

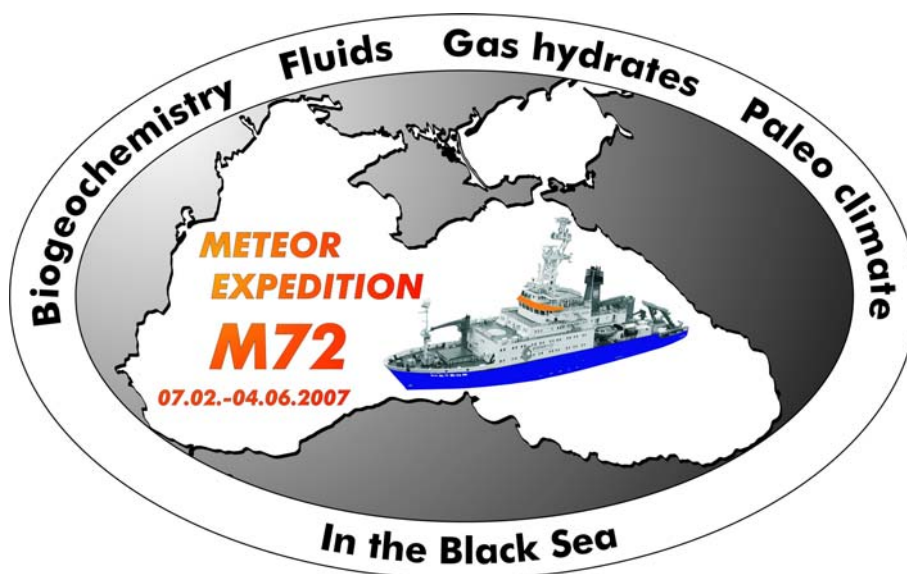


Forschungsschiff

METEOR

Reise Nr. 72

07. 02. 2007 – 04. 06. 2007



Biogeochemie, Fluide, Gashydrate und Paläoklima des Schwarzen Meers

Istanbul – Trabzon - Istanbul

Herausgeber:

Institut für Meereskunde Universität Hamburg
Leitstelle METEOR / MERIAN
www.ifm.uni-hamburg.de/leitstelle

Gefördert durch :

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

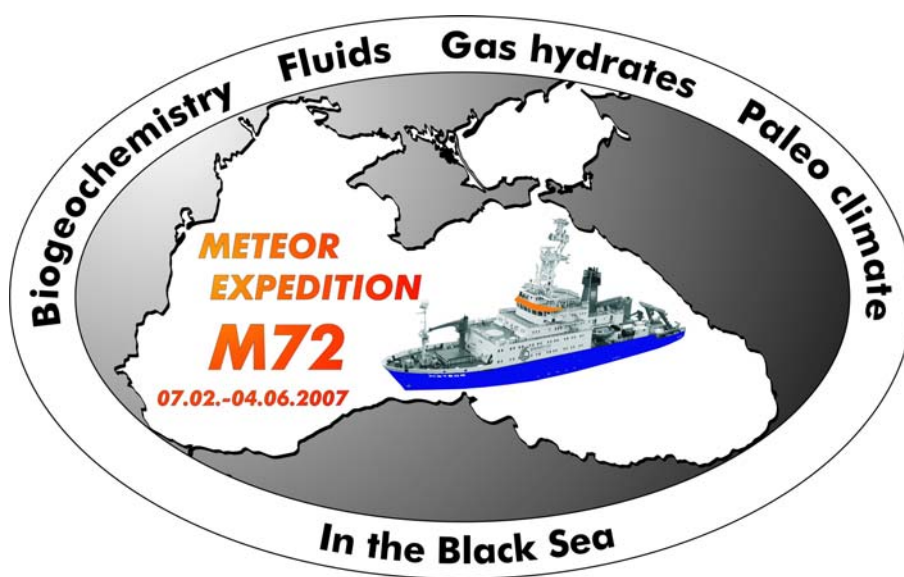
ISSN 0935-9974



Forschungsschiff / *Research Vessel*

METEOR

Reise Nr. 72 / *Cruise No. 72*
07. 02. 2007 – 04. 06. 2007



**Biogeochemie, Fluide, Gashydrate und Paläoklima
des Schwarzen Meers**

***Biogeochemistry, fluids, gas hydrates and paleo climate
of the Black Sea***

Istanbul – Trabzon - Istanbul

Herausgeber / *Editor:*

Institut für Meereskunde Universität Hamburg
Leitstelle METEOR / MERIAN
www.ifm.uni-hamburg.de/leitstelle

Gefördert durch / *Sponsored by:*

Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)
ISSN 0935-9974

Anschriften / Adresses

Dr. Richard Seifert Institut für Biogeochemie und Meereschemie Universität Hamburg Bundesstr. 55 20146 Hamburg / Germany	Telefon: +49 (0)40 42838 4987 Telefax: +49 (0)40 42838 6347 e-mail: seifert@geowiss.uni-hamburg.de
Prof. Dr. Antje Boetius Max-Planck-Institut für Marine Mikrobiologie Celsiusstr. 1 28359 Bremen / Germany	Telefon: +49 (0)421 2028 860 Telefax: +49 (0)421 2028 690 e-mail: aboetius@mpi-bremen.de
Prof. Dr. Gerhard Bohrmann DFG Forschungszentrum Ozeanränder Universität Bremen Klagenfurter Straße 28359 Bremen / Germany	Telefon: +49 (0)421 218 8639 Telefax: +49 (0)421 218 8664 e-mail: gbohrmann@uni-bremen.de
Dr. Jörg Bialas Leibnitz-Institut für Meereswissenschaften IfM Geomar an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel Wischofstr. 1-3 24148 Kiel / Germany	Telefon: +49 (0)431 600 2329 Telefax: +49 (0)431 600 2922 e-mail: jbialas@ifm-geomar.de
Dr. Christian Borowski Max-Planck-Institut für Marine Mikrobiologie Celsiusstr. 1 28359 Bremen / Germany	Telefon: +49 (0)421 2028 649 Telefax: +49 (0)421 2028 580 e-mail: cborowsk@mpi-bremen.de
Prof. Dr. Bo Barker Jørgensen Max-Planck-Institut für Marine Mikrobiologie Celsiusstr. 1 28359 Bremen / Germany	Telefon: +49 (0)421 2028 602 Telefax: +49 (0)421 2028 690 e-mail: bjoergen@mpi-bremen.de
Leitstelle Meteor/Merian Institut für Meereskunde Universität Hamburg Bundesstraße 53 D-20146 Hamburg	Telefon: +49-40-428-38-3974 Telefax: +49-40-428-38-4644 e-mail: leitstelle@ifm.uni-hamburg.de www.ifm.uni-hamburg.de/leitstelle
Reederei F. Laeisz (Bremerhaven) G.m.b.H. Brückenstrasse 25 D-27668 Bremerhaven / Germany	Telefon: +49-471-94 54 90 Telefax: +49-471-94 54 913 e-mail: research@laeisz.de http: www.laeisz.de

Senatskommission für Ozeanographie
der Deutschen Forschungsgemeinschaft
Vorsitzender / *Chairman*: Prof. Dr. Karin Lochte
Leibniz-Institut für Meereswissenschaften
Düsternbrooker Weg 20
D-24105 Bremen / Germany

Telefon: +49-431-600-4250
Telefax: +49-431-600-4252
e-mail: klochte@ifm-geomar.de

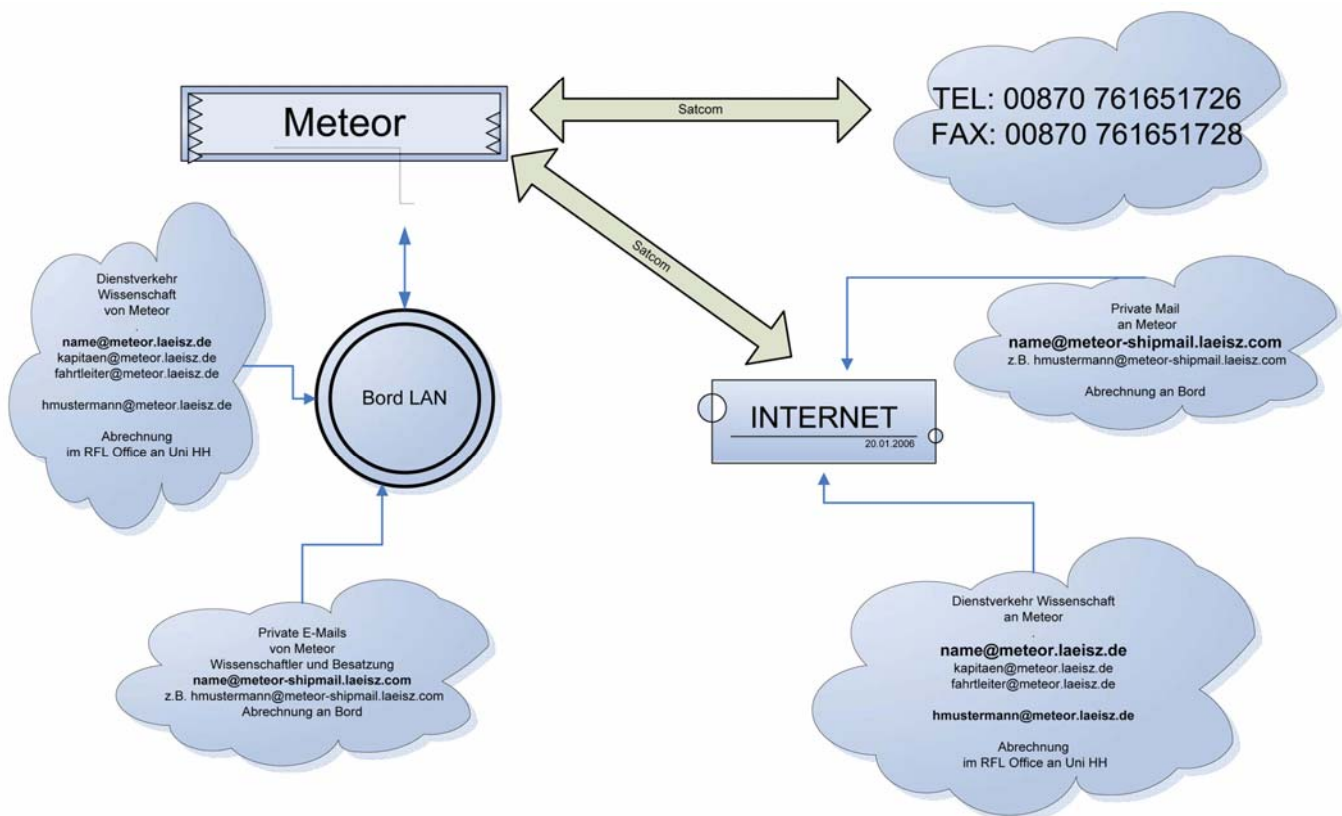
Forschungsschiff / *Research Vessel* METEOR

Rufzeichen:	DBBH
Telefon/Fax-Satellitenkennung:	alle Satelliten 00870
Telefon-Nr.:	76 165 1726
Telefax-Nr.:	76 165 1728
Telex-Satellitenkennung	Atlantik Ost 0581
	Atlantik West 0584
	Pazifik 0582
	Indik 0583
TelexNr.:	421120698
E-Mail: (Schiffsleitung)	kapitaen@meteor.laeisz.de
(Fahrtleiter/Chief scientist)	fahrtleiter@meteor.laeisz.de
(dienstliche/official)	name@meteor.laeisz.de
(private/personal)	name@meteor-shipmail.laeisz.com

Each cruise participant will receive e-mail addresses composed of the first letter of his first name and the last name. Hein Mück, e.g., will receive the address:

hmueck@meteor.laeisz.de for official correspondence (paid by the Meteor Leitstelle)

hmueck@meteor-shipmail.laeisz.com for personal correspondence (to be paid on bord)



Organisationschema der E-Mail-Verbindung Land - Schiff.

Fahrtabschnitte METEOR Reise Nr. 72
Legs of METEOR Cruise No. 72

07. 02. 2007 – 04. 06. 2007

**Biogeochemie, Fluide, Gashydrate und Paläoklima
des Schwarzen Meers**

***Biogeochemistry, fluids, gas hydrates and paleo-climate
of the Black Sea***

Fahrtabschnitt / Leg 72/1	07.02.2007 – 20.02.2007 Istanbul (Türkei) – Istanbul Fahrtleiter / <i>Chief Scientist</i> : Dr. R. Seifert
Fahrtabschnitt / Leg 72/2	23.02.2007 – 13.03.2007 Istanbul (Türkei) – Istanbul Fahrtleiter / <i>Chief Scientist</i> : Prof. Dr. A. Boetius
Fahrtabschnitt / Leg 72/3a	16.03.2007 – 03.04.2007 Istanbul (Türkei) – Trabzon (Türkei) Fahrtleiter / <i>Chief Scientist</i> : Prof. Dr. G. Bohrmann
Fahrtabschnitt / Leg 72/3b	04.04.2007 – 23.04.2007 Trabzon (Türkei) – Istanbul (Türkei) Fahrtleiter / <i>Chief Scientist</i> : Prof. Dr. G. Bohrmann
Fahrtabschnitt / Leg 72/4	26.04.2007 – 11.05.2007 Istanbul (Türkei) – Istanbul Fahrtleiter / <i>Chief Scientist</i> : Dr. J. Bialas
Fahrtabschnitt / Leg 72/5	14.05.2007 – 04.06.2007 Istanbul (Türkei) – Istanbul Fahrtleiter / <i>Chief Scientist</i> : Dr. C. Borowski
Koordination / Coordination	Prof. Dr. B. B. Jørgensen
Kapitäne / Masters METEOR	Walter Baschek (M 72/1, M 72/2) Niels Jakobi (M 72/3, M 72/4, M 72/5)

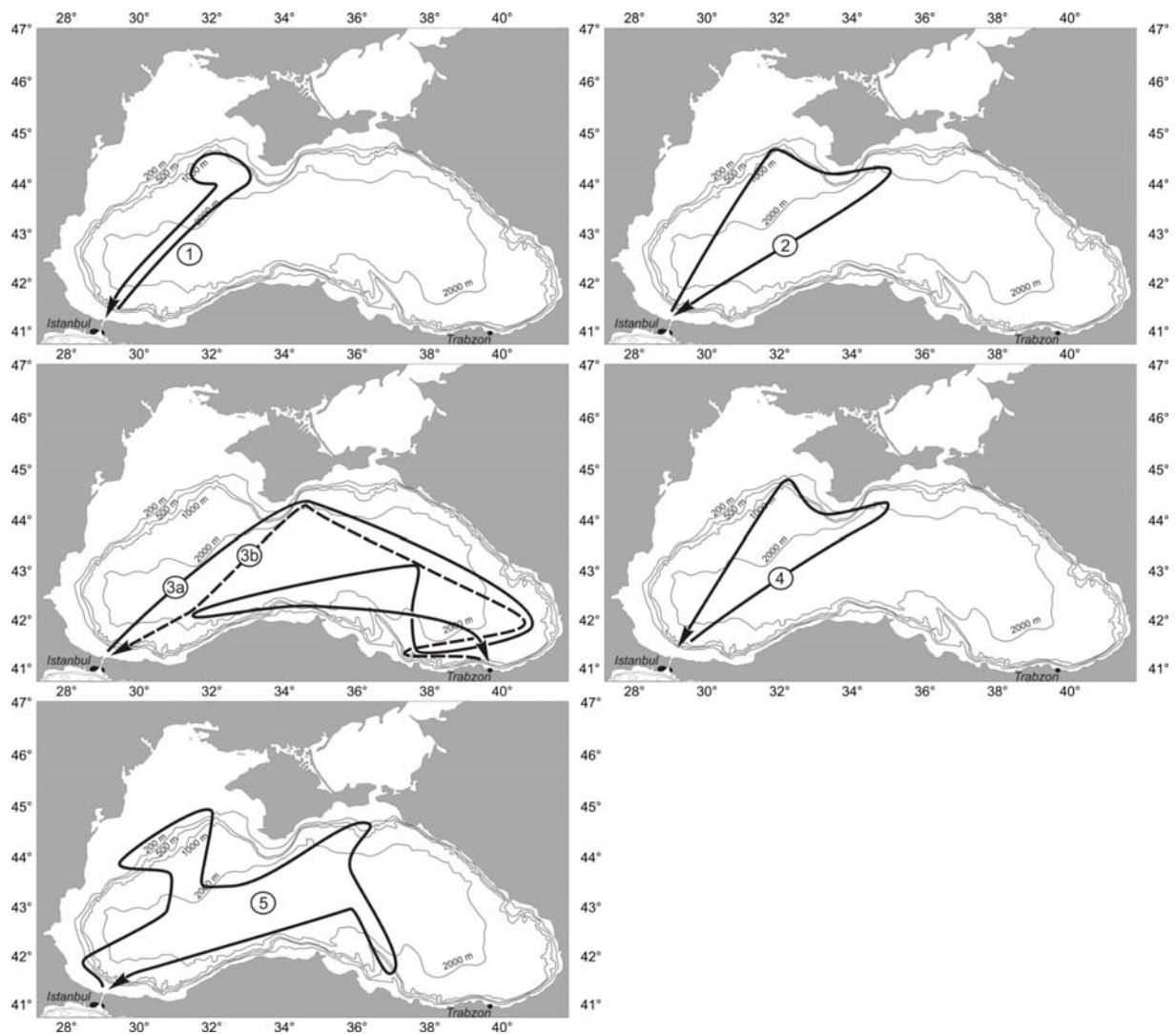


Abb. 1 Geplante Fahrtrouten der METEOR-Expedition M 72, Fahrabschnitte 1 - 5. Alle Fahrabschnitte beginnen und enden in Istanbul (Türkei). Fahrabschnitt M 72/3 hat einen zusätzlichen Hafenaufenthalt in Trabzon (Türkei).

Fig. 1 *Planned cruise tracks of METEOR cruise M 72, leg 1 - 5. All cruise legs start and end in Istanbul (Turkey). Leg M 72/3 has an additional port call in Trabzon (Turkey).*

Wissenschaftliches Programm der METEOR Reise Nr. 72

Scientific Programme of METEOR Cruise No. 72

Übersicht

Das Schwarze Meer ist das größte anoxische Meeresbecken der Erde. Hohe biologische Produktion in der Deckschicht und ein tiefer anoxischer Wasserkörper unterhalb der Chemokline in 100-150 m Wassertiefe führen zu einzigartigen Bedingungen für mikrobielles Leben, geochemische Kreisläufe und Sedimentationsprozesse. Gas- und Fluidemissionen aus verschiedenen geologischen Formationen wie z.B. Methanaustritt entlang der Schelfkante oder Ausstoß von kohlenwasserstoffhaltigen Fluiden aus Schlammvulkanen in Tiefseeregionen liefern ein einzigartiges Umfeld für die Erforschung von geologischen Tiefenprozessen, geochemischen Kreisläufen, mikrobiellen Habitaten und den kontrollierenden Bedingungen für mikrobielle Schlüsselprozesse der Elementkreisläufe in einer permanent anoxischen Welt.

Fahrtabschnitt M72/1 untersucht unter der Leitung von Dr. R. Seifert geochemische Kreisläufe und mikrobielles Leben an aktiven Gasquellen innerhalb der Stabilitätszone von Gashydrat ab ca. 700 m Wassertiefe im Paläo-Dnepr-Gebiet. Der anschließende Fahrtabschnitt M 72/2 findet im Rahmen des EU-Projekts HERMES und des deutschen Geotechnologien-Projekts MUMM II unter der Leitung von Prof. Dr. A. Boetius statt und untersucht die Kontrollen und Mechanismen der mikrobiellen Transporte und Umsätze chemischer Elemente an Methanquellen auf der Schelfkante und an Fluidaustritten von Schlammvulkanen. Als Aktivität eines weiteren Geotechnologienprojekts METRO widmet sich Fahrtabschnitt M 72/3 unter der Leitung von Prof. Dr. G. Bohrmann der Erforschung von Herkunft, Verteilung und Dynamik von Methan und Gashydraten in Sedimenten sowie der Untersuchung von Methanflüssen von den Sedimenten in die Wassersäule. Anschließend wird Fahrtabschnitt M 72/4

Synopsis

The Black Sea is the largest anoxic basin on earth. High biological productivity in the oxygenated surface waters and a deep anoxic water body below the chemocline at 100–150 m water depth provide unique conditions for anaerobic microbial life, geochemical cycling and sedimentation processes which make the present day Black Sea a modern type locality for TOC-rich sedimentation and element cycling processes in the geological past. Hydrocarbon emissions from various geological settings such as methane gas seepage along large stretches of the shelf break and fluid discharges from mud volcanoes in deep-sea regions provide unique environmental conditions for studying geological subsurface processes, geochemical cycling, microbial habitats and controls on microbial key processes for element cycling in a permanent anoxic world.

Geochemical cycling and microbial life at active gas seeps located in the stability zone of gas hydrates below 700 m water depth in the paleo Dnepr area will be investigated by leg M 72/1 with Dr. R. Seifert as a chief scientist. In the frame of the EU project HERMES and the German "Geotechnologies" project MUMM II, leg M 72/2 with Prof. Dr. A. Boetius as a chief scientist will focus on the controls and mechanisms of chemical element transport and breakdown by seep microbiota at shelf break gas seeps and fluid discharges of mudvolcanoes in the Sorokin Trough. As an activity of another "Geotechnologies" project METRO, leg M 72/3 with Prof. Dr. G. Bohrmann as a chief scientist will study in various geological settings, mainly of the eastern Black Sea, the origins, distributions and dynamics of methane and gas hydrates in sediments and also methane fluxes from the sediment to the water column. This will be followed by seismic investigations of fluid

seismische Untersuchungen der Migrationswege von Fluiden in den tiefen Untergründen des Dnepr-seep-Systems und der Schlammvulkane im Sorokin Trog unter der Leitung von Dr. J. Bialas vornehmen. Den Abschluss bildet Fahrabschnitt M 72/5 unter der Leitung von Dr. C. Borowski mit Untersuchungen der geochemischen und mikrobiellen Prozesse in der geschichteten Wassersäule und in Sedimenten um die Chemokline wie in den tiefen anoxischen Becken. Die Reise M 72 wird am 07. Februar 2007 in Istanbul (Türkei) beginnen und am 04. Juni 2007 ebenfalls in Istanbul enden.

Fahrabschnitt M 72/1

Untersuchungsgegenstand des Vorhabens sind Austritte methanreichen Gases im Stabilitätsfeld von Methan-Gashydraten, das im Schwarzen Meer bei etwa 720 m Wassertiefe einsetzt. Voruntersuchungen zeigen, dass an diesen Austritten auf der anaeroben Methanoxidation basierende Mikrobengemeinschaften in das sauerstofffreie Tiefenwasser hineinwachsen, ähnlich zu den in geringeren Wassertiefen beobachteten Strukturen. Die spezielle Lebensgemeinschaft und die geochemischen, biogeochemischen und biologischen Prozesse an diesen Gasaustritten sollen eingehend erkundet werden. Die Arbeiten basieren auf gezielten Probennahmen und in-situ-Messungen, die mit Hilfe des remote operated vehicles (ROV) Quest der Universität Bremen vorgenommen werden.

Die geplanten Arbeiten umfassen detaillierte Aufnahmen

- des biogeochemischen und geochemischen Environments (*Projekt 1: in-situ Mikroprofile (H₂S, pH und redox) in Mikrobennatten und umliegendem Sediment; Verteilung reaktiver Gase Methan, C₂-C₄ Kohlenwasserstoffe, H₂; geochemische Profile in Sedimentkernen; Umsatzraten für Methan und Sulfat in den Matten und im Sediment)*)
- der Organismengemeinschaft in Mikrobennatten und im Sediment (Archaeen, Bakterien, Viren, Protozoen) (*Projekt 2:*

migration pathways in the subsurface of Sorokin Trough mud volcanoes and the paleo-Dnepr seepage system during M 72/4 with Dr. J. Bialas as a chief scientist. The final leg M 72/5 with Dr. C. Borowski as a chief scientist will lead to various areas in the western and eastern Black Sea and will focus on geochemical and microbiological processes in the stratified water column and in sediments around the chemocline and in the anoxic basins. Cruise M 72 will start on 07th February in Istanbul (Turkey) and end on 04th June again in Istanbul.

