

**Forschungsschiff**

# **METEOR**

**Reisen Nr. M195 - M196**

**10. 11. 2023 - 27. 12. 2023**



**Klimadynamik und Ökosystemwandel während des Aufstiegs  
früher Kulturen im Mittelmeerraum, CYRTACI**

**Grundwasser im Meeresboden vom Golf von Korinth, GoCW**

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. / *Cruises No.* M195 - M196**

**10. 11. 2023 - 27. 12. 2023**



**Klimadynamik und Ökosystemwandel während des Aufstiegs früher  
Kulturen im Mittelmeerraum, CYRTACI**  
*Climate Dynamics and Ecosystem Change during the  
Rise of Mediterranean Civilizations, CYRTACI*

**Grundwasser im Meeresboden vom Golf von Korinth, GoCW**  
*Offshore Groundwater in the Gulf of Corinth, GoCW*

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. Jörg Pross**

Institut für Geowissenschaften  
Im Neuenheimer Feld 234-236  
D-69120 Heidelberg

Telefon: +49 6221 54 6055  
Telefax: +49 6221 54 5503  
e-mail: [joerg.pross@geow.uni-heidelberg.de](mailto:joerg.pross@geow.uni-heidelberg.de)

**Dr. Marion Jegen-Kulcsar**

GEOMAR  
Helmholtzcenter for Ocean Research Kiel  
Wischhofstr 1-3  
D-24148 Kiel

Telefon: + 49 431 600-2560  
Fax + 49 431 600-2915  
E-Mail: [mjegen@geomar.de](mailto:mjegen@geomar.de)

**Leitstelle Deutsche Forschungsschiffe**

Institut für Geologie  
Universität Hamburg  
Bundesstraße 55  
D-20146 Hamburg

Telefon: +49 40 42838-3640  
Telefax: +49 40 4273-10063  
E-Mail: [leitstelle.ldf@uni-hamburg.de](mailto:leitstelle.ldf@uni-hamburg.de)  
http: [www.ldf.uni-hamburg.de](http://www.ldf.uni-hamburg.de)

**Reederei Briese**

Briese Schifffahrts GmbH & Co. KG  
Research | Forschungsschifffahrt  
Hafenstraße 12 (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**

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

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

---

## Forschungsschiff / *Research Vessel* METEOR

---

Vessel's general email address [meteor@meteor.briese-research.de](mailto:meteor@meteor.briese-research.de)

Crew's direct email address [n.name@meteor.briese-research.de](mailto:n.name@meteor.briese-research.de)

Scientific general email address [chiefscientist@meteor.briese-research.de](mailto:chiefscientist@meteor.briese-research.de)

Scientific direct email address [n.name@meteor.briese-research.de](mailto:n.name@meteor.briese-research.de)

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

Günther Tietjen, for example, will receive the address:

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

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

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

Phone Bridge	VSAT	+49 421 98504370
	FBB 500 (Backup)	+49 421 98504 371
	GSM-mobile (in port only)	+49 172 420 079 2

10. 11. 2023 - 27. 12. 2023

**Klimadynamik und Ökosystemwandel während des Aufstiegs  
früher Kulturen im Mittelmeerraum**

*Climate Dynamics and Ecosystem Change during the  
Rise of Mediterranean Civilizations, CYRTACI*

**Grundwasser im Meeresboden vom Golf von Korinth, GoCW**

*Offshore Groundwater in the Gulf of Corinth, GoCW*

**Fahrt / Cruise M195**

10.11.2023 - 02.12.2023

Piräus (Griechenland) - Piräus (Griechenland)

Fahrtleitung / *Chief Scientist:*

Prof. Dr. Jörg Pross

**Fahrt / Cruise M196**

05.12.2023 – 27.12.2023

Piräus (Griechenland) – Haifa (Israel)

Fahrtleitung / *Chief Scientist:*

Dr. Marion Jegen-Kulcsar

**Koordination / *Coordination***

Leitstelle Deutsche Forschungsschiffe

*German Research Fleet Coordination Centre*

**Kapitän / *Master* METEOR**

M195 Detlef Korte

M196 Detlef Korte

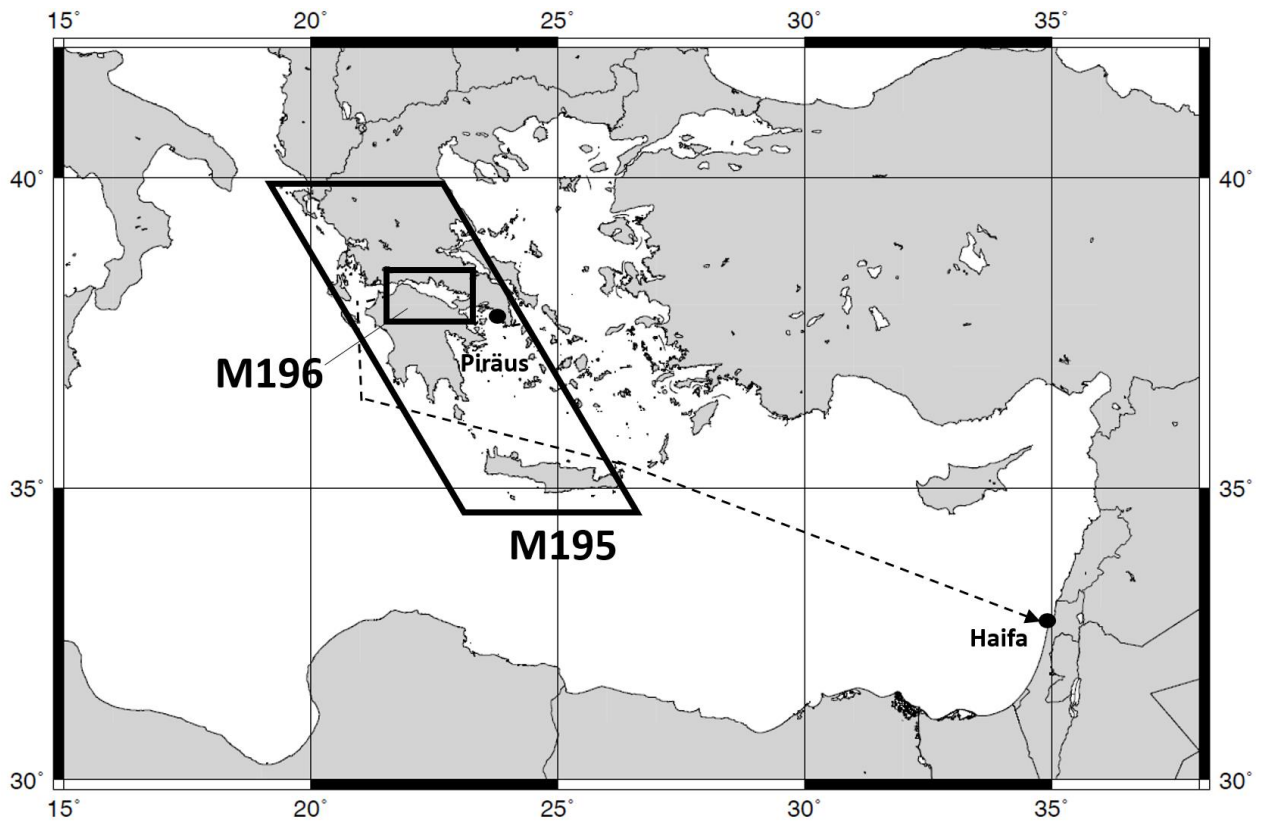


Abb. 1 Geplante Fahrtroute und Arbeitsgebiete der METEOR-Expedition M195.

Fig. 1 Planned cruise track and working areas of METEOR cruise M195.

**Übersicht**

**Fahrt M195**

Obwohl die holozänen Zivilisationen des Mittelmeerraums mit ihrer Umgebung interagierten, ist noch unklar, in welchem Maß Klima- und Umweltwandel ihre Entwicklung beeinflussten. Auch sind Beginn, frühes Ausmaß und Folgen anthropogenen Wandels in terrestrischen und vor allem in marinen Ökosystemen bislang unzureichend verstanden. Wir haben eine interdisziplinäre Studie terrestrischen und marinen Umweltwandels während der Entwicklung holozäner Zivilisationen im E-Mittelmeerraum vor, mit einem Fokus auf Zeiten starken sozioökonomischen Wandels bei ~9000–8000, ~4200 und ~3200 yrs BP. An Kernen mit hohen Sedimentationsraten aus der Ägäis und dem Ionischen Meer werden wir den Umweltwandel an Land durch einen integrierten Multi-Proxy-Ansatz entziffern, wobei die Daten einen hochwertigen marinen Altersrahmen haben. Für das Mittelmeer werden wir die ersten quantitativen Abschätzungen von Fischpopulationen und Rekonstruktionen der marinen Nahrungskette liefern. Unsere "Master records" holozänen Umweltwandels im E-Mittelmeerraum werden neue Erkenntnisse zur Sensitivität vs. Widerstandsfähigkeit mediterraner Zivilisationen gegenüber Umweltwandel und zur Verwundbarkeit mariner Ökosysteme gegenüber frühem anthropogenem Impakt ergeben.

**Fahrt M196**

Auf M196 untersuchen wir ein neu entdecktes Grundwasservorkommen im Meeresboden im Golf von Korinth, Griechenland. Auf der Fahrt werden elektromagnetische und geochemische Daten erhoben und integriert, um die räumliche Ausdehnung des Grundwasservorkommens im Meeresboden (OFG) in der Region zu bestimmen und herauszufinden, ob diese niedrige Salinität im Porenwasser

**Synopsis**

**Cruise M195**

*Throughout the Holocene, Mediterranean civilizations have closely interacted with their environment, but it is still unclear to what extent climatic and environmental change has influenced their evolution. At the same time, the onset, early extent and consequences of anthropogenic change in terrestrial and notably in marine ecosystems are yet poorly constrained. We will carry out a novel interdisciplinary study of terrestrial and marine ecosystem change during the rise of E Mediterranean civilizations over the course of the Holocene, focusing on intervals with high socioeconomic turnover at ~9000–8000 yrs BP, ~4200 yrs BP and ~3200 yrs BP. Based on high-deposition-rate marine cores from the Aegean and Ionian Seas, we will decipher environmental change on land via an integrated multi-proxy approach that will yield terrestrial data within a high-quality marine-based age frame. For the marine realm, our analyses will yield the first quantitative assessments of fish populations and reconstructions of the marine food web. Our 'master records' of Holocene ecosystem change in the E Mediterranean region will yield critical new insight into the sensitivity vs. resilience of Mediterranean civilizations to environmental change and the vulnerability of marine ecosystems to early anthropogenic impact.*

**Cruise M196**

*On M196 we investigate a newly-discovered offshore freshened groundwater (OFG) site within the Gulf of Corinth, Greece. On the cruise, we will acquire and integrate electromagnetic and geochemical data to derive the spatial extent of OFG in the region, and understand if this low-salinity porewater anomaly in the sediments is due to present-day recharge through an onshore*

der Sedimente auf eine heutige Anreicherung durch eine Verbindung zu einem Onshore-Grundwasserleitersystem oder auf ein Überbleibsel vergangener Meerestiefstände zurückzuführen ist. Die Grundwasserqualität verschlechtert sich in vielen Regionen der Welt, was zu einem zunehmenden Druck auf die Wasserressourcen führt, insbesondere in den Küstenregionen. Um die Wasserknappheit unter den sich ändernden klimatischen Bedingungen zu mildern, sind alternative Wasserquellen wie das „offshore-freshened“ Grundwasser (OFG) in den wissenschaftlichen Fokus gerückt. Schätzungen gehen davon aus, dass sich das Grundwasservolumen in OFGs weltweit auf eine halbe Million Kubikkilometer beläuft. Diese Menge entspricht dem Frischwasserverbrauch eines ganzen Jahrhunderts, wenn man den heutigen Verbrauch zugrundelegt.

