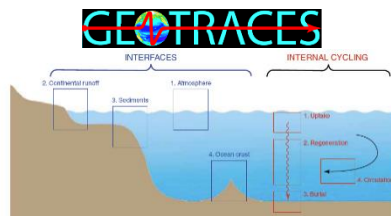


**Forschungsschiff**

# **METEOR**

**Reisen Nr. M176-2**

**01. 09. 2021 - 06. 10. 2021**



## **Rainbow nonboyant hydrothermal plume GEOTRACES study, Rainbow Plume**

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

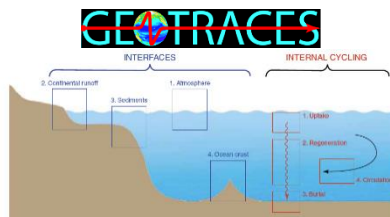


**Forschungsschiff / *Research Vessel***

# **METEOR**

**Reisen Nr. M176-2 / *Cruises No. M176-2***

**01. 09. 2021 - 06. 10. 2021**



**Rainbow hydrothermale nonboyant Fahne GEOTRACES-Studie,  
Rainbow Fahne**  
*Rainbow nonboyant hydrothermal plume GEOTRACES study,  
Rainbow Plume*

Herausgeber / *Editor:*

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

Gefördert durch / *Sponsored by:*

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

ISSN 0935-9974

---

## Anschriften / *Addresses*

---

**Prof. Dr. Eric Achterberg**

GEOMAR - Helmholtz-Zentrum für  
Ozeanforschung Kiel  
Wischhofstraße 1-3, Geb. 12  
D-24148 Kiel

Telefon: +49 431 600 1290  
Telefax: +49 431 600 131290  
e-mail: [eachterberg@geomar.de](mailto:eachterberg@geomar.de)  
http: [www.geomar.de](http://www.geomar.de)

**Leitstelle Deutsche Forschungsschiffe**

Institut für Geologie  
Universität Hamburg  
Bundesstraße 55  
D-20146 Hamburg

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

**Reederei Briese**

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

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

**GPF-Geschäftsstelle**

Gutachterpanel Forschungsschiffe  
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 M176/2***

---

**Reisen Nr. M176-2 / *Cruises No. M176-2***

**01. 09. 2021 - 06. 10. 2021**

**Rainbow hydrothermale nonboyant Fahne GEOTRACES-Studie,  
Rainbow Fahne**

*Rainbow nonboyant hydrothermal plume GEOTRACES study,  
Rainbow Plume*

<b>Fahrt / Cruise M176/2</b>	01.09.2021 - 06.10.2021 Von Emden (Germany) – nach Emden (Germany)
<b>Fahrtleitung / <i>Chief Scientist:</i></b>	Prof. Dr. Eric Achterberg
<b>Koordination / <i>Coordination</i></b>	Leitstelle Deutsche Forschungsschiffe <i>German Research Fleet Coordination Centre</i>
<b>Kapitän / <i>Master</i> METEOR</b>	Detlef Korte