Leg M 72/1

Main topic of Leg M72/1 are methane gas seeps within the gas hydrate stability zone below a water depth of about 720 m. Recent investigations have discovered such seeps being accompanied by anaerobically methane oxidizing microbial communities growing into the anoxic waters, comparable to the structures observed at shallower seeps. The microbial communities thriving at the deep methane seepages will be studied focussing on the specific biogeochemical and biological processes in comparison with microbial communities living in shallower water depths off the gas hydrate stability zone. This work will rely on specific sampling and in-situ measurements, which will be accomplished by using the German remote operated vehicle (ROV) Quest of the University of Bremen.

The planned investigations will focus on a detailed characterization of

- *the biogeochemical and geochemical environments (Project 1: in-situ microprofiles (H₂S, pH and redox) within microbial mats and sediments; concentration and distribution of reactive gases methane, C₂-C₄ hydrocarbons, H₂; geochemical profiles of sediment cores; transformation rates of methane and sulphate in microbial mats and sediments)*
- *the organisms present in microbial mats, sediments and waters (archaea, bacteria, viruses, protozoa) (Project 2:*

Charakterisierung der Populationen anhand von Biomarkern und deren Isotopensignaturen; mikroskopische und molekular-mikrobiologische Untersuchungen; *in vitro* tracer Experimente ($^{13}\text{CH}_4$) zur Biosynthese)

- des Alters und der Lebensdauer der mikrobiellen Gemeinschaften anhand der authigenen Karbonate (Projekt 3).
- biogeochemischer Prozesse in den Matten und im Sediment (Projekt 4: geochemische Gradienten (H_2S , pH, redox, Sulfat, NH_4^+ , CH_4 , H_2S , H_2); Umsatzraten (SO_4^{2-} , DIC, Ca^{2+} , NH_4^+ , CH_4 , H_2S); Signaturen stabiler Kohlenstoffisotope (Methan, Karbonate, Biomasse, einzelne organische Komponenten).

Fahrtabschnitt M 72/2

Dieser Fahrtabschnitt untersucht die Flüsse und Umsetzung von Methan und Schwefelkomponenten an Kohlenwasserstoff-Quellen des Schwarzen Meeres mit verschiedenen in-situ-Methoden. Im Rahmen des BMBF/DFG Verbundprojektes "Methan im Geo-Bio-System: Umsatz, Mikroorganismen, Metabolismus – MUMM II" sowie des EU Projektes "Hot spot ecosystem research on margins of European Seas – HERMES" hat diese Expedition zum Ziel verschiedene mikrobielle Ökosysteme des Schwarzen Meeres zu untersuchen. Im Vordergrund steht dabei die Erfassung der mikrobiellen Diversität in permanent anoxischen Milieus verschiedener Wassertiefen, sowie Bestimmungen der *in-situ*-Umsätze verschiedener Elemente der C-, S- und Fe-Kreislaufäufe. Es soll untersucht werden, wie chemische, physikalische und geologische Parameter die mikrobielle Umwelt beeinflussen und den Umsatz des klimarelevanten Gases Methan kontrollieren. Die Fluide transportieren Methan und andere Kohlenwasserstoffe zur Meeresbodenoberfläche, die die Lebensgrundlage für reichhaltiges mikrobielles Leben und diverse chemosynthetische Organismen bilden. Es werden besonders die Parameter hydrostatischer Druck, Fluid- und Gasfluss sowie Verfügbarkeit von Elektronenakzeptoren berücksichtigt. Darüber

studies of biomarkers and their isotopic signatures; microscopy and molecular microbiology; in vitro tracer experiments ($^{13}\text{CH}_4$) on metabolic and katabolic activities),

- *age and growth rate of microbial structures by dating of authigenic carbonates (Project 3).*
- *biogeochemical processes occurring within the microbial mats and sediments (Project 4: geochemical gradients (H_2S , pH, redox, sulfate, NH_4^+ , CH_4 , H_2S , H_2); transformation rates (SO_4^{2-} , DIC, Ca^{2+} , NH_4^+ , CH_4 , H_2S); signatures of stable carbon isotopes (methane, autogenic carbonates, biomass, individual organic compounds).*

Leg M 72/2

This cruise leg focuses on in-situ measurements of fluxes and turnover of methane and sulfur at seep systems of the Black Sea, as well as on investigation of the microbial diversity in a permanently anoxic setting, especially that associated with fluid flow and gas seepage. Microbial habitats play a central role and the project of this cruise leg carries the name "MICROHAB". Currently, the global inventory of fluid seeps at passive continental margins is growing rapidly, but geological, chemical and biological processes operating at those fluid seeps remain poorly understood. In the Northern Black Sea, a large variety of active methane seeps have been identified at depths from 100-2000 m, including actively gas emitting mud volcanoes, and unique microbial reefs. The main objectives of "MICROHAB" are to map specific microbial habitats at high resolution, to quantify the composition, distribution and development of microbial communities in the permanently anoxic Black Sea, to and to obtain insight in element cycling and export at different types of fluid seeps in the Black Sea. The expedition "MICROHAB" also contributes to the GEOTECHNOLOGIEN program MUMM II by studying the microbiology and biogeochemistry of methane and sulfur turnover by in situ

hinaus werden für verschiedene Teilprojekte von MUMM II hochwertige Proben methanotropher Matten für Lipidanalysen, Umweltproteomik und -genomik gewonnen. Zielgebiete sind Bereiche des tieferen Schelfs um die Halbinsel Krim, sowie Schlammvulkane des Sorokin-Grabens (Dvurechenskii, Odessa). M72/2 zielt daher auf ein besseres Verständnis der Verteilung und Funktion von Methanquellen und baut auf der Grundlage geophysikalischer, geochemischer und biologischer Daten auf, die bereits während vorangegangener Expeditionen gesammelt wurden. Wichtige Ziele sind dabei die Mechanismen und Steuerungsvorgänge für den physikalischen Transport chemischer Komponenten und deren mikrobiellen Aufschluss zu verstehen und weiterhin Einsicht in die Kreisläufe und den Export chemischer Elemente vom Meeresboden in die Wassersäule zu erlangen. Diese Ziele werden mit Hilfe detaillierter Untersuchung ausgewählter Habitate erreicht. Die Untersuchungen beinhalten Nahfeld-Kartierungen durch das französische autonome Unterwasserfahrzeug (AUV, autonomous underwater vehicle) ASTER^x (IFREMER) sowie detaillierte geochemische in-situ-Messungen und spezifische Beprobungen von Fluiden, Schlämmen, Carbonaten und Biota entlang geochemischer Gradienten mit Hilfe des deutschen ROVs QUEST.

Fahrtabschnitt M 72/3a + b

Die Arbeiten während der Fahrtabschnitte M72/3a und 3b (MARGASCH II) sind Teil des BMBF-Verbundprojekts METRO, das im Rahmen des Sonderprogramms „Geotechnologien“ im Themenbereich „Methan im Geo-/Biosystem“ finanziert wird, und ein Projekt der Deutsch-Russischen Fachvereinbarung zur ‚Zusammenarbeit auf dem Gebiet der Meeres- und Polarforschung‘ darstellt. Die Arbeiten bauen auf den 2004 und 2005 durchgeführten Expeditionen FS Poseidon P 317/4 und FS Professor Logatchev TTR-15 auf und bilden die abschließende Phase der Datenerhebung von METRO im Gelände.

technologies, as well as to Work Package 4 “Anoxic microbial habitats” of the EU FP6 Integrated Project HERMES which deals with the biodiversity of hot spot ecosystems at Europe’s continental margins. The objectives are to understand the controls and mechanisms of chemical element transport and breakdown by seep biota, and to obtain insight in the element cycling and export from the seabed into the water column at different types of fluid and gas seeps. These goals will be achieved by detailed near-field mapping of selected habitats using the French autonomous underwater vehicle (AUV) ASTER^x (IFREMER) followed by detailed geochemical in-situ measurements and specific sampling of mud, fluids, carbonates and biota along geochemical gradients. Sampling and in-situ measurements will be performed with the German ROV QUEST.

Leg M 72/3a + b

The research to be accomplished during M72/3a and 3b (MARGASCH II) is part of the BMBF joint project METRO funded in the framework of the special programme ‘Geotechnologies’ within the subject area ‘Methane in the geo-/biosystem’. METRO is also embedded in the German-Russian agreement on ‘Co-operations on the realm of marine and polar research’. The activities of MARGASCH II are based on former expeditions with RV Poseidon P317/4 and RV Professor Logatchev TTR-15 in 2004 and 2005, respectively, and represent the terminal phase of data acquisition.

Während der Fahrt sollen die Verteilung und die Dynamik von Methan und Gashydrat-Vorkommen an aktiven Fluidaustrittsstellen sowie in Gebieten ohne Fluidaustritte untersucht werden. Oberflächennahe Gashydrate sind für Klimafragen, Sedimentstabilitäten und geobiologische Prozesse besonders relevant und werden interdisziplinär mit verschiedenen hochauflösenden geophysikalischen, geochemischen und geologischen Methoden erforscht.

Das anoxische Schwarze Meer eignet sich hervorragend für die Untersuchungen, da es, gespeist durch mehrere hundert Methan-Seeps, die weltweit höchsten Methankonzentrationen aufweist. mit verschiedenen seismischen Verfahren und einer großen Bandbreite von Signalfrequenzen und Messmethoden sollen Gashydrat-Vorkommen im östlichen Schwarzen Meer abgebildet werden, um die Dimensionen und Geometrien dieser Vorkommen und ihre Förderkanäle aus dem Untergrund zu erfassen. Die Arbeiten sollen zusammen mit den Kartierungen am Meeresboden durch das ROV QUEST, durch Arbeiten in der Wassersäule und Beprobungen von Gashydraten und Sedimenten, die engräumige Verteilung und Quantifizierung der verschiedenen Methanphasen im Sediment aufzeigen. Eine große Bedeutung für die Methan-Quantifizierung haben die neuen Autoklav-Geräte, die es erstmals ermöglichen, die wahren Methankonzentrationen im Sediment zu messen und zwischen Gas- und Hydratphasen zu unterscheiden.

Ziele der Fahrtabschnitte M72/3a und 3b sind verschiedenartige und weit gestreute geologische Strukturen mit aktiven Gas- und Öl-Seeps (*Batumi Seep*-Gebiet, Georgien; *Kozlu High*-Gebiet, Türkei), oberflächennahen Gashydrat-Vorkommen (*Samsun*, Türkei) und Schlammvulkanen (*Sorokin Trog*, Ukraine). Auffällige Backscatter-Muster früherer Sidescan Sonar-Aufzeichnungen im zentralen östlichen Schwarzen Meer, das als ‚boiling mud area‘ beschrieben wurde (zentrale Tiefsee), sollen auf die Gashydrat-Führung untersucht werden.

During the expedition the distributions and dynamics of methane and gas hydrates at active fluid emissions sites as well as in areas without seepage will be examined. Near-bottom gas hydrates are in particular of relevance for climatic topics, stabilities of sediments and geobiological processes and will be explored by various high-resolution geophysical, geochemical and geological methods.

The Black Sea is most suitable for the investigations planned, since it is the epicontinental sea containing highest methane concentrations which are sourced by hundreds of methane seeps. Deposits of gas hydrates will be visualized by different seismic methods using a wide spectrum of signal frequencies and methods available in order to detect dimensions and geometries of such occurrences, as well as migration pathways from underlying strata. In combination with seafloor mapping using the ROV QUEST, geochemical studies in the water column, and samplings of gas hydrates and sediments, these activities will highlight the distribution and quantification of different methane phases in the sediment. Of great relevance for the quantifications of methane are novel autoclave tools, which for the first time offer the possibility to determine authentic methane concentrations in the sediment and to differentiate between gas and hydrate phases.

*During legs M72/3a and 3b diverse geological structures will be investigated. Active gas and oil seeps (*Batumi Seep* area, Georgia; *Kozlu High* area, Turkey), near-surface occurrences of gas hydrates (east of *Samsun*, Turkey) and mud volcanoes (*Sorokin Trough*, Ukraine) are the target areas. Striking backscatter-patterns observed during previous sidescan sonar records at a eastern Black Sea site, which have been described as ‚boiling mud area‘ (central deep sea), will also be checked for the presence of gas hydrates.*

Fahrtabschnitt M 72/4

Das Projekt SEEPMOD untersucht die interne Struktur von Gasaustritten, um eine Beschreibung möglicher Fluidförderwege zu geben. Hierzu werden punktuelle Förderquellen, wie Schlammvulkane, und diffuse Austrittsfelder untersucht. Diese Strukturen werden mit Sidescan Sonar detailliert lithologisch kartiert. Durch hoch auflösende Vermessungen mit einem tief geschleppten Streamer wird es möglich sein Förderbereiche aufzulösen, die bisher lediglich als transparente Zonen abgebildet wurden. OBH/S Aufnahmen sollen die Verbindung zu möglichen tieferen Quellen erfassen (z.B. Diapirstrukturen). Dies soll dazu dienen den Beitrag von Austrittslokalationen zum Fluid- und Gasbudget besser abschätzen zu können. Das Erkennen der bisher nicht sicher zu beschreibenden Aufstiegswege für Fluide soll zu einem besseren Verständnis der Bildungs- und Auflösungsprozesse von Hydratlagerstätten führen. Physikalische Sedimenteigenschaften lassen sich aus den P- und S-Aufzeichnungen ableiten, die über Pre-Stack-Migration und AVO/AVA-Analysen zu Abschätzungen von Gas- und Hydratgehalten führen. Abgleiche mit den hoch aufgelösten Vermessungen von Sidescan Sonar und dem tief geschleppten Streamer werden die Übertragung der Ergebnisse in die Fläche erlauben.

Fahrtabschnitt M 72/5

Die Expedition M 72/5 will im nordwestlichen, nördlichen und südlichen Schwarzen Meer die Geochemie und Mikrobiologie der stratifizierten Wassersäule und des Meeresbodens in Tiefenbereichen um die Redoxkline und in tiefen anoxischen Gebieten untersuchen. Die permanent stratifizierte Wassersäule beherbergt physiologisch vielfältige von Mikroorganismen, die in der Chemokline wichtige und zum Teil neu entdeckte Redoxprozesse katalysieren. Ein wichtiges Ziel ist daher die quantitative Rolle und die Regulierung der Umsatzprozesse an der Chemokline zu verstehen (phototrophe Sulfidoxidation, anaerobe Ammoniumoxidation („Anammox),

Leg M 72/4

Project SEEPMOD will investigate the internal structure of gas seeps in order to describe possible migration pathways. For this purpose focused sites like mud volcanoes and diffusive vent fields will be studied. Application of SideScan sonar allows to map the lithology of the targets in detail while a deep towed streamer provides high resolution images of possible feeder channels, which up to now have been only pictured as transparent zones. Connections to possible deep rooting sources (e.g. diapir roots) will be investigated by OBH/S recordings. This should allow to better estimate the contribution of the discharge locations to the fluid and gas budget. Images of the not yet in detail mapped conduits of fluids should improve the understanding of hydrate formation and dissolution processes. P- and S-wave records will allow to deduce physical properties of the sediments by Pre-Stack depth migration and AVO/AVA analysis, which led to estimates of the hydrate and gas content. Comparison of high resolution SideScan mapping with the improved resolution of seismic images from the deep towed streamer will allow to extrapolate the findings into lateral extend.

Leg M 72/5

Meteor expedition M 72/5 aims at investigating the geochemistry and microbiology in the water column and sediments around the redoxcline as well as in the deep anoxic regions of the north-western, northern and southern Black Sea. The permanently stratified water column harbours a diversity of physiological groups of microorganisms catalysing important redox processes in the chemocline, some of which have been only recently discovered. One important goal of M 72/5 is therefore to understand the quantitative roles and the regulations of the turnover processes around the chemocline (phototrophic sulphide oxidation, anaerobic ammonia oxidation (“Anammox), manganese

Manganreduktion und anaerobe Sulfidoxidation). Weitere Schwerpunkte der Fahrt liegen auf der Untersuchung von geochemischen Stoffkreisläufen (insbesondere C, Fe, S) und den daran beteiligten Mikroorganismen in den TOC-reichen anoxischen Sedimenten. Zusätzlich soll die paläozeanographische und paläoklimatische Entwicklung der Schwarzmeer-Region anhand der spezifischen Ablagerungsbedingungen der letzten 7500 Jahre bis auf interannuelle Zeitskalen analysiert werden.

Für die Bearbeitung dieser Fragestellungen wurden vier Arbeitsgebiete ausgewählt: Gebiet I liegt auf dem südwestlichen Schelf und Kontinentalhang vor dem Bosporus und ist durch den Einstrom von oxischem Mittelmeerwasser in den sulfidischen Wasserkörper gekennzeichnet. Arbeitsgebiete II-IV umfassen die Fächer vor den Flüssen Donau (Rumänien), Dnjestr, Dnjepr (Ukraine), Don (Russland), Kızılırmak und Yesıllırmak (Türkei) bis in Wassertiefen von 2200 m. Die geplanten Arbeiten basieren größtenteils auf Probennahmen mit verschiedenen Durchfluspumpen, CTD/Wasserschöpfern und Sedimentkerngeräten.

reduction, and anaerobic sulfide oxidation). Further main focus will lie on investigations of the geochemical cycling in particular of C, Fe, and S and the involved microorganisms in the TOC-rich Black Sea sediments. Other analyses will target the paleoceanographic evolution and the development of the paleo-climate in the Black Sea region on the basis of the specific deposition conditions during the recent 7500 years.

Four working areas were selected for tackling these questions: Area I lies on the south-western shelf and continental slope off the Bosporus and is characterized by the influx of oxic sea water from the Mediterranean into the sulfidic water body. Working areas II-IV include the fans of rivers Danube (Romania), Dnestr, Dnepr (Ukraine), Don, (Russia), Kızılırmak and Yesıllırmak (Turkey) down to water depths of 2200 m. The planned work will be based largely on sampling with various flow-through pumps, CTD/rosette water samplers and sediment corers.

Fahrtabschnitt / Leg M 72/1 Istanbul – Istanbul

Wissenschaftliches Programm

Untersuchungen zu verschiedenen wissenschaftlichen Aspekten von AOM-Standorten an Gasaustritten, Gashydraten, in Sedimenten und der Wassersäule haben in den vergangenen Jahren deutlich zugenommen. Diese Arbeiten waren auf die Küste Nordamerikas (California Bay, Gulf of Mexico, Hydrate Ridge etc.), den Kongo-Fächer, sowie Håkon Mosby und Schlammvulkane im Mittelmeer und Schwarzen Meer konzentriert. Dabei standen Studien der Struktur der spezifischen mikrobiellen anaerob methanoxidierenden Lebensgemeinschaften unter Anwendung molekularbiologischer und lipid-geochemischer Methoden sowie *in situ*- und *in vitro*- Untersuchungen ihrer metabolischen Aktivität im Vordergrund. So wurde erkannt, dass die anaerobe Methanoxidation durch mehr oder weniger strukturierte Gemeinschaften von methanoxidierenden Archaeen und sulfatreduzierenden Bakterien erfolgt. Diese Befunde und Ergebnisse von Analysen der Enzyme und Gene legen nahe, dass biochemisch die anaerobe Methanoxidation prinzipiell eine Umkehr der Methanogenese ist. Allerdings sind viele Aspekte, insbesondere die Wechselbeziehungen zwischen den Archaeen und Bakterien, noch immer nicht bekannt.

Dank seiner besonderen geologischen und geochemischen Situation (größter anoxischer mariner Wasserkörper, Anwesenheit tausender aktiver Gasaustritte, von Gashydraten und Schlammvulkanen sowie von methanoxidierenden Lebensgemeinschaften in der Wassersäule) bietet das Schwarze Meer ausgezeichnete Voraussetzungen die Biogeochemie und die Lebensgemeinschaften zu untersuchen, die den Methanhaushalt kontrollieren. Zudem stellt das Schwarze Meer heute vermutlich das beste Analogon zu einem erdgeschichtlich frühen, anoxischen und methanreichen Ozean. Die Einblicke in die Biogeochemie des Methans

Scientific Programme

The number of investigations of AOM-sites at gas vents, sediments, water column and gas hydrates have increased rapidly during recent years. These studies concentrated on sites off the North-American coast (California Bay, Gulf of Mexico, Hydrate Ridge etc.), the Håkon Mosby mud volcano, the Congo fan, Mediterranean mud volcanoes and the Black Sea. Major focus was aimed at the microbial community structures at the different sites by use of molecular microbiological and lipid biomarker approaches and also in situ- and in vitro- investigations of the capabilities of AOM-performing microorganisms. Thus it is known, that AOM takes place in more or less structured assemblages of archaea related to the Methanosarcinales, associated to sulfate-reducing bacteria (SRB) of the Desulfosarcina/Desulfococcus branch (ANME-2/DSS aggregates, or ANME-1/DSS mats). These findings as well as in situ analyses of genes and enzymes suggest that AOM is in principle a reversal of methanogenesis. Although the obligatory coupling of AOM to sulfate reduction is obvious, the underlying mechanistic principle is unknown.

However, due to the unique geological and chemical situation (largest marine anoxic water body, methane seeps and vents from surface down to below 2000 m, gas hydrate occurrences, growth of AOM-performing mats into the water column), the Black Sea offers the possibility to investigate the biogeochemical background and the anaerobic microbial fauna regulating the methane flow. With the situation given today, the Black Sea might be the best analogue on-hand to an early oxygen-poor and methane-rich ocean. Knowledge on methane biogeochemistry in the Black Sea increased rapidly during the last years since

im Schwarzen Meer haben in den vergangenen Jahren seit 2001 stark zugenommen. Dies betrifft die Verbreitung von Gasaustritten und Gashydraten und besonders die Mikrobiologie und Geochemie der anaeroben Methanoxidation in Sedimenten, der Wassersäule und mikrobiellen Mattensystemen, wobei ein erheblicher Teil von den an diesem Vorhaben beteiligten Arbeitsgruppen beigetragen wurde.

Vorrangiger Untersuchungsgegenstand der Fahrt M72/1 sind Austritte methanreichen Gases im Stabilitätsfeld von Methan-Gashydraten unterhalb von 700 m Wassertiefe. Um detaillierte und neue Informationen zu den an diesen Gasaustritten lebenden spezifischen Lebensgemeinschaften zu erhalten, sollen umfassende Untersuchungen erfolgen (i) des biogeochemischen und geochemischen Environments (in situ Mikroprofile (H_2S , pH und redox) in Mikrobennatten und umliegendem Sediment; Verteilung reaktiver Gase Methan, C_2 - C_4 Kohlenwasserstoffe, H_2 ; geochemische Profile in Sedimentkernen; Umsatzraten für Methan und Sulfat in den Matten und im Sediment), (ii) der Organismengemeinschaft in Mikrobennatten und im Sediment (Charakterisierung der Populationen anhand von Biomarkern und deren Isotopensignaturen; mikroskopische und molekular-mikrobiologische Untersuchungen; *in vitro* tracer Experimente ($^{13}CH_4$) zur Biosynthese), (iii) des Alters und der Lebensdauer der mikrobiellen Gemeinschaften anhand der authigenen Karbonate (iv) der biogeochemischen Prozesse in den Matten und im Sediment (geochemische Gradienten für H_2S , pH, redox, Sulfat, NH_4^+ , CH_4 , H_2S , H_2 ; Umsatzraten für SO_4^{2-} , DIC, Ca^{2+} , NH_4^+ , CH_4 , H_2S ; Signaturen stabiler Kohlenstoffisotope an Methan, Karbonaten, Biomasse und einzelnen organischen Komponenten).

Grundlage für diese Arbeiten bilden Kartierungen mit dem Fächerecholot, Sedimentkerne aus Multicorer und Schwerelot, Wasserproben und ozeanographische Profile (CTD/Kranzwasserschöpfer), Proben sus-

2001. These results include the occurrence and distribution of gas vents and gas hydrates and in particular the biogeochemistry and microbiology of the anaerobic oxidation of methane (AOM) in sediments, water column and microbial mat systems with a considerable part of the recent work accomplished by the working groups responsible for this proposal.

This cruise will focus on active gas seepages located below 700 m of water depths within the stability zone of gas hydrates. To obtain information on the specific characteristics of the seep related microbial communities in comparison with those thriving at shallower vents, detailed investigations are planned with regard to (i) the biogeochemical and geochemical environment, (in-situ microprofiles (H_2S , pH and redox) of microbial mats and surrounding sediments; distribution of reactive gases methane, C_2 - C_4 hydrocarbons, hydrogen; geochemical profiles of sediment cores; transformation rates of methane and sulfate within microbial mats and sediments), (ii) the organisms present within microbial mats and the sediment (Characterization of populations by biomarkers and their isotopic signatures; microscopic and molecular microbiological investigations, in vitro tracer experiments ($^{13}CH_4$) on biosynthetic activity and pathways), (iii) the age and life span of vent sites and associated microbial communities, (iv) the relevant biogeochemical processes within microbial mats and sediments (geochemical gradients of H_2S , pH, redox, sulfate, NH_4^+ , CH_4 , H_2S , H_2 ; transformation rates of SO_4^{2-} , DIC, Ca^{2+} , NH_4^+ , CH_4 , H_2S ; signatures of stable carbon isotopes methane, carbonate, biomass, individual organic components).

This work will base on mapping multi-beam echo sounder, sediment sampling using multi corer and gravity corer, water samples and oceanographic profiles (CTD/rosette water sampler) and samples of suspended matter obtained by in-situ deep sea pumps.

pendierten Materials (in-situ Tiefseepumpen) und insbesondere optischen Dokumentationen, Aufnahmen von in-situ-Mikoprofilen für H_2S , pH und Redox sowie detaillierte Probenahmen von Austrittsgasen, Wasser, Mikrobenmatten, Sedimenten und Karbonaten mit dem ROV (QUEST 5, MARUM, Universität Bremen).

Additional video documentation, recording of in-situ micro profiles of H_2S , pH and redox, and detailed sampling of seep gases and fluids, microbial mats, carbonate precipitates, and sediments by a remotely operated vehicle will be of particular importance (ROV QUEST 5, MARUM, University of Bremen).

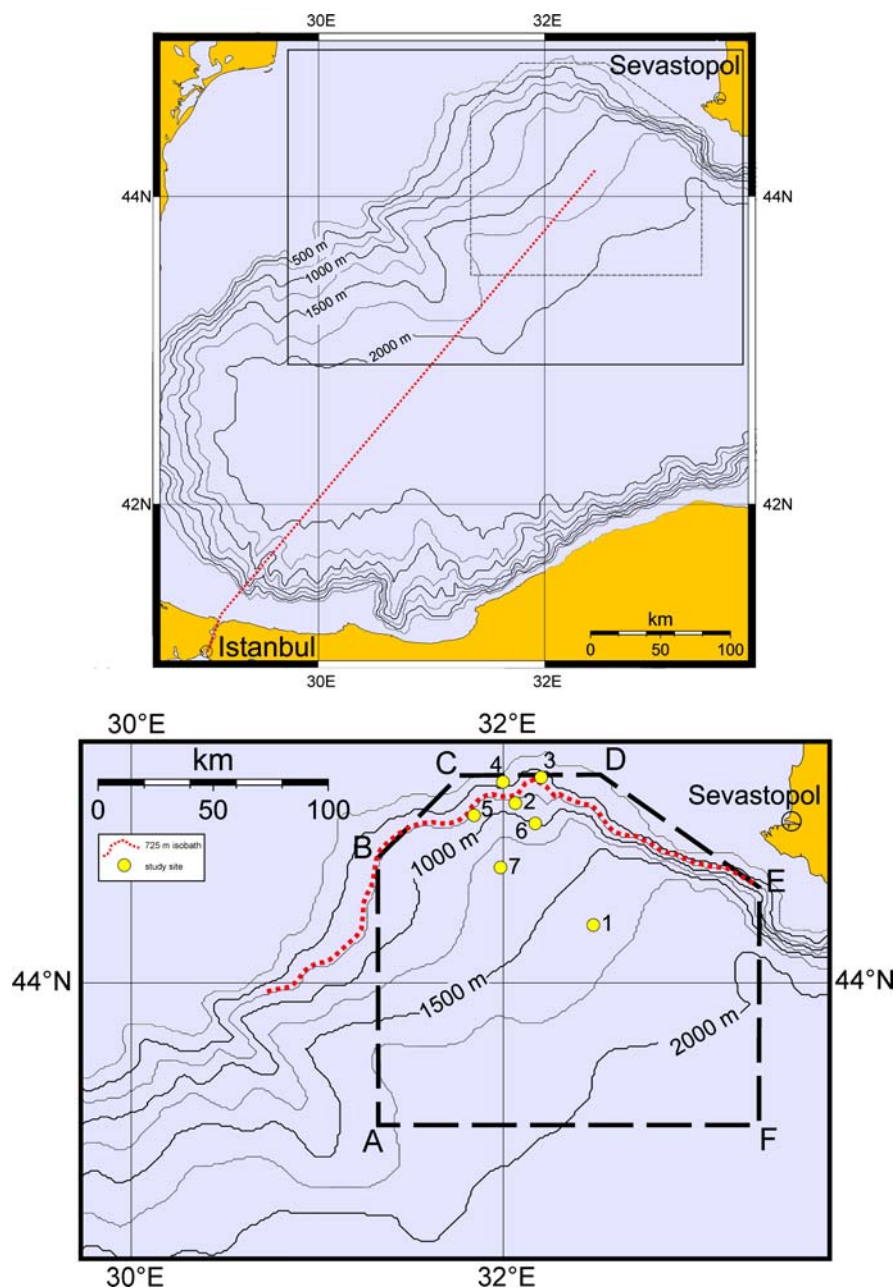


Abb. 2 Lage des Arbeitsgebiets vom M72/1 und der geplanten Tauchstationen.
 Fig. 2 Working area of M 72/1 and planned dive stations.
Arbeitsprogramm **Work program**

Projekt 1

C-Komponenten in der Wassersäule und im Sediment

Konzentration (an Bord) und Signaturen stabiler Isotope (C, H; Heimlabor) der hauptsächlich reaktiven Gase Methan und Wasserstoff und andere wichtige Komponenten des Kohlenstoffkreislaufs (z.B. DOC, CO₂ und Biomasse) werden bestimmt.

Mikrobielle Aktivität in situ und in geborgenen Sedimentkernen

In situ Mikroprofile von H₂S, pH und des Redoxpotenzials werden mithilfe des ROVs parallel in definierten Bereichen mikrobieller Matten gemessen (in Bezug auf Raum und Zeit). Zusätzlich werden diese Studien auch an 'Pushcores' an Deck durchgeführt, die vom ROV beprobt wurden. Die Arbeiten umfassen in erster Linie

- Direkte Messungen der Sulfat-Reduktionsraten (SRR), DIC, Ca²⁺, NH₄⁺, CH₄, H₂S und Alkalinität unter anoxischen in situ Bedingungen.
- Detaillierte Mikrosensor-Analysen von H₂S, pH und H₂ Konzentrationen in intakten mikrobiellen Matten.
- Kernabschnitte werden homogenisiert und SRR in Abhängigkeit von CH₄ und DIC Konzentrationen bestimmt.
- Raten der Denitrifikation und Anammox werden bestimmt.
- Inkorporationsexperimente mit ¹⁴CH₄.
- Unterschiedliche Inhibierungsversuche werden durchgeführt (SRR und Methanoxidation)
- Die Anwendung neuer CH₄-Mikrobiosensoren wird überprüft.

Viren

Das Ziel dieses Subprojektes ist die Bestimmung der Verteilung und Dynamik von Viren in den Methan-Seep Gebieten und der Erhalt von Informationen zur Rolle in den methanoxidierenden Konsortien. Diese Ziele sollen erreicht werden durch 1) die Analyse der Verteilung und Häufigkeit von Viren in den Riffstrukturen und deren Verbindung mit mikrobiellen Aktivitäten (durch 'Bag'-Inkubationen), 2) Messungen des Beitrags von Viren am Zellsterben, 3) die Analyse

Project 1

C-compounds in water/gas samples

Concentrations (on board) and isotope signatures (C, H; home laboratory) of the main reactive gases methane and hydrogen as well as of other components of the carbon cycle namely dissolved organic matter (DOC), CO₂, and biomass will be determined.

Microbial activity in situ and in recovered sediment cores

In situ microprofiles of H₂S, pH and redox will be measured simultaneously in transects across the microbial communities. Changes in these parameters, on time scales of sec -> hours will be monitored by placing sensors inside the microbial communities in situ. Measurements will be carried out by our microprofiling unit placed at different locations by the ROV.

Sediment cores will be recovered by the ROV close to the measuring spots and will be further analysed onboard. These analyses include:

- Onboard sulfate reduction measurements (SRR) and total exchange rates of DIC, Ca²⁺, NH₄⁺, CH₄, H₂S and alkalinity at anoxic in situ conditions.
- Detailed microsensor measurements of H₂S, pH and H₂ concentrations will be performed in intact communities.
- Sliced cores will be homogenized and SRR will be measured along with changes in CH₄ and DIC concentrations at selected sediment depth.
- Denitrification and anammox rates will be determined on intact sediment cores
- Tracer experiments with ¹⁴CH₄.
- Various inhibitor experiments of e.g. SRR and CH₄ oxidation will be performed in the different enclosures.
- The potential of applying CH₄ - microbiosensors in the laboratory will be investigated.

Viruses

The purpose of this subproject is to investigate the distribution and dynamics of viruses in the Black Sea methane seeps and their role in the structure and activity of microbial mat communities. This will be

der genetischen und morphologischen Diversität der Viren.

Protozoen

In diesem Unterprojekt soll die Abundanz und taxonomische Diversität von Protozoen in definierten Bereichen der mikrobiellen Matten und Sedimentkerne bestimmt werden. Diese Arbeiten sollen Informationen zum Fraßdruck auf die Mattensysteme liefern.

Projekt 2

In diesem Projekt ist geplant, aktive Archaeen, Bakterien und Eukarya in den Sedimenten mithilfe von CARD-FISH und Q-PCR zu quantifizieren. Hierzu werden Proben sofort nach Erhalt fixiert und für weitere Analysen im Heimlabor vorbereitet. Hierzu zählen molekulare Techniken zur Bestimmung der Menge und Diversität der Mikroorganismen mithilfe von 16S rDNA und funktioneller Gene (*dsr*, *pmoA*, *mcrA*). Aktive mikrobielle Matten, die durch RNA-Extraktionen identifiziert werden, werden weiterhin für spätere SIP-Analysen mit $^{13}\text{CH}_4$ inkubiert. Detaillierte molekulare und mikroskopische Untersuchungen werden begleitet von Studien zur potenziellen metabolischen Aktivität im Kohlenstoffkreislauf in Bezug auf Methanogenese, Methanoxidation und Sulfatreduktion. Hierzu werden Matten direkt an Bord in einer Anaerobkammer inkubiert. Bei Erhalt von ausreichender Biomasse werden weiterhin biochemische Untersuchungen durchgeführt. Dies umfasst Proteomic-Analysen und Studien zu Schlüsselenzymen oder Co-Faktoren der Methanogenese und AOM.

Begleitet werden die mikrobiologischen Untersuchungen von lipidchemischen Arbeiten. Hierzu werden Sedimente, mikrobielle Matten, Karbonate und in der Wassersäule suspendiertes Material mit dem ROV, dem MUC und mit in-situ Pumpen gezielt beprobt und eingefroren, um detaillierte Biomarkeranalysen im Heimlabor durchführen zu können. Diese Arbeiten fokussieren sich auf hydrolysierbare und intakte Membranlipide und sollen Informationen zu den mikrobiellen Populationen und dem

examined by 1) basic descriptions of abundance and spatial distribution of viruses in the reef structures and the coupling to bacterial activity (from bag incubations), 2) estimates of viral contribution to microbial mortality from measurements of frequency of infected organisms, 3) analysis of the genetic and morphological diversity of viral communities.

Protozoans

A subproject is dedicated to quantify the abundance and taxonomic diversity of protozoa in transects across the mats and sediments. From such information the imposed grazing pressure on the microbial mats can be estimated.

Project 2

We plan to quantify Archaea, Bacteria and Eucarya in the Black Sea sediments using CARD-FISH and Q-PCR and to determine the ratio of active cells/ total microorganisms. Samples will be immediately fixed after sampling on board and stored appropriately until analysis in the home laboratory. Molecular techniques will be used to determine the abundance and diversity 16S rDNA and functional genes (*dsr*, *pmoA*, *mcrA*) involved in methane cycling (methanogens, anaerobic methanotrophs) and sulfate reducing microorganisms. Active parts of the mat populations will be identified via RNA extraction in combination with stable isotope probing (SIP) with ^{13}C -labelled substrates. The detailed molecular and surface microscopy studies will be accompanied by the investigation of potentially important microbial metabolic activities of carbon turnover such as methane formation and its aerobic and anaerobic oxidation as well as sulfate reduction. For this, incubations (including stable and possibly radiotracer additions) will be set up directly after sampling on board using a portable anaerobic chamber. If enough biomass can be collected, especially from microbial mats around methane seeps, also work on the biochemical level becomes feasible, e.g. a proteomic analysis. Furthermore, key

Kohlenstofffluss liefern. Zusätzlich werden exopolymere Substanzen analysiert.

Projekt 3

Während der Forschungsfahrt sollen Karbonate mit dem ROV-QUEST detailliert beprobt und für spätere Analysen im Heimlabor fixiert werden. Wasserproben werden für die Bestimmung der Gehalte an ^{222}Rn , ^{226}Ra und U-Isotopen mit dem CTD-Kranz-wasserschöpfer-System gewonnen. Aufgrund der geringen Halbwertszeit von ^{222}Rn werden die Gehalte an ^{222}Rn direkt an Bord bestimmt. Die dadurch erhaltenen Ergebnisse werden durch Bestimmungen der Gehalte an ^{226}Ra im Heimlabor überprüft.

Zur späteren Bestimmung der Haupt- und Spurenelemente in den Fluiden, die mit dem ROV beprobt werden, werden diese gefiltert (N_2 Filtration mit Nuclepore Filtern) und die Lösungen nach Ansäuerung in 125 ml FEP-Flaschen gelagert.

Projekt 4

Detaillierte Beprobungen von gashydrathaltigen und überlagernden Sedimenten in der Umgebung von Methanquellen werden mithilfe von Schwereloten, Multicorern und ROV-Pushcorern durchgeführt. Nachfolgend werden die Porenwässer durch Porenwasserpressen und mithilfe sogenannter Rhizonen extrahiert – in Abhängigkeit vom Wassergehalt und Porosität des Sedimentes. Nach Erhalt werden die Proben unter einer Argon-Atmosphäre auf folgende Parameter untersucht: Eh, pH, Temperatur, Conductivität, Sulfat, Chlorid, Alkalinität, Ammonium, Phosphate und Eisen (Fe^{2+}). Aliquots werden für spätere Analysen von Kationen und HS^- im Heimlabor fixiert.

Für hochauflösenden Festphasenanalyse der ungestörten Kerne mithilfe eines XRF-Scanners werden diese halbiert und eingefroren. Zusätzliche Festproben – Sedimente, Karbonate, mikrobielle Matten – werden für Säureaufschlüsse, sequentielle Extraktionen und mineralogische Untersuchungen unter Argon-Atmosphäre gelagert (-20°C).

enzymes or cofactors of methanogenesis and AOM can be purified and further characterised until return to the home laboratory.

Moreover, sediments, microbial mats, carbonates, and particulate matter of the water column will be sampled by ROV, MUC, and in-situ pumps on a small scale and analysed for microbe specific biomarkers. These investigations focus on hydrolysable and intact membrane lipids, in order to identify distinct microbial populations. Additionally, exopolymeric substances will be structurally investigated.

Project 3

Carbonates will be sampled using the ROV QUEST. Further analyses will be performed in the home lab. Water-column samples for the determination of ^{222}Rn , ^{226}Ra and U-isotopes will be obtained using CTD casts. Vent fluids will be obtained using the fluid sampling system of the ROV. Due to the short half-life of ^{222}Rn , this isotope must be measured onboard Meteor. Extractions and measurements will be repeated in the home lab for the determination of ^{226}Ra .

For the determination of the major and trace elements in fluids, samples obtained by the ROV will be filtered (N_2 filtration using Nuclepore filters) and the solution will be acidified and stored in 125ml FEP bottles.

Project 4

Detailed sampling of hydrate-bearing and hydrate-overlying sediments as well as the different sedimentary habitats associated with seeps will be carried out by gravity corer and multicorer or by ROV QUEST-operated push cores. Pore water will be extracted both by pressure filtration and by means of so-called rhizons – depending on water content/porosity of the sediment. After recovery, samples will be immediately processed within a glove box under argon atmosphere and measurement of the following environmental parameters as well as pore water and fluid constituents will be carried out on board ship: Eh, pH,

Des Weiteren wird ein METS-Methansensor eingesetzt, um Plumes im Bodenwasser zu detektieren.

temperature, conductivity, sulfate, chloride, alkalinity, ammonium, phosphate and iron (Fe^{2+}). Aliquots of the remaining pore water, water column and fluid samples will be adequately fixed and stored for later determination of cations and HS^- analysis. For high-resolution solid-phase investigations the undisturbed archive halves of the gravity cores will be stored frozen for subsequent analyses using the XRF scanner at the University of Bremen. Additional solid-phase samples – including sediments, authigenic carbonates and microbial mat material - will be taken for total acid digestion, sequential extraction and mineralogical analyses and kept in gas-tight glass bottles under argon atmosphere (-20°C).

The METS methane sensor will be employed to detect CH_4 plumes in the bottom water.

Zeitplan / Schedule Fahrabschnitt / Leg 72/1

	Tage/days
Auslaufen von Istanbul (Türkei) am 07.02.2007 <i>Departure from Istanbul (Turkey) 07.02.2007</i>	
Transit zum Arbeitsgebiet / <i>Transit to working area</i>	1.0
ROV-QUEST: Video- und Fotokartierung des Arbeitsgebiets, in situ-Messungen und Beprobungen von Gasen und Wasserproben, Beprobung der Seep-Fauna und von Karbonaten, Entnahme von Pushcores <i>ROV-QUEST: Video and photo mapping of the area, sensor measurements, sampling of vent gases and water, sampling of seep fauna and carbonates, sampling of push cores</i>	4.1
Wasserchemie und Mikrobiologie <i>Water chemistry and microbiology</i>	1.0
Tiefseepumpen mit Filtern <i>Deep-sea pump with filters</i>	1.9
Hydrosweep-Kartierung <i>Hydrosweep mapping</i>	2.2
Sedimentologie, Biogeochemie der Sedimente (Multi corer) <i>Sedimentology, Biogeochemistry of sediments (Multi corer)</i>	0.6
Sedimentologie, Biogeochemie der Sedimente (Schwerelot) <i>Sedimentology, Biogeochemistry of sediments (Gravity corer)</i>	0.6
Transit im Arbeitsgebiet (ca. 150 nm) <i>Transit within working area (about 150 nm)</i>	0.6
Transit zum Hafen Istanbul <i>Transit to Port Istanbul</i>	1.0
Total	13
Einlaufen in Istanbul (Türkei) am 20.02.2007 <i>Arrival in Istanbul (Turkey) 20.02.2007</i>	

Fahrtabschnitt / Leg M 72/2 Istanbul – Istanbul

Wissenschaftliches Programm

Die Kontinentalränder der Ozeane beherbergen eine bisher unbekannte Vielzahl von Gas- und Fluidaustritts-gebieten, an denen sich besondere chemo-synthetische Lebensgemeinschaften ausbilden. Das Schwarze Meer ist ein einzigartiger anoxischer Lebensraum. Dort finden sich viele Fluid- und Gasaustritte, die erst kürzlich in Wassertiefen von 100 bis 2000 m entdeckt wurden. Die Austritte wurden an unterschiedlichen Strukturen gefunden, wie etwa Pockmarks, aktiven Gas emittierenden Schlammvulkanen und stark zementierten Seep-Systemen. Die aufsteigenden Fluide transportieren Methan und andere Kohlenwasserstoffe zur Oberfläche des Meeresbodens, die die Lebensgrundlage für reichhaltiges mikrobielles Leben bilden. Diese mikrobiellen Seep-Gemeinschaften spielen Schlüsselrollen für den biogeochemischen Umsatz von Methan und anderen Elementen.

Wichtige Ziele sind dabei die Mechanismen und Steuerungsvorgänge für den physikalischen Transport chemischer Komponenten und deren Aufschluss durch die Mikroorganismen zu verstehen und Einsicht in die Kreisläufe und den Export chemischer Elemente vom Meeresboden in die Wassersäule an den verschiedenen Seep-Typen des Schwarzen Meeres zu erlangen. Diese Ziele werden mit Hilfe detaillierter Untersuchung ausgewählter Habitate erreicht. Sie umfassen Nahfeld-Kartierungen durch das französische AUV ASTER^X (IFREMER) sowie detaillierte geochemische in-situ Messungen und spezifische Beprobungen von Fluiden, Schlämmen, Karbonaten und Biota entlang geochemischer Gradienten mit Hilfe des deutschen ROVs QUEST (MARUM/RCOM, Universität Bremen). Dadurch wird es möglich die Funktionsweisen der verschiedenen Fluidsysteme zu bestimmen, ihre verschiedenen geologischen Formationen zu analysieren und zu verglei-

Scientific Programme

At continental margins, fluids and gases are emitted from the seafloor into the ocean via highly variable processes in space and time ranging from slow diffuse flows to catastrophic eruptions. The Black Sea is the earth's largest anoxic basin. It is characterized by the presence of numerous fluid-escape structures outcropping in water depths between 100 and 2000 m along the continental slope, which have only recently been discovered. These structures include pockmarks, actively gas emitting seeps and mud volcanoes, and cemented seep systems. The rising fluids carry hydrocarbons, mostly methane, to the seabed surface, which build the basis for rich and abundant microbial life. The microbial seep communities play key roles in the biogeochemical breakdown of the greenhouse gas methane and for the cycling of sulfur and other elements.

The objectives of the cruise are to understand the controls and mechanisms of chemical element transport and breakdown by seep microbiota, and to obtain insight in the element cycling and export from the seabed into the water column at different types of fluid seeps in the Black Sea. These goals will be achieved by detailed near-field mapping of selected habitats using a high-resolution multi-beam echosounder with the French autonomous underwater vehicle (AUV) ASTER^X (IFREMER) followed by geochemical in-situ measurements and specific sampling of mud, fluids, carbonates and biota along geochemical gradients. Sampling and in-situ measurements will be performed with the German remotely operated vehicle (ROV) QUEST (MARUM/RCOM, Univ. Bremen). This will enable us to better determine the nature of the fluid systems and to observe, analyze and compare the variety of seepage forms, to understand their geological formation

chen und die spezifischen geologischen und biologischen Aktivitätsmuster der Seeps zu bestimmen.

Die Aufgaben beinhalten im Einzelnen:

- Hochauflösende Abbildungen ausgewählter Fluidsysteme des Schwarzen Meers mit Hilfe geophysikalischer, akustischer und visueller Methoden.
- Bestimmung der Zusammensetzungen von Fluiden, Gasen und Schlämmen, die an ausgewählten Seeps austreten.
- Abschätzung von Kompositionen, Temperaturen und Tiefenlagen der Fluidquellen im Untergrund
- Bestimmung der Porenwasser-Eigenschaften und Quantifizierung der in-situ Flüsse und des advektiven Transports durch in situ Messungen
- Untersuchung der mikrobiellen Gemeinschaften und biogeochemischer Prozesse in ausgewählten Seeps um die Wechselwirkungen zwischen Mikroorganismen, Geochemie und Geologie zu verstehen
- Messungen der Methan- und Sulfat-umsetzenden mikrobiellen Aktivitäten mit in-situ-Techniken
- Bilanzierung von Umsatz und Freisetzung von Methan an Seeps
- Großräumige Abschätzungen der Massentransfer-Phänomene Kohlenwasserstoff-Freisetzung und Schwefel-Umsatz
- Vergleiche der mikrobiellen und biogeochemischen Prozesse mit denen anderer Methanquellen

Hochauflösende und quantitative Untersuchung mikrobieller Diversität.

and to determine levels of activity in their specific geological and biological environments

The specific goals include:

- *Imaging of selected fluid systems of the Black Sea in high resolution by geophysical, acoustical and visual methods*
- *Determination of the composition of the fluids, gases and mud emitted at selected seeps*
- *Assessing the compositions, temperatures and depths of the fluid levels*
- *Evaluation of pore water characteristics and quantification of in situ fluxes and advective transport*
- *Investigation of microbial communities and biogeochemical processes in selected seep environments to understand the interactions between microbiota, geochemistry and geology*
- *Measurements of microbial activities related to methane and sulfate turnover with in-situ technology*
- *Budgeting of methane turnover at, and emission from fluid seeps*
- *Estimation of the mass transfers phenomena of hydrocarbon emissions and sulfur cycling*
- *Comparison of fluid seepage, microbial processes and element turnover and transport in the Black Sea to other seep systems on continental margins*
- *High resolution quantitative analysis of microbial diversity in sediments of the Black Sea.*

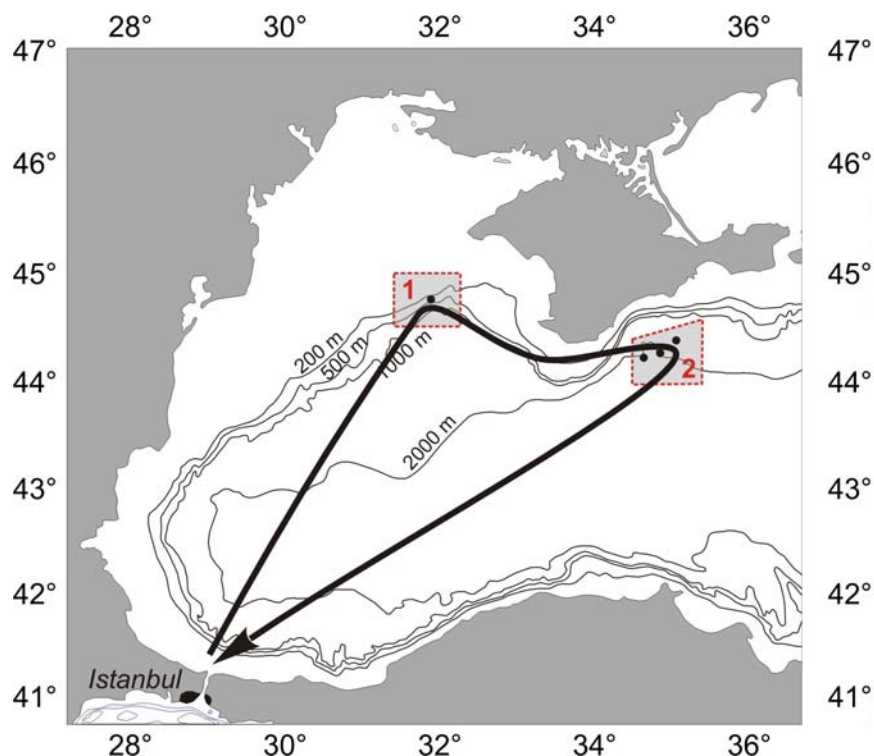


Abb. 3 M 72/2-Arbeitsgebiete Paläo-Dnjepr (1) am nordwestlichen Schelfrand und Sorokin Trog (2) südöstlich der Halbinsel Krim. Die schwarzen Punkte markieren Gas-seeps im Paläo-Dnjepr-Gebiet bzw. die Schlammvulkane Sevastopol, Dvurechenskii und Odessa im Sorokin Trog (vergl. auch Abb xx).

Fig. 3 M 72/2 working areas Paleo-Dnepr (1) on the northwestern shelfbreak and Sorokin Trough (2) southeast of Crimea. Black dots represent targeted gas seeps in the Paleo-Dnepr area and Sevastopol, Dvurechenskii and Odessa mudvulcanoes in the Sorokin Trough.

Arbeitsprogramm

Zwei Zielgebiete wurden ausgewählt:

1) „Methanquellen der Halbinsel Krim“

Im nordwestlichen Schwarzen Meer sind hunderte von aktiven Gasaustritten entlang des Schelfrandes westlich der Halbinsel Krim zwischen 35 und 800 m Wassertiefe zu finden. An manchen dieser Gasaustritte wurden große Ansammlungen mikrobieller Matten gefunden, zusammen mit besonderen Karbonaten einer auffällig leichten Kohlenstoffisotopie. Verschiedene Aspekte der Mikrobiologie, Sedimentologie, Mineralogie und organischen Geochemie dieser mikrobiellen Ablagerungen werden seit einigen Jahren untersucht. Besonders interessant

Work Programme

Two target areas have been selected:

1) "Crimean Seeps":

In the northwestern Black Sea, hundreds of active gas seeps occur along the shelf edge west of the Crimea peninsula at water depths between 35 and 800 m. At some of the shallow Crimean seeps, microbial mats were found associated with isotopically light carbonates. Aspects of the microbiology, sedimentology, mineralogy, and selected biomarker properties of these deposits were recently described. Massive microbial mats were found to cover up to 4-meter-high carbonate buildups at methane seeps in anoxic waters of the northwestern Black Sea

sind die massiven Riffstrukturen aus mikrobiellen Matten und Karbonaten, die bis zu 4 m hoch in die Wassersäule ragen. Ihr stark angereicherter ^{13}C Gehalt weist auf eine Aufnahme des isotopisch leichten Methans hin. So wurde auch beobachtet, dass die dicken mikrobiellen Matten von Gasblasen durchströmt werden. Es ist noch nicht klar, wie die Mikroorganismen im Inneren der Matte mit Nährstoffen und Energie versorgt werden. Der Ursprung der mikrobiellen Riffe wird in kleinen Matten und Knollen vermutet, die im Sediment in der Nähe von Methanquellen wachsen. Dieser Fahrtabschnitt wird sich mit der Kartierung und Vermessung von verschiedenen Riffsystemen beschäftigen und Umsatzprozesse wie Energiefluss durch die methanotrophen Matten mit verschiedener in situ Technologie messen. Außerdem sollen repräsentative Proben der Matten für verschiedene mikrobiologische Analysen erhalten werden.

2) Sorokin Trog

Dieses Gebiet ist charakterisiert durch Diapir-Strukturen und Kompressions-Tektonik, die die Migration von Fluiden, Schlamm und Gasen begünstigen. Gashydrate wurden in Wassertiefen zwischen 800 und 2000 m aus diesem Gebiet beprobt. Es ist eine Reihe von Schlamm diapiren bekannt, die mit WSW-NONlicher Richtung auftreten. Verschiedene Schlammvulkane sind an den Rändern der Diapire zu finden. Sie haben Durchmesser von bis zu 2.5 km und Höhen von ca. 120 m über dem umgebenden Meeresboden. Wir werden vor allem den Dvurechenskii Schlammvulkan untersuchen, der eine flache Morphologie hat, aber durch aktiven Fluidfluss geprägt ist. Ein weiterer sehr interessanter Schlammvulkan ist der Odessa MV, an dem verschiedene Karbonatzemente und mikrobielle Matten entdeckt wurden. An beiden Schlammvulkanen wurden Anzeichen von Gasemission festgestellt, Gashydrate direkt an der Oberfläche des Meeresbodens, Gasfahnen in der Wassersäule, gasige Sedimente, sulfidischer Geruch der Sedimente sowie authigene Karbonate und das Auftreten mikrobieller Matten.

shelf. Strong ^{13}C depletions indicated an incorporation of methane carbon into carbonates, bulk microbial biomass, and specific lipids. These buildups are formed by up to 10-cm-thick microbial mats that are internally stabilized by carbonate precipitates. From holes in these structures, streams of gas bubbles emanate into the water column. Apparently, the cavernous structure of these precipitates enables methane and sulfate to be transported and distributed throughout the massive mats. Smaller microbial structures and nodules from nearby areas were of the same morphology, with compact mat enclosing calcified parts and cavities. The development and structure of such reef systems is not yet understood and requires detailed analysis. Hence, during this study we will map different reef fields, carry out detailed in situ analyses of fluid transport across reef chimneys, and sample the reefs for microbiological analyses.

2) "Sorokin Trough"

This area is characterised by diapiric structures and compressional tectonics, which facilitate fluid migration to the seafloor. Near-surface gas hydrates are known at various water depths between 800 and 2000 m. Several mud diapirs and diapiric ridges mainly striking in a WSW-NEN direction were identified on the seismic sections. Mud volcanoes are located above or on the edges of these near surface diapirs and diapiric ridges. The mud volcanoes have diameters of up to 2.5 km and heights of up to 120 m above the surrounding sea floor. We will focus on the mud volcanoes "Dvurechenskii", a flat-topped and very active structure, and "Odessa", which is of particular interest because of the occurrence of extensive carbonates inhabited by colorful microbial mats. A number of indicators for recent or present methane emission exist at all the explored mud volcanoes: the presence of gas hydrates in surface sediments, gas flares, highly gassy sediments, strong sulfidic smells of surface sediments, authigenic carbonate crusts, the presence of microbial mats.

Die Untersuchungsmethoden für beide Gebiete beinhalten:

Detaillierte Fächerecholot-Kartierungen der Seep-Gebiete mit dem französischen AUV ASTER^X aus maximal 50 m Höhe über dem Meeresboden werden hoch auflösende bathymetrische Karten der Zielstrukturen liefern, wie z.B. spezieller Regionen der Schlammvulkane und Methanquellen. Das Fächerecholot zeichnet außerdem Gasfahnen in der Wassersäule auf und dient somit zur Kartierung von aktiven Gas-Austritten. Zusammen mit den vom AUV aufgezeichneten CTD-Daten, werden uns diese Karten ermöglichen geeignete Stellen für in-situ Messungen und Beprobungen zu identifizieren. Die in-situ Messungen werden hoch auflösende vertikale 1D- und 2D-Profile von geochemischen Parametern liefern, die die Habitate charakterisierenden, wie z.B. Temperatur, pH, und Konzentrationen von O₂, H₂S, H₂, CO₂ und Ca. Das ROV wird autonom arbeitende Mikroprofiler, Optoden, benthische Kammern und mikrobielle Inkubatoren absetzen und auch versetzen um horizontale Profile über Habitatstrukturen hinweg aufzunehmen. Diese Messungen werden von Beprobungen der Schlämme, Karbonate, Gase und Fluide durch das ROV begleitet, die für spätere Analysen verschiedener geochemischer und biologischer Parameter im Labor bestimmt sind. Biodiversitäts-Analysen der Mikroorganismen anhand von molekularbiologischen Methoden sowie Biomarkeranalysen werden Informationen über lebende und auch fossile Gemeinschaftsstrukturen liefern. Messungen der Methan- und Sulfatflüsse und weiterer mikrobieller Umsatzraten werden helfen, Mikrohabitate zu charakterisieren. Sie dienen weiterhin der Erforschung von Prozessen, die zur Mineral-Präzipitation führen. Zusätzlich sind geologische Schwermetall-Beprobungen und Aufzeichnungen von in-situ Temperaturprofilen in Untergrund-Sedimenten geplant.

Die Nutzlasten des ROV Quest beinhalten Wassers schöpfer, Sedimentkerne, Optoden und profilierende Messeinheiten, benthische

The main tools of investigation of both sites are:

Detailed multi-beam mapping of the seep areas by the French AUV ASTER^X at distances of less than 50 m above the seabed will produce high resolution bathymetric maps of targeted seabed structures such as specific mud volcano regions and seeps. The multibeam echosounder will also be used to detect gas flares in the water column and thereby to map active seep sites. These maps combined with the data recorded by the onboard CTD of the AUV will enable us to identify locations for in-situ measurements and sampling. In-situ measurements include high resolution 1D vertical profiles and in some cases 2D vertical profiles of the habitat-characterizing parameters temperature, O₂, pH, H₂S, H₂, CO₂ and Ca. The ROV will deploy the autonomously operating micro-profilers, optodes, benthic chambers and microbial incubators, and relocate them for measurements of horizontal profiles across habitat structures. These measurements will be accompanied by sampling of muds, carbonates, gases and fluids with the ROV for further analysis in the laboratory of a variety of geochemical, and biological parameters. Biodiversity analyses of microorganisms will include molecular biological methods and biomarker analyses, which additionally to analysing living communities will also give information on fossil community structures. Measurements of sulfur and methane fluxes together with microbial turnover rates will help characterizing microhabitats as well as processes leading to mineral precipitation. This leg will also include geological coring and in situ temperature profiling of subsurface sediments.

Payloads of ROV Quest include water samplers, pushcores, optode and profiler modules, chambers, in situ incubators and in-situ sulfur probes. We will use a shuttle system to transport some of the larger equipment to the seafloor. The IFREMER AUV will be equipped with a multibeam system (Geosciences Azur) for

Kammern, in-situ Inkubatoren sowie Schwefelsonden. Wir nutzen ein Fahrstuhl-System, um grösseres Equipment zum Meeresboden zu transportieren. Das AUV (IFREMER) wird mit einem Multibeam ausgestattet (Geosciences Azur), um Mikrobathymetrie sowie auch Backscatter Surveys durchzuführen. Dabei interessieren uns vor allem die Verteilung der Schlamm- und Gasaustritte sowie der Karbonatzemente. Zusätzlich nutzen wir den TV-gesteuerten Multicorer wie auch das mit in situ Temperatursonden ausgestattete Schwerelot.

microbathymetry and high resolution sea-floor backscatter imagery survey. A primary objective of the survey will be to map the mud flows, carbonate cements and fields of fluid vents. For biological and geochemical sampling we will also use the TV guided multicorer, as well as a gravity corer equipped with in situ temperature probes as a measure of fluid flow and geo-activity.

Zeitplan / Schedule **Fahrtabschnitt / Leg 72/2**

	Tage/days
Auslaufen von Istanbul (Türkei) am 23.02.2007 <i>Departure from Istanbul (Turkey) 23.02.2007</i>	
Transit zum Arbeitsgebiet / <i>Transit to working area</i>	2
Stationsarbeiten (4 x AUV/6 x ROV, Schwerelot) in Arbeitsgebiet 1 "Sorokin Trough" <i>Station work (4 x AUV/ 6x ROV, coring) in working area 1 "Sorokin Trough"</i>	8
Stationsarbeiten (3 x AUV/5 x ROV, Schwerelot) in Arbeitsgebiet 2 "Crimea Seeps" <i>Station work (3 x AUV/5 x ROV, coring) in working area 2 "Crimea Seeps"</i>	6
Transit zum Hafen Istanbul (Türkei) <i>Transit to port Istanbul (Turkey)</i>	2
	Total 18
Einlaufen in Istanbul (Türkei) am 13.03.2007 <i>Arrival in Istanbul (Turkey) 13.03.2007</i>	

Fahrtabschnitt / Leg M 72/3a + b Istanbul – Trabzon – Istanbul

Wissenschaftliches Programm

Übergeordnetes Ziel der Untersuchungen während M72/3a und 3b (MARGASCH II) ist ein besseres Verständnis der Dynamik von Methan und Gashydrat in Sedimenten des Schwarzen Meers, sowie der Herkunft des Methans, seiner Verteilung und der Flüsse vom Sediment in die Wassersäule. Der Schwerpunkt der Arbeiten soll daher auf der Gashydrat-Übergangszone liegen, also der Region um 700 m Wassertiefe, in der die Grenze des Gashydrat-Stabilitätsfelds und des Meeresbodens zusammentreffen. Voruntersuchungen zeigten, dass Gashydrate auch in Sedimenten von Schlammvulkanen des tiefen Schwarzen Meeres sehr nahe an der Gashydrat-Stabilitätskurve vorkommen, da höhere Wärme-flüsse und salzreiches Wasser diese deutlich verschieben.

Wichtigstes Einsatzgerät während des ersten Fahrtabschnittes (M 72/3a) ist das ROV QUEST, das nicht nur die exakte Beprobung zulässt, sondern auch eine Lokalisierung von Blasenaustritten am Meeresboden mit dem QUEST-eigenen Sonar ermöglicht. Erfahrungen mit dem ROV CHEROKEE liegen dazu für flachere Wassertiefen im Bereich des *Batumi Seep*-Gebiets (P 317/4) vor. Zur Beprobung mit QUEST steht neben den Standardgeräten auch ein auf QUEST angepasster Autoklav zur Verfügung, mit dem Proben am Meeresboden bei *in-situ* Druck verschlossen werden können. Zusätzlich sind Beprobungen mit konventionellen (TV-MUC) und Autoklav- (DAPC)-Kerngeräten, sowie akustisches Imaging von Methan-Flares geplant.

Auf dem zweiten Fahrtabschnitt (M 72/3b) werden die während M 72/3a untersuchten Lokationen erneut angefahren, um intensive Arbeiten mit Sidescan Sonar und Mehrkanalseismik durchzuführen. Weiterhin ist geplant, einen mobilen Computertomographie-Scanner (CT) an Bord einzusetzen.

Scientific Programme

Overarching goal of the research during M72/3a and 3b is a better understanding of the distributions and dynamics of methane and gas hydrates in sediments of the Black Sea, as well as of the origin of methane and its fluxes from the sediment to the water column. The main focus is laid on the gas hydrate transition zone, i.e. in water depths of about 700 m, at which the boundary of the gas hydrate stability field and the sea floor cross. However, the results of our pre-examinations demonstrated that gas hydrates might even develop in sediments of mud volcanoes in the deep Black Sea very close to the gas hydrate stability curve, since elevated heat fluxes and the presence of relative saline waters lead to a shift of the curve.

The ROV QUEST will be the most important tool during the first leg (M 72/3a). The ROV not only facilitates exact sampling at the seafloor, but also localisation of bubble emission sites by use of its on-board sonar. Valuable experience with respect to bubble visualization was gained in shallow waters in the Batumi Seep Area (P 317/4) using the ROV CHEROKEE. Sampling with the use of QUEST will be conducted with conventional tools and an autoclave-container especially designed for QUEST and enabling to seal the samples under in-situ pressure. Additionally, sampling by conventional (TV-MUC) and autoclave (DAPC) coring tools, as well as acoustical imaging of methane flares are planned.

During the second leg (M 72/3b) those sites which have already been explored during M 72/3a will be inspected again, in order to perform intense investigations by sidescan sonar and multichannel seismics. Furthermore, it is intended to deploy a mobile computertomography-scanner (CT) on

Dieser wird die Bestimmung der Struktur und Textur gashydrathaltiger Sedimente im direkten Anschluss an die Bergung der Kerne mit dem DAPC ermöglichen. Im Anschluss an die CT-Untersuchungen soll eine quantitative Entgasung der Autoklavkerne durchgeführt werden, um die Gesamtmengen an Methan und Methanhydrat zu erfassen. Zusätzliche Beprobungen mit üblichen Kerngeräten sollen das Arbeitsprogramm ergänzen.

Im einzelnen werden während M72/3 folgende Ziele verfolgt:

- Quantitative Erfassung der Verteilung oberflächennahen Gashydrats mit Hilfe von Sidescan Sonar-Vermessungen und anderen kartierenden Verfahren, wie TV-Schlitten-Profilierung, ROV-Kartierung einschließlich „Mosaicking“.
- Erstellung hochauflösender Abbildungen der Untergrundstrukturen (Förderkanäle, Schlammaufstiegswege, Diapirstrukturen, sowie Gas- und Gashydrat-Akkumulationen) durch mehrkanalseismische Untersuchungen.
- Bestimmung der Struktur und Textur gashydrathaltiger Sedimente mit Hilfe der Computertomographie an Autoklav-Kolbenlot- und Autoklav-Multicorer-Kernen unter in-situ Druckbedingungen. Neben der Quantifizierung des Gashydratanteils im Sediment wird auch die Menge an freiem Gas analysiert und die Verteilung über die Tiefe erfasst. Die Daten bilden die Basis für eine Interpretation der Dynamik von Methan- und Gashydrat-Vorkommen in oberflächennahen Sedimenten.
- Beschreibung des Schicksals der gelösten und adsorbierten Anteile von Methan der Sedimente im Autoklaven bzw. Subautoklaven mit Hilfe einer quantitativen Entgasung.
- Charakterisierung der Gashydrat-Dynamik, Karbonatbildung, Flussraten und Porenwasserchemie und ihrer dreidimensionalen Verteilung mittels geochemischer und modellierender Methoden.

board the ship. Upon recovery of pressurized cores by use of the DAPC, the CT-system will facilitate the determination of structures and textures of gas hydrate bearing sediments. Subsequent to the CT-scanning the autoclave core will be degassed quantitatively in order to assess the total amounts of methane and gas hydrates. Additional sampling using the TV-MUC will complete the working programme.

The specific goals of the research cruise are as follows:

- *Quantitative assessment of the distributions of near-surface gas hydrates with the use of sidescan sonar and further mapping methods, like TV-sled profiling, ROV mapping including ‘mosaicking’.*
- *Compilation of high-resolution illustrations of sub-surface structures (supplying channels, mud migration pathways, diapiric structures, as well as gas and gas hydrate accumulations) by means of multichannel seismic examinations.*
- *Determination of structures and textures of gas hydrate-bearing sediments by CT-scanning of cores recovered by autoclave coring tools under in-situ pressure. Beside the quantification of the amounts of gas hydrates contained in sediments, the proportion of free gas will be analysed and profiled with sediment depths. The data are fundamental for the interpretation of the dynamics of methane and gas hydrates in near-surface sediments.*
- *Description of the fate of dissolved and adsorbed methane in sediments obtained by autoclaves and subautoclaves, respectively, by means of quantitative degassing.*
- *Characterization of gas hydrate dynamics, genesis of carbonates, flux rates and pore water chemistry, as well as their three-dimensional distributions by geochemical and modelling methods.*

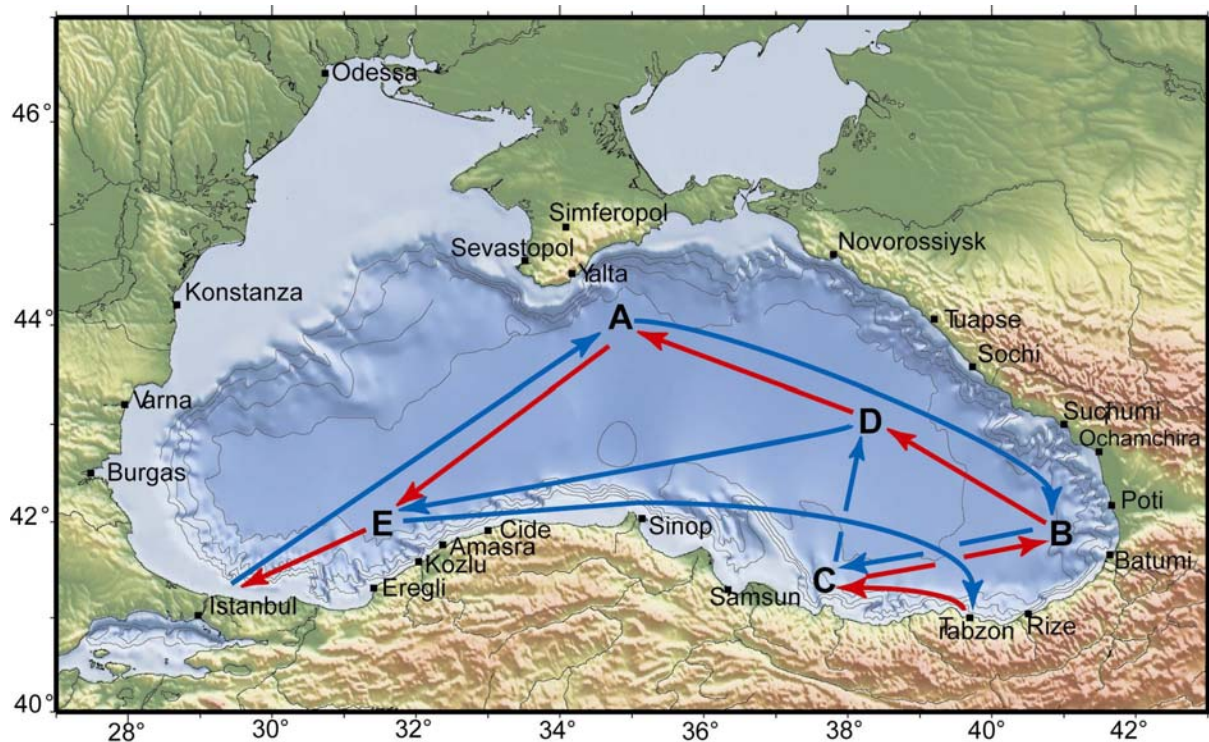


Abb. 4 Arbeitsgebiete A-E und Transitstrecken während M 72/3a und 3b. Blaue Pfeile geben den geplanten Reiseverlauf für den ersten Teilabschnitt M72/3a an, rote Pfeile stehen für M72/3b. Die Buchstaben kennzeichnen die Arbeitsgebiete:
 A: Dvurechenskii und Kazakov Schlammvulkane im Sorokin Trog (Ukraine)
 B: Öl- und Gas Seeps bei Batumi (Georgien)
 C: Archangelsky Rücken östlich von Samsun (Türkei)
 D: Zentrale Tiefsee „boiling mud area“
 E: Kozlu High-Gebiet (Türkei)

Fig. 4 The targeted working areas and transit routes during expedition M 72/3a and 3b. Blue and red arrows indicate the course scheduled for M 72/3a and 3b, respectively. Letters denote the working areas:
 A: Dvurechenskii and Kazakov mud volcanoes within the Sorokin Trough (Ukraine)
 B: Oil- and gas seeps off Batumi (Georgia)
 C: Archangelsky Ridge east of Samsun (Turkey)
 D: Central deep sea „boiling mud area“
 E: Kozlu High area (Turkey)

Arbeitsprogramm

Fahrabschnitt M 72/3a

ROV-Einsätze sind im *Sorokin Trog* auf den *Dvurechenskii*- und *Kazakov* Schlammvulkanen (Ukraine, Arbeitsgebiet A, Abb. 5) vorgesehen. Beide Strukturen sind durch unsere Untersuchungen während M 52/1 vorerkundet worden, so dass QUEST sehr gezielt eingesetzt werden kann. Auf dem *Dvurechenskii*-Schlammvulkan soll z.B. über mehrere Tage das Temperaturfeld (9 bis 17°C) mit zahlreichen Temperaturloggern erfasst werden, um eine mögliche thermische Gashydrat-Destabilisierung im Schlamm-Austrittsbereich zu dokumentieren und in Kombination mit den aus den Porenwasser-Gradienten erarbeiteten Flussraten zu vergleichen.

Weitere wichtige Tauchziele sind drei Seep-Strukturen (Arbeitsgebiet B), das *Batumi Seep*, der *Pechori Mound* und das *Colheti Seep* in georgischen Gewässern (Abb. 6). Zusätzliche Gebiete, die mit QUEST untersucht werden sollen, liegen im Bereich der Türkei bei *Samsun* (südöstliches Schwarzes Meer; C) und im *Kozlu High*-Gebiet (südwestliches Schwarzes Meer; E). Oberflächennahe Gashydrat-Vorkommen wurden in beiden Gebieten während TTR-15 bzw. P317/4 mittels Sidescan Sonar (Abb. 7 und 8) anhand hoher Backscatterbereiche lokalisiert. Die Porenwasserprofile von Sedimentkernen belegen ebenfalls Gashydrat-Vorkommen. Während beider Fahrabschnitte M72/3a und 3b werden die in den Projekten OMEGA und METRO entwickelten Autoklav-Geräte eingesetzt. Begleitend zu den Autoklav-Probenahmen, werden auch Einsätze mit TV-MUC und Schwerelot gefahren.

Zur Detektierung akustischer Plumes wird das PARASOUND-System eingesetzt, das nun neben der Hauptfrequenz um 3,5 kHz auch die Registrierung höherer Frequenzen, wie das 18 kHz und das 40 kHz-Signal zulässt. Erste Erfahrungen damit wurden im Golf von Mexiko während M67/2 gewonnen, wobei während sehr langsamer Fahrt-

Work Programme

Leg M 72/3a

Deployments of the ROV are scheduled for the Sorokin Trough at the Dvurechenskii- and Kazakov mud volcanoes (Ukraine, working area A, Fig. 5). Profoundly targeted applications of QUEST are assured for both structures, since at these sites we performed pilot surveys during M 52/1. For example, it is aimed to assess the temperature field (9 to 17 °C) on the Dvurechenskii mud volcano for several days by means of numerous temperature loggers. These activities will document possible thermal gas hydrate destabilisation processes and their relationship to flux rates calculated on the basis of pore water gradients.

Further important sites to be investigated by QUEST are the three seep structures Batumi Seep, Pechori Mound and Colheti Seep off Georgia (working area B; Fig. 6). Additional dive areas are located off Turkey near Samsun (south-eastern Black Sea, C), and at the Kozlu High area (southwestern Black Sea, E). Based on high backscatter intensities near-surface occurrences of gas hydrates were proven for both areas during TTR-15 and P317/4, respectively (Figs. 7 and 8). Moreover, the presence of gas hydrates is also demonstrated by pore water depth profiles. During both legs, the autoclave tools designed within the OMEGA and METRO projects, and concomitantly the TV-MUC and gravity corer, will be deployed.

In order to identify acoustic plumes the PARASOUND-System, which enables to detect the main frequency at about 3.5 kHz as well as higher frequencies at 18 kHz and 40 kHz, will be applied. Deployments of similar systems at very slow ship travelling speed during M 67/2 in the Gulf of Mexico showed that it is possible to locate bubble emission sites even in 3,000 m water depth.

geschwindigkeit auch noch Blasenaustritte in 3.000 m Wassertiefe akustisch zu lokalisieren waren.

Fahrtabschnitt M 72/3b

Während des zweiten Fahrtabschnitts werden vorwiegend die Arbeiten mit dem Sidescan Sonar und der Mehrkanalseismik durchgeführt. Es sind hochauflösende seismische Untersuchungen in ausgesuchten Gebieten geplant, die die Anbindung der oberflächennahen Fluidstrukturen mit der Tiefe aufzeigen sollen. Dabei konzentrieren sich die Messungen vorwiegend auf das *Batumi Seep*-Gebiet (B, Georgien) und *Samsun* (C, Türkei).

Die Detailkartierung mit dem Sidescan Sonar DTS-1 ist von besonderer Wichtigkeit, da über die Backscatter-Verteilung nicht nur Angaben zur Morphologie der Strukturen, sondern auch zur regionalen Verteilung aktiver und passiver Fluidaustrittsstellen sowie zu oberflächennahen Karbonat- bzw. Gashydrat-Vorkommen abgeleitet werden können. Fächer-Echolotvermessungen sind ein weiteres, unverzichtbares Hilfsmittel zur Erkundung der Strukturen. Neben der Sedimentechographie (3,5 kHz) soll weiterhin mit der PARASOUND-Anlage das 18 kHz Signal benutzt werden, um Austrittsstellen am Meeresboden zu lokalisieren und bei Mehrfachregistrierungen (Flare-Imaging) Veränderungen der Emissionen aufzuzeichnen.

Geplant ist ferner, wie bereits während der SONNE 174 erstmals durchgeführt, einen mobilen Computertomographie-Scanner an Bord zu bringen, so dass die unter *in-situ* Druck gewonnen Kerne an Bord gescannt werden können. Aus den so gewonnenen Dichtedaten werden Gashydrat-Gehalte und freies Gas über eine Volumenanalyse über die Kerntiefe erarbeitet und in besonders wichtigen Bereichen dreidimensionale Verteilungsmuster erstellt. Nach der CT-Analyse wird an einigen Kernen eine quantitative Entgasung des gesamten Kerns, bzw. von ca. 10-20 cm mächtigen Segmenten durchgeführt. Gas- und Gashydrat-Gehalte

Leg M 72/3b

The second leg will predominantly focus on the use of sidescan sonar and multichannel seismics. For selected areas it is aimed to perform high-resolution seismic investigations, in order to localize linkages of near-surface fluid features with sediment depths. The measurements will focus on the Batumi Seep Area (B, Georgia) and the area east of Samsun (C, Turkey).

Detailed mapping using the sidescan Sonar DTS-1 is of great relevance, since backscatter distributions yield information on the morphologies of geological structures, on the regional distributions at active and passive fluid emission sites and on near-surface occurrences of carbonates and gas hydrates. Another essential tool for investigations of the target structures is the multibeam echosounder. In addition to sediment echography (3.5 kHz) the 18 kHz signal will be measured by the PARASOUND-system in order to localize emission sites, and in case of multiple registrations (flare-imaging) to detect variations of the emissions.

As previously accomplished during expedition SONNE 174 it is further arranged to use a mobile CT-scanner, which permits scanning of pressurized cores on board the vessel. Based on the density data obtained, the amounts of gas hydrate and of free gas will be profiled along core depth, and three-dimensional distribution patterns might be compiled. Upon CT-analysis selected cores or core segments of 10 to 20 cm thickness will be quantitatively degassed. In this way, the proportions of gas and gas hydrates will be determined and used for calibration of the CT-measurements. Subsamples from other gas hydrate-bearing autoclave cores will serve for on-shore studies on gas hydrates using various methods (XRD structural analysis, rietfeld analysis, gas compositions, cryo-SEM-investigations).

Additional seafloor sampling by TV-MUC is intended. Immediately after recovery pore water will be extracted from the sediment

können so in bestimmten Tiefenabschnitten bestimmt, und zur Kalibrierung der CT-Analysen genutzt werden. Andere gashydratführende Autoklav-Kerne sollen beprobt werden, um die Gashydrate an Land mit verschiedenen Methoden (XRD-Strukturanalyse, Rietfeld-Analyse, Gaszusammensetzung, Kryo-SEM-Untersuchungen etc.) analysieren zu können.

Ergänzende Beprobungen mit TV-MUC sind geplant. Bereits an Bord soll Porenwasser aus den Sedimentkernen gewonnen und auf verschiedene chemische Komponenten (z.B. Chlorid, Silikat, Phosphat, Sulfid, Ammonium, Alkalinität etc.) analysiert werden.

core and analysed for several chemical parameters (e.g. chloride, silica, phosphate, sulfide, ammonia, alkalinity etc.).

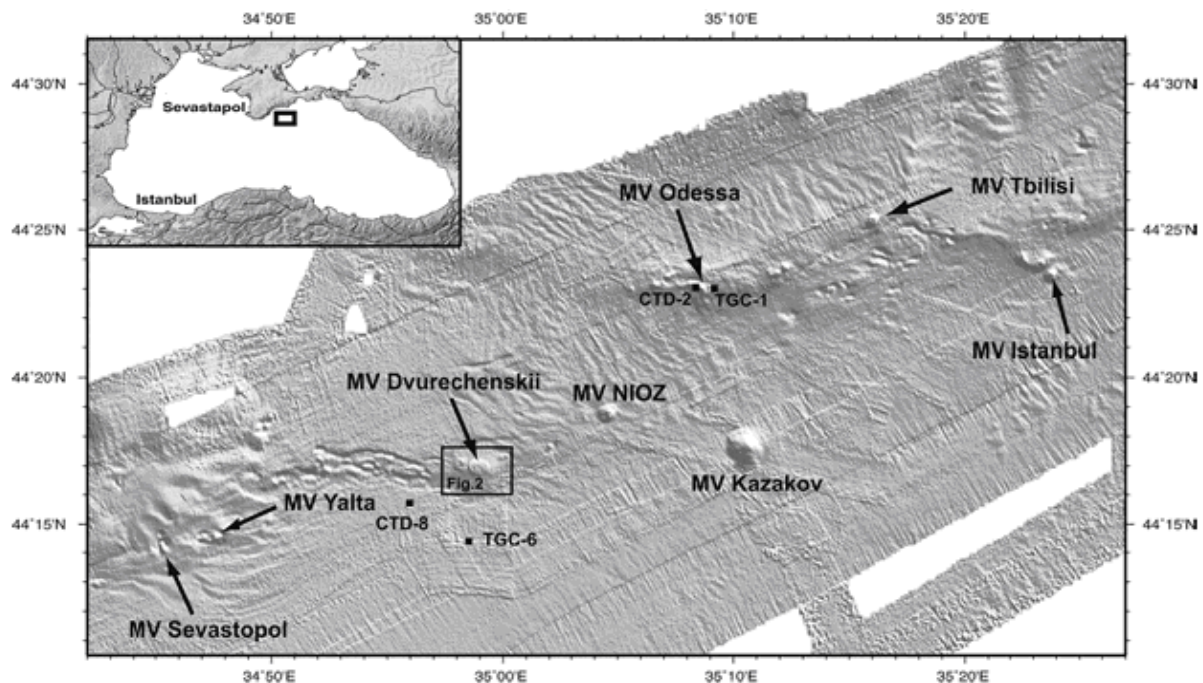


Abb. 5 Topographie des Meeresbodens im zentralen Sorokin Trog südöstlich der Krim-Halbinsel. Gezeigt sind die Positionen einiger wichtiger Schlammvulkane (aus Bohrmann et al. 2003, Geo-Marine Letters 23, 239-249).

Fig. 5 Topography of the seafloor in the central Sorokin Trough southeast of the Crimean Peninsula. Locations of selected important mud volcanoes are annotated (from Bohrmann et al. 2003, Geo-Marine Letters 23, 239-249).

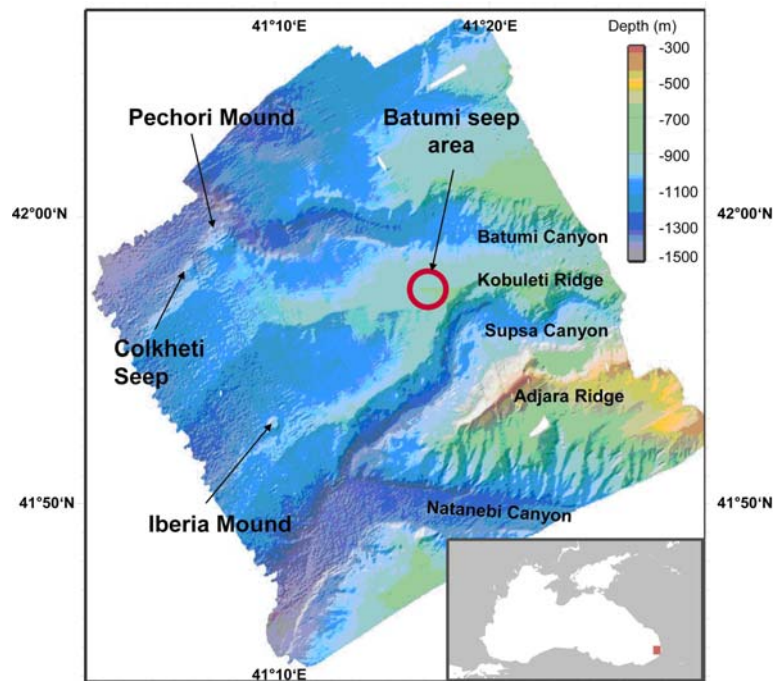


Abb. 6 Bathymetrische Karte des Kontinentalhanges vor Georgien zwischen 300 und 1.500 m Wassertiefe, während P317/4 mit dem ELAC Bottom-chart-Fächer-Echolot vermessen. Das *Batumi Seep*-Gebiet ist mit einem Kreis markiert. Die Seep-Gebiete *Pechori Mound*, *Iberia Mound* und *Colkheta Seep* wurden im Rahmen der FS *Professor Logatchev* TTR-15 Fahrt entdeckt (aus Klaucke et al. 2005, EOS Transactions 86, 341-352).

Fig. 6 Bathymetric map of the continental slope off Georgia between 300 m and 1,500 m water depth. The area was investigated with an ELAC Bottom-chart multibeam echosounder during P317/4. The *Batumi Seep Area* is encircled in red. The seep areas *Pechori Mound*, *Iberia Mound* and *Colkheta Seep* were discovered during TTR-15 cruise with RV *Professor Logatchev* (from Klaucke et al. 2005, EOS Transactions 86, 341-352).



Abb. 7 Mosaik der Sidescan Sonar-Vermessung mit DTS-1 (75 kHz) im *Batumi Seep*-Gebiet. Hohe Backscatterintensität wird durch hellen Grauton angezeigt. A: Unprozessierte Sidescan-Sonar-Daten zeigen akustische Anomalien in der Wassersäule (Gasblasenaustritte). B: 410 kHz-Aufzeichnung im zentralen Seepbereich. (aus Klaucke et al. 2006, *Marine Geology* 231, 51-67)

Fig. 7 Mosaic of sidescan-sonar-illustrations obtained with DTS-1 (75 kHz) in the *Batumi Seep Area*. High backscatter intensities are indicated by light-coloured grey A: Unprocessed sidescan-sonar data illustrate acoustic anomalies occurring in the water column. B: 410 kHz records in the central seep area (from Klaucke et al 2006, *Marine Geology* 231, 51-61).

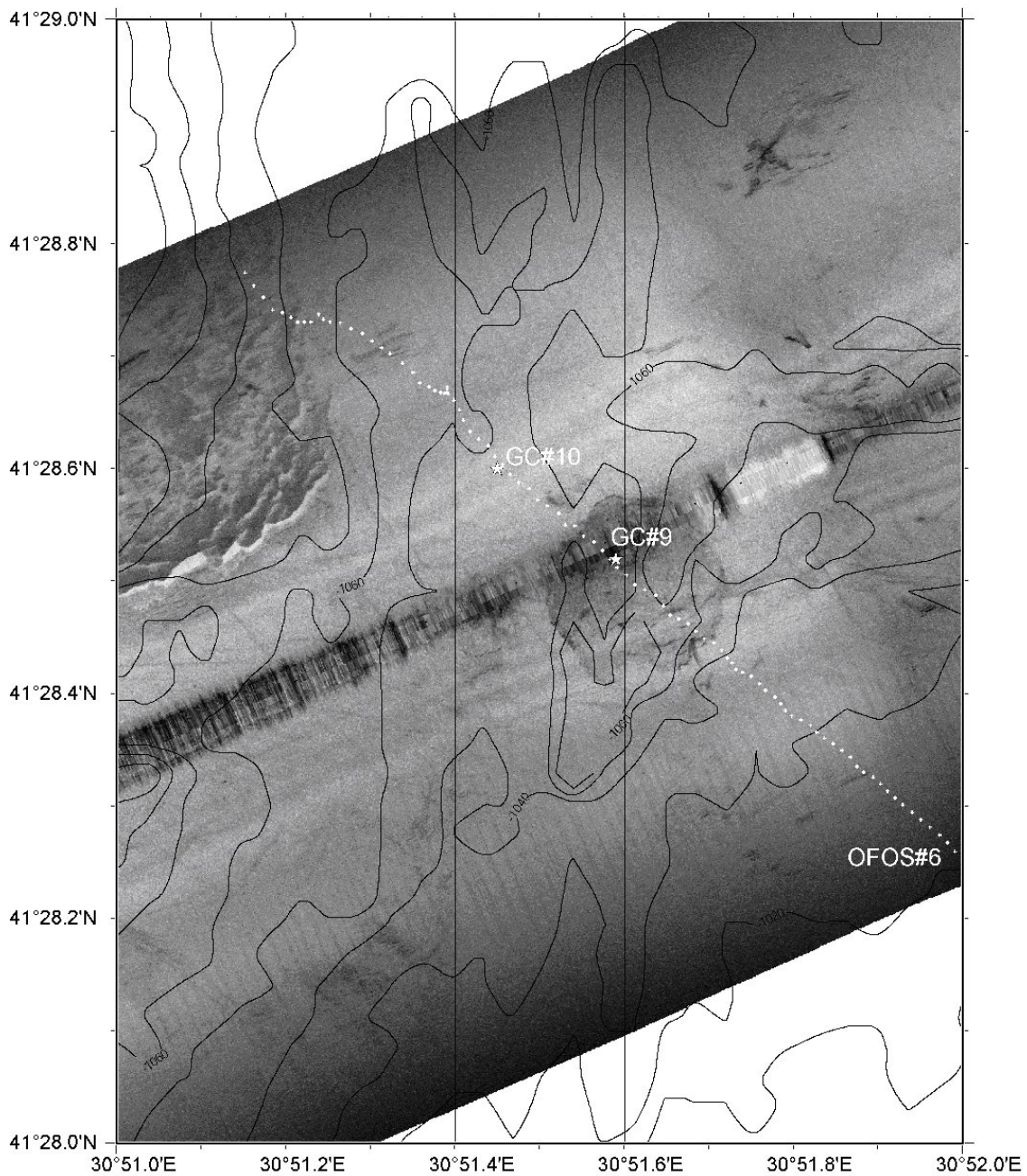


Abb. 8 Karte mit Bathymetrie, Backscatter-Intensitäten, einem OFOS-Track und Lokationen der Schwerelote am ‚Eregli Patch‘ im Kozlu High-Gebiet (P 317/4, unpublizierte Daten Projekt METRO). Beide Schwerelote wiesen das Vorkommen von Gas und fein verteilten Gashydraten im Sedimenten nach.

Fig. 8 Map showing the backscatter intensities, bathymetry, and locations of a OFOS survey and gravity corers at ‘Eregli Patch’ at the Kozlu High area (P 317/4; unpublished data METRO project). Both gravity corers revealed evidences for the presence of gas and finely disseminated gas hydrates in the sediments.

Zeitplan / Schedule
Fahrtabschnitt / Leg 72/3a

	Tage / days
Auslaufen von Istanbul (Türkei) am 16. März 2007 <i>Departure from Istanbul (Turkey) 16th March 2007</i>	
Transit Istanbul – Arbeitsgebiet Sorokin Trog <i>Transit Istanbul – working area Sorokin Trough</i>	1.5
4 Tauchgänge mit ROV QUEST <i>4 dives with ROV QUEST</i>	2.5
Stationsarbeiten mit DAPC, TV-MUC, GC <i>Station work with DAPC, TV-MUC, GC</i>	0.5
PARASOUND/SIMRAD-Vermessungen <i>PARASOUND/SIMRAD mapping</i>	0.5
Transit ins Arbeitsgebiet Batumi Seep <i>Transit to working area Batumi seep</i>	1.5
4 Tauchgänge mit ROV QUEST <i>4 dives with ROV QUEST</i>	2.5
Stationsarbeiten mit DAPC, TV-MUC, GC <i>Station work with DAPC, TV-MUC, GC</i>	0.5
PARASOUND/SIMRAD-Vermessungen <i>PARASOUND/SIMRAD mapping</i>	0.5
Transit ins Arbeitsgebiet Samsun <i>Transit to working area Samsun</i>	0.5
2 Tauchgänge mit ROV QUEST <i>2 dives with ROV QUEST</i>	1.5
Stationsarbeiten mit DAPC, TV-MUC, GC <i>Station work with DAPC, TV-MUC, GC</i>	0.5
PARASOUND/SIMRAD-Vermessungen <i>PARASOUND/SIMRAD mapping</i>	0.5
Transit ins Arbeitsgebiet ‚boiling mud area‘ <i>Transit to working area in der ‚boiling mud area‘</i>	0.5
Stationsarbeiten mit DAPC, TV-MUC, GC sowie Vermessung <i>Station work with DAPC, TV-MUC, GC and mapping</i>	0.5

Transit ins Arbeitsgebiet <i>Kozlu High</i> <i>Transit to working area Kozlu High</i>	0.5
2 Tauchgänge mit ROV QUEST <i>2 dives with ROV QUEST</i>	1.0
Stationsarbeiten mit DAPC, TV-MUC, GC <i>Station work with DAPC, TV-MUC, GC</i>	0.5
PARASOUND/SIMRAD-Vermessungen <i>PARASOUND/SIMRAD mapping</i>	0.5
Transit Arbeitsgebiete <i>Kozlu High – Trabzon</i> <i>Transit working areas Kozlu High – Trabzon</i>	1.5
Total	18
Einlaufen in Trabzon (Türkei) am 03. April 2007 <i>Arrival in Trabzon (Turkey) 03rd April 2007</i>	

Fahrtabschnitt / Leg 72/3b

	Tage / <i>days</i>
Auslaufen von Trabzon (Türkei) am 04. April 2007 <i>Departure from Trabzon (Turkey) 04th April 2007</i>	
Transit in das Arbeitsgebiet <i>Samsun</i> <i>Transit to working area Samsun</i>	0.5
Mehrkanal-Seismik <i>Multichannel seismics</i>	1.5
Sidescan Sonar Vermessungen <i>Sidescan sonar mapping</i>	1.5
Stationsarbeiten mit DAPC <i>Station work with DAPC</i>	0.5
Transit ins Arbeitsgebiet <i>Batumi Seep</i> <i>Transit to working area Batumi seep</i>	0.5
Mehrkanal-Seismik <i>Multichannel seismics</i>	1.5
Sidescan Sonar Vermessungen <i>Sidescan sonar mapping</i>	1.5
Stationsarbeiten mit DAPC <i>Station work with DAPC</i>	1.0

Transit ins Arbeitsgebiet ,boiling mud area' <i>Transit to ,boiling mud area'</i>	0.5
Mehrkanal-Seismik <i>Multichannel seismics</i>	1.5
Sidescan Sonar Vermessung <i>Sidescan sonar mapping</i>	1.5
Stationsarbeiten mit DAPC <i>Station work with DAPC</i>	0.5
Transit ins Arbeitsgebiet <i>Sorokin Trog</i> <i>Transit to working area Sorokin Trough</i>	0.5
Sidescan Sonar Vermessung <i>Sidescan sonar mapping</i>	3.0
Stationsarbeiten mit DAPC <i>Station work with DAPC</i>	0.5
Transit ins Arbeitsgebiet <i>Kozlu High</i> <i>Transit to working area Kozlu High</i>	0.5
Mehrkanalseismik <i>Multichannel seismics</i>	1.0
Stationsarbeiten mit DAPC <i>Station work with DAPC</i>	0.5
Transit Arbeitsgebiet <i>Kozlu High – Istanbul</i> <i>Transit working area Kozlu High – Istanbul</i>	0.5
	Total 19
Einlaufen in Istanbul (Türkei) am 23. April 2007 <i>Arrival in Istanbul (Turkey) 23rd April 2007</i>	

Fahrtabschnitt / Leg M 72/4

Istanbul – Istanbul

Wissenschaftliches Programm

Das Projekt SEEPMOD untersucht die interne Struktur von Gasaustrittsstellen, um mögliche Fluidförderwege zu charakterisieren. Hierzu werden sowohl punktuelle Förderquellen wie z.B. Schlammvulkane als auch diffuse Austrittsfelder untersucht. Der Einsatz von Seitensichtsonar erlaubt es diese Ziele detailliert lithologisch zu kartieren und hochauflösende Vermessungen mit einer tief geschleppten Hydophonkette werden es ermöglichen Förderbereiche aufzulösen, die bisher als transparente Zonen abgebildet wurden. OBH/S Aufnahmen sollen die Verbindung zu möglichen tieferen Quellen (z.B. Diapirstrukturen) erfassen. Dadurch ergibt sich die Möglichkeit, den Beitrag von Austrittslokalisationen zum Fluid- und Gasbudget besser abzuschätzen. Die Erfassung bisher nicht sicher zu beschreibender Fluidaufstiegswege soll zu einem besseren Verständnis der Bildungs- und Zersetzungsprozesse von Hydratlagerstätten führen. Physikalische Sedimenteigenschaften lassen sich aus den Aufzeichnungen der P- und S-Wellen ableiten, die über Pre-Stack Migration und AVO/AVA Analysen zu Abschätzungen von Gas- und Hydratgehalten führen. Ein Abgleich mit den hoch aufgelösten Vermessungen des Sidescan Sonar und der verbesserten Auflösung des tief geschleppten Streamer erlaubt die Übertragung der Ergebnisse in die Fläche.

Dieses Projekt hat 3 Hauptziele:

1. eine höchstauflösende seismische Abbildung Gas- und Gashydrathaltiger Sedimente, eine Analyse ihrer physikalischen Eigenschaften und die strukturelle Kartierung von Gas Seeps und deren Zufuhrwegen;
2. Schätzungen des Gas- und Gashydratgehalts in diesen Gebieten;
3. Geoakustische Abbildung und Kartierung der regionalen Ausdehnung von Gasaustrittsstellen und damit zusammenhängenden sedimentären Fazies.

Scientific Programme

Goal of the SEEPMOD project is the investigation of gas seep locations in order to characterize possible fluid migration pathways. For this purpose focused expulsion sources such as mud volcanoes and diffusive expulsion areas will be investigated. Usage of a sidescan sonar will allow to produce lithological maps of the targets, while a deep towed streamer will allow to resolve conduits that up to now have only been imaged as transparent zones. OBH/S recordings should allow to cover the connection to deeper roots (diapiric structures). Consequently the contribution of seepage locations to the fluid and gas budget should be better estimated. Coverage of migration pathways, that have not yet been described in detail, should provide better understanding of hydrate formation and dissolution. Physical properties can be deduced from P and S wave records, which allow to estimate the gas and hydrate content by Pre-Stack Depth Migration and AVO/AVA analysis. A comparison with high resolution sidescan and deep towed streamer data will allow to extrapolate the results into lateral extension.

The main objectives of this project are threefold.

1. Very high-resolution seismic imaging of gas and gas-hydrate bearing sediments, analyses of their physical properties and structural mapping of gas seeps and their feeder channels.
2. Estimation of the gas and gas hydrate content in these areas.
3. Geoacoustic imaging and mapping of the areal extend of gas seeps and related sedimentary facies.

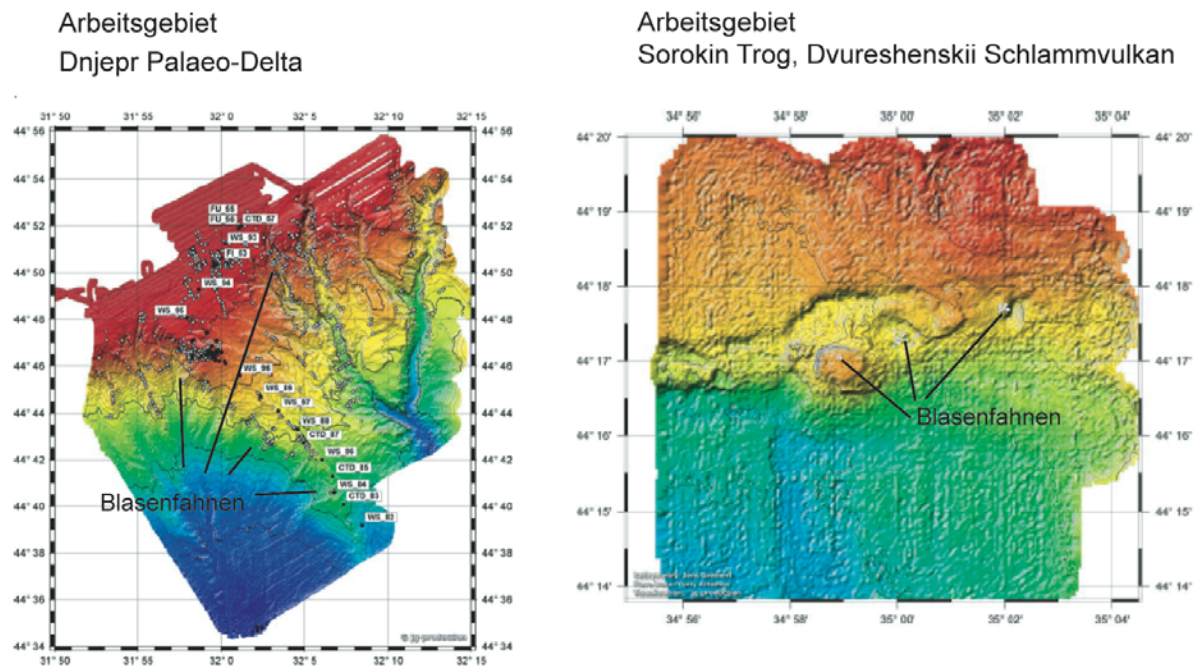


Abb. 9 Bathymetrische Karten der Arbeitsgebiete mit Flare Lokationen. Links: Dnjepr Paläo-Shelf; rechts: Dvurechenskii Schlammvulkan Sorokin Trog

Fig. 9 Bathymetric map of the working area with observed flares. Left: Dnepr Palaeo-shelf; right: Dvureshenskii mud volcano, Sorokin Trough.

Arbeitsprogramm

Zwei Regionen wurden gewählt um die gesetzten Ziele zu erreichen (Abb. 9): (1) der Sorokin-Graben, wo ein aktiver (Dvurechenskii) und ein ruhender (Sevastopol) Schlammvulkan untersucht werden sollen, und (2) das Dnjepr-Gebiet, wo kürzlich ein BSR in einem begrenzten Bereich westlich des Dnjepr-Canyon in 700 – 1400 m Wassertiefe entdeckt wurde, und wo aktiver Gasaustritt aus sehr flachem Wasser am Paleo-Dnjepr-Delta bis zu einer Wassertiefe von mindestens 1000 m in der Nähe des Dnjepr-Canyon erfolgt. Beide Gebiete wurden bereits im Rahmen anderer Projekte (GHOSTDABS, MARGASCH, CRIMEA) erforscht, so dass die beantragten Untersuchungen eine Fortsetzung dieser früheren Arbeiten darstellen und zur Klärung noch verbliebener Fragen dienen sollen. Als seismische Geräte sollen der DeepTow Streamer

Work Programme

Two regional targets were chosen in order to address the main objectives of the project (Fig. 1): (1) the Sorokin Trough, where one active (Dvurechenskii) and one quiet (Sevastopol) mud volcano will be studied, and (2) the Dnepr area, where a BSR has recently been found in a limited area west of the Dnepr canyon in 700 - 1400 m water depth, and where active gas venting occurs from very shallow waters on top of the paleo Dnepr delta down to at least 1000 m water depth next to the Dnepr canyon. Both areas have been investigated by other projects earlier (GHOSTDABS, MARGASCH, CRIMEA) and hence the proposed work will be a continuation of this work aiming at answering remaining questions. As seismic tools, the IFM-GEOMAR deep-tow streamer combined with a 1.7 l GI-gun surface source (50 - 500 Hz) and ocean-bottom-

des IFM-GEOMAR zusammen mit einer 1.7 l GI-Gun (50 - 500 Hz) als akustische Quelle und Ozeanboden-Hydrophone/Seismometer (OBH/S) eingesetzt werden. Das tief geschleppte IFM-GEOMAR-System beinhaltet auch ein digitales Doppelfrequenz-Chirp-Sidescan-Sonar, das mit 75 und 410 kHz Mittenfrequenzen arbeitet.

Über die Größe, Struktur und Verteilung von Zufuhrwegen submariner Gasaustritte ist nur sehr wenig bekannt. Eine mit tief geschleppter akustischer Ausrüstung erzielte verbesserte Auflösung wird zu weiteren Kenntnissen über die inneren Schichten von Schlammvulkanen und Schlamm diapiren beitragen. Durch die aus den Untersuchungen resultierenden Strukturbeschreibungen können wir neue Daten zur Verfügung stellen, die das Verständnis von Schlammvulkanbildung und -funktion - bisher in allen Budgetberechnungen nur grob abgeschätzt - vertiefen. Kenntnisse über die Verteilung und Ausrichtung von Zufuhrwegen in Gashydratspeichern werden neues Licht auf die Frage werfen, wie Fluide durch Ablagerungen migrieren und wie sie die Bildung und Zersetzung von Hydraten beeinflussen können. Die OBH/S-Weitwinkel-Daten werden detaillierte Informationen über seismische Geschwindigkeiten in der Tiefe liefern. Der Einsatz großer Airguns wird zu Informationen über die Struktur der Wurzeln des Schlammvulkans führen. Damit werden wir über die notwendigen Informationen verfügen, um ein dreidimensionales Modell eines Hydratspeichers und die damit verbundenen Zufuhrmechanismen herstellen zu können.

Physikalische Eigenschaften, d.h. P- und S-Wellen-Geschwindigkeitstiefenprofile, sollen aus OBH/S-Messungen durch eine Analyse der Einsatzzeiten und/oder durch Prestack-Tiefenmigration hergeleitet werden, um laterale Variationen der P-Wellen-Geschwindigkeit und/oder der akustischen Impedanz über und unter dem BSR oder anderen ausgeprägten Reflektoren (z.B. Gasfront) entlang der Profile zu untersuchen. Letztendlich sollen Gas- und Gashydrat-

hydrophones/seismometers (OBH/S) will be used. The IFM-GEOMAR deep-towed system also includes a dual-frequency, digital Chirp sidescan sonar operating with 75 and 410 kHz centre frequencies.

The size, structure and distribution of feeder channels of submarine gas seeps are only poorly known. Making use of the improved resolution of deep towed acoustic equipment will allow to provide further knowledge of the internal layering within mud volcanoes and mud diapirs. With the resulting structural description we provide new data for the understanding of the formation and function of mud volcanoes, which have been only roughly estimated in all budget calculations up to now. Knowledge about the distribution and orientation of feeder channels within the gas hydrate deposit will shed new light on the question how fluids may migrate through the deposit and how they may influence the formation and decomposition of hydrates. OBH/S wide angle data acquisition will provide detailed velocity depth information. Operation with large size airguns will reveal structural information about the roots of the mud volcano. Consequently we will provide necessary information to conduct a three dimensional model of a hydrate deposit and the related feeder mechanisms.

Physical properties, i.e. P- and S-wave velocity depth profiles, will be derived from OBH/S measurements by travel time analysis and/or prestack-depth migration to investigate lateral variations in the P-wave velocity and/or acoustic impedance above and below a BSR or other pronounced reflectors (e.g. gas front) along the profiles. Finally, using an appropriate sediment model, gas and gas hydrate contents will be estimated along the lines from vertical and lateral P- (and S-) wave velocity variations. High resolution acoustic imaging of both diffuse and discrete gas seeps in the Black Sea will allow relating the structural information derived from the deep-towed seismic investigation to seep-related facies at the seafloor. The repetition of

gehalt entlang der Linien vertikaler und lateraler P- (und S-) Wellen-Geschwindigkeitsvariationen mit einem geeigneten Sedimentmodell geschätzt werden.

Mittels der hochauflösenden akustischen Abbildung diffuser und diskreter Gasaustrittsstellen im Schwarzen Meer sollen die aus den seismischen Untersuchungen hergeleiteten Strukturinformationen mit der Fazies am Meeresboden in einen Zusammenhang gebracht werden, die auf Fluidaustritte schließen lassen. Die Wiederholung von Messungen am Dvurechenskii-Schlammvulkan (bereits 2002 vermessen) soll mögliche Änderungen der Faziesverteilung an diesem hochaktiven, aber unbeständigen Schlammvulkan ermöglichen. Eine detaillierte Sidescan-Sonar-Untersuchung des Dnjepr-Gebiets soll die vorhandene Datenbasis über Merkmale von Fluidaustritten im Schwarzen Meer ergänzen, damit ein vollständiges Inventar solcher Merkmale für das Schwarze Meer hergeleitet werden kann. Dies ist die Voraussetzung, um langfristig ein Budget der Fluid- und Elementflüsse im Schwarzen Meer erstellen zu können.

measurements at Dvurechenskii mud volcano (already surveyed in 2002) will allow to monitor changes in the facies distribution on the this highly active, but variable structure. Detailed sidescan sonar investigation of the Dnjepr area will complement the existing database on gas seep related features in the Black Sea and allow to ultimately derive a complete inventory of such features for the Black Sea. This is a prerequisite for budgeting the fluid and element fluxes in the Black Sea.

Zeitplan / Schedule Fahrabschnitt / Leg 72/4

	Tage / days
Auslaufen von Istanbul (Türkei) am 26. April 2007 <i>Departure from Istanbul (Turkey) 26th April 2007</i>	
Transit Istanbul – Dvurechenskii Schlammvulkan (Arbeitsgebiet Sorokin Trog) <i>Transit Istanbul – Dvurechenskii mud vulcano (working area Sorokin Trough)</i>	1.5
Tief geschleppte Reflexionsseismik, GI-Gun und Sidescan <i>Deep towed reflection seismics, GI gun and sidescan</i>	2.7
Refraktionsseismische Untersuchungen und 16 l Cluster <i>Refraction seismic investigations and 16 l cluster</i>	1.7
Transit zum Sevastopol Schlammvulkan <i>Transit to Sebastopol mud vulcano</i>	0.5
Tief geschleppte Reflexionsseismik, GI-Gun und Sidescan <i>Deep towed reflection seismics, GI gun and sidescan</i>	1.7
Refraktionsseismische Untersuchungen und 16 l Cluster <i>Refraction seismic investigations and 16 l cluster</i>	1.3
Transit ins Dnjeper Arbeitsgebiet <i>Transit to Dnepr working area</i>	0.5
Tief geschleppte Reflexionsseismik und Sidescan <i>Deep towed reflection seismics, GI gun and sidescan</i>	2.7
Refraktionsseismische Untersuchungen und 16 l Cluster <i>Refraction seismic investigations and 16 l cluster</i>	1.7
Transit nach Istanbul <i>Transit to Istanbul</i>	1.5
	Total 16
Einlaufen in Istanbul (Türkei) am 11. Mai 2007 <i>Arrival in Istanbul (Turkey) 11th May 2007</i>	

Fahrtabschnitt / Leg M 72/5

Istanbul –Istanbul

Wissenschaftliches Programm

Die anoxischen Bedingungen im Schwarzen Meer unterhalb 100-150 m Wassertiefe beruhen auf einer ausgeprägten Wasserschichtung von salzreichem Tiefenwasser und Oberflächenwasser, das von Flüssen und durch Niederschlag eingetragen wird. Starker Eintrag von Nährsalzen durch Flüsse fördert die Primärproduktion in der photischen Deckschicht. Unterhalb der Chemokline ist dagegen ausschließlich prokaryotisches Leben möglich. Die resultierenden Sedimentationsbedingungen führen dazu, dass das Schwarze Meer als Typ-Lokalität für anoxische Ablagerungsräume mit geschichteter Wassersäule gilt. Seine Sedimente gelten als moderne Äquivalente für viele in der geologischen Vergangenheit abgelagerte TOC-reiche Sedimente, wie z.B. Schwarzschiefer und Erdölmuttergesteine.

M 72/5 hat zum Ziel die biogeochemischen Umsatzprozesse in der Wassersäule und in den Sedimenten um die Chemokline und in den tiefen anoxischen Becken zu untersuchen um die rezenten biogeochemischen Stoffkreisläufe im Schwarzen Meer einerseits und die Entstehungsgeschichte fossiler TOC-reicher Sedimente andererseits besser zu verstehen. Weiterhin soll das Holozäne Paläoklima der Schwarzmeerregion während der vergangenen ca. 7500 Jahre hoch auflösend analysiert werden.

Zeitliche Entwicklung der Chemokline im Holozän

Die Chemokline in der Wassersäule entstand nach der letzten Eiszeit, als Mittelmeerwasser infolge weltweit ansteigender Meeresspiegel einströmte und sich unter das zuvor limnische Schwarzmeerwasser schichtete. Sie befand sich anfangs nicht in der heutigen Tiefe, sondern hat sich zunächst in zentralen Bereichen des Schwarzen Meers in größeren Wassertiefen etabliert. Das Verhältnis von Fe/Al und der Gehalt an reaktivem Fe in oberflächennahen Sedimenten (Units I und

Scientific Programme

The anoxic conditions below 100-150 m water depth in the Black Sea result from a stable stratification of the water column due to input of chlorine-rich Mediterranean sea water and fresh water input from rivers and rainfall. High input of mineral nutrients mainly from European rivers causes high planktonic primary production in the photic zone, while there is only procaryotic life below the chemocline. The resultant sedimentation conditions make the Black Sea to a type locality for deposition regimes with anoxic conditions in stratified water columns, and its sediments are regarded as modern equivalents for many TOC-rich sediments which have deposited during geological time scales, such as black shale and fossil carbon host rock.

Meteor Expedition M 72/5 aims at investigating the biogeochemical turnover processes in the water column and sediments around the chemocline and in the deep anoxic basins in order to gain a better understanding of the actual biogeochemical turnover processes on the one hand, and the evolutionary history of fossil TOC-rich sediments on the other hand. Another focus will be put on investigating the Holocene paleo-climate of the Black Sea region during recent ~7500 years.

Temporal development of the chemocline in the Holocene

The chemocline in the water column established after the latest ice age when Mediterranean sea water entered the Black Sea through the Bosphorus due to the worldwide rising sea level. In contrast to its actual location, the chemocline initially established in greater water depths in central areas of the Black Sea. Information on the temporal development of the chemocline can be gained by interpretation of the Fe/Al ratios and the amount of

II) kann Aufschluss über die zeitliche Entwicklung der Chemokline geben. Auf der Grundlage von Daten, die während Meteor Expedition M 51/4 im Schwarzen Meer gesammelt wurden, wurde ein Mechanismus der „Redox-Differentiation“ postuliert, mit dem sowohl die beobachtete Zunahme von Fe/Al mit der Wassertiefe als auch deutlich getrennte Peaks in Sediment-Units I und II erklärt werden können, die auf wechselnde Redoxbedingungen und damit auf eine zeitlich Variabilität der Chemoklintiefe deuten. Diese bisher an wenigen Sedimentkernen festgemachte Hypothese soll anhand von Daten aus neuen Untersuchungsgebieten verifiziert werden, insbesondere dadurch, dass bisher fehlende Porenwasser- und Sedimentdaten der flacheren Schelfbereiche mit einbezogen werden.

Mikrobielle Prozesse in der Wassersäule

Die Sedimentation von Algenbiomasse führt zu einer kompletten Sauerstoffzehrung unterhalb der Chemokline. Weitere Mineralisierung des absinkenden organischen Materials durch sulfatreduzierende Bakterien setzt im Tiefenwasser Schwefelwasserstoff und Nährsalze wie Ammonium und Phosphat frei. Diese zum Teil energiereichen Verbindungen akkumulieren dort und werden durch turbulente Mischung langsam wieder nach oben transportiert. In der Chemokline treffen Substanzen wie Sulfid, Ammonium, Methan oder Manganionen auf oxidierte Substanzen wie Sauerstoff, Nitrit, Nitrat oder Manganoxid. Dadurch entsteht die chemische Voraussetzung für eine Vielfalt von Redoxprozessen. Bei einigen davon ist die Mikrobiologie noch weitgehend unbekannt und die Entdeckung neuartiger Prozesse ist zu erwarten. Als Beispiel dafür dient die während Meteor-Fahrt 51/4 gemachte Entdeckung, dass Ammonium nicht mit Sauerstoff durch nitrifizierende Bakterien oxidiert, sondern in einem neuartigen Prozess mit Nitrit direkt zu N_2 umgewandelt wird („Anammox“). Als anderes Beispiel wird Sulfid im zentralen Teil des Schwarzen Meers nicht mit O_2 durch chemoautotrophe Schwefelbakterien, sondern mit CO_2 durch photoautotrophe Bakterien oxidiert. Die

reactive iron in Black Sea surface sediments (units I and II). Based on data collected in the Black Sea during Meteor expedition M 51/4, a model was postulated according to which “redox-differentiation” around the chemocline leads to significant patterns of reactive iron which can explain the observed accumulation of Fe/Al with water depth and further can attribute the existence of discrete Fe/Al peaks in sediment units I and II to variable redox conditions associated with temporal variability of the chemocline. This hypothesis was based on analyses of only a few deep-water cores. One goal of the cruise is therefore to verify the hypothesis by extending analyses to other Black Sea regions, and in particular to include analyses of sediments and pore water from shallow shelf areas.

Microbial processes in the water column

The deposition of algal biomass entirely consumes oxygen below the chemocline, and further remineralisation of sinking organic material by sulfate reducing bacteria releases hydrogen sulfide and mineral nutrients such as ammonia and phosphate into the deep water. These sometimes energy-rich compounds accumulate and slowly ascend towards the chemocline due to turbulent deep-water mixing. At the chemocline, reduced substances such as sulphide, ammonia, methane and manganese ions meet oxidised substances such as oxygen, nitrite, nitrate or manganese oxide, which leads to perfect conditions for a multitude of redox processes. Some of these are catalysed by known procariotic organisms, while the microbiology of other potential processes is largely unknown, and further discovery of new processes is very likely. One such example from Meteor expedition M 51/4 was the discovery of a new pathway of direct anaerobic ammonia oxidation (“Anammox”) to N_2 instead of aerobic oxidation by nitrifying bacteria. Another example is the in the central Black Sea occurring oxidation of sulfide with CO_2 by photoautotrophic bacteria instead of oxidation with O_2 by chemoautotrophic sulfur bacteria. The identification and

Identifizierung und Charakterisierung der anaeroben prokaryotischen Lebensgemeinschaften sind deshalb wichtige Ziele der M 72/5. Ein weiterer Schwerpunkt der Untersuchungen in der Wassersäule wird sich den Nahrungsnetzen von mikroaerophilen (in der suboxischen Zone) und strikt anaerob lebenden (in der H_2S -Zone) Protozoen um die Chemokline widmen. Eine zentrale Frage dabei ist, wie die Abundanzen und Aktivitäten der verschiedenen in der Chemokline aktiven funktionellen Bakteriengruppen von selektivem Bakteriengrazing durch Protozoen (Ciliaten, Flagellaten) beeinflusst werden.

Biogeochemie des Meeresbodens

Die Abfolge limnischer, brackiger und mariner Sedimente führt zu komplexen Stoffflüssen, die noch nicht endgültig verstanden sind. Eine zentrale Rolle spielt dabei das Fe-S System und die daran gekoppelten biogeochemischen Prozesse. Die Modifikationen der primären Sedimentzusammensetzungen sind dabei entscheidend für die Interpretation des fossilen Schwefelisotopenrekords. So haben die Untersuchungen der Porenwässer und Sedimente von M 51/4 gezeigt, dass Stoffflüsse aus den brackigen Sedimenten in die unterlagernden limnischen Schichtfolgen zu einer Modifikation der Signaturen im Fe-S System führen. Die ungewöhnlich schweren Isotopenwerte in sedimentären Sulfiden können u.U. als Proxy für den in den Sedimenten des Schwarzen Meers bedeutsamen Prozess der anaeroben Oxidation von Methan dienen, bei dem Schwefelwasserstoff freigesetzt wird, der in tiefere und flachere Sedimente diffundiert. Quantitativ sind die Prozesse der parallelen Diffusion (SO_4^{2-} , H_2S , FeII, MnII, CO_2 , CH_4) allerdings nicht vollständig verstanden. Eine besondere Rolle kommt den Fragen nach den mikrobiellen Reaktionen unterhalb der heutigen Sulfidierungsfronten zu, da sie quantitativ mit den sich etablierenden Stoffflüssen zusammenhängen und z.B. Ort der Methanogenese sind. Die Verknüpfung mit den Metall- und Schwefelkreisläufen ist mechanistisch und quantitativ bisher unklar.

characterization of the anaerobic procariotic communities is therefore a predominant goal of M 72/5. Other microbiological investigations of the water column will focus on food webs of the microaerophilic (in the suboxic zone) and obligate anaerobically living protozoans (in the H_2S zone) around the chemocline. Investigations of selective bacteria grazing by protozoans (ciliates, flagellates) and the resultant regulation of abundances and activities of the various functional microbial groups in the chemocline gain major importance.

Biogeochemistry of the sea floor

The succession of limnic, brackish and marine sediments leads to a complexity of element and mass transfers which is not yet entirely understood. The Fe-S system and coupled biogeochemical processes play here central roles, and the modification of the primary sediment composition is very important for an interpretation of the isotopic record of fossil sulfur. As an example, the investigations of pore waters and sediments during M 51/4 showed that element transfer from brackish sediments into underlying limnic layers leads to modifications of the Fe-S system signatures. The exceptional heavy isotopic values of the sedimentary sulfides may serve as a proxy for the in Black Sea sediments very important process of anaerobic oxidation of methane, which releases H_2S that migrates into deeper and also shallower sediment layers. However, the quantitative aspects of the processes of parallel diffusion (SO_4^{2-} , H_2S , FeII, MnII, CO_2 , CH_4) in the Black Sea sedimentary system are not yet understood. With respect to this, the microbial reactions below the present-day sulfidisation fronts in anoxic sediments, which for example is the zone of methanogenesis, gain major importance because they associate with the establishing element transfers. The mechanistic and quantitative aspects of the linkages between the turnovers of metals and sulfur is still unclear.

Paläoklima

Die Sedimente bilden ein Archiv der Entwicklungsgeschichte des Schwarzen Meers und der Entwicklung des regionalen holozänen Klimas. Durch die Ablagerung von fluviatilen Material aus einem weiten Einzugsgebiet werden Klima-Signale aus verschiedenen Klimaregionen von Zentral-Europa, Süd-Russland sowie der Türkei und dem Mittelmeerraum archiviert. Die fein laminierten Schwarzmeer-Sedimente bieten somit eine einmalige Gelegenheit die Paläoklimageschichte während der letzten ca. 7500 Jahre bis auf dekadische und interannuelle Zeitskalen zu analysieren. Diese Zeitskalen erlauben es, wichtige Klimaphänomene wie etwa die Nordatlantische/Arktische Oszillation aufzulösen und deren längerfristiges Verhalten während des Holozäns zu untersuchen.

Paleo climate

The sediments represent an archive of the evolution of the Black Sea and the development of the Holocene climate in the entire Black-Sea region. Fluvial material transported by rivers deposits in the Black Sea and thus archives climate signals originating from various climate regions of central Europe, southern Russia, Turkey and the Mediterranean. The fine-laminated sediments provide an excellent opportunity for high resolution analyses of the paleo-climate history during the recent ~7500 years down to decades or even inter-annual time scales. These time scales allow to resolve important climate phenomena such as the North Atlantic/Arctic Oscillation and to investigate their long-term development during the Holocene.

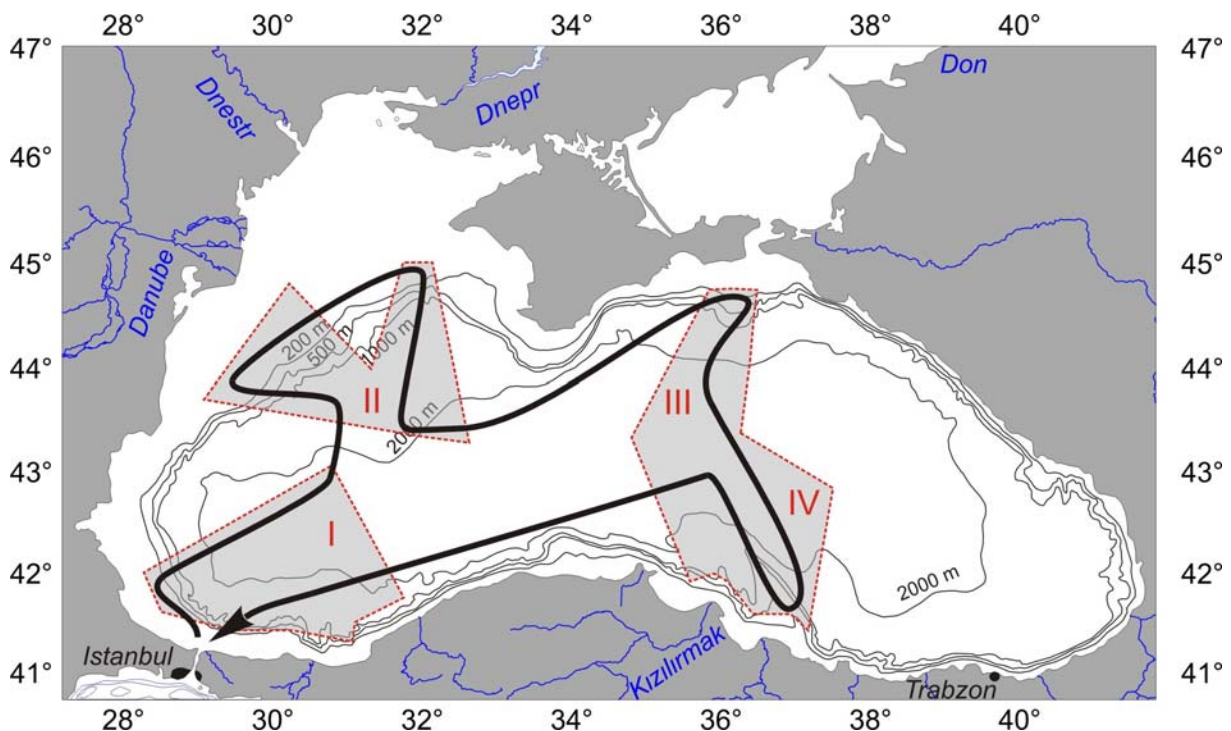


Abb. 10 M 72/5-Arbeitsgebiete und Fahrtroute; alle Arbeitsgebiete reichen vom Schelf bis in die tiefen Becken >2000 m Wassertiefe. **I**: SW-Schelf bis tiefes W-Becken vor Bosphorus; **II**: NW Schelf bis tiefes W-Becken mit den Paläodeltas von Donau und Dnjepr; **III**: N-Schelf bis tiefes O-Becken mit Don-Fächer; **IV**: S-Schelf / O-Becken vor Kızılırmak.

Fig. 10 M 72/5 working areas and cruise track. All working areas include shelf and deep basin areas with water depths >2000 m. **I**: SW-shelf down to the deep W-basin off Bosphorus; **II**: NW-shelf down to deep W-basin including paleo-deltas of rivers Danube and Dnepr; **III**: N-shelf to deep E-basin including Don fan; **IV**: S-shelf / E-basin off Kızılırmak.

Arbeitsprogramm

Vier Arbeitsgebiete wurden ausgewählt:

Arbeitsgebiet I liegt auf dem südwestlichen Schelf und Kontinentalabhang vor dem Bosphorus. Einstrom von oxischem Mittelmeerwasser in die sulfidische Wassersäule des Schwarzen Meeres ermöglicht die Untersuchung einzigartiger chemischer Prozesse und mikrobieller Gemeinschaften in der Wassersäule und am Meeresboden.

Arbeitsgebiete II-IV umfassen die Fächer vor den Flüssen Donau (Rumänien), Dnjestr, Dnjepr (Ukraine), Don (Russland), Kızılırmak und Yesılırmak (Türkei) bis in Wassertiefen von 2200 m und sind für Untersuchungen der Paläoklimata in Südosteuropa und in der östlichen Mittelmeerregion sehr geeignet. Repräsentative Transekte vom Schelf zur Tiefsee im westlichen und östlichen Becken sind für Untersuchungen der sedimentären Biogeochemie ausgewählt. Zentrale und periphere Gebiete in der westlichen und östlichen Zirkulation sind für Untersuchungen der Mikrobiologie und Prozesse in der Wassersäule und der Chemokline vorgesehen.

Die Wassersäule wird in hochauflösenden Vertikalprofilen mit in-situ-Pumpen, CTD/Wasserschöpferrosette und Pump-CTD beprobt. Dabei werden an jeder Station mehrere Profile mit verschiedenen Probennahmegeräten gefahren. Den Sedimentbeprobungen gehen Parasound- und Hydrosweep-Kartierungen voran um bathymetrische Karten zu erhalten, die Sedimente zu charakterisieren und Kernpositionen mit minimaler Störung (Turbidite) zu bestimmen. Für Sedimentarbeiten werden bis zu 10 m lange Kerne mit Schwerelot und Multi-Corer gewonnen. An allen Kernstationen werden 2 bis mehrere Kernentnahmen stattfinden um den Probenbedarf für die vielen Fragestellungen zu decken.

Das Probenmaterial wird für folgende Analysen an Bord benutzt bzw. für spätere Arbeiten im Heimatlabor vorbereitet. Unter

Work Programme

Four working areas were selected:

Working area I is located on the south-western shelf and continental slope off the Bosphorus. Influx of oxygenic water from the Mediterranean into the sulphidic water body of the Black Sea allows investigations of unique chemical processes and microbiological communities in the water column and on the sea floor.

Working areas II-IV include the fans of the rivers Danube (Romania), Dnestr, Dnepr (Ukraine), Don (Russia), Kızılırmak and Yesılırmak (Turkey) down to water depths of 2200 m and are well suited for investigations of the paleo climates of south eastern Europe and the Mediterranean region. Representative transects from the shelf into the deep sea were selected in the western and eastern basins for investigations of sediment biogeochemistry. Central and peripheral areas in the western and eastern circulations were selected for investigations of the microbiology and microbial turnover processes in the water column and the chemocline.

Investigations of vertical profiles in the water column will employ in-situ pumps, CTD/rosette water samplers and a pump CTD which delivers water directly from in-situ depth to a ship board autoanalyser and thus allows almost real-time analyses of high-resolution depth profiles. Several sampling devices will be used at each station. Characterization of sediments with Parasound and bathymetric mapping will precede sediment sampling in order to identify coring positions with minimal disturbances (turbidites). Sediment analyses will be performed on up to 10-m long gravity cores and surface samples obtained with a multi-corer. Each coring position will be sampled repeatedly in order to satisfy the high demand for sediment material for the various research interests.

The sample material will serve for onboard analyses or will be preserved for analyses in

anderem werden folgende Analysen vorbereitet:

- Chemische, geochemische, isotopische (S, O) und mikrobiologische Charakterisierung von Proben aus der Wassersäule und dem Sediment nahe der anoxisch-oxischen Grenzschicht um die Prozesse des Schwefelkreislaufs zu verstehen
- Quantifizierung von Mikroorganismen des Methankreislaufs (Methanogene, Methanoxidierer) und Sulfatreduzierern in der Wassersäule und im Sediment; Abschätzung des Verhältnisses aktiver Anteil/Gesamtzahl in Tiefenprofilen von der Wassersäulenoberfläche bis in die Sedimente.

Speziell in der Wassersäule:

- Detaillierte Analyse der biogeochemischen Prozesse und mikrobiellen Lebensgemeinschaften in der stratifizierten Wassersäule bis in 2000 m Tiefe.
- Mikrobiologische Untersuchungen aus der Chemokline zum Verständnis der Koppelung der N-P-Mn-S-C-Fe-Kreisläufe
- Bestimmung der Diversität, Menge und der CO₂-Fixierungsraten von chemolithoautotrophen Bakterien
- Identifizierung grüner Schwefelbakterien; Bestimmung der Aktivitäten
- Untersuchung der Diversität und Grazing-Aktivität von Protozoen in der Chemokline in der anoxischen Zone
- Untersuchung der C-, N und CH₄ – Kreisläufe in der Chemokline
- Bestimmung der originären Zusammensetzung von Partikeln aus den produktiven Wasserschichten für Rückschlüsse auf Bildungsorte und -mechanismen und vertikale Flüsse von Eisensulfiden, anderer S-Spezies und Baryten sowie den Eintrag und das Schicksal von Oxidationsequivalenten im sulfidischen Wasserkörper.

Speziell in Sedimenten:

- Analyse hoch auflösender geochemischer Tiefenprofile für Porenwasser (Alkalinität, S-Species PO₄³⁻, NH₄⁻ u.a.) und Festphasen-Komponenten (reaktives Fe, S-Spezies, TOC, usw.); Analyse

the home laboratories. Among others, these will include:

- *Chemical, geochemical, isotopic (S, O) and microbiological characterization of water column and sediment samples around the oxic/anoxic interface in order to understand the processes of the S-turnover*
- *Quantifications of microorganisms involved in methane turnover processes (methanogens, methane oxidizers) and sulphate reducers in the water column and sediments; estimation of the ratios of active organisms/overall abundance along vertical profiles from the water surface down to the sediment.*

Particular in the water column:

- *Detailed analyses of the biogeochemical processes and the microbial communities in the stratified water column down to ~ 2000 m water depth*
- *Microbiological investigation in the chemocline for a better understanding of the coupling of the N-, P-, Mn-, S-, C- and Fe-cycles.*
- *Determination of the diversity, amount, and the CO₂-fixation rates of chemolithoautotrophic bacteria*
- *Identification of green sulfur bacteria and determination of their activities*
- *Investigation of the diversity and grazing activity of protozoans in the chemocline and in the upper anoxic zone*
- *Investigation of the C-, N- and CH₄ cycles in the chemocline*
- *Determination of the original composition of particles in productive water layers and inference on the locations and mechanisms of their formation; inference on vertical fluxes of iron sulfides other S-species and barites as well as on input and fate of oxidation equivalents in the sulfidic water body.*

Particular in sediments:

- *Analyses of high-resolution geochemical profiles for pore water (Alkalinity, S-species, PO₄³⁻, NH₄⁻, etc.) and solid phase compounds (reactive Fe, S-species, TOC, etc.) and analyses of the distributions and exchange dynamics of*

- der Verteilung und Austauschdynamik von Methan und anderen Gasen zwischen Sedimentphasen (Porenwasser, Mineralphase, organisches Material)
- Analyse von gelöstem und sorbiertem Phosphat und intermediären S-Verbindungen (SO_3^{2-} , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, S^0) in limnischen Sedimenten in und unterhalb der heutigen Sulfidierungszone
 - Analyse der Rolle wichtiger Bakterien in den gekoppelten S-C-Mn-Fe-Kreisläufen und deren Einfluss auf die Diskriminierung von stabilen Isotopen (S, C, O, Fe und Mo)
 - Charakterisierung von Differenzen in der Bakterien-Besiedlung der Chemokline an versch. Standorten und Rekonstruktionen der zeitlichen Entwicklung über die letzten 1000 Jahre.
 - Vertikale Konzentrationsverteilungen von Hauptgruppenelementen und Spurenmعادallen in Sediment-Units II und I zur Rekonstruktion des regionalen Paläoklimas während des Holozäns.
- methane and other gases among sediment phases (pore water, mineral phase, organic material)*
- *Analyses of dissolved and sorbed phosphate and intermediate S-compounds (SO_3^{2-} , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, S^0) in limnic sediments and in and below the present-day sulfsation zone*
 - *Analyses of the roles of bacteria important for the coupled S-C-Mn-Fe-cycles and their influence on the discrimination of stable isotopes (S, C, O, Fe and Mo)*
 - *Characterization of horizontal variability in the bacterial communities of the Chemokline and reconstruction of their temporal development during the recent 1000 year period at various sites*
 - *Vertical distribution of concentrations of main group elements and trace metals in sediment units II and I for the reconstruction of the regional paleo climate during the Holcene.*

Zeitplan / Schedule Fahrabschnitt / Leg 72/5

	Tage / days
Auslaufen von Istanbul (Türkei) am 14. Mai 2007 <i>Departure from Istanbul (Turkey) 14th April 2007</i>	
Transit Istanbul – Arbeitsgebiet I (vor Borsporus) <i>Transit Istanbul – working area I (off Borsporus)</i>	0.5
Stationsarbeiten auf dem Schelf und in tiefen Becken. Mehrere Kern-/Wassersäulenpositionen um die Chemokline; zwei Kern-/Wassersäulenpositionen in 2000 m Tiefe. <i>Station work on shelf and in deep basin. Several positions for coring/water column work around the chemocline; 2 coring/water column positions in 2000 m water depth.</i>	2.5
Transit nach Arbeitsgebiet II (Donau-Fächer; Dnjepr-Fächer) <i>Transit to working area II (Danube fan; Dnepr fan)</i>	0.3
Parasound und Multibeam-Kartierungen; mehrere Kern- und Wassersäulenpositionen ober- und unterhalb Pyknokline und bis in 2200 m Wassertiefe. <i>Parasound and multibeam mapping; several coring and water column positions above and below the chemocline and down to 2200 m water depth</i>	5.0
Transit nach Arbeitsgebiet III (Don-Fächer) <i>Transit to working area III (Don fan)</i>	0.8
Parasound und Multibeam-Kartierungen; mehrere Kern- und Wassersäulenpositionen ober- und unterhalb Pyknokline und bis in 2200 m Wassertiefe. <i>Parasound and multibeam mapping; several coring and water column positions above and below the chemocline and down to 2200 m water depth</i>	5.0
Transit nach Arbeitsgebiet III (Don-Fächer) <i>Transit to working area III (Don fan)</i>	0.3
Parasound und Multibeam-Kartierungen; mehrere Kern- und Wassersäulenpositionen ober- und unterhalb Pyknokline und bis in 2200 m Wassertiefe. <i>Parasound and multibeam mapping; several coring and water column positions above and below the chemocline and down to 2200 m water depth</i>	5.0
Transit ins Arbeitsgebiet I mit mehreren Stopps für Wassersäulenbeprobungen (obere 300 m). <i>Transit to working area I with several stops for water column sampling (upper 300 m).</i>	1.7
Tansit nach Istanbul <i>Transit to Istanbul</i>	0.5
Total	21,5
Einlaufen in Istanbul (Türkei) am 04. Juni 2007	

Arrival in Istanbul (Turkey) 04th June2007

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.

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

Weitgehend automatische 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 Programme) werden die ausgewerteten Daten über Satellit in das GTS eingesteuert. Aufnahme, Auswertung und Archivierung von Bildern meteorologischer Satelliten.

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.

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

Largely automated rawinsonde soundings of the atmosphere up to about 25 km height. The processed data are inserted onto the GTS via satellite in frame of the international programme ASAP (Automated Shipborne Aerological Programme), which feeds the data onto the GTS.

Recording, processing, and storing of pictures from meteorological satellites.

Beteiligte Institutionen / *Participating Institutions*

AWI

Alfred-Wegener-Institut für Polar- und
Meeresforschung
Am Handelshafen 12
D-27570 Bremerhaven / Germany
<http://www.awi-bremerhaven.de>

BGR

Bundesanstalt für Geowissenschaften und
Rohstoffe
Geozentrum Hannover
Stilleweg 2
30655 Hannover / Germany
<http://www.bgr.bund.de>

DWD

Deutscher Wetterdienst
Geschäftsfeld Seeschifffahrt
Bernhard-Nocht-Straße 76
20359 Hamburg / Germany
<http://www.dwd.de>

Fielax

Gesellschaft für wissenschaftliche
Datenverarbeitung mbH
Schifferstr. 10-14
D-27568 Bremerhaven / Germany
<http://www.fielax.de>

GeoAzur

Geosciences-Azur
UMR 6526
Observatoire Oceanologique de Villefranche
sur mer
B.P. 48
F-06235 Villefranche-sur-Mer Cedex /
France
<http://www-geoazur.unice.fr>

GENAVIR

B.P. 330
83507 La Seyne-sur-Mer cedex / France
<http://www.ifremer.fr/genavir/>

GeoEcoMar

National Institute of Marine Geology and
Geo-ecology
Constantza Branch
304 Mamaia Boulevard
8700 Constantza / Romania
<http://www.geoecomar.ro>

GFZ

GeoForschungsZentrum Potsdam
Telegrafenberg
14473 Potsdam / Germany
<http://www.gzf-potsdam.de>

IBSS

A. O. Kovalevsky Institute of Biology of the
Southern Seas
Ukrainian Academy of Sciences
2 Nakhimov Av.
99011 Sevastopol / Ukraine
<http://www.ibss.iuf.net/>

ICBM

Institut für Chemie und Biologie des Meeres
Universität Oldenburg
Carl-von-Ossietzky-Str. 9-11
26111 Oldenburg / Germany
<http://www.icbm.de>

IfBM

Institut für Biogeochemie und Meereschemie
Universität Hamburg
Bundesstr. 55
20146 Hamburg / Germany
http://www.geowiss.uni-hamburg/i-bioge/start_e.htm/

IfM-GEOMAR

Leibniz-Institut für Meereswissenschaften
an der Christian-Albrechts-Universität zu
Kiel
Wischhofstrasse 1-3
D-24148 Kiel / Germany
<http://www.ifm-geomar.de>

IFREMER

Département des systèmes sous-marins
B.P. 330
F-83507 La Seyne-sur-Mer Cedex / France
<http://www.ifremer.fr/anglais>

IMST

Institute of Marine Sciences and Technology
Dokuz Eylül University
Baku Bulvari No. 32
İnciraltı
35340 Izmir / Turkey
<http://www.deu.edu.tr>

IOW

Institut für Ostseeforschung
Seestr. 15
18119 Rostock / Germany
<http://www.io-warnemuende.de>

ITU

Eastern Mediterranean Centre for
Oceanography and Limnology
Istanbul Technical University
Maslak 34469 Istanbul / Turkey
<http://www.emcol.itu.edu.tr>

KUM

KUM Umwelt und Meerestechnik GmbH
Wischhofstr 1-3, Geb. D5
24148 Kiel / Germany
<http://www.kum.homepage.t-online.de/index.htm>

LMU

Ludwig-Maximilians-Universität München
Institut für Genetik und Mikrobiologie
Maria-Ward-Str. 1a
80638 München / Germany
<http://www.mikrobiologie.biologie.uni-muenchen.de>

MARUM

Zentrum für marine Umweltwissenschaften
Universität Bremen
Loebener Strasse
D-28359 Bremen / Germany
<http://www.rcom.marum.de>

MBL

University of Copenhagen
Marine Biological Laboratory
Strandpromenaden 5
3000 Helsingør / Denmark
<http://mbl.ku.dk>

MPI-Bremen

Max-Planck-Institut für Marine
Mikrobiologie
Celsiusstr. 1
D-28359 Bremen / Germany
<http://www.mpi-bremen.de>

MSU

UNESCO Center for Marine Geosciences
Moscow State University
Vorobjevy Gory
119899 Moscow / Russia
<http://www.msu.ru/en/>

RCOM

DFG – Forschungszentrum Ozeanränder
Universität Bremen
Leobener Strasse
D-28359 Bremen / Germany
<http://www.rcom.marum.de>

Oktopus GmbH

Kieler Str. 51
24594 Hohenwestedt / Germany
<http://www.oktopus.mari-tech.de>

SSC

Yuzhmorgeologia
Krimskaya Str. 20,
353461 Gelendzhik / Russia
<http://ymg.sea.ru/English/>

TPAO

Turkish Petroleum Company
Exploration Group
Mustafa Kemal Mah.
06520 Ankara / Turkey
<http://www.tpao.gov.tr>

TSU

Faculty of Geography
Seismometrical Laboratory
Tbilissi State University
av. Chavchavadze-1
0128 Tbilissi / Georgia
<http://www.tsu.edu.ge>

Univ. Bremen

Fachbereich Geowissenschaften
Universität Bremen
Klagenfurter Str. 2
28359 Bremen / Germany
<http://www.geo.uni-bremen.de/page.php?pageid=2>

Teilnehmerliste/ *Participants* METEOR 72

Fahrtabschnitt / *Leg* M 72/1

1. Seifert, Richard	Fahrtleiter / <i>Chief Scientist</i>	IfBM
2. Ratmeyer, Volker	ROV	MARUM
3. Rehage, Ralf	ROV	MARUM
4. Reuter, Michael	ROV	MARUM
5. Buhmann, Sitta	ROV	MARUM
6. Mai, Hung Anh	ROV	MARUM
7. Suck, Inken	ROV	MARUM
8. Hüttich, Daniel	ROV	MARUM
9. Blumenberg, Martin	Biogeochemie / <i>Biogeochemistry</i>	IfBM
10. Lendt, Ralf	Gaschemie / <i>Gas chemistry</i>	IfBM
11. Oppermann, Birte	Biogeochemie / <i>Biogeochemistry</i>	IfBM
12. Warmuth, Marco	Gaschemie / <i>Gas chemistry</i>	IfBM
13. Nikolovska, Aneta	Echosounding	RCOM
14. Kasten, Sabine	Geochemie / <i>Geochemistry</i>	AWI
15. Schlüter, Michael	Geochemie / <i>Geochemistry</i>	AWI
16. März, Christian	Geochemie / <i>Geochemistry</i>	RCOM
17. Scholten, Jan	Karbonate / <i>Carbonates</i>	IFM-GEOMAR
18. Amini, Marghalera	Karbonate / <i>Carbonates</i>	IFM-GEOMAR
19. Krüger, Martin	Mikrobiologie / <i>Microbiology</i>	BGR
20. Zoch, Daniela	Mikrobiologie / <i>Microbiology</i>	BGR
21. Siegert, Michael	Mikrobiologie / <i>Microbiology</i>	BGR
22. Wenzhöfer, Frank	In situ Sensoren / <i>In situ sensoric</i>	MPI-Bremen
23. Stål, Henrik	In situ Sensoren / <i>In situ sensoric</i>	MBL
24. Carlsen, Ditte	In situ Sensoren / <i>In situ sensoric</i>	MBL
25. Larsen, Morten	In situ Sensoren / <i>In situ sensoric</i>	MBL
26. Artemov, Yuriy	Beobachter / <i>Observer</i>	IBSS
27. Gulin, Sergej	Beobachter / <i>Observer</i>	IBSS
28. NN		
29. Truscheit, Thorsten	Meteorologie / <i>Meteorology</i>	DWD
30. Buldt, Klaus	Meteorologie / <i>Meteorology</i>	DWD

Teilnehmerliste/ *Participants* METEOR 72

Fahrtabschnitt / *Leg M 72/2*

1. Boetius, Antje	Fahrtleiter / <i>Chief scientist</i>	MPI-Bremen
2. Ruhland, Götz	ROV	MARUM
3. Klar, Steffen	ROV	MARUM
4. Seiter, Christian	ROV	MARUM
5. Zarrouk, Marcel	ROV	MARUM
6. Franke, Phillip	ROV	MARUM
7. Dehning, Klaus	ROV	MARUM
8. Viehweger, Marc	ROV	MPI-Bremen
9. Suck, Inken	ROV	FIELAX
10. Marfia, Christian	AUV	IFREMER
11. Saint-Laurent, Xavier	AUV	IFREMER
12. Lubin, Patrice	AUV	GENAVIR
13. Fenouil, Julien	AUV	GENAVIR
14. Buffet, Georges	AUV- Kartierung / <i>AUV mapping</i>	GeoAzur
15. Gauger, Steffen	Parasound/Adelie/Posidonia	FIELAX
16. Le Bris, Nadine	In-situ-Geochemie / <i>In-situ geochemistry</i>	IFREMER
17. Feseker, Tomas	In-situ-Temp. / <i>In-situ temperature</i>	IFREMER
18. Prieto, Xavier	Gas-Chemie / <i>Gas chemistry</i>	Univ. Bremen
19. Florence Schubotz	Gas-Chemie / <i>Gas chemistry</i>	Univ. Bremen
20. Kamyshny, Alexey	Biogeochemie / <i>Biogeochemistry</i>	MPI-Bremen
21. Voßmeier, Antje	Biogeochemie / <i>Biogeochemistry</i>	MPI-Bremen
22. Wenzhöfer, Frank	In-situ-Kammern / <i>In-situ chambers</i>	MPI-Bremen
23. Felden, Janine	Optoden / <i>Optodes</i>	MPI-Bremen
24. Meyer, Jörn Patrick	Lift-System / <i>ROV shuttle</i>	MPI-Bremen
25. DeBeer, Dirk	Mikrosensoren / <i>Microsensors</i>	MPI-Bremen
26. Lichtschlag, Anna	In-situ-Profiler / <i>In-situ profiler</i>	MPI-Bremen
27. Wilkop, Tomas	Labor-Techniker / <i>Lab technician</i>	MPI-Bremen
28. Gulin, Maxim	Beobachter Ukraine / <i>Observer</i>	IBSS
29. Müller, Eugen	Meteorologie / <i>Meteorology</i>	DWD
30. Truscheit, Thorsten	Meteorologie/ <i>Meteorology</i>	DWD

Teilnehmerliste/ *Participants* METEOR 72

Fahrabschnitt / *Leg M 72/3a*

1. Bohrmann, Gerhard	Fahrtleiter / <i>Chief Scientist</i>	RCOM
2. Seiter, Christian	ROV	MARUM
3. Reuter, Michael	ROV	MARUM
4. Franke, Phillip	ROV	MARUM
5. Hüttich, Daniel	ROV	MARUM
6. Zarrouk, Marcel	ROV	MARUM
7. NN	ROV	MARUM
8. NN	ROV	MARUM
9. NN	ROV	MARUM
10. Abegg, Friedrich	Gashydrate / <i>Gas hydrates</i>	RCOM
11. Hohnberg, Hans-Juergen	Autoklav-Geräte / <i>Autoclave tools</i>	RCOM
12. Pape, Thomas	Gasanalytik / <i>Gas analyses</i>	RCOM
13. Sahling, Heiko	ROV-Kartierung / <i>ROV mapping</i>	RCOM
14. Bruening, Markus	EM 120 / <i>Swath bathymetry</i>	RCOM
15. Nikolovska, Aneta	Plume-Imaging	RCOM
16. Rethemeyer, Janet	Organische Geochemie / <i>Organic geochemistry</i>	AWI
17. Ivanov, Mikael V.	Geologie / <i>Geology</i>	MSU
18. Althoff, Sarah	Flare-Imaging	RCOM
19. von Halem, Gregor	Geologie / <i>Geology</i>	RCOM
20. Polikarpov, Igor G.	Beobachter / <i>Observer</i>	IBSS
21. Karaca, Deniz	Porenwasser / <i>Pore water</i>	IFM-GEOMAR
22. Wallmann, Klaus	Porenwasser / <i>Pore water</i>	IFM-GEOMAR
23. Bleyer, Anke	Porenwasser / <i>Pore water</i>	IFM-GEOMAR
24. Mavromatis, Vasileios	Porenwasser / <i>Pore water</i>	IFM-GEOMAR
25. Schmidt-Schierhorn, Friederike	Temperaturmessungen / <i>Temperature measurements</i>	RCOM
26. Lursmanashvili, Nona	Beobachter / <i>Observer</i>	TSU
27. Sakvarelidze, Evgeny	Beobachter / <i>Observer</i>	TSU
28. Artemov, Yuriy	Hydroakustik / <i>Hydroacoustics</i>	IBSS
29. Müller, Eugen	Meteorologie / <i>Meteorology</i>	DWD
30. Truscheit, Thorsten	Meteorologie / <i>Meteorology</i>	DWD

Teilnehmerliste/ *Participants* METEOR 72

Fahrtabschnitt / *Leg M 72/3b*

1. Bohrmann, Gerhard	Fahrtleiter / <i>Chief Scientist</i>	RCOM
2. Spiess, Volkhard	Seismik / <i>Seismics</i>	RCOM
3. Krastel, Sebastian	Seismik / <i>Seismics</i>	RCOM
4. Keil, Hanno	Seismik / <i>Seismics</i>	RCOM
5. Fekete, Noemi	Seismik / <i>Seismics</i>	RCOM
6. Fricke, Sascha	Seismik / <i>Seismics</i>	RCOM
7. Klaucke, Ingo	Sidescan Sonar / <i>Sidescan sonar</i>	IFM-GEOMAR
8. Schott, Thorsten	Sidescan Sonar / <i>Sidescan sonar</i>	OKTOPUS
9. Bruening, Markus	Sidescan Sonar / <i>Sidescan sonar</i>	RCOM
10. Abegg, Friedrich.	Gashydrate, Computertomographie / <i>Gas hydrates, computertomography</i>	RCOM
11. Hohnberg, Hans-Juergen,.	Autoklav-Geräte / <i>Autoclave tools</i>	RCOM
12. Pape, Thomas	Gasanalytik / <i>Gas analyses</i>	RCOM
13. Althoff, Sarah	<i>Flare-Imaging</i>	RCOM
14. Bahr, André	Sedimentologie / <i>Sedimentology</i>	RCOM
15. Dehning, Klaus	Kerngeräte / <i>Coring tools</i>	MARUM
16. Mohr, Tobias	Organische Geochemie / <i>Organic geochemistry</i>	RCOM
17. Graev, Cornelia	Computertomographie / <i>Computertomography</i>	RCOM
18. Kusch, Stephanie	Sedimentologie / <i>Sedimentology</i>	RCOM
19. Klapp, Stephan A.	Gashydrate / <i>Gas hydrates</i>	
20. von Halem, Gregor	Sedimentologie / <i>Sedimentology</i>	RCOM
21. Karaca, Deniz	Porenwasser / <i>Pore water</i>	IFM-GEOMAR
22. Wallmann, Klaus	Porenwasser / <i>Pore water</i>	IFM-GEOMAR
23. Domeyer, Bettina	Porenwasser / <i>Pore water</i>	IFM-GEOMAR
24. Surberg, Regina	Porenwasser / <i>Pore water</i>	IFM-GEOMAR
25. Sakvarelidze, Evgeny	Beobachter / <i>Observer</i>	TSU
26. Khomeriki, Irakli	Beobachter / <i>Observer</i>	TSU
27. Meisner, Leonid	Beobachter / <i>Observer</i>	SSC
28. Çifçi, Gunay	Beobachter / <i>Observer</i>	IMST
29. Kopuor, Serhan	Beobachter / <i>Observer</i>	TPAO
30. Ochsenhirt, Wolf-Thilo	Meteorologie / <i>Meteorology</i>	DWD

Teilnehmerliste/ *Participants* METEOR 72

Fahrtabschnitt / *Leg* M 72/4

1. Bialas, Jörg	Fahrtleiter / <i>Chief Scientist</i>	IFM-GEOMAR
2. Klaucke, Ingo	DTS-1	IFM-GEOMAR
3. Petersen, Jörg	DTS-1	IFM-GEOMAR
4. NN	DTS-1	IFM-GEOMAR
5. Netzeband, Gesa	DT-MCS	IFM-GEOMAR
6. Krabbenhöft, Anne	DT-MCS, OBH/S	IFM-GEOMAR
7. NN	DT-MCS	IFM-GEOMAR
8. Rohde, Anne Dörthe	OBS/H, Wachen / <i>Watches</i>	IFM-GEOMAR
9. Jung, Claudia	OBS/H, Wachen / <i>Watches</i>	IFM-GEOMAR
10. Steffen, Klaus	OBS/H, Wachen / <i>Watches</i>	IFM-GEOMAR
11. NN	Deep Tow-Techniker / <i>Deep tow technician</i>	KUM
12. Rehder, Gregor	Bathymetrie, Parasound, CTD	IOW
13. NN	Beobachter / <i>Observer</i>	IBSS
14. NN	Beobachter / <i>Observer</i>	IBSS
15. Ochsenhirt, Wolf-Thilo	Meteorologie/ <i>Meteorology</i>	DWD

Teilnehmerliste/ *Participants* METEOR 72

Fahrtabschnitt / *Leg M* 72/5

1. Borowski, Christian	Fahrtleiter / <i>Chief scientist</i>	MPI-Bremen
2. Ferdelman, Timothy	Biogeochemie / <i>Biogeochemistry</i>	MPI-Bremen
3. Kuypers, Marcel	Mikrobiologie Chemokline / <i>Microbiology Chemocline</i>	MPI-Bremen
4. Lavik, Gaute	Mikrobiol. Chemokl. / <i>Microbiol. Chemocline</i>	MPI-Bremen
5. Lam, Phyllis	Mikrobiol. Chemokl. / <i>Microbiol. Chemocline</i>	MPI-Bremen
6. Riedinger, Natascha	Biogeochemie / <i>Biogeochemistry</i>	MPI-Bremen
7. Kamyshny, Alexey	Chemokline S-Chemie	MPI-Bremen
8. Severmann, Silke	Biogeochemie / <i>Biogeochemistry</i>	MPI-Bremen
9. NN	Biogeochemie / <i>Biogeochemistry</i>	MPI-Bremen
10. Klockgether, Gabriele	Biogeochemie / <i>Biogeochemistry</i>	MPI-Bremen
11. Meyer, Volker	Pump-CTD / <i>Pump CTD</i>	MPI-Bremen
12. Schippers, Axel	Mikrobiol. Chemokline / <i>Microbiol. Chemocline</i>	BGR
13. Jürgens, Klaus	Protozoen Chemikline / <i>Protozoans chemocline</i>	IOW
14. Jost, Günter	CO ₂ -Fixierung Chemokl./ <i>CO₂ fixation Chemocl.</i>	IOW
15. Böttcher, Michael	Biogeochemie / <i>Biogeochemistry</i>	IOW
16. NN	Biogeochemie / <i>Biogeochemistry</i>	IOW
17. Krüger, Siegfried	Pump-CTD / <i>Pump CTD</i>	IOW
18. Overmann, Jörg	Anaerobe Phototrophie / <i>Anaerobic phototrophy</i>	LMU
19. Marshall, Evelyn	Anaerobe Phototrophie / <i>Anaerobic phototrophy</i>	LMU
20. Hinrichs, Kai-Uwe	Biomarker, ¹³ C / <i>Biomarkers, ¹³C</i>	RCOM
21. Lin, Yu-Shih	Biomarker, ¹³ C / <i>Biomarkers, ¹³C</i>	RCOM
22. Schnetger, Bernhard	Mikrobiogeochemie / <i>Microbiogeochemistry</i>	ICBM
23. Cypionka, Heribert	Paläomikrobiologie / <i>Paleo-microbiology</i>	ICBM
24. Engelen, Bert	Paläomikrobiologie / <i>Paleo-microbiology</i>	ICBM
25. Kwiecien, Olga	Paläozeanographie / <i>Paleo-oceanography</i>	GFZ
26. Lamy, Frank	Paläozeanographie / <i>Paleo-oceanography</i>	AWI
27. Gulin, Maxim	Beobachter / <i>Observer</i>	IBSS
28. Secieru, Dan	Beobachter / <i>Observer</i>	GeoEcoMar
29. NN	Beobachter / <i>Observer</i>	ITU
30. Ochsenhirt, Wolf-Thilo	Meteorologie / <i>Meteorology</i>	DWD

Besatzung / Crew METEOR 72

Fahrtabschnitt / Leg M 72/1

Dienstgrad / Rank	Name, Vorname / Name, first name
Kapitän / Master	Baschek, Walter
1. NO / Ch. Mate	Kowitz, Torsten
1. TO / Ch. Engineer	Neumann, Peter
2. NO / 2nd Mate	Wunderlich, Thomas
3. NO / 3rd Mate	Räbisch, Stefan
Schiffsarzt / Surgeon	Reinmiedl, Judith
2.TO / 2nd Engineer	Schade, Uwe
3. TO / 3rd Engineer	NN
Elektriker / Electrician	Reiber, Michael
Ltd. Elektroniker / Ch. Electron.	Wentzel, Heinz
Elektroniker / Electron. Eng.	Walter, Jörg
System-Manager / Sys.-Man.	Wintersteller, Paul
Decksschlosser / Fitter	Sosnowski, Werner
Bootsm. / Boatswain	Hadamek, Peter
Matrose / A.B.	Rabenhorst Kai
Matrose / A.B.	Neitzsch, Bernd
Matrose / A.B.	Bussmann, Piotr
Matrose / A.B.	Neumann, Oliver
Matrose / A.B.	Kaiser, Ralf
Matrose / A.B.	Pomplun, Matthias
Motorenwärter / Motorman	Kliem, Peter
Motorenwärter / Motorman	Sebastian, Frank
Motorenwärter / Motorman	Szych, Uwe
Koch / Cook	Grün, Franz
Kochsmaat / Cooksmate	Pytlik, Franciszek
1. Steward / Ch. Steward	Wege, Andreas
2. Steward / 2nd Steward	Hoppe, Jan
2. Steward / 2nd Steward	Götze, Rainer
2. Steward / 2nd Steward	NN
Wäscher / Laundryman	Ong, Seng Choon
Azubi SM / Apprentice SM	Fischer, Robin
Azubi SM / Apprentice SM	Gröhnke, Jonathan
Prakt.N / Naut. Ass.	Erwert, Lars
Prakt.T / Tec. Ass.	Schaefer, Enrico

Besatzung / Crew METEOR 72

Fahrtabschnitt / Leg M 72/2

Dienstgrad / Rank	Name, Vorname / Name, first name
Kapitän / Master	Baschek, Walter
1. NO / Ch. Mate	Klimeck, Uwe-Klaus
1. TO / Ch. Engineer	Neumann, Peter
2. NO / 2nd Mate	Wunderlich, Thomas
3. NO / 3rd Mate	Räbisch, Stefan
Schiffsarzt / Surgeon	NN
2.TO / 2nd Engineer	Schade, Uwe
3. TO / 3rd Engineer	NN
Elektriker / Electrician	Freitag, Rudolf
Ltd. Elektroniker / Ch. Electron.	Wentzel, Heinz
Elektroniker / Electron. Eng.	Walter, Jörg
System-Manager / Sys.-Man.	Wintersteller, Paul
Decksschlosser / Fitter	Sosnowski, Werner
Bootsm. / Boatswain	Hadamek, Peter
Matrose / A.B.	Rabenhorst Kai
Matrose / A.B.	Neitzsch, Bernd
Matrose / A.B.	Stängl, Günther
Matrose / A.B.	Bussmann, Piotr
Matrose / A.B.	Neumann, Oliver
Matrose / A.B.	Pomplun, Matthias
Motorenwärter / Motorman	Rademacher, Hermann
Motorenwärter / Motorman	Sebastian, Frank
Motorenwärter / Motorman	Szych, Uwe
Koch / Cook	Grün, Franz
Kochsmaat / Cooksmate	Pytlik, Franciszek
1. Steward / Ch. Steward	Wege, Andreas
2. Steward / 2nd Steward	Hoppe, Jan
2. Steward / 2nd Steward	Eller, Peter
2. Steward / 2nd Steward	NN
Wäscher / Laundryman	Lee, Nan Sng
Azubi SM / Apprentice SM	Fischer, Robin
Azubi SM / Apprentice SM	Gröhnke, Jonathan
Prakt.N / Naut. Ass.	Erwert, Lars
Prakt.T / Tec. Ass.	Schaefer, Enrico

Besatzung / Crew METEOR 72

Fahrabschnitt / Leg M 72/3a

Dienstgrad / Rank	Name, Vorname / Name, first name
Kapitän / Master	Jakobi, Niels
1. NO / Ch. Mate	Klimeck, Uwe-Klaus
1. TO / Ch. Engineer	Hartig, Volker
2. NO / 2nd Mate	Wunderlich, Thomas
3. NO / 3rd Mate	Räbisch, Stefan
Schiffsarzt / Surgeon	NN
2.TO / 2nd Engineer	Schade, Uwe
3. TO / 3rd Engineer	NN
Elektriker / Electrician	Freitag, Rudolf
Ltd. Elektroniker / Ch. Electron.	Walter, Jörg
Elektroniker / Electron. Eng.	Willms, Olaf
System-Manager / Sys.-Man.	Pfeiffer, Katja
Decksschlosser / Fitter	Stenzler, Joachim
Bootsm. / Boatswain	Hadamek, Peter
Matrose / A.B.	Drakopoulos, Evgenios
Matrose / A.B.	Rabenhorst, Kai
Matrose / A.B.	Ventz, Günther
Matrose / A.B.	Stängl, Günther
Matrose / A.B.	Pauli, Björn
Matrose / A.B.	NN
Motorenwärter / Motorman	Lange, Gerhard
Motorenwärter / Motorman	Sebastian, Frank
Motorenwärter / Motorman	Szych, Uwe
Koch / Cook	Grün, Franz
Kochsmaat / Cooksmate	Braatz, Willy
1. Steward / Ch. Steward	Both, Michael
2. Steward / 2nd Steward	Hoppe, Jan
2. Steward / 2nd Steward	Eller, Peter
2. Steward / 2nd Steward	NN
Wäscher / Laundryman	Lee, Nan Sng
Azubi SM / Apprentice SM	Fischer, Robin
Azubi SM / Apprentice SM	Gröhnke, Jonathan
Prakt.N / Naut. Ass.	Erwert, Lars
Prakt.T / Tec. Ass.	NN

Besatzung / Crew METEOR 72

Fahrabschnitt / Leg M 72/3b

Dienstgrad / Rank	Name, Vorname / Name, first name
Kapitän / Master	Jakobi, Niels
1. NO / Ch. Mate	Klimeck, Uwe-Klaus
1. TO / Ch. Engineer	Hartig, Volker
2. NO / 2nd Mate	Wunderlich, Thomas
3. NO / 3rd Mate	Räbisch, Stefan
Schiffsarzt / Surgeon	NN
2.TO / 2nd Engineer	Schade, Uwe
3. TO / 3rd Engineer	NN
Elektriker / Electrician	Freitag, Rudolf
Ltd. Elektroniker / Ch. Electron.	Walter, Jörg
Elektroniker / Electron. Eng.	Willms, Olaf
System-Manager / Sys.-Man.	Pfeiffer, Katja
Decksschlosser / Fitter	Stenzler, Joachim
Bootsm. / Boatswain	Hadamek, Peter
Matrose / A.B.	Drakopoulos, Evgenios
Matrose / A.B.	Rabenhorst, Kai
Matrose / A.B.	Ventz, Günther
Matrose / A.B.	Stängl, Günther
Matrose / A.B.	Pauli, Björn
Matrose / A.B.	NN
Motorenwärter / Motorman	Lange, Gerhard
Motorenwärter / Motorman	Sebastian, Frank
Motorenwärter / Motorman	Szych, Uwe
Koch / Cook	Grün, Franz
Kochsmaat / Cooksmate	Braatz, Willy
1. Steward / Ch. Steward	Both, Michael
2. Steward / 2nd Steward	Hoppe, Jan
2. Steward / 2nd Steward	Eller, Peter
2. Steward / 2nd Steward	NN
Wäscher / Laundryman	Lee, Nan Sng
Azubi SM / Apprentice SM	Fischer, Robin
Azubi SM / Apprentice SM	Gröhnke, Jonathan
Prakt.N / Naut. Ass.	Erwert, Lars
Prakt.T / Tec. Ass.	NN

Besatzung / Crew METEOR 72

Fahrtabschnitt / Leg M 72/4

Dienstgrad / Rank	Name, Vorname / Name, first name
Kapitän / Master	Jakobi, Niels
1. NO / Ch. Mate	Klimeck, Uwe-Klaus
1. TO / Ch. Engineer	Hartig, Volker
2. NO / 2nd Mate	Birnbaum, Tilo
3. NO / 3rd Mate	Räbisch, Stefan
Schiffsarzt / Surgeon	NN
2.TO / 2nd Engineer	Heitzer, Ralf
3. TO / 3rd Engineer	NN
Elektriker / Electrician	Reiber, Michael
Ltd. Elektroniