteil, indem sich HABs nach Norden ausbreiten. Insofern handelt es sich in Chile um ein spezielles System, das noch nicht verstanden wird.

Im Rahmen der Expedition sollen zwei Hypothesen getestet werden:

- 1) HAB-Arten erleben eine nördliche Verteilungserweiterung aufgrund vorhandener Zystenbetten (Ruhestadien) in Kombination mit sich ändernden Umgebungsbedingungen, die es ermöglichen, neue Populationen zu etablieren;
- 2) HAB-Arten erleben eine nördliche Verteilungserweiterung aufgrund der Einführung neuer Arten durch Migration über den Humboldt-Strom aus dem Süden oder von anderen Orten aufgrund anthropogener Aktivitäten.

Synopsis

Cruise M218

The proposed expedition will investigate the southern Chilean fjord and canal system motivated by two devastating harmful algal blooms (HAB), which destroyed almost the entire Chilean salmon production in the first months of 2016 and led to the closure of mussel aquacultures for several months.

The aim is to gain insights into the plankton dynamics and in particular the dynamics of HAB species. HABs have been known in Chile for some time, but their extent and geographical distribution have increased significantly in recent years. In the context of global climate change, an expansion of habitats towards higher latitudes is generally expected, but in Chile the opposite is happening, with HABs spreading northwards. In this respect, Chile is a special system that is not yet understood.

The expedition will test two hypotheses:

- 1) *HAB species experience a northern distributional expansion due to existing cyst beds (resting stages) in combination with changing environmental conditions that allow new populations to establish;*
- 2) *HAB species experience a northern distributional expansion due to the introduction of new species by migration across the Humboldt Current from the south or from other locations due to anthropogenic activities.*

Zur Überprüfung dieser Hypothesen wird ein fachübergreifendes Forschungsprogramm zur Bestimmung von Parametern der biologischen und physikalischen Ozeanographie, Hydrographie, Bio-Optik, Meereschemie, Planktologie und Mikrobiologie eingesetzt. Die Expedition greift dabei auch Gebiete auf, die erst kürzlich (Beginn 2022) im Rahmen der Expedition M179/2 „FjordFlux“ untersucht wurden, um durch den Vergleich zusätzliche Erkenntnisse über die Verbreitung und Dynamik von HABs zu gewinnen.

Fahrt M219

Das Forschungsprogramm der Reise M219 setzt sich aus Beobachtungen der Programm-Orientierten Forschung (POF) des GEOMAR zusammen. Letzteres umfasst insbesondere das 11°S Verankerungsfeld, die äquatoriale Verankerung bei 23°W und das CVOO (Cabo Verde Ocean Observatory) als Teil der Aktivitäten rund um das OSCM (Ocean Science Centre Mindelo). Das OSCM ist eine gemeinsame Aktivität des GEOMAR und des Instituto do Mar (IMar) in Mindelo.

Ferner wird im Rahmen des MUSE CVOO buoy deployment (CVOO-BUOY) Vorhabens auf der Fahrt eine Erweiterung der langfristigen ozeanographischen Beobachtungen am CVOO angestrebt.

Im Rahmen der POF-Ziele des GEOMAR hat die Reise das Ziel, die Variabilität der westlichen Randstromzirkulation vor Südamerika zu untersuchen sowie einen Beitrag für die Abschätzung der Variabilität der meridionalen Umwälzbewegung im Atlantik (AMOC) bei 11°S zu liefern. Vor der Küste Brasiliens stehen Untersuchungen von Transportschwankungen des Nordbrasilianischen Unterstroms (NBUC) – als Teil der AMOC und der Subtropischen Zellen (STCs) – auf intrasaisonalen bis dekadischen Zeitskalen im Vordergrund. Die äquatoriale Verankerung bei 23°W liefert zusätzliche Informationen im Hinblick auf Wassermassenveränderungen und Signalausbreitung entlang des Äquators.

To test these hypotheses, a multidisciplinary research programme will be used to determine parameters of biological and physical oceanography, hydrography, bio-optics, marine chemistry, planktology and microbiology. The expedition will also include areas that were recently (beginning 2022) investigated as part of the M179/2 "Fjord-Flux" expedition in order to gain additional insights into the distribution and dynamics of HABs through comparison.

Cruise M219

The research programme of cruise M219 consists of observations for the Program-Oriented Research (POF) of GEOMAR. This includes, in particular, the 11°S mooring array (TRACOS), the equatorial mooring at 23°W and the CVOO (Cabo Verde Ocean Observatory) as part of the activities around the OSCM (Ocean Science Centre Mindelo). The OSCM is a joint activity of GEOMAR and the Instituto do Mar (IMar) in Mindelo.

As part of the MUSE CVOO buoy deployment (CVOO-BUOY) proposal, the aim of the cruise is to expand the long-term oceanographic observations at the CVOO.

As part of GEOMAR's POF objectives, the cruise aims to investigate the variability of the western boundary current circulation off South America and to contribute to the assessment of the variability of the Atlantic Meridional Overturning Circulation (AMOC) at 11°S. Off the coast of Brazil, the main focus is on the investigation of transport fluctuations of the North Brazilian Undercurrent (NBUC) – as part of the AMOC and the Subtropical Cells (STCs) – on intraseasonal to decadal time scales. The equatorial mooring at 23°W provides additional information with regard to water mass changes and signal propagation along the equator.

Die CVOO-Verankerung ist ein zentraler Bestandteil des Monitorings in der Region und der Zusammenarbeit zwischen dem GEOMAR und den Kapverden. Ein generelles Ziel dieses Observatoriums ist ein besseres Verständnis der Rolle von Wirbeln im Ozean vor allem im Hinblick auf die CO₂-Quellen-/Senkenfunktion und biologische Kohlenstoffpumpe in Küstenauftriebsgebieten. Speziell im Hinblick auf die Kohlenstoffpumpe wurde die CVOO-Verankerung durch die „carbon pump extension“ erweitert und mit einigen zusätzlichen UVPs (Underwater Vision Profilers) zur Messung von sinkenden Partikeln und Zooplankton ausgestattet.

Die Hauptarbeiten während M219 bezüglich dieser Schwerpunkte sind die Bergung und Ausbringung von Tiefseeverankerungen Stationsarbeiten und die Ausbringung von invertierten Bodenecholoten mit Bodendrucksensoren (PIES). Für die Stationsarbeiten wird hauptsächlich ein System bestehend aus CTD, ADCPs, UVP und OPUS genutzt. Zusätzlich werden Unterwegsmessungen mit den bordeigenen Schiffs-ADCPs Strömungen und mit dem Thermosalinographen Wassermasseneigenschaften durchgeführt.

Eine weitere Komponente des wissenschaftlichen Programms des WAVES-Schiffsantrags ist eine Prozessstudie im äquatorialen Atlantik, um kleinskalige Prozesse an tropischen Instabilitätswellen interdisziplinär zu untersuchen. Diese Prozessstudie wird jedoch erst auf einer zukünftigen Reise durchgeführt. Als Vorbereitung und zur Unterstützung dieser Prozessstudie wird auf der Reise M219 eine interdisziplinäre Verankerung bei 2°N, 23°W ausgelegt, um ein besseres Verständnis über die vertikale Struktur von tropischen Instabilitätswellen und deren zeitliche Variabilität über die nächsten 1-2 Jahre zu gewinnen.

The establishment of the CVOO is a central component of the monitoring in the region and the cooperation between GEOMAR and Cape Verde. A general goal of this observatory is to better understand the role of eddies in the ocean, especially with regard to the CO₂ source/sink function and biological carbon pump in coastal upwelling regions. Specifically with regard to the carbon pump, the CVOO mooring was extended by the “carbon pump extension” and equipped with some underwater vision profilers (UVPs) for measuring particles and zooplankton.