Obwohl OFGs ein globales Phänomen sind, sind die räumlichen Ausmaße, Volumen und geologische Kontrolle von OFGs nur unzureichend bekannt, da die Entdeckungen hauptsächlich auf Zufallsfunden in Bohrlöchern beruhen. Es gibt nur wenige Studien, die die punktuellen Daten aus Bohrungen mit regionalen Messungen kombinieren, um die räumliche Ausdehnung von OFG angemessen einzugrenzen. Darüber hinaus sind Fragen zur Verbindung von OFGs mit ihrem terrestrischen Gegenstück noch weitgehend unbeantwortet.

Auf dieser Ausfahrt untersuchen wir einen neu entdeckten OFG-Standort im Golf von Korinth, Griechenland. Die geplanten Messungen werden sowohl elektromagnetische als auch geochemische Porenwasser- und Bodenwasserdaten erfassen, um, kombiniert mit vorhandenen Bohrlochdaten, die räumliche Ausdehnung von OFG in der Region abzuleiten und dessen mögliche Verbindung mit dem terrestrischen Grundwassersystem zu verstehen.

*aquifer system or, alternatively, a remnant of past sea-level lowstands. The quality of groundwater is deteriorating globally, leading to an increase of pressure on water resources, particularly in coastal regions. In the quest for mitigating water scarcity under changing climatic conditions, alternative water sources such as offshore freshened groundwater (OFG) have come into scientific focus. Estimates suggest that globally the fresh water volume within OFGs amounts to half a million cubic kilometres. This volume corresponds to one century's worth of freshened water assuming present-day consumption rates.*

*Although OFGs are considered to be a global phenomenon, spatial dimensions, volumes, and geological controls of freshened water beneath the seafloor are poorly constrained, since discoveries are based mainly on chance findings in boreholes. Few studies exist that effectively combine the point-scale ground-truthing data through boreholes with regional measurements to adequately constrain the spatial extents of OFG. Moreover, questions regarding OFG connectivity to its terrestrial counterpart remain largely unanswered.*

*On this cruise we investigate a newly-discovered OFG site within the Gulf of Corinth, Greece. The proposed cruise will acquire electromagnetic and geochemical data to derive the spatial extent of the Gulf of Corinth OFG, and understand if this low-salinity anomaly is due to present-day recharge through an onshore aquifer system or, alternatively, a remnant of past sea-level lowstands.*



**Wissenschaftliches Programm**

Wir werden Multi-Proxy-Records der terrestrischen Klimaverhältnisse und der marinen Produktivität für das Holozän (und als Referenzmaßstab auch für das Spätglazial) generieren. Das Ziel ist es, hochaufgelöste Records der Klimaentwicklung und der Struktur mariner Ökosysteme während des Zeitintervalls von Sapropel S1 zu erhalten. Dabei steht nicht die Analyse organischer Sedimente per se im Vordergrund. Unsere Kernlokationen werden küstennah und im Flachwasser liegen; dort sind maximale Sedimentationsraten zu erwarten, ohne dass es zwingend zu einer starken Anreicherung organischen Materials kommt. Ein weiterer Fokus liegt auf der Generierung von Umweltinformationen für Zeiten starken soziokulturellen Wandels im östlichen Mittelmeerraum bei ~9000–8000, ~4200 und ~3200 Jahren BP. Die Lage unserer Kernpositionen in der Nähe berühmter, gut dokumentierter archäologischer Stätten wird neue Erkenntnisse zur Sensitivität vs. Resilienz früher Kulturen gegenüber Umweltwandel und zur Verwundbarkeit mariner Ökosysteme gegenüber frühen anthropogenen Einflüssen liefern.

Analysen im Anschluss an die Fahrt werden auf terrestrische Klimaproxies (Pollen, Biomarker, terrigene Sedimentationsraten, Korngrößen, XRF-basierte Zr/Rb-Verhältnisse), marine Ökosystemproxies (Abundanz und Diversität von Fischzähnen, benthische und planktonische Foraminiferen, kalkiges Nannoplankton, Dinoflagellatenzysten, Diatomeen), marine Produktivitätsproxies (XRF-basierte Elementverhältnisse, Akkumulationsraten spezifisch produktivitätsassoziiierter Fossilgruppen), und Proxies für den Süßwassereintrag vom Festland (pollenbasierte Niederschlagsrekonstruktionen,  $\delta^{18}\text{O}$ - und Mg / Ca-Werte planktonischer Foraminiferen als Salzgehaltsindikator) fokussieren. Fischzähne als relativ neuer Proxy werden auf der Basis einer digitalen Re-

**Scientific Programme**

*We will collect multi-proxy records of terrestrial climate and marine productivity comprising the Holocene (and extending into the Late glacial for a frame of reference). Our goal is on the one hand to recover highly resolved records of climate and ocean ecosystem structure during the time interval represented by Sapropel S1. In this regard, we are not specifically after the organic-rich sediments themselves; our coring sites will be in near-coastal, shallow water where sedimentation rates are maximized but the sapropel may not contain abundant organic material. We will further focus on intervals with high sociocultural turnover in the eastern Mediterranean realm at ~9000–8000 yrs BP, ~4200 yrs BP and ~3200 yrs BP. The proximity of our core locations to famous and well-investigated archeological sites will yield critical new insight into the sensitivity vs. resilience of Mediterranean cultures to environmental change and the vulnerability of marine ecosystems to early anthropogenic impacts.*

*Post-cruise analysis will focus on terrestrial climate proxies (pollen, biomarkers, terrigenous sedimentation rates, grain-size, clay minerals, XRF-derived Zr/Rb ratios), marine ecosystem proxies (abundance and diversity of fish teeth, benthic and planktonic foraminifera, nannofossils, dinocysts, diatoms), marine productivity proxies (XRF-derived Ba/Fe and Br, mass accumulation rates of specific production-associated fossil groups), and runoff proxies (pollen-based precipitation reconstructions, planktonic foraminifer  $\delta^{18}\text{O}$  adjusted with Mg/Ca as salinity indicator). Fish teeth, as a relatively new proxy, will be identified using a digital reference collection of teeth from modern Mediterranean fish.*

ferenzsammlung von Zähnen heutiger Mittelmeerfische identifiziert.