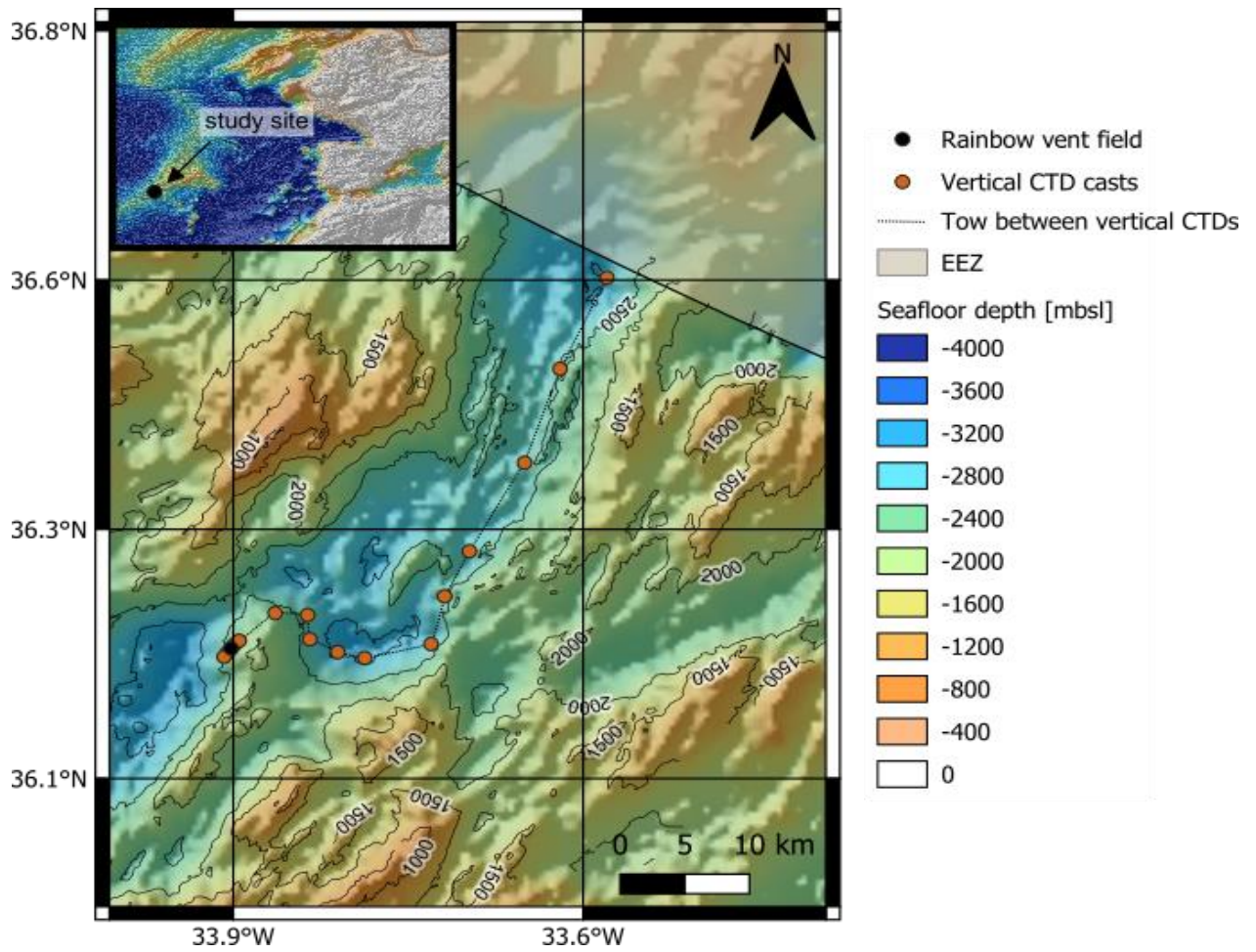


Abb. 1 Geplante Fahrtrouten und Arbeitsgebiete der METEOR Expeditionen M176-2.

Fig. 1 Planned cruise tracks and working areas of METEOR cruises M176-2.

## Übersicht

Wir führen eine detaillierte geochemische Beprobung von hydrothermalen Plumes am Rainbow-Hydrothermalsystem durch, das sich bei 36°13,80 N, 33°54,14 W auf dem Mittelatlantischen Rücken (MAR) befindet; die Arbeit in der Tiefsee wird durch biologische Untersuchungen der Produktivität und Diazotrophie an der Meeresoberfläche ergänzt.

Das Rainbow-Hydrothermalsystem selbst ist gut erforscht und Zeitreihendaten für die Fluidchemie deuten auf ein über die Zeit sehr stabiles System hin, was es zu einem idealen Untersuchungsort für unsere detaillierte Plume studie macht.

Das Projekt wird ein mechanistisches und quantitatives Verständnis der Prozesse erbringen, die den hydrothermalen Fluss von Spurenelementen und deren Isotopen (TEIs) in das Innere des tiefen Ozeans am MAR bestimmen.

Diese Arbeit wird die TEIs-Flüsse aus der Ozeankruste quantifizieren und ihren biogeochemischen Kreislauf sowie die Ausbreitung der Plume in Beziehung zur großräumigen Ozeanzirkulation im Nordatlantik in der Nähe des MAR bestimmen.

Wir werden detaillierte Untersuchungen der Wassersäule in unmittelbarer Nähe des Hydrothermalsystems und in bis zu 60 km Entfernung durchführen, um das Schicksal der hydrothermal abgeleiteten TEIs mit zunehmender Entfernung von der Quelle zu bestimmen, einschließlich einer Bewertung der Veränderungen der physikalischen und chemischen Speziation. Wir werden beurteilen, inwieweit TEIs durch Eintrag aus den Ventquellen, Partikelentfernungsprozessen und Advektion kontrolliert werden. Die Beprobung von Ra-

## Synopsis

*We will conduct a detailed geochemical sampling of hydrothermal plumes at the Rainbow vent field located at 36°13.80 N, 33°54.14 W on the Mid-Atlantic Ridge (MAR); the deep ocean work will be complemented by biological surface ocean investigations of productivity and diazotrophy.*

*The Rainbow field itself is well studied and time series data for the fluid chemistry indicates a very stable system over time, making it an ideal study site for our detailed plume study.*

*The project will obtain a mechanistic and quantitative understanding of processes that set hydrothermal flux of trace elements and their isotopes (TEIs) to the deep ocean interior at MAR.*

*This work will quantify TEIs fluxes from the ocean crust and determine their biogeochemical cycling and the plume spread in relationship to large scale ocean circulation in the N Atlantic in the vicinity of MAR.*

*We will conduct detailed water column surveys in close vicinity to the vent field and up to 60 km distance, to determine the fate of hydrothermally derived TEIs with increasing distance from the source, including an assessment of changes in physical and chemical speciation. We will assess to what extent TEIs are controlled by vent supply, particle removal processes and advection. Sampling of Ra&He isotopes will help to quantify hydrothermal fluxes of TEI and fingerprint sources to elucidate TEI distributions.*

und He-Isotopen wird helfen, hydrothermale Flüsse von TEI zu quantifizieren und Fingerabdrücke von Quellen zu erstellen, um die TEI-Verteilung zu klären.

Die Zufuhr von (Mikro-)Nährstoffen aus der Atmosphäre und dem Tiefenwasser in den Oberflächenozean wird untersucht, um den Einfluss auf die Funktion des mikrobiellen Ökosystems, einschließlich Produktivität und Diazotrophie, zu untersuchen.

Zusätzlich wird die Rolle von gelöstem organischem Stickstoff (DON) als N-Quelle für das Phytoplankton untersucht.

Die Arbeit wird GEOTRACES spurenmetallfreie Probennahme- und Analyseansätze verwendet und die Fahrt bildet eine GEOTRACES Prozessstudie.

*Atmospheric and deep water (micro)nutrient supply to the surface ocean will be assessed to investigate controls on microbial ecosystem functioning, including productivity and diazotrophy.*

*In addition, the role of dissolved organic nitrogen (DON) as a N source to phytoplankton will be assessed.*

*The work will use GEOTRACES trace metal clean sampling and analysis approaches and the cruise forms a GEOTRACES Process Cruise.*



**Wissenschaftliches Programm**

Hydrothermale Aktivität im Nordatlantik wird an insgesamt 58 Standorten gemeldet, wobei 19 Standorte aktiv und bestätigt sind, 24 aktiv sind, aber nur vermutet werden und 15 als inaktiv gemeldet sind (<http://vents-data.interridge.org/ventfields-osm-map>).

Kürzlich berichteten (Koschinsky et al., 2020) über einen geochemischen Zeitreihendatensatz für hydrothermale Standorte im Nordatlantik, der die Stabilität der Zusammensetzung hydrothermaler Fluide über eine Zeitskala von bis zu 20 Jahren veranschaulicht. Zwischen 29°N und 45°N werden insgesamt 10 aktive und bestätigte Standorte gemeldet, jedoch sind nicht alle diese Standorte für die vorgeschlagene Forschung geeignet.

Obwohl der hydrothermal aktive Standort Moytirra auf 45,4°N unserem Hafen Emden am nächsten liegt, sind nur sehr begrenzte Daten verfügbar, die keine Informationen über die chemische Zusammensetzung der hydrothermalen Fluide und der zugehörigen Fahne enthalten (Wheeler et al., 2013). Die hydrothermale Aktivität bei Luso (39,99°N), Menez Gwen (37,84°N), Bubbylon (37,80°N), Lucky Strike (37,29°N), Evan (37,26°N) und Menez Home (37,15°N) ist teilweise gut dokumentiert, aber alle Standorte liegen innerhalb der portugiesischen ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ) und sind daher für diese Fahrt nicht zugänglich.

Das Hydrothermalschlotfeld Rainbow liegt außerhalb der portugiesischen AWZ bei 36°13,80 N, 33°54,14 W und seine hydrothermale Aktivität ist gut untersucht. Die heißen, austretenden Fluide zeigen eine starke Metallanreicherung, insbesondere von Fe, und bilden einen ausgeprägten Plume in der Wassersäule (German et al., 1996).

***Scientific Programme***

*Hydrothermal activity in the North Atlantic is reported at a total of 58 sites, with 19 sites being active and confirmed, 24 active but only inferred and 15 being reported as inactive (<http://vents-data.interridge.org/ventfields-osm-map>).*

*Recently, (Koschinsky et al., 2020) reported a geochemical time series dataset for hydrothermal sites in the North Atlantic, illustrating the compositional stability of hydrothermal fluids over a time scale of up to 20 years. Between 29°N and 45°N a total of 10 active and confirmed sites are reported, however, not all these sites are suited for the proposed research.*

*Although the hydrothermally active site Moytirra at 45.4°N is closest to our port of Emden, only very limited data is available with no information on the chemical composition of hydrothermal fluids and the associated plume (Wheeler et al., 2013). Hydrothermal activity at Luso (39.99°N), Menez Gwen (37.84°N), Bubbylon (37.80°N), Lucky Strike (37.29°N), Evan (37.26°N) and Menez Home (37.15°N) is partly well documented, but all sites are situated within the Portuguese exclusive economic zone (EEZ) and therefore not accessible for this cruise.*

*The Rainbow hydrothermal vent field is situated outside the Portuguese EEZ at 36°13.80 N, 33°54.14 W and its hydrothermal activity is well studied. The hot discharging fluids show a strong metal enrichment, especially of Fe, and form a pronounced plume in the water column (German et al., 1996).*

Das Rainbow-Hydrothermalschlotfeld befindet sich in ~2300 m Tiefe an der westlichen Flanke des nicht-vulkanischen Rainbow-Rückens, der sich in einem Versatz zwischen den Segmenten South AMAR und AMAR des MAR befindet (Douville et al., 2002).