The main work during M219 with regard to these focal points is the recovery and deployment of deep-sea moorings, station work and the deployment of inverted bottom echo sounders with bottom pressure recorders (PIES). The combination of CTD, lowered ADCP, UVP and OPUS is mainly used for the station work. In addition, currents are measured continuously with the shipboard ADCPs and surface water mass characteristics with the shipboard thermosalinograph system.

An additional component of the scientific programme of the WAVES cruise proposal is a dedicated process study in the equatorial Atlantic to study small-scale processes associated with tropical instability waves. This process study will be carried out during a future cruise. To support this process study, an interdisciplinary mooring will be deployed at 2°N, 23°W during the cruise M219. This mooring will improve our understanding of the vertical structure of tropical instability waves as well as their temporal variability over the next 1-2 years.

Wissenschaftliches Programm

Angesichts der verheerenden HAB-Ereignisse in Chile im Jahr 2016 ist es ein Hauptziel dieses Projekts, die mikrobiellen Netzwerke im Meer entlang eines breiten Breitengrades von der pazifisch-atlantischen Verbindung in Feuerland bis zur zentralen chilenischen Küste zu verstehen. Dieses Gebiet umfasst australische Fjorde und ozeanische Regionen, die vom Humboldtstromsystem des Südostpazifiks beeinflusst werden. Diese Netzwerke haben möglicherweise einen Einfluss auf die HAB-Arten, die in diesen kontrastreichen Ökosystemen vorkommen. Insbesondere werden die geografische Verteilung und Vielfalt der wichtigsten HAB-Arten, die weite Küsten- und Offshoregebiete abdecken, bewertet und verglichen.

Darüber hinaus werden die planktonischen Toxinprofile bestimmt und mit den gemeinsam vorkommenden Taxa verglichen. Der Schwerpunkt wird auf der schädlichsten Gattung in diesem Gebiet, *Alexandrium*, liegen, aber auch auf der toxischen Gattung *Azadinium*, die Azaspiracide (AZA) produziert, über die für dieses Gebiet fast keine Informationen vorliegen. Das liegt zum einen an ihrer relativ jungen Etablierung, zum anderen aber auch an ihrer geringen Größe und ihrer morphologischen Ähnlichkeit zu anderen, nicht schädlichen Arten, was ihre Identifizierung im Rahmen von Standardphytoplanktonüberwachungsprogrammen erschwert.

In chilenischen Gewässern wurde ein sporadisches Auftreten von aus Europa bekannten AZA festgestellt, aber neuere Ergebnisse deuten darauf hin, dass andere AZA als in europäischen Gewässern, in denen *Azadinium* am meisten erforscht wurde, von südostpazifischen *Azadinium*-Populationen produziert werden (Tillmann et al. 2017), was enorme Auswirkungen auf die öffentliche Gesundheitssicherheit in Chile hat.

Scientific Programme

Given the deleterious HAB events in Chile in 2016, it is a major aim of this project to understand marine microbial networks along a wide latitudinal transect from the Pacific-Atlantic connection in Tierra del Fuego up to the central Chilean coast. This area covers austral fjords and oceanic regions influenced by the Humboldt Current system of the Southeast Pacific and these networks potentially have an impact on HAB species that inhabit these contrasting ecosystems. Specifically, the geographic distribution and diversity of the main HAB species covering wide coastal and off-shore areas will be assessed and compared.

*In addition, planktonic toxin profiles will be determined and compared to the co-occurring taxa. An emphasis will be on the most harmful genus in the area, *Alexandrium*, but also the toxigenic genus *Azadinium*, producer of azaspiracids (AZA), of which information is almost completely lacking for the area. This is due to its relatively recent establishment but also to its small size and morphological similarity to other, non-harmful species, which makes its identification in standard phytoplankton monitoring programmes difficult.*

*Sporadic occurrence of AZA known from Europe have been recorded in Chilean waters, but recent results indicate that different AZA than in European waters, where most research has been done on *Azadinium*, are produced by Southeast Pacific *Azadinium* populations, which has an enormous impact of public health safety in Chile.*

In der Tat traten bei den Maus-Bioassays des chilenischen Schalentierüberwachungsprogramms häufig "falsch" positive Ergebnisse auf, die nicht durch ein bekanntes Toxin erklärt werden konnten. Aus diesem Grund werden potenziell unbekannte AZA-Varianten durch die Etablierung klonaler Kulturen aus Feldisolaten mit anschließender AZA-Profilanalyse dieser Isolate untersucht. Wegen ihrer Relevanz für die HAB-Dynamik wird die Frage, ob die dominierenden HAB-Populationen im Südostpazifik küstennah oder eher küstenfern sind, durch mehrere offene Transekte von der Küste zum offenen Ozean und umgekehrt untersucht.

Die aktuellen Daten deuten darauf hin, dass Alexandrium in küstennahen Populationen vorkommt, die in Zystenbetten keimen. Bei anderen Taxa wie *Dinophysis*, *Pseudonitzschia* und *Azadinium* ist die Situation jedoch unklar und muss weiter untersucht werden.

Darüber hinaus werden die Zystenbetten im Oberflächensediment und die Keimfähigkeit der Zysten toxischer HAB-Arten an der Meeresküste, in Fjorden und Küstenkanälen des südlichen Ostpazifiks in ihrer Funktion als Archiv vergangener Blütenereignisse und als integrativer Parameter der Artenverteilung bewertet, der die Grundlage für die Modellierung zukünftiger HAB-Ereignisse bildet. Außerdem wird der Einfluss der HAB-Verteilung auf die Produktion von Stickoxiden und Treibhausgasen im Meerwasser untersucht. Diese Ergebnisse dienen der Abschätzung der Spurengasaustauschflüsse zwischen Meerwasser und der Luft und ihrer Bedeutung für die globalen Bilanzen dieser Spurengase.

Die folgenden Arbeitshypothesen werden getestet, indem die oben genannten Ziele in einem transdisziplinären Ansatz kombiniert werden, der die biologischen, biooptischen, physikalischen, chemischen, ökologischen und ozeanographischen Daten integriert, die während dieser Fahrt gewonnen wurden:

In fact, in mouse bio assays of the Chilean shellfish monitoring programme "false" positives eventually occurred, which could not be explained by any known toxin. For this reason, potentially unknown AZA variants will be investigated by establishment of clonal cultures from field isolates with posterior AZA profile analysis of these isolates.

Because of its relevance to HAB dynamics, the question if the dominant HAB populations in the Southeast Pacific area are coastal or more off-shore ones shall be addressed by performing several open transects from the coast towards the open ocean and vice versa.

Current data indicate that Alexandrium occurs from coastal populations that germinate from cyst beds, but for other taxa, such as Dinophysis, Pseudonitzschia and Azadinium, the situation is not clear and needs further investigation.

Moreover, surface sediment cyst beds and germination capabilities of cysts of toxic HAB species in oceanic coast, fjords, and coastal channels of the southern east Pacific will be assessed in their function as archives of past bloom events and an integrative parameter of species distribution, which will be the basis for the modelling of future HAB events. Furthermore, the impact of HAB distribution on the production of nitrogen oxides and greenhouse gases in seawater will be assessed. These results will be used to estimate sea-air trace gas exchange fluxes and to evaluate their implication for the global budgets of those trace gases.

The following working hypotheses will be tested combining the above-mentioned aims in a transdisciplinary approach integrating the biological, bio-optical, physical, chemical, ecological, and oceanographical data obtained during this cruise:

H1: Die HAB-Arten dehnen ihr Verbreitungsgebiet nach Norden aus. Dies ist auf das Vorhandensein bestehender Zystenpopulationen und veränderte Umweltbedingungen zurückzuführen, die die Etablierung neuer Populationen ermöglichen.