Die Erstellung von Multi-Proxy-Datensätzen am selben Kernmaterial wird gewährleisten, dass die Datensätze vollumfänglich miteinander verglichen werden können und eventuelle Phasenverschiebungen identifiziert werden können. Die Datenanalyse wird sowohl auf die einzelnen Proxies als auch auf die multivariate Analyse von Ökosystemänderungen fokussieren.

*Multi-proxy records from the same core material will ensure that all datasets are fully comparable and enable the identification of leads and lags. Data analysis will focus both on the individual proxies as well as multivariate assessment of ecosystem structural change using principle components and multidimensional scaling approaches.*

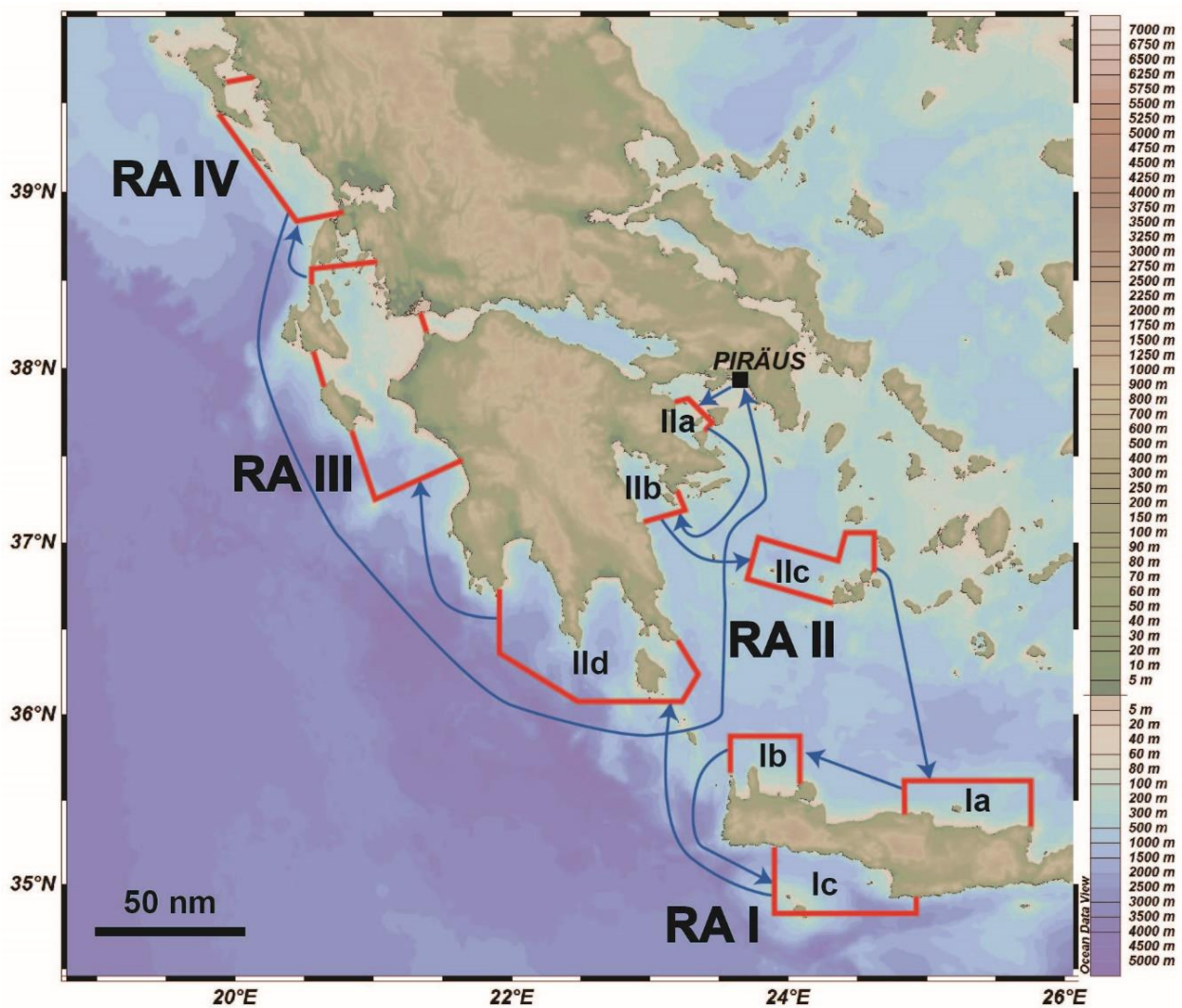


Abb. 2 Das Arbeitsgebiet der Ausfahrt M195.

Fig. 2 The working area of cruise M195.

## Arbeitsprogramm

Das Arbeitsprogramm für jedes Arbeitsgebiet wird mit einem Multibeam/Parasoundsurvey beginnen, um optimale Kernlokationen (d.h. mit kontinuierlicher Ablagerung, hohen Sedimentationsraten und feinkörnigen Sedimenten) zu identifizieren. Nach Interpretation der Multibeam/Parasounddaten werden die Stationen ausgewählt.

Um ungestörte Oberflächensedimente zu beproben, wird ein Multicorer an allen Stationen eingesetzt. Die bevorzugte Methode zur Entnahme längerer Sedimentkerne ist wegen des großen Volumens des für unsere Untersuchungen benötigten Materials das Kastenlot (KL). Sollte das KL ausfallen, wird ein Schwerelot (SL) jeweils 5 x eingesetzt werden, um vergleichbare Sedimentvolumina zu erhalten. Die KL-Kerne (6 m lang) werden geöffnet, und speziell produzierte U-Channels werden zur Beprobung eingesetzt.

Die Sedimente werden beschrieben, farbescannt und fotografiert. Helligkeitsdaten und evtl. identifizierte Tephralagen werden verwendet, um an Bord erste Stratigraphien zu erstellen und verschiedene Kerne zu korrelieren. Das Kernmaterial wird bei 4°C aufbewahrt. Landbasierte Untersuchungen nach der Ausfahrt werden routinemäßig das XRF-Scannen der U-Channels umfassen.

Die Sedimentprobennahmen werden ergänzt durch Wasserbeprobung mittels CTD.

## Work Programme

*The workflow for each area will start with a multibeam/parasound (MB/PS) survey to identify locations optimally suited for coring (i.e., continuous, high-deposition-rate, fine-grained sediments). Upon interpretation of the MB/PS data, stations for surface sediment sampling will be selected.*

*To retrieve undisturbed surface sediments a multi corer (MUC) will be deployed at all stations. The preferred method for sediment retrieval is kasten coring (KC) due to the large amount of sample material needed for the planned studies. In case of KC malfunction, a gravity corer (GC) will be deployed five times to get the same amount of material. KC cores (6 m long) will be opened, and samples via purpose-made large U-channels.*

*Sediments will be described, logged with color scanner, and photographed. Color reflectance data will be used to reconstruct preliminary on-board stratigraphies and to correlate different sites. Cores and samples will be stored at 4°C. Post-cruise analyses will routinely include XRF core scanning of the U-channels.*

*Sediment sampling will be complemented by water sampling via CTD.*

	Tage/days
Auslaufen von Piräus (Griechenland) am 10.11.2023 <i>Departure from Piraeus (Greece) 10.11.2023</i>	
Transit zum Arbeitsgebiet IIa / <i>Transit to Research Area IIa</i>	0.1
Stationsarbeiten in den Arbeitsgebieten IIa-IIc <i>Station work in Research Areas IIa-IIc</i>	5
Transit zu den Arbeitsgebieten Ia-Ic <i>Transit to Research Areas Ia-Ic</i>	0.6
Stationsarbeiten in den Arbeitsgebieten Ia-Ic <i>Station work in Research Areas Ia-Ic</i>	5
Transit zum Arbeitsgebiet IIb <i>Transit to Research Area IIb</i>	0.5
Stationsarbeiten im Arbeitsgebiet IIb <i>Station work in Research Area IIb</i>	3
Transit zum Arbeitsgebiet III <i>Transit to Research Area III</i>	0.5
Stationsarbeiten im Arbeitsgebiet III <i>Station work in Research Area III</i>	3
Transit zum Arbeitsgebiet IV <i>Transit to Research Area IV</i>	0.3
Stationsarbeiten im Arbeitsgebiet IV <i>Station work in Research Area IV</i>	3
Transit zum Hafen Piräus <i>Transit to port Piraeus</i>	2
	Total 23
Einlaufen in Piräus (Griechenland) am 02.12.2023 <i>Arrival in Piraeus (Greece) 02.12.2023</i>	

---

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

---

### **Deutsches GeoForschungsZentrum**

Telegrafenberg  
D-14473 Potsdam  
Germany

### **Deutscher Wetterdienst**

Seeschiffahrtsberatung  
Bernhard-Nocht-Straße 76  
D-20359 Hamburg  
Germany

### **Freie Universität Berlin**

Institut für geologische Wissenschaften  
Malteserstr. 74-100  
Gebäude Haus C und D  
D-12249 Berlin  
Germany

### **GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel**

Wischhofstraße 1–3  
D-24148 Kiel  
Germany

### **Hellenic Centre for Marine Research**

46.7km Athens-Sounio Ave.  
19013 Anavyssos  
Greece

### **MARUM – Zentrum für Marine Umweltwissenschaften**

Universität Bremen  
Postfach 33 04 40  
D-28334 Bremen  
Germany

### **Universität Hamburg**

Institut für Geowissenschaften  
Bundesstraße 55  
D-20146 Hamburg  
Germany

### **Universität Heidelberg**

Institut für Geographie  
Im Neuenheimer Feld 348  
D-69120 Heidelberg  
Germany

**Universität Heidelberg**  
Institut für Geowissenschaften  
Im Neuenheimer Feld 234–236  
D-69120 Heidelberg  
Germany

**Universität Heidelberg**  
Institut für Klassische Archäologie  
Marstallhof 4  
D-69117 Heidelberg  
Germany

**University of Notre Dame**  
Organic Biogeochemistry and Paleoclimatology  
College of Engineering  
Notre Dame, Indiana 46556  
United States of America

**Wissenschaftliches Programm**

Mit dem wissenschaftlichen Programm sollen die folgenden Ziele erreicht werden:

**O1: Charakterisierung der räumlichen Ausdehnung des OFG im Golf von Korinth anhand geophysikalischer Daten und Integration mit IODP Bohrlochdaten.**

Das Ziel wird durch hochauflösende aktive elektromagnetische Messungen (CSEM) und durch passive elektromagnetische Messungen (Magnetotellurik) mit hoher Eindringtiefe und niedrigerer Auflösung erreicht, die zu Sektionen des elektrischen Widerstands entlang verschiedener Transekte innerhalb des Golfs von Korinth führen werden, welche auch mit dem IODP-Bohrloch 381 abgeglichen werden. Die Kartierung des elektrischen Widerstandes ist von zentraler Bedeutung, da er der einzige physikalische Gesteinsparameter ist, der sich mit dem Salzgehalt des Porenwassers in den Sedimenten ändert. In Verbindung mit bereits vorhandenen seismischen Daten, die die Porositätsvariationen der Sedimente aufzeigen, können Widerstandssektionen in Schätzungen des Porenwassersalzgehalts umgewandelt werden.

Das 2D-CSEM-System besteht aus einem auf dem Meeresboden geschlepptem, elektrischen, 100 m langem Senderdipol und mehreren Empfängerdipolen in Abständen zwischen 150 m bis ~1000 m hinter dem Sender. Die MT-Daten werden von 6 MT-Stationen entlang des Golfes erfasst.

**O2: Charakterisierung von Frischwasser-austrittsstellen am Meeresboden (SGD) anhand CSEM- und geochemischer Daten. Bestimmung der Wasserherkunft und potentieller Verbindungen mit Onshore-aquiferen.****Scientific Programme**

*The scientific programme is designed to achieve the following objectives:*

***O1: Characterize the spatial extent of OFG in the Gulf of Corinth using geophysical tools and integrate these with in-situ data from IODP boreholes.***

*The objective will be addressed through high resolution, controlled source electromagnetic (CSEM) and deeply penetrating, low resolution passive magnetotelluric (MT) measurements, which will result in electrical resistivity sections along various transects within the Gulf of Corinth, which will also be calibrated against the IODP borehole 381. Electrical resistivity mapping is a key in OFG research, since it is the only physical rock parameter, which changes with pore water salinity in sediments. In conjunction with already existing seismic data constraining porosity variations of the sediments, resistivity sections can be transformed into pore water salinity estimates.*

*To collect 2D CSEM data, we will use a sea-floor-towed electric dipole-dipole system consisting of a 100-m long horizontal dipole transmitter antenna and multiple receiver dipoles towed at increasing offsets from 150 m to ~1000 m from the transmitter. MT data are acquired by 6 MT stations distributed along a central transect along the Gulf of Corinth.*

***O2: Characterize the seafloor groundwater discharge locations using CSEM data and geochemical data. Determine the origin of the water and deduce how / whether SGD is linked to the onshore aquifers.***

Anhand von Sub-Bottom-Profilern und hydroakustischen Wassersäulendaten werden die für SGD interessanten Bereiche definiert, die dann mit der Video-CTD weiter untersucht werden. Die CSEM-Daten werden zusätzlich genutzt um die Austrittsstellen und deren Ausdehnung in die Tiefe zu charakterisieren.

Die Video-CTD, ausgestattet mit Temperatur-, Leitfähigkeits- und Drucksensoren sowie zusätzlichen in-situ-Sensoren (z.B. pH, CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, Trübung), wird in 1-2 m Höhe über dem Meeresboden zu Beprobung der Bodenwassers geschleppt. Niskinwasserprobennehmer werden regelmäßig und wenn andere Sensordaten auf Süßwasser hinweisen, ausgelöst. Ein auf dem Video-CTD-Schleppsystem integrierter In-situ-Gammastrahlenspektrometer des Hellenic Centre for Marine Research (HCMR) kartiert Radonaustritte, die auf Grundwasseraustritte entlang des Transekts hinweisen.

Porenwasser, Sediment und Gasproben der Schwerelotkerne werden direkt an Bord alle 25 cm beprobt und analysiert, um diffusive bzw. advective Stoffflüsse in den Sedimenten (0-15 m Sedimenttiefe) zu charakterisieren.

### **O3: Charakterisierung der SGDs und der Porenwasser im Vergleich mit geophysikalischen Daten zur Bestimmung des Wasserursprungs und sekundärer Wasser- und Sedimentinteraktionen.**

Neu entdeckte und bekannte flache SGDs werden beprobt, um eine mögliche Verbindung zwischen flachen SGD mit Porenwasser im tiefen Teil des Beckens zu untersuchen. Die Schwerelotkerne liefern Porenwasserproben, deren Daten dann in Transportreaktionsmodellierungen die zeitliche Einordnung von Porenwasserströmungen ermöglicht. Messung von Haupt- und Nebenbestandteilen, Elementen und Isotopen in den Wasser-/Porenwasserproben ermöglicht es, den Ursprung des Wassers zu bestimmen und sekundäre diagenetische Prozesse einzugrenzen.

*Sub bottom profiler and water column imaging data will be used to define areas of interests in terms of water/gas seepage at the seafloor, which will be further investigated using Video CTD. CSEM-data are used to characterize the structure below the SGD locations.*

*The Video-CTD, equipped with temperature, conductivity-, pressure-sensors, and additional in situ sensors (i.e., pH, CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, turbidity) will be towed at 1-2 m above the seafloor to investigate the water column and the ambient bottom water. Niskin water samplers will be triggered frequently and when sensor data is indicating freshwater seepage. Also, on the Video-CTD towed system an in-situ gamma-ray spectrometer of the Hellenic Centre for Marine Research (HCMR) will be integrated for radon emanation mapping, indicating groundwater seeps, along the transect.*

*Porewater, sediment, and headspace gas of the retrieved sediment cores will be sampled directly onboard at resolution of 25 cm. Porewater composition will be analysed partly onboard and subsequently on land to determine diffusive / advective fluxes within the sediment (0-15 m).*

### **O3: Characterize seeping groundwater and porewater to correlate with geophysical data and to indicate different origins of water and secondary water/sediment interaction.**

*Newly detected and known shallow SGDs in the basin will be sampled as reference to link shallow SGD with pore waters in the deep part of the basin. Gravity coring provides pore water data which are used in transport-reaction modelling to investigate temporal pore water fluid flow. Measuring major and minor constituents, elements and isotopes of the water/porewater samples will allow us to determine the origin of water and constrain diagenetic processes.*



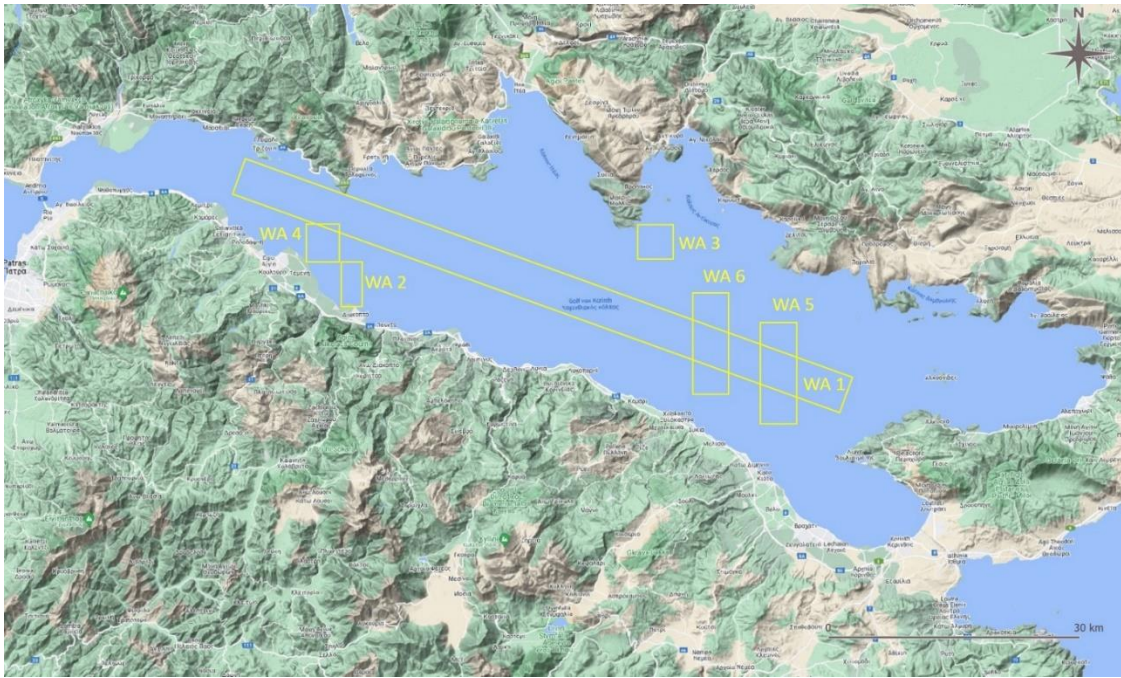


Abb. 3 Geplante Fahrtroute und Arbeitsgebiete der METEOR Expeditionen M196. Auf der Grundlage der während der Ausfahrt erfassten Daten können weitere Gebiete in der GoK ins Visier genommen werden.

Fig. 3 Planned cruise tracks and working areas of METEOR cruises M196. Based on data recorded during the cruise additional areas in the Gulf of Corinth (GoC) can be targeted.

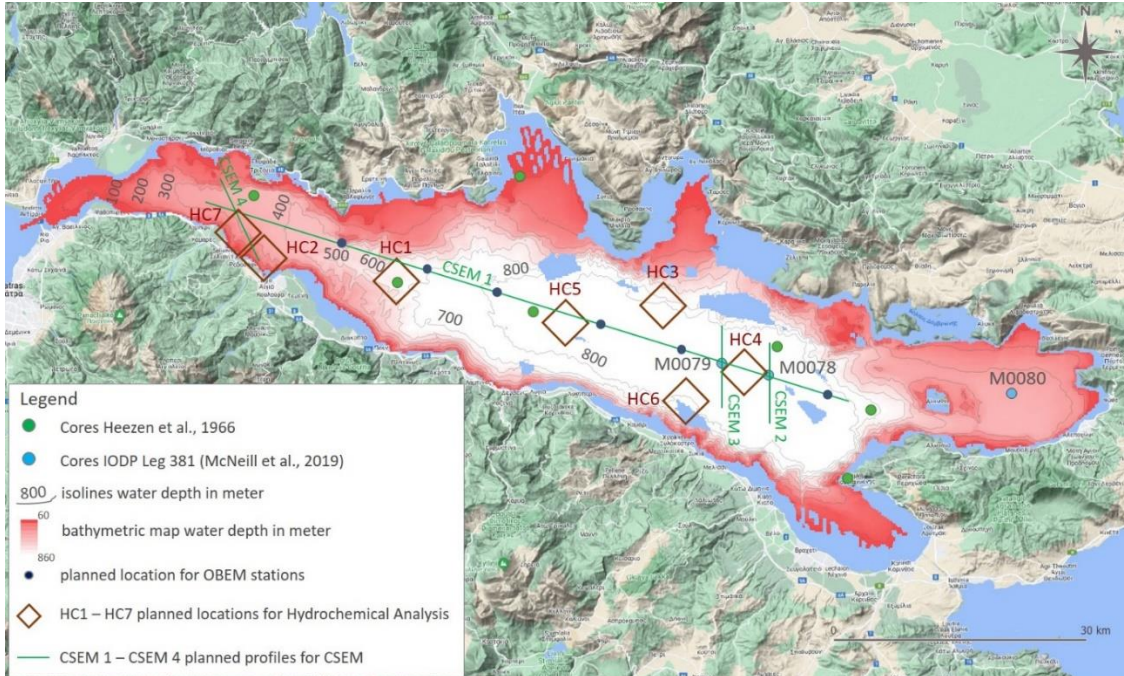


Abb. 4: Karte des Untersuchungsgebiets mit den geplanten Messungen. Die Zielgebiete der hydrochemischen Analyse (HC) sind braun, die geplanten CSEM-Linien grün und die Lokation der geplanten OBEM Stationen für die MT Messungen blau markiert.

Fig. 4: Map of survey area including survey plan. The targeted areas of the hydro-chemical (HC) analysis are highlighted in brown, the CSEM lines in green and location of OBEM stations for MT measurements in blue.

## Arbeitsprogramm

Der Arbeitsplan umfasst integrierte hydroakustische Messungen, Messungen mit dem Sedimentecholot, sowie elektromagnetische (CSEM) und hydro-geochemische (HC) Messungen in verschiedenen Arbeitsgebieten (siehe Abbildung 4).

Entlang eines zentralen Ost-West-Transekts, welches der gesamten tiefen Beckenstruktur des GoC folgt und das IODP-Leg 381 kreuzt, wird ein tiefer CSEM-L1-Abschnitt mit elektrischem Widerstand unter Verwendung von CSEM- und MT-Daten erfasst. Entlang des **CSEM-1** Profils sind drei Regionen für integrative geochemische Untersuchungen vorgesehen: **HC1**, wo die Chancen am größten sind, Porenwasser mit einem Salzgehalt kleiner als die Meerwasserkonzentration zu beproben; **HC5**, auf halbem Weg zum IODP-Bohrloch; **HC4**, zwischen den IODP-Bohrlöchern M0078 und M0079, wo Schwerelotkerne mit einer Auflösung von 15 cm beprobt werden, um zu prüfen, ob ein (chemischer) Gradient vorhanden ist, der auf advektiven Transport hinweist. An den IODP-Bohrlöchern M0079 und M0078 werden zusätzlich zwei Widerstandsquerschnitte (**CSEM-2** und **CSEM-3**) senkrecht zu **CSEM-1** aufgenommen, um eine bessere Integration mit den IODP-Bohrlochdaten zu ermöglichen und 3D-Variationen im OFG zu bewerten. 3D-Variationen in der geochemischen Signatur werden bei **HC6** am südlichen Ende von **CSEM-2** untersucht.

Das andere integrative geochemische und elektromagnetische Untersuchungsgebiet (**CSEM-L4** und **HC2**) befindet sich in der Elaiona-Bucht, wo bereits aktive Grundwasseraustritte beobachtet wurden. Station **HC7** befindet sich in einem Gebiet, in welchem frühere Studien submariner Quellen vermutet werden.

Station **HC8**: Anomalien in der Wassersäule oder in Sedimentmächtigkeit innerhalb der kontinuierlich laufenden Parasoundprofile bilden zusammen mit Vorinformationen, z.B. Sedimentzusammensetzung, Vorhandensein von Verwerfungen, die Grundlage für die Auswahl einer weiteren Station, welche mit Video-CTD und Schwerelot untersucht wird.

## Work Programme

*The work plan comprises integrated hydroacoustic, Parasound, electromagnetic (CSEM) and hydrochemistry (HC) measurements in different work areas (see Figure 4).*

*Along a central east-west transect following the entire deep basin of the GoC and crossing the IODP leg 381, a deep electrical resistivity **CSEM-1** section will be acquired using CSEM and MT data. Along the **CSEM-1** transect, three regions are targeted for integrative geochemical investigations: **HC1**, where we expect to have the highest chances of sampling freshened pore fluid of the deep system; **HC5**, located halfway towards the IODP borehole; and **HC4**, located between the IODP drill holes M0078 and M0079, where gravity cores will be sampled at a 15 cm resolution to test whether a (chemical) gradient indicating advective transport is present. At IODP boreholes M0079 and M0078, we additionally acquire two sections (**CSEM-2** and **CSEM-3**) perpendicular to **CSEM-L1** for better integration with IODP borehole data and to evaluate 3D variations in the OFG. 3D variations in geochemical signature will be investigated at **HC6** at the southern end of **CSEM-2**.*

*The other integrative geochemistry and electromagnetic area of investigation (**CSEM-4** and **HC2**) is located on the pockmark field in Elaiona Bay, where active seepage has been observed in several places. Station **HC7** is located in an area for which previous studies discussed the occurrence of submarine springs.*

*Station **HC 8**: Observed anomalies in the water column or in sediment thickness within the continuously running parasound profiles together with preliminary information, i.e. sediment composition, presence of faults, form the basis for the selection of an additional site to be measured with Video CTD and gravity cores.*

	Tage/days
Auslaufen von Piräus (Griechenland) am 05.12.2023 <i>Departure from Piraeus (Greece) 05.12.2023</i>	
Aktivität / <i>Activity</i>	Tage /days
Transit zum Arbeitsgebiet / <i>Transit to working area</i>	1.5
Auslegung der OBEM Stationen / <i>Deployment of OBEM stations</i>	1
Station HC 1: Schwerelot / <i>Gravity cores, Video-CTD</i>	1
CSEM-L1: erste östliche Sektion von 13 nm Länge / <i>first eastern 13 nm section</i>	1
Station HC2 (Elaiona Bay): Video-CTD	1
CSEM-L1: zweite zentrale Sektion von 13 nm Länge / <i>second central 13 nm section</i>	1
Station HC2 (Elaiona Bay): Schwerelot / <i>Gravity Cores</i>	0.5
CSEM-L1: letzte westliche Sektion von 13 nm Länge / <i>last western 13 nm section</i>	1
Station HC3 (Antikyra Fault): Video-CTD	1
CSEM-L2: 6 nm Profil über M0079 / <i>6nm profile crossing M0079</i>	1
Station HC 3 (Antikyra Fault): Schwerelot / <i>Gravity Cores</i>	0.5
CSEM-L3: 6nm Profil über M0079 / <i>6nm profile crossing M0079</i>	1
Station HC 4; HC5 (CSEM-L1); HC6 (CSEM-L2): Schwerelot / <i>Gravity Cores</i>	1
CSEM-L4: 9 nm Profil West-Ost / <i>9 nm west-east profile</i>	1
Station HC7 (SGD northern margin): Video-CTD	1
Station HC 7 (SGD northern margin): Schwerelot / <i>Gravity cores</i>	0.5
Station HC 8: Schwerelot, Video-CTD basierend of Parasound / <i>EK60 Daten / Gravity cores, Video-CTD based on parasound / EK60</i>	1
OBEM Einholung, Transit nach Patras / <i>OBEM recovery and transit to Patras</i>	1
Ausschiffung / <i>Deboarding</i>	0.5
Transit von Patras nach Haifa / <i>Transit from Patras to Haifa</i>	4.5
Einlaufen in Haifa (Israel) am 27.12.2023 <i>Arrival in Haifa (Israel) 27.12.2023</i>	
	Total 22

---

## *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 ship's 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  
Germany

The University of Malta  
37, Triq ta' Xmiexi,  
1803, Msida  
Malta

Institute of Oceanography  
Hellenic Centre for Marine Research (HCMR)  
47th km Athens-Sounio Ave  
19013 Anavyssos  
Greece

The Hawai'i Institute of Geophysics and Planetology  
University of Hawaii at Manoa  
1680 East-West Road, POST Building,  
Office 602  
Honolulu, HI 96822  
USA

---

## 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.*

Der Geschäftsstelle des Begutachtungspanels 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. M195 - M196*

**10. 11. 2023 - 27. 12. 2023**



*Climate Dynamics and Ecosystem Change during the  
Rise of Mediterranean Civilizations, CYRTACI*

*Offshore Groundwater in the Gulf of Corinth, GoCW*

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