Das hydrothermale Schlotfeld besteht aus mehreren (mindestens 13) schwarzen Rauchern, die in einem Bereich von etwa 100 mal 300 m Hochtemperaturflüssigkeiten (bis zu 370°C) ausstoßen (Edmonds und German, 2004). Die hydrothermalen Fluide sind gut untersucht und die geochemische Zusammensetzung über eine Zeitspanne von 10 Jahren zeigte keine signifikanten Veränderungen für Temperatur, Chlorinität und andere wichtige Parameter (Haalboom et al., 2020; Holm und Charlou, 2001).

Im Allgemeinen sind die Schlotflüssigkeiten reich an H<sub>2</sub> (16 mmol/kg), Fe (24 mmol/kg) und CH<sub>4</sub> (2,5 mmol/kg), haben aber geringe H<sub>2</sub>S-Konzentrationen (~1 mmol/kg) (Charlou et al., 2002). Die hohen Fe:H<sub>2</sub>S-Verhältnisse verhindern eine starke Entfernung von Fe durch Sulfidausfällung beim Entlüften.

Daher kann davon ausgegangen werden, dass der Fe-Fluss durch die Abluftfahne in die Wassersäule am Rainbow hoch ist. Im Gegensatz zu den meisten Orten hydrothermaler Aktivität entlang des MAR befindet sich das Rainbowschlotfeld in ultramafischem Wirtsgestein. Darüber hinaus sind basaltische Gesteine im Umkreis von 1 km um die hydrothermale Aktivität vorhanden, was darauf hindeutet, dass komplexe tektonische Prozesse und unsichere Wärmequellen (magmatisch oder anderweitig) kontrollierende Faktoren für die hydrothermale Hochtemperaturaktivität sind (Cave et al., 2002).

Die Zusammensetzung der Endmember-schlotflüssigkeit kann durch Reaktionen zwischen erhitztem Meerwasser und ultramafischem/mafischem Gestein und die Produktion von Chlorit, Magnetit, Talk und Heazlewoodit in der Reaktionszone erklärt werden (Seyfried et al., 2011).

*The Rainbow hydrothermal vent field is located at ~2300 m depth on the western flank of the non-volcanic Rainbow ridge situated in an offset between the South AMAR and AMAR segments of the MAR (Douville et al., 2002).*

*The hydrothermal vent field is composed of multiple (at least 13) black smokers discharging high temperature fluids (up to 370°C) in an area of approximately 100 by 300 m (Edmonds and German, 2004). Hydrothermal fluids are well studied and geochemical composition over a time span of 10 years showed no significant changes for temperature, chlorinity and other major parameters (Haalboom et al., 2020; Holm and Charlou, 2001).*

*In general, the vent fluids are rich in H<sub>2</sub> (16 mmol/kg), Fe (24 mmol/kg), and CH<sub>4</sub> (2.5 mmol/kg), but have low H<sub>2</sub>S concentrations (~1 mmol/kg) (Charlou et al., 2002). The high Fe:H<sub>2</sub>S ratios inhibit strong removal of Fe by sulfide precipitation upon venting.*

*Hence, the Fe-flux by the plume into the water column can be assumed to be high at Rainbow. In contrast to most sites of hydrothermal activity along the MAR, the Rainbow vent field is situated within ultramafic host rocks. Furthermore, basaltic rocks are present within 1 km of hydrothermal activity, indicating that complex tectonic processes and uncertain heat sources (magmatic or otherwise) are controlling factors for the high temperature hydrothermal activity (Cave et al., 2002).*

*Endmember vent fluid composition can be explained by reactions between heated seawater and ultramafic/mafic rocks and production of chlorite, magnetite, talc and heazlewoodite in the reaction zone (Seyfried et al., 2011).*

Frühere Studien konzentrierten sich auch auf die physikalische Ausbreitung der darüber liegenden Abgasfahne (Thurnherr et al., 2002), die chemische Zusammensetzung der gelösten und partikulären Bestandteile der Abgasfahne (Edmonds und German, 2004; Haalboom et al., 2020) und Wärme-, Volumen- und chemische Flussberechnungen aus dem Rainbowschlotfeld (German et al., 2010).

Das Oberflächenwasser in der Untersuchungsregion über dem Rainbowfeldstandort wird von einer ostwärts fließenden Komponente des antizyklonalen, nährstoffarmen subtropischen Wirbels im Nordatlantik, dem Azorenstrom, beeinflusst, der sich vom Golfstrom im westlichen Nordatlantik abgespalten hat (Talley et al., 2011).

Die Wassermassen, die in unserer Untersuchungsregion angetroffen werden, umfassen tropisches Oberflächenwasser, das sich unterhalb des Nordatlantischen Zentralwassers (NACW) befindet, das die Hauptpynokline im subtropischen Ozean bildet. Unterhalb des NACW befindet sich das Mittelmeerwasser (MW) als salzhaltige warme Schicht zwischen ~800-1200 m, mit dem Labradorseewasser (LSW) bis hinunter zu ~2 km. Das Nordatlantische Tiefenwasser (NADW) befindet sich unterhalb des LSW (Talley et al., 2011) und bildet das Wasser ( $S \sim 34,95$  und  $Pot. T \sim 2,5^\circ C$ ), das den hydrothermalen Plume bei Rainbow umgibt.

Das wissenschaftliche Hauptziel der vorgeschlagenen Arbeit ist es, ein mechanistisches und quantitatives Verständnis der Prozesse zu erlangen, die den hydrothermalen Fluss von Spurenelementen und ihren Isotopen (TEIs) in das tiefe Ozeaninnere am Mittelatlantischen Rücken (MAR) am Standort Rainbow bestimmen. Die Arbeiten werden die TEI-Quellen aus der Ozeankruste quantifizieren und ihren biogeochemischen Kreislauf sowie die Ausbreitung der Fahne in Beziehung zur großräumigen Ozeanzirkulation im Nordatlantik in der Nähe des MAR bestimmen. Die vorgeschlagenen Arbeiten in der Tiefsee werden durch Untersuchungen an der

*Previous studies have also focused on the physical dispersion of the overlying plume (Thurnherr et al., 2002), chemical composition of the plume's dissolved and particulate constituents (Edmonds and German, 2004; Haalboom et al., 2020) and heat, volume- and chemical flux-calculations from the Rainbow vent field (German et al., 2010).*

*The surface waters in the study region over the Rainbow field site are influenced by an eastward flowing component of the N Atlantic anticyclonic nutrient depleted subtropical gyre, the Azores Current, which has split from the Gulf Stream in the western North Atlantic (Talley et al., 2011).*

*The water masses encountered in our study region include tropical surface waters, with below the North Atlantic Central Water (NACW) which forms the main pycnocline in the subtropical ocean. Mediterranean Water (MW) is found below NACW as a salty warm layer between ~800-1200 m, with Labrador Sea Water (LSW) down to ~2 km. The North Atlantic Deep Water (NADW) is situated below the LSW (Talley et al., 2011) and forms the waters ( $S \sim 34,95$  and  $Pot. T \sim 2,5^\circ C$ ) surrounding the hydrothermal plume at Rainbow.*

*The main scientific aim of the proposed work is to obtain a mechanistic and quantitative understanding of the processes that set the hydrothermal flux of trace elements and their isotopes (TEIs) to the deep ocean interior on the Mid-Atlantic Ridge (MAR) at the Rainbow site. The work will quantify TEI sources from the ocean crust, and determine their biogeochemical cycling and the spread of the plume in relationship to large scale ocean circulation in the North Atlantic in the vicinity of the MAR. The proposed deep ocean work will be complimented by surface ocean studies on the atmospheric and vertical sup-*

Oberfläche des Ozeans über die atmosphärische und vertikale Zufuhr von biogenen TEIs und Nährstoffen in die euphotische Zone und deren Auswirkungen auf die Funktionsweise mikrobieller Gemeinschaften und die Diazotrophie ergänzt.

Wir haben die folgenden Hauptziele, die wir mit der Forschungsfahrt erreichen wollen:

- Ziel 1. Bestimmung der Verteilung sowie der physikalischen und chemischen Speziation von TEIs, einschließlich Mikronährstoffen (wie Cd, Co, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni, V, Zn, Cr), nicht-biologisch essentiellen Elementen (wie Al, Pb, Hg, Ti, Zr, Hf, Nb, U, W und REEs), Hauptelementen (F, Ca, Mg, Sr, K, S, Li) und einer Reihe von Isotopensystemen (incl. Th, Ra, Ba, Fe) in hochauflösenden Probenahmen entlang der Rainbow-Fahne.
- Ziel 2. Quantifizierung der Flüsse dieser TEIs und Mikronährstoffe in den tiefen Ozean aus der Ozeankruste und weg von den Rainbowentlüftungsstellen, und Bewertung der Rolle der physikalischen und chemischen Speziation der TEIs für deren Flüsse und Flussdämpfung.
- Ziel 3. Mit Hilfe von chemischen Tracern und physikalischer Ozeanographie die Vermischung und Advektion dieser TEIs von den Rainbow-Hydrothermalquellen in das Innere des Ozeans beurteilen.
- Ziel 4. Bestimmung der Zufuhr von TEIs (einschließlich Mikronährstoffen) in den Oberflächenozean durch atmosphärische Deposition und Messung ihrer Konzentrationen im Oberflächenozean.
- Ziel 5. Erforschung des Zusammenhangs zwischen Makro- und Mikronährstoffkonzentrationen und -flüssen, Bestrahlungsstärke, Ozeanproduktivität, Zusammensetzung der Phytoplanktongemeinschaft, Nutzung und Begrenzung von Nährstoffen und Diazo-Trophie im Nordatlantik.

*ply of biogenic TEIs and nutrients to the euphotic zone, and their impacts on microbial community functioning and diazotrophy.*

*We have the following major goals that we want to achieve with the cruise:*

- *Obj 1. Determine the distribution, and physical and chemical speciation of TEIs, including micronutrients (such as Cd, Co, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni, V, Zn, Cr), non-biologically essential elements (such as Al, Pb, Hg, Ti, Zr, Hf, Nb, U, W and REEs), major elements (F, Ca, Mg, Sr, K, S, Li) and a range of isotope systems (incl. Th, Ra, Ba, Fe) in high resolution sampling along the Rainbow plume.*
- *Obj 2. Quantify the fluxes of these TEIs and micronutrients to the deep ocean from the ocean crust and away from the Rainbow venting sites, and assess the role of physical and chemical speciation of TEIs for their fluxes and flux attenuation.*
- *Obj 3. Assess, using chemical tracers and physical oceanography, the mixing and advection of these TEIs away from the Rainbow hydrothermal vent sites into the ocean interior.*
- *Obj 4. Determine the supply of TEIs (including micronutrients) to the surface ocean from atmospheric deposition, and measure their surface ocean concentrations.*
- *Obj 5. Explore the relationship between macro- and micro-nutrient concentrations and fluxes, irradiance, ocean productivity, phytoplankton community composition, nutrient utilization and limitation, and diazotrophy in the North Atlantic.*

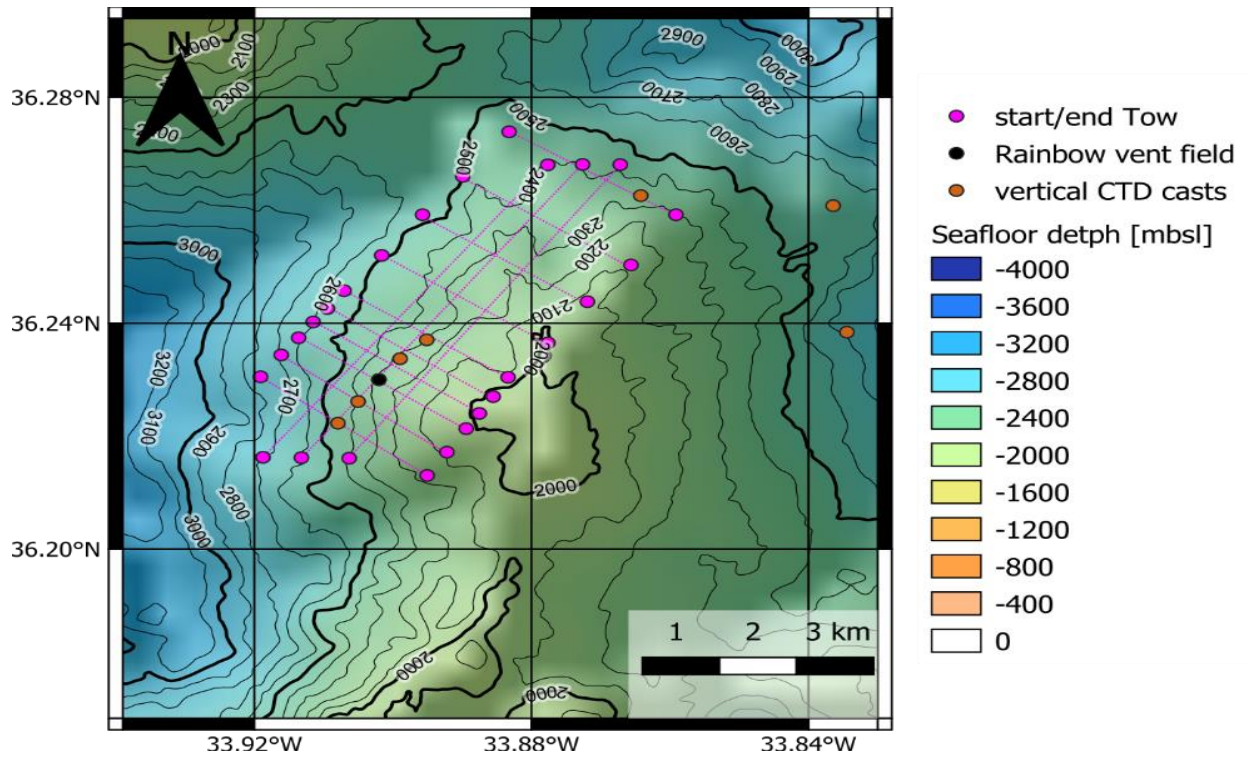


Abb. 2 Das Arbeitsgebiet von Fahrt M176-2 mit Tow-Yo CTD Strecke

Fig. 2 The working area of cruise M176-2 with Tow-Yo Transects

## Arbeitsprogramm

Die detaillierte Fahrtroute ist in Abb. 2 dargestellt, wobei die Fahrt in Emden beginnt und endet. Die Fahrt wird direkt in die Untersuchungsregion auf dem MAR führen (Fahrzeit 8,5 Tage bei 10 Knoten) und über einen Zeitraum von 20 Tagen werden detaillierte Probenahmen der hydrothermalen Abluftfahne durchgeführt, kombiniert mit Beobachtungen des (Mikro-)Nährstoffeintrags in den Oberflächenozean und den Konsequenzen für die Prozesse der mikrobiellen Gemeinschaften.

- Es ergibt sich der folgende detaillierte Arbeitsplan:

Beim Verlassen der europäischen AWZ-Gewässer wird der Trace-Metal-Clean-Schleppfisch ausgebracht (~1 h) und verbleibt so für den Transekt nach Süden. Dies ermöglicht eine kontinuierliche Beprobung von oberflächennahen gelösten Nährstoffen und Mikronährstoffen, Phytoplanktonparametern und liefert spurenmittelreines Meerwasser für experimentelle Arbeiten während der Überfahrt zum Hauptuntersuchungsgebiet.

Auch Aerosol-Probenahmen werden durchgeführt (Hochvolumensammler), und zwar in einer Weise, die den Schleppfischen entspricht. Im Hauptuntersuchungsgebiet (Rainbow-Feld) wollen wir täglich (d.h. 20) flache Biologiestationen und insgesamt 20 vertikale Hydrothermalplumestationen durchführen, zusätzlich zu 13 Yo-Yo-CTD-casts, 20 In-situ-Pump- und 20 Multiple-Corer-Einsätzen (MUC).

- Die benötigten Arbeitstage sind im Folgenden aufgelistet:

Es werden insgesamt 37 Schiffstage angefordert, exklusive 2 Hafentage. An jeder Station werden wir 1 CTD-Cast mit der Ti-Rosette bis zu einer Tiefe von 300 m im Oberflächenozean für biologische Variablen und begleitende chemische Variablen einschließlich TEIs durchführen. Ein zweiter Cast mit der Ti-Rosette wird in non-buoyant Fahrentiefen durchgeführt, wobei zwei Niskin-Flaschen

## Work Programme

*The detailed cruise track is shown in Fig. 2, with the cruise starting and finishing in Emden. The cruise will sail directly to the study region on the MAR (steaming time 8.5 days at 10 knots) and conduct detailed sampling over a period of 20 days of the hydrothermal plume, combined with observations of (micro)nutrient inputs to the surface ocean and consequences for microbial community processes.*

- *The following detailed work schedule arises:*

*On leaving European EEZ waters the trace-metal-clean tow-fish will be deployed (~1 h) and remain so for the transect south. This will allow for continuous underway sampling of near-surface dissolved nutrients and micronutrients, phytoplankton parameters, and provide trace metal clean seawater for experimental work whilst transiting to the main study site. Aerosol sampling will also be conducted (high volume collectors) in a fashion matching the tow-fish. In the main study region (Rainbow field) we aim to conduct daily (i.e. 20) shallow biology casts, and a total of 20 vertical hydrothermal plume stations, in addition to 13 Yo-Yo CTD casts, 20 in situ pump and 20 multiple corer (MUC) deployments.*

- *The required work days are listed in the following:*

*A total of 37 ship days are requested, excluding 2 port days. At each station we will undertake 1 CTD casts using the Ti rosette to a depth of 300 m in the surface ocean for biological variables and complimenting chemical variables including TEIs. A second cast using the Ti rosette will be conducted to nonbuoyant plume depths with two Niskin bottles tripped simultaneously at each specific depth (one for*

gleichzeitig in jeder spezifischen Tiefe ausgelöst werden (eine für kontaminationsanfällige TEIs und die andere für Gase, DOC und nicht-kontaminationsanfällige Isotope). Für die Fahnenbeprobung werden wir 12 Tiefen beproben (zwei Flaschen werden in jeder Tiefe ausgelöst), aber weniger an den flachen Biologiestationen (z.B. 6 Tiefen an der 300 m Station).

Ein UVP, eine Redox-Sonde, ein Transmissometer, ein Trübungssensor und zwei abgesenkte ADCPs werden am Ti CTD-Rahmen für hochauflösende Beobachtungen angebracht. Die Flachwasser-"Biologie"-Beprobung wird jeden Tag am frühen Morgen im Untersuchungsgebiet des Rainbowstandorts durchgeführt und wird täglich 1,5 Stunden dauern. Im Rahmen des Programms zur Beprobung der Abgasfahne werden detaillierte Stationen mit "Tow-Yo"-CTD-Würfen über dem Rainbow-Feldstandort durchgeführt, um die Entwicklung und Verteilung der Abgasfahne zu untersuchen und die Tiefen für die vertikale Beprobung der Abgasfahne genau zu bestimmen. Diese Beprobung ist in Abb. 2 als Linien dargestellt, deren Anfang und Ende durch rosa Kreise gekennzeichnet sind.

In den ersten 10 Tagen des Rainbowprogramms wird täglich eine West-Ost "Tow-Yo" CTD-Beprobung durchgeführt, einschließlich der Probennahme mit den Niskinflaschen (Dauer jeweils 4,5 Stunden). In den folgenden 3 Tagen wird täglich ein Nord-Süd "Tow-Yo" CTD-Wurf durchgeführt (Dauer jeweils 10 Stunden), einschließlich der Probennahme.

Ein täglicher vertikaler Wurf durch die Abgasfahne wird während des Rainbowprogramms in zunehmendem Abstand windabwärts vom Rainbowfeld durchgeführt (3,5 h Dauer). Täglich werden an der CTD-Station In-situ-Pumpen mit einer Pumpendauer von 60 min eingesetzt (Gesamtdauer des Casts 3,5 h). Die MUC-Probennahme wird täglich an der Station durchgeführt (Dauer 2,5 h). Das aufwendige Probenhandling wird die verbleibende Zeit auf See für die Fahrtteilnehmer jeden Tag in Anspruch nehmen.

*contaminant-prone TEIs and the other one for gases, DOC, non-contamination prone isotopes). For the plume sampling we will sample 12 depths (two bottles tripped at each depth), but less at the shallow biology casts (e.g. 6 depths at 300 m station).*

*An UVP, Redox probe, transmissometer, turbidity sensor and two lowered ADCPs will be attached to the Ti CTD frame for high resolution observations.*

*The shallow water 'biology' cast will be conducted each day in the early morning whilst in the Rainbow site study region, and will take 1.5 h daily. The plume sampling programme will conduct detailed stations conducted using "Tow-Yo" CTD casts over the Rainbow field site to investigate plume development and distribution, and pin-point depths for vertical plume sampling. This sampling is illustrated in Fig. 2 as lines with start and end indicated pink circles.*

*One West-East "Tow-Yo" CTD casts will be conducted daily, including sampling with the Niskin bottles, over the first 10 days of the Rainbow programme (4.5 h duration each).*

*One North-South "Tow-Yo" CTD casts will be conducted daily over the subsequent 3 days (10 h duration each), including sampling.*

*A daily vertical cast through the plume will be conducted (3.5 h duration) during the Rainbow plume programme at increasing distances downwind of the Rainbow field (3.5 h cast duration). Daily, in situ pumps will be deployed at the CTD station with a pumping duration of 60 min (total duration of cast 3.5 h). The MUC sampling will be conducted daily at the station (duration 2.5 h). The extensive sample handling will occupy the remaining time at sea each day for the cruise participants.*

---

**Zeitplan / Schedule****Fahrt / Cruise M176/2**

---

	Tage/days
Auslaufen von Emden (Germany) am 01.09.2021 <i>Departure from Emden (Germany) 01.09.2021</i>	
Transit zum Arbeitsgebiet Rainbow / <i>Transit to working area Rainbow</i>	8.5
Stationsarbeiten im Arbeitsgebiet entlang der Rainowfahne CTD Rosette, In Situ Pumpe; UVP, ADCP, MUC <i>Station work in the working area of the Rainbow hydrothermal field and along the plume flow direction with CTD water samplers; In situ pumps, UVP on rosette frame, ADCP, muc probe</i>	20
Transit nach Emden <i>Transit to port Emden</i>	8.5
	Total 37
Einlaufen in Emden (Germany) am 06.10.2021 <i>Arrival in Emden (Germany) am 06.10.2021</i>	



---

## *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).*

---

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

---

### **DWD**

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

### **GEOMAR**

Helmholtz Centre for Ocean Research  
Wischhofstr. 1-3  
D-24148 Kiel, Germany

### **Jacobs University Bremen**

Earth and Space Sciences program  
Campus Ring  
D-28759 Bremen

### **Alfred Wegener Institute**

Helmholtz Centre for Polar and Marine Research  
Am Handelshafen 12,  
D-27570 Bremerhaven

### **Christian-Albrechts-Universität zu Kiel**

Christian-Albrechts-Platz 4  
D-24118 Kiel

### **University of Lausanne**

1015 Lausanne  
Switzerland

### **MIO -Mediterranean Institute of Oceanography**

Bât. Méditerranée, Campus de Luminy-Océanomed  
13009 Marseille  
France

### **University of Minnesota**

Dept. of Soil, Water, and Climate  
439 Borlaug Hall  
1991 Upper Buford Circle  
St. Paul, MN 55108  
U.S.A.

### **Woods Hole Oceanographic Institution**

266 Woods Hole Road  
Woods Hole, MA 02543-1050  
U.S.A.

---

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

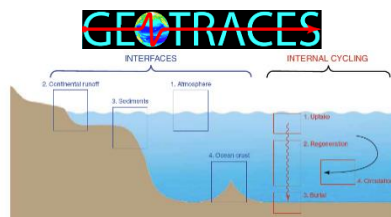


*Research Vessel*

# METEOR

**Reisen Nr. M176-2**

**01. 09. 2021 - 06. 10. 2021**



## **Rainbow nonboyant hydrothermal plume GEOTRACES study, Rainbow Plume**

*Editor:*

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

*Sponsored by:*

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

ISSN 0935-9974