H2: Die HAB-Arten dehnen ihr Verbreitungsgebiet nach Norden aus, weil neue Populationen entweder mit der Strömung aus dem Süden zugewandert sind oder durch menschliche Aktivitäten aus anderen Gebieten eingeschleppt wurden.

H3: HAB-assoziierte mikrobielle und algenbedingte metabolische Prozesse verändern die Stickstoffkreislaufwege und die Remineralisierung organischer Substanz, was zu einer verstärkten in-situ Produktion von Stickoxiden und Treibhausgasen im Meerwasser führt.

Ein sehr breites Spektrum von Messungen wird eine detaillierte Analyse der strukturellen und funktionellen Vielfalt der mikrobiellen Gemeinschaften ermöglichen, mit besonderem Augenmerk auf Phytoplanktonarten in der Wassersäule und den Sedimenten, einschließlich der Konzentrationsdynamik von Stickoxiden und Treibhausgasen im Meerwasser sowie auf die hydrographischen und biogeochemischen Bedingungen der Wassermassen, in denen diese Gemeinschaften leben. Dies wird uns die Möglichkeit geben, das Vorkommen dieser Gemeinschaften in ihren spezifischen Umgebungen besser zu verstehen und zu erklären.

Die spezifischen Ziele des wissenschaftlichen Programms sind die folgenden:

1. Das Verständnis mariner mikrobieller Netzwerke entlang eines breiten latitudinalen Gradienten im Südpazifik, ihre Verbindung zu den küstennahen Fjordsystemen und wie sich diese Netzwerke auf die HAB-Arten auswirken, die diese kontrastreichen Ökosysteme bewohnen.
2. Bewertung und Vergleich der geographischen Verteilung und Vielfalt der wichtigsten HAB-Arten und deren Korrelation mit Toxinprofilen.

H1: HAB species are experiencing a northern distribution extension due to the presence of existing cyst population and changing environmental conditions allowing to establish new populations.

H2: HAB species are experiencing a northern distribution extension due to the introduction of new populations either by migration with current from the South or from other locations by human activities.

H3: HAB-associated microbial and algal metabolic processes alter nitrogen cycling pathways and organic matter remineralization, resulting in enhanced in situ production of nitrogen oxides and greenhouse gases in seawater.

A very broad array of measurements will allow a detailed analysis of the structural and functional diversity of the microbial communities, with a special focus on phytoplankton species in the water column and sediments, including the concentrations and dynamics of nitrogen oxides and greenhouse gases in seawater, and of the hydrographic and biogeochemical conditions of the water masses harboring these communities. It will thus give us the possibility to better understand and explain the occurrence of these communities in their specific environments.

The specific objectives of the scientific programme are the following:

- 1. Understanding marine microbial networks along a wide latitudinal transect across the South Pacific Ocean, its connection the coastal fjord systems and how these networks have an impact on HAB species that inhabit these contrasting ecosystems.*
- 2. Assessment and comparison of geographic distribution and diversity of the main HAB species and its correlation with toxin profiles.*

3. Untersuchung der vertikalen Aggregation von biologischen Organismen in den ersten 100 m der Wassersäule in den Fjord-Kanal-Systemen des chilenischen Patagoniens auf einer hochauflösenden Skala.
 4. Bewertung von Zystenbetten und der Keimfähigkeit toxischer HAB-Arten in Meeresküsten, Fjorden und Küstenkanälen des südöstlichen Pazifiks.
 5. Feststellung, ob HABs nur durch lokale Bedingungen oder durch küstenferne Parameter, die sich auf die Planktongemeinschaften der Küste auswirken, beeinflusst werden.
 6. Nachweis von bisher unbekanntem Phykotoxinen.
 7. Charakterisierung der abiotischen Bedingungen (Temperatur, Salzgehalt, Schichtung, Lichtverfügbarkeit) sowie der Konzentration anorganischer Nährstoffe (z.B. Nitrat), die den Keimfluss, die Lebensfähigkeit und das endgültige Schicksal von Zysten und gekeimten Zellen in Küstensystemen und Fjorden beeinflussen.
 8. Bewertung der bio-optischen Eigenschaften im Küstenozean und in Fjordsystemen und Identifizierung der dominierenden optisch aktiven Substanzen im Hinblick auf eine regional anwendbare bio-optische Parametrisierung der Lichtschwächung unter Wasser.
 9. Analyse des Einflusses von Schmelzwasserabflüssen, Flussabflüssen und ozeanischen Zuflüssen auf die bio-optische Vielfalt und Variabilität entlang der patagonischen Küste.
 10. Bestimmung der Verläufe von Abflüssen und Oberflächenströmungen, die möglicherweise Phytoplanktonarten transportieren, durch Drifterexperimente.
 11. Analyse der Vermischungsprozesse von Gletscherschmelzwasserfahnen mit ozeanischen Wassermassen durch Drifter, die mit CTD-Sonden ausgestattet sind.
 12. Bestimmung der Herkunft (lokal oder durch die Strömungen transportiert) der HAB-Artenpopulationen im atlantischen Teil des Beagle-Kanals und der Magellanstraße.
 13. Quantifizierung der Konzentrationen, Variabilität und Verteilung von Stickoxiden und Treibhausgasen im Meerwasser unter
3. *Investigating the vertical aggregation of biological organisms in the first 100 m of the water column in the fjord-channel systems of Chilean Patagonia on a high-resolution scale.*
 4. *Assessment of cyst beds and germination capabilities of toxic HAB species in oceanic coast, fjords, and coastal channels of the Southeastern Pacific.*
 5. *Determine if HABs only are influenced by local conditions or by off-shore parameters impacting coastal plankton communities.*
 6. *Detection of yet unknown phycotoxins.*
 7. *Characterizing the abiotic conditions (temperature, salinity, stratification, light availability) as well as the concentration of inorganic nutrients (i.e. nitrate) that influence the germination flux, viability, and ultimate fate of cysts and germinated cells in coastal systems and fjords.*
 8. *Assessment of bio-optical properties in the coastal ocean and fjord systems, and identification of dominating optically active substances towards a regional applicable bio-optical parameterization of underwater light attenuation.*
 9. *Analysis of the influence of meltwater discharges, riverine discharges and oceanic influxes on the bio-optical diversity and variability along the Patagonian coast.*
 10. *Determine the pathways of discharges and surface currents potentially transporting phytoplankton species by drifter experiments*
 11. *Analysis of mixing processes of glacial meltwater plumes with oceanic water masses by drifters equipped with CTD probes.*
 12. *Determine the origin (local vs carried by the currents) of the HAB species populations in the Atlantic section of the Beagle Channel and the Magellan Strait.*
 13. *Quantify the concentrations, variability, and distribution of nitrogen oxides and greenhouse gases in seawater across HAB*

HAB- und nicht-HAB-Bedingungen entlang des Transektes, um den Einfluss der HAB-Verteilung und der damit verbundenen mikrobiellen Prozesse auf die jeweiligen Spurengasaustauschflüsse zwischen Meerwasser und Luft zu bewerten.

and non-HAB conditions along the transect, to evaluate the influence of HAB distribution and associated microbial processes on respective sea-air trace gas exchange fluxes.

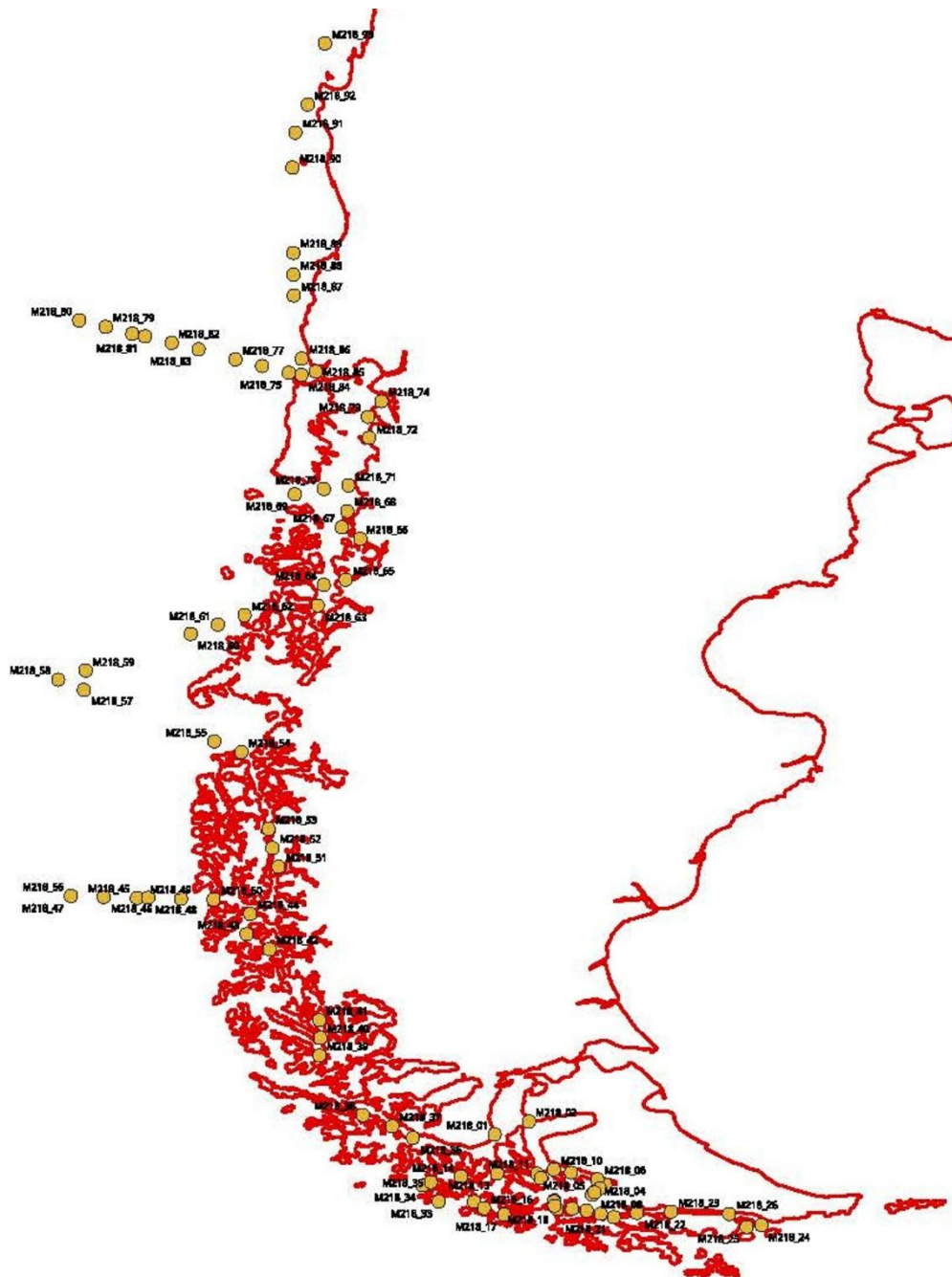


Abb. 2 Das Arbeitsgebiet der Expedition M218

Fig. 2 The working area of cruise M218

Arbeitsprogramm

Der Großteil der geplanten analytischen Arbeiten wird nach der Forschungsfahrt in den Heimatlabors durchgeführt. Tabelle 1 gibt einen Überblick über die geplanten Aktivitäten auf dem Schiff und nach der Forschungsfahrt.

Ozeanographie und marine Bio-Optik:

Leitfähigkeits-, Temperatur- und Tiefenprofile (CTD) werden an allen Stationen durchgeführt. Die CTD wird mit Sensoren für Chlorophyllfluoreszenz, Trübung und gelösten Sauerstoff ausgestattet sein. Ein Unterwassersensorsystem (Pocket-Ferry-Box mit Sensoren für Leitfähigkeit, Temperatur, gelösten Sauerstoff, Trübung sowie Chlorophyll- und DOM-Fluoreszenz) wird während der Fahrt hochauflösende Informationen über das Oberflächenwasser liefern.

Dazu werden kontinuierlich Spurengase (N_2O , NO_x , CO_2 , CH_4 , O_2) gemessen. Die inhärenten optischen Eigenschaften (IOPs) des Wassers werden *in situ* mit einem bio-optischen Paket bestimmt, das Sensoren für spektrale Dämpfung und Absorption, Mehrkanalrückstreuung und Partikelgrößenverteilung enthält.

Im Labor an Bord werden außerdem Absorptionsmessungen an diskreten Wasserproben durchgeführt, um die *in-situ* Daten zu validieren. Das Unterwasserlichtfeld und die scheinbaren optischen Eigenschaften (AOPs) des Wassers werden hyperspektral mit einem radiometrischen Profiler (SeaBird Scientific) analysiert. Das System wird vom Heck des Schiffes aus als frei fallendes Gerät bis zu einer Tiefe von 400 m betrieben. Zu den Parametern gehören die abwärts gerichtete Bestrahlungsstärke und die aufwärtsgerichtete Strahldichte zusammen mit zwei Fluoreszenz- und einem Streuungskanal. Hochfrequenzmessungen der Fernerkundungsreflexion von drei auf dem Schiff installierten Radiometern werden während der Fahrt Informationen zur Farbe des Ozeans liefern.

Work Programme

The majority of the planned analytical work will be performed in the home laboratories after the cruise. Table 1 represents an overview on the planned activities on the ship and after the cruise.

Oceanography and marine bio-optics:

Conductivity, temperature, depth (CTD) profiles will be carried out at all stations. The CTD will be equipped with sensors for chlorophyll fluorescence, turbidity and dissolved oxygen. An underway sensor system (Pocket-FerryBox with sensors for conductivity, temperature, dissolved oxygen, turbidity, as well as chlorophyll and DOM fluorescence) will provide high-resolution surface water information along the cruise.

*In addition, trace gases (N_2O , NO_x , CO_2 , CH_4 , O_2) will be measured continuously. Inherent optical properties (IOPs) of the water will be determined *in situ* using a bio-optical package, including sensors for spectral attenuation and absorption, multichannel backscattering, and particle size distribution.*

*Absorption measurements are also carried out in the onboard laboratory on discrete water samples for validating the *in situ* data. The underwater light field and the apparent optical properties (AOPs) of the water are analyzed hyperspectrally with a radiometric profiler (SeaBird Scientific). The system is operated from the stern of the vessel as a free falling device, down to 400 m. Parameters include downwelling irradiance and upwell radiance together with two fluorescence and one scattering channels. High frequency underway measurements of remote sensing reflectance from three radiometers installed on the vessel will provide ocean color information along the cruise.*

Um die bio-optischen Daten mit quantitativen Messungen optisch aktiver Wasserinhaltsstoffe in Beziehung zu setzen, werden diskrete Wasserproben gesammelt und auf Schwebstoffe und Chlorophyllkonzentration gefiltert.

Zysten in Sedimenten: Um die Zystendichte in der Untersuchungsregion zu bestimmen, werden Sedimentproben mit einem Multicorer entnommen. Die Zystendichte wird in jeder der bearbeiteten Schichten gemäß den Standardmethoden zur Zystenidentifizierung bestimmt. Zusätzliche Proben werden verwendet, um Zysten für physiologische Experimente zu gewinnen.

Einfluss der Bedingungen auf die Keimung der Zysten: Für physiologische Zwecke werden die Zysten durch Sieben und Dichtegradienten isoliert. Anschließend werden sie einzeln auf Multi-Platten-Spots übertragen (je nach Anzahl der gesammelten Zysten; mindestens 15 Zysten pro Platte und 3 Platten pro Probe), um die Auswirkungen relevanter Umweltfaktoren auf die Keimung zu testen. Die Keimung der Zysten wird in Abhängigkeit von der Zeit der Kultur und der Anzahl der Zysten ausgewertet und der Zeitpunkt der Keimung wird registriert.

Die zu berücksichtigenden Umweltfaktoren sind Temperatur (z.B. 5, 10, 15, 20 °C), Licht (z.B. <10, 30-40, 70-80 $\mu\text{mol e}^- \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$) und Photoperiode (z.B. 16:8, 12:12, 8:16 Stunden Licht:Dunkelheit). Die Bandbreite dieser Umweltfaktoren wurde unter Berücksichtigung der wahrscheinlichen jahreszeitlichen und tiefenbedingten Schwankungen gewählt. In jedem Fall werden das Optimum und der Bereich, in dem die Keimung möglich ist, bestimmt. Danach werden je nach Erfolg multivariante Experimente durchgeführt, bei denen ein genauere Bereich von Temperatur und Licht berücksichtigt wird. Eine Reihe von Zysten wird isoliert und einzeln auf Multi-Platten-Spots übertragen, wo die Keimung (Prozentsatz und Rate) über die Zeit der Kultivierung ausgewertet wird.

In order to relate the bio-optical data with quantitative measures of optical active water constituents, discrete water samples will be collected and filtered for suspended particulate matter and chlorophyll-concentration.

Cysts in sediments: To estimate cyst densities in the study region, sediment samples will be collected using a multicorer. Cyst densities will be enumerated in each of the processed layers according to standard methods for cyst identification. Additional samples will be used to obtain cysts for physiological experiments.

Influence of conditions on cyst germination: For physiological purposes cysts will be isolated by sieving and gradient density. Then they will be transferred individually to multi-plate spots (depending on the number of collected cysts; at least 15 cysts per plate, and 3 plates per treatment) to test the effects of relevant environmental factors on germination. Cyst germination will be evaluated along time of culture and number and the time of germination will be registered.

The environmental factors that will be considered are temperature (e.g. 5, 10, 15, 20 °C), light (e.g. <10, 30-40, 70-80 $\mu\text{mol e}^- \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$), and photoperiod (e.g. 16:8, 12:12, 8:16 hours of light:dark). The range of these environmental factors has been chosen considering the probable seasonal and depth variation. In every case, the optimum and range at which the germination is possible will be determined. After these and depending on success, multivariate experiments will be performed considering a more precise range of temperature and light. A number of cysts will be isolated and transferred individually to multi-plate spot, where the germination (percentage and rate) will be evaluated along time of culture.

In jedem Fall wird bei der Sedimentation, d.h. der Isolierung der Zysten und der Bewertung der Keimung, besonders sorgfältig vorgegangen, um zu verhindern, dass Temperatur und Licht die Keimung der Proben vorzeitig beeinflussen.

HAB-Bewertung: Hochauflösende Daten über die Prävalenz vegetativer Zellen der Gattung *Alexandrium* und anderer Schlüsselarten werden an allen Stationen gesammelt. Die geeigneten Proxies für die Erkennung von HABs sowie von dominanten Begleitarten der im Untersuchungsgebiet vorherrschenden Phytoplanktongemeinschaft werden auf der Grundlage unserer Beobachtungen des während der Fahrt gesammelten Feldmaterials auf Basis der taxonomischen Erfahrung von Urban Tillmann (AWI), Patricio Díaz (ULL) und Daniel Varela (ULL) entwickelt. Die an jeder Station gezogenen Netzzüge werden Feldproben liefern, die zur Bestimmung der Artenvielfalt verwendet werden und die Grundlage für Korrelationen mit biotischen und abiotischen Umweltparametern bilden, die während der Fahrt gesammelt werden. Zusätzlich werden Feldproben mit Niskinflaschen für die Quantifizierung der wichtigsten planktischen Taxa gesammelt. Wiederholte Proben von jeder Station werden auch zur Quantifizierung des Gehalts und der Zusammensetzung hydrophiler PSP-Toxine sowie aller relevanten lipophilen Phytotoxine verwendet. Die PSP-Toxine werden mittels Hochleistungsflüssigkeitschromatographie (HPLC) analysiert und die lipophilen Toxine werden mittels Flüssigchromatographie-Tandem-Massenspektrometrie (LC-MS/MS) bestimmt.

Zusätzlich zu den Wasserproben wird auch die Toxinbelastung von Muscheln untersucht (Gemita Pizzaro, IFOP). Diese Daten werden eine dreidimensionale Karte der Verteilung von *Alexandrium* und anderen HAB-Spezies in der Untersuchungsregion sowie der vorherrschenden Phytoplanktontaxa, die keine HAB-Spezies sind, in hoher zeitlicher und ökologischer Auflösung liefern.

At every case, special care will be taken through sediment process, i.e. cyst isolation and germination assessment to prevent temperature and light effect on premature germination along samples management.

HAB assessment: *High-resolution data on the prevalence vegetative cells of the genus Alexandrium and other key species will be collected. The appropriate classifiers for the detection of HABs as well as dominant members of the phytoplankton community prevalent in the study region will be developed based on our observations of field materials collected during the cruise, and will benefit from the taxonomic expertise of Urban Tillmann (AWI), Patricio Díaz (ULL) and Daniel Varela (ULL). Net tows at each station will provide field samples that will be used to determine community diversity and be the basis for correlations with biotic and abiotic environmental parameters collected during the cruise.*

Additionally, field samples will be collected using Niskin bottles for the quantification of planktonic key taxa. Replicate samples from each station will also be used to quantify hydrophilic PSP toxin content and composition as well as all relevant lipophilic phycotoxins. For PSP toxins, samples will be analyzed using high-performance liquid chromatography (HPLC) and lipophilic toxins will be determined by liquid chromatography–tandem mass spectrometry (LC-MS/MS).

In addition to water samples, also toxin loads of bivalves will be investigated (Gemita Pizzaro, IFOP). These data will provide a three-dimensional map of the distribution of Alexandrium and other HAB species present in the study region, as well as the dominant non-HAB phytoplankton taxa, all at a high temporal and ecological resolution.

Trophische Interaktionen von HAB-Arten:

Wasserproben, die *Alexandrium* und/oder andere potenziell schädliche Algenarten enthalten, werden gesammelt, um an Bord Experimente durchzuführen. Nährstoffkonzentrationen und -mengen sowie die Konzentration von Predatoren werden manipuliert, um die potenzielle Bottom-up- und Top-down-Kontrolle der Algenarten, ihre trophischen Interaktionen und ihre Populationsdynamik unter veränderten Umweltbedingungen zu bestimmen. Es werden Aufnahmeexperimente mit fluoreszierend markierten Kügelchen durchgeführt, um die mixotrophe Nahrungsaktivität der Dinoflagellaten zu bestimmen.

Darüber hinaus werden die Zielzellen (*Alexandrium* und andere HAB-Arten) isoliert und kultiviert, um weitere Laborexperimente durchzuführen, die sich auf spezifische Eigenschaften der Organismen wie Mixotrophie, Allelopathie und Toxizität sowie auf die Variationsbreite der intraspezifischen Eigenschaften konzentrieren.

Bewertung der Strömungen:

Während der Überfahrten zwischen den Untersuchungsgebieten und Stationen werden die Strömungen als potenzielle Transportwege für HAB-Arten mit dem ADCP des Schiffes gemessen. Um jedoch langfristige Messungen der Oberflächenströmungen zu erhalten, werden speziell angefertigte Oberflächendrifter sowohl auf den Transekten zwischen Küste und offenem Meer als auch in den Küstenkanälen eingesetzt. Diese Daten werden auch dazu beitragen, die Verteilungsmuster der glazialen oder flussbedingten Abflüsse zu verstehen, die verschiedene andere Umweltparameter beeinflussen (z.B. Nährstoffe, Lichtverfügbarkeit über Trübung). Zu diesem Zweck ist eine Kombination aus kurz- und langfristigen Driftereinsätzen geplant. Bei den Kurzzeitexperimenten wird der Drifter mit Hilfe der Zodiacs des Schiffes geborgen. Der langfristig eingesetzte Drifter, der Daten über mehrere Wochen oder sogar Monate liefern soll, wird jedoch nicht geborgen.

Trophic interactions of HAB species:

Water samples containing Alexandrium and/or other potential harmful algal species will be collected to conduct on-board experiments. Nutrient concentrations and ratios as well as grazer concentrations will be manipulated in order to determine potential bottom-up and top-down control of the target species, their trophic interactions and population dynamics under altered environmental conditions. Uptake-experiments with fluorescently labeled beads will be conducted to determine mixotrophic feeding activity of the dinoflagellates.

Furthermore, target cells (Alexandrium and other HAB species) will be isolated and cultivated for further laboratory experiments focusing on specific organism traits such as mixotrophy, allelopathy and toxicity, and the range of intraspecific trait variation.

Assessment of currents:

During the transits between the study areas and stations, currents as potential transportation pathways for HAB species are measured using the ship's ADCP. However, in order to obtain long-term measurements of surface currents, custom made surface drifters will be deployed both on the coastal-open ocean transects and in the coastal channel areas. These data will also help to understand the distribution patterns of glacial or riverine discharge which influence various other environmental parameters (e.g. nutrients, light availability via turbidity).

For this, a combination of short- and long-term drifter deployments is planned. In case of the short-term experiments, the drifter will be recovered using the ship's zodiacs; however, the long-term deployed drifter, planned to provide data over several week or even months, will not be recovered.

| Sampling | Parameter | Samples (n) | Responsibility |
|--------------------------------|---|----------------------|----------------------------|
| Continuous on-board parameters | Salinity, chlorophyll fluorescence, CDOM absorption and fluorescence, dissolved oxygen, turbidity, radiometry | not applicable | ICBM, AWI |
| Discontinuous deck work | CTD | 95 | ICBM |
| | Underwater light field, AOPs | 95 | ICBM |
| | IOPs | 95 | ICBM |
| Discontinuous onboard lab work | Microscopy, phytoplankton filtration | 190 | AWI, ULL, UMA, CADIC, ICBM |
| | Solid-phase extraction of phycotoxins | 300 | AWI |
| | Nucleic acid extraction | 720 | AWI, UMA |
| | Sediment sampling | 250 | ULL |
| | Culture establishment | Depending on success | AWI, ULL |
| Work in home labs | Phycotoxin determination | 720 | AWI |
| | Inorganic and organic nutrients | 300 | AWI |
| | Metagenomic analyses | 360 | UMA |
| | Phytoplankton diversity | 150 | AWI |
| | Physiological experiments | depending on success | AWI, ULL |

Tabelle 1: Arbeitsplan: Analytische Parameter, Probenanzahl und Verantwortlichkeiten/

Table 1: Work plan: Analytical parameters, number of samples and responsibilities.

| | Tage/days |
|---|-----------------|
| Auslaufen von Punta Arenas (Chile) am 02.04.2026 <i>Departure from Punta Arenas (Chile) 02.04.2026</i> | |
| Transit zum Arbeitsgebiet / <i>Transit to working area</i> | 0.5 |
| Arbeitsgebiet / <i>working area</i> | 33 |
| Transit zum Hafen Talcahuano <i>Transit to Talcahuano</i> | 0.5 |
| | <i>Total</i> 34 |
| | |
| Einlaufen in Talcahuano (Chile) am 06.05.2026 <i>Arrival at Talcahuano (Chile) 06.05.2026</i> | |

AWI

Alfred Wegener Institut-Helmholtz Zentrum
für Polar- und Meeresforschung
Am Handelshafen 12
27570 Bremerhaven
Germany

CIEP

Centro de investigación en Ecosistemas
de la Patagonia
José de Moraleda #16
Coyhaique, Región de Aysén
Chile

DWD

Deutscher Wetterdienst
Frankfurter Straße 135
63067 Offenbach
Germany

ICBM

Institut für Chemie und Biologie des Meeres
Schleusenstraße 1
26382 Wilhelmshaven
Germany

IFOP

Instituto de Fomento Pesquero
Almirante Blanco Encalada 839
Valparaíso, Región de Aconcagua
Chile

MPIC

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

PUCS

Pontificia Universidad Católica
Av. Libertador Bernardo O'Higgins 340
Santiago, Región Metropolitana
Chile

PUCV

Pontificia Universidad Católica de
Valparaíso
Av. Brasil 2950
Valparaíso, Región de Aconcagua
Chile

UCN

Universidad Católica del Norte
Larrondo 1281
Coquimbo, Región de Coquimbo
Chile

UDEC

Universidad de Concepción
Víctor Lamas 1290
Concepción, Región del Bío Bío
Chile

Universidad de Los Lagos

Camino a Chiquihue km 6
Puerto Montt, Región de
Los Lagos
Chile

Universidad Mayor

Manuel Montt 367
Providencia, Santiago,
Región Metropolitana
Chile

Wissenschaftliches Programm

Das übergeordnete Ziel des POF IV, Topic 2, Subtopic 2.1 „Warming climates“ besteht darin, die Ursachen einer Erwärmung des Klimas und ihre Folgen für den mittleren Zustand der globalen und regionalen Verteilung diverser Ozeanparameter wie z. B. der Temperatur, der Meereisdehnung etc. zu ermitteln. Der Schwerpunkt liegt auf langfristigen Beobachtungen und Prozessverständnis.

Mit den ozeanographischen Messungen, zu denen diese Forschungsfahrt beiträgt, soll die Variabilität des westlichen Randstromsystems vor der Küste Brasiliens bei 11°S, speziell des NBUC und des tiefen westlichen Randstroms (DWBC) untersucht werden. Der NBUC reagiert sehr empfindlich auf Schwankungen der atlantischen Umwälzbewegung (AMOC) und der subtropischen Zelle (STC) und bildet deshalb eine Schlüsselregion für die Zirkulation des Atlantiks. Außerdem soll die mittlere Stärke der AMOC sowie deren Variabilität bei 11°S abgeschätzt werden. Das Beobachtungsprogramm beinhaltet ein Verankerungsfeld vor der brasilianischen Küste, hochauflösende Strömungs- und hydrographische Messungen sowie zwei verankerte, invertierte Bodenecholote am oberen Kontinentalhang vor Brasilien.

Mit Hilfe der CVOO-Verankerung soll das Verständnis für die Rolle mesoskaliger Wirbel für den lateralen Transport biogeochemischer Eigenschaften und deren Kopplung mit der Kohlenstoffpumpe in einer der biologisch produktivsten Auftriebsregionen des Ozeans im Vordergrund stehen. Die Langzeitbeobachtungen an der CVOO, die auf dieser Reise aufgenommen und wieder ausgebracht werden soll, bieten die Basis für die langfristige Beobachtung der Variabilität verschiedener Parameter in dieser Region.

Scientific Programmes

The overarching goal of POF IV, Topic 2, Subtopic 2.1 “Warming climates” is to determine the causes of a warming climate and its consequences for the mean state of the global and regional distribution of various ocean parameters such as temperature, sea ice extent, etc. The focus is on long-term observations and process understanding.

The oceanographic measurements to which this research cruise contributes are intended to investigate the variability of the western boundary current system off the coast of Brazil at 11°S, especially the NBUC and the Deep Western Boundary Current (DWBC). The NBUC responds very sensitive to fluctuations of the Atlantic meridional overturning circulation (AMOC) and the subtropical cell (STC) and is therefore a key region for the circulation of the Atlantic. In addition, the mean strength of the AMOC and its variability at 11°S will be estimated. The observational programme includes a mooring array off the Brazilian coast, high-resolution current and hydrographic measurements as well as two moored, inverted bottom echo sounders on the upper continental slope off Brazil.

The observations of the CVOO mooring will be used for a better understanding of the role of mesoscale eddies for the lateral transport of biogeochemical properties and their coupling with the carbon pump in one of the biologically most productive upwelling regions of the ocean. The long-term observations at the CVOO, which will be recovered and re-deployed on this cruise, will provide the basis for the long-term observation of the variability of various parameters in this region.

Arbeitsprogramm

Während M219 sollen 6 Verankerungen aufgenommen sowie 7 Verankerungen wieder ausgelegt werden. Dies beinhaltet das gesamte Verankerungsfeld bestehend aus 4 Verankerungen im Randstromsystem vor Brasilien bei 11°S sowie die äquatoriale Verankerung bei 23°W, die Verankerung bei 2°N, 23°W (nur Auslegung) und die CVOO-Verankerung nördlich der Kapverden (Abb. 3).

Die Verankerungen bei 11°S vor Brasilien sind jeweils ausgestattet mit einem ADCP, welches die oberflächennahen Strömungen erfasst, Punktströmungsmessern für die Vermessung der tieferen Strömungen, sowie CTD-Sensoren, um Wassermassenveränderungen und ihre Variabilität zu erfassen. Dieses Verankerungsfeld wurde im Juli 2013 während M98 erstmals ausgelegt und soll nun während M219 zum neunten Mal erneut ausgelegt werden. Mit den Daten, die auf M219 aufgenommen werden, erreichen die Zeitserien des Randstromsystems eine Länge von über 12 Jahren. Die Verankerungspositionen folgen dem Kontinentalhang, um möglichst alle Komponenten des Randstromsystems zu erfassen.

Zusätzlich sollen in Zusammenarbeit mit der Universität Bremen 7 PIES entlang dem Kontinentalhang ausgelegt werden. Die äquatoriale Verankerung bei 23°W besteht aus 2 ADCPs, die die Strömungen der oberen Wassersäule abdecken, einem McLane Moored Profiler, der die Strömungen bis in etwa 3000m abtastet, sowie Punktströmungsmessern, CTD-Sensoren, Sauerstoffsensoren und UVPs (zur Erfassung der Partikelverteilung in verschiedenen Größenklassen).

Diese Verankerung ist in verschiedener Konfiguration seit 2002 immer wieder aufgenommen und wieder ausgelegt worden und liefert mit ihren über 20 Jahren Geschwindigkeitsmessungen über fast die gesamte Ozeantiefe einen beeindruckenden Datensatz.

Work Programme

During M219, 6 moorings will be recovered and 6 moorings will be deployed. This includes the entire mooring array consisting of 4 moorings within the boundary current system off Brazil at 11°S as well as the equatorial mooring at 23°W, the mooring at 2°N, 23°W (only deployment) and the CVOO mooring north of Cape Verde (Fig. 3).

The moorings at 11°S off Brazil are each equipped with an ADCP, which records the near-surface currents, single point current meters for measuring the deeper currents, and CTD sensors to record water mass changes and variability. This mooring array was first deployed in July 2013 during M98 and will now be deployed again for the eighth time during M219. With the data recovered on M219, the time series of the boundary current system will reach a length of over 12 years. The mooring positions follow the continental slope in order to record as many components of the boundary current system as possible.

In addition, 7 PIES will be deployed along the continental slope in cooperation with the University of Bremen. The equatorial mooring at 23°W consists of 2 ADCPs covering the currents of the upper water column, a McLane Moored Profiler observing the currents down to about 3000m, as well as single point current meters, CTD sensors, oxygen sensors and UVPs (to detect the particle distribution in different size classes).

This mooring has been deployed and redeployed in various configurations since 2002 and provides an impressive data set with over 20 years of velocity measurements over almost the entire ocean depth.

Die Verankerung bei 2°N, 23°W besteht aus 3 ADCPs, die die Strömungen der oberen 850 m aufzeichnen, sowie CTD-Sensoren, Vermischungssensoren, Fluoreszenzsensoren, Sauerstoffsensoren, UVP und Fischecholot.

Diese Verankerung, die von der Universität Miami zur Verfügung gestellt wird, ist ein zusätzlicher Beitrag zu einer bereits bewilligten Prozessstudie im Rahmen des WAVES-Schiffsantrags. Die CVOO, nördlich der Kap Verde, ist eine multi-interdisziplinäre Verankerung, die sowohl Strömungsmesser und hydrografische Instrumente enthält als auch Sediment- und Sinkstofffallen, um biogeochemische Parameter zu dokumentieren.

Die CVOO-Verankerung wurde 2006 erstmalig ausgelegt und soll auf dieser Fahrt erneut wieder ausgelegt werden.

Im Rahmen des MUSE CVOO buoy deployment (CVOO-BUOY) Vorhabens wird auf der Fahrt eine Erweiterung der langfristigen ozeanographischen Beobachtungen am CVOO angestrebt. Das primäre Ziel ist die Installation einer neuen Oberflächenboje neben der bestehenden Verankerung. Diese ermöglicht hochgenaue Messungen des Kohlendioxidpartialdrucks (pCO₂) sowohl im Ozean als auch in der Atmosphäre, um den Gasaustausch zwischen Luft und Meer vor Westafrika genauer zu bestimmen.

Die Stationsarbeiten sind geprägt vom Arbeiten mit dem kombinierten CTD/ LADCP/ UVP System zur Bestimmung von Temperatur, Salzgehalt, Sauerstoff, Strömungen und Partikelverteilung. Zusätzlich wird an der CTD mit einem OPUS-Sensor die Nitratverteilung gemessen.

Wasserproben werden genutzt, um die elektronischen CTD-Sensoren für Leitfähigkeit, Sauerstoff und Nährstoffe (Nitrat) zu kalibrieren. Entlang des Schnittes über den westlichen Randstrom bei 11°S werden hydrographische und Strömungsprofile in besonders hoher horizontaler Auflösung erfasst. Die Beobachtungen des zonalen Schnittes bei 11°S dienen der Vermessung des Randstroms vor Brasilien.

The mooring at 2°N, 23°W consists of 3 ADCPs that cover the upper 850 m, as well as CTD sensors, mixing sensors, fluorescence and oxygen sensors, and UVP and fish echo sounder.

This mooring, which is a contribution of the University of Miami, is an addition to the approved process study in the frame work of the WAVES cruise proposal. The CVOO, north of Cape Verde, is a multi-interdisciplinary mooring that contains current meters and hydrographic instruments as well as sediment traps to document biogeochemical parameters.

The CVOO mooring was deployed for the first time in 2006 and will be redeployed again on this cruise.

As part of the MUSE CVOO buoy deployment (CVOO-BUOY) proposal, the aim of the cruise is to expand the long-term oceanographic observations at the CVOO. The primary goal is to install a new surface buoy next to the existing mooring. This will enable highly accurate measurements of carbon dioxide partial pressure (pCO₂) in both the ocean and the atmosphere in order to more precisely determine the gas exchange between the air and the sea off West Africa.

The station work is dominated by the use of the combined CTD/LADCP/UVP system to determine temperature, salinity, oxygen, currents and particle distribution. In addition, the nitrate distribution is measured on the CTD with an OPUS sensor.

Water samples are used to calibrate the electronic CTD sensors for conductivity, oxygen and nutrients (nitrate). Along the section across the western boundary current at 11°S hydrographic and current profiles are recorded at a particularly high horizontal resolution. The observations of the zonal section at 11°S serve to measure the boundary current off Brazil.

Kontinuierlich werden während der Fahrt Oberflächentemperatur und ihr Salzgehalt mit dem Thermosalinographen aufgezeichnet. Ebenfalls kontinuierlich werden Strömungsmessungen mit beiden schiffseigenen ADCPs (75 kHz und 38 kHz) durchgeführt.

Surface temperature and salinity are continuously recorded during the cruise using the thermosalinograph. Current measurements are also carried out continuously using the ship's two ADCPs (75 kHz and 38 kHz).

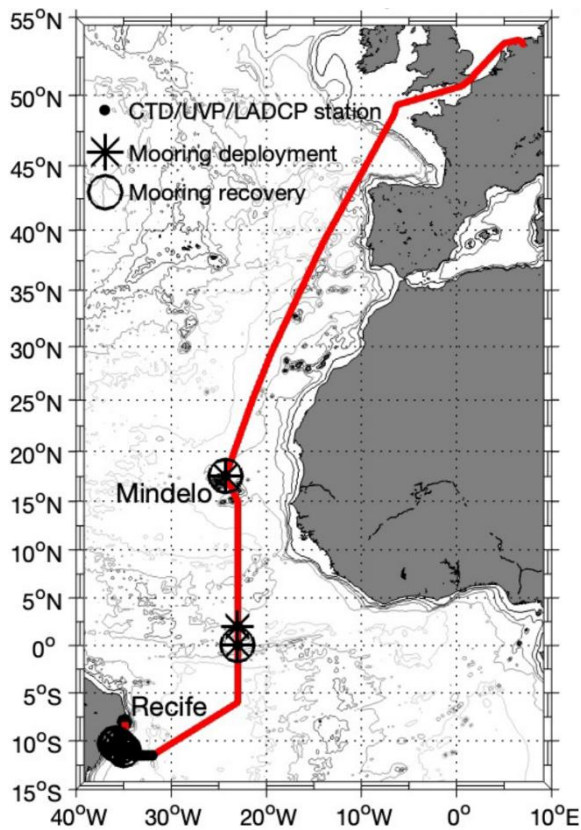


Abb. 3: WAVES Auslegen und Einholen von Verankerungen

Fig. 3: WAVES mooring deployment and recovery

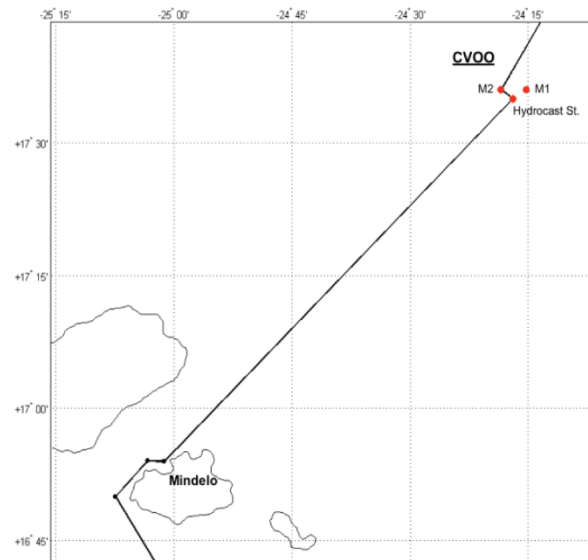


Abb. 4: CVOO-BUOY Stationsarbeiten

Fig. 4: CVOO-BUOY station work

| | Tage/days |
|--|------------|
| Auslaufen von Recife (Brasilien) am 30.05.2026 <i>Departure from Recife (Brazil) 30.05.2026</i> | |
| Transit zum Arbeitsgebiet / <i>Transit to working area</i> | 0.7 |
| PIES Auslegungen / <i>PIES deployments</i> | 0.2 |
| 11°S Schnitt (24 CTD Stationen, 4 Verankerungsaufnahmen und -auslegungen) / <i>11°S section (24 CTD stations, 4 mooring recoveries and deployments)</i> | 5.5 |
| Transit / <i>Transit</i> | 3.6 |
| 0°, 23°W (Verankerungsaufnahme und -auslegung, CTD Station) / <i>0°, 23°W (mooring recovery and deployment, CTD station)</i> | 1.0 |
| Transit / <i>Transit</i> | 0.4 |
| 2°N, 23°W (Verankerungsauslegung, CTD Station) / <i>2°N, 23°W (mooring deployment, CTD station)</i> | 1.0 |
| Transit / <i>Transit</i> | 3.6 |
| CVOO (Verankerungsaufnahme und -auslegung, CTD Station) / <i>CVOO (mooring recovery and deployment, CTD station)</i> | 1.0 |
| Auslegung Boje <i>Deployment of buoy</i> | 2.0 |
| Transit zum Hafen Emden (Deutschland) <i>Transit to port Emden (Germany)</i> | 10.0 |
| | Total 29.0 |
| Einlaufen in Emden (Deutschland) am 28.06.2026 <i>Arrival in Emden (Germany) 28.06.2026</i> | |

Beteiligte Institutionen / *Participating Institutions*

CNRS

Centre National de la Recherche Scientifique
Sorbonne Université, Laboratoire
d'Océanographie de Villefranche (LOV)
181 Chemin du Lazaret
06230 Villefranche-sur-Mer
France

DWD

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

GEOMAR

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

ICBM

Institut für Chemie und Biologie des Meeres
Carl von Ossietzky Universität Oldenburg
Ammerländer Heerstraße 114-118
26129 Oldenburg
Germany

IMar/OSCM

Ocean Science Centre Mindelo
c/o IMar - Instituto do Mar
Cova de Inglesa, C.P. 132
Mindelo
Rep. de Cabo Verde

IUP

Institut für Umweltphysik Bremen
Universität Bremen
Otto-Hahn-Allee 1
28359 Bremen
Germany

LDEO

Lamont-Doherty Earth Observatory
Columbia University
61 Route 9W, Palisades, New York 10964
USA

NBI

Niels Bohr Institute
University of Copenhagen
Blegdamsvej 17, 2100 Copenhagen
Denmark

UFPE

Lab. Oceanografia Física Estuarina
e Costeira - LOFEC
Depart. Oceanografia da Universidade
Federal de Pernambuco – UFPE
Av. Arquitetura, s/n, 50740-550
Cidade Universitária Recife
Brazil

UM

Rosenstiel School of Marine, Atmospheric,
and Earth Science
University of Miami
4600 Rickenbacker Causeway,
Miami, Florida 33149
USA

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 Programme

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 Forschung, Technologie und Raumfahrt (BMFTR), welches auch den Bau des Schiffes finanziert hat.

R/V “METEOR” is owned by the Federal Ministry of Research, Technology and Space (BMFTR), 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 BMFTR 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 BMFTR.

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

Cruises No. M218-M219

02. 04. 2026 - 28. 06. 2026



*Tracking the footprint of an extreme harmful algal bloom event: integrative assessment from open ocean to coastal area approach and its connections to the Atlantic Ocean – Data Analysis with Focus on Hydrography and Bio-Optics, CHL-A-HAB
alias: Harmful algae in the fjords and canals of Chile, TrackHAB*

Western boundary circulation, AMOC, Tropical Instability Waves, WAVES

MUSE CVOO buoy deployment, CVOO-BUOY

Editor:

Fachbereich Erdsystemwissenschaft, Meereskunde, Universität Hamburg
Leitstelle Deutsche Forschungsschiffe
<http://www.ldf.uni-hamburg.de>

Sponsored by:

Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt (BMFTR)
ISSN 0935-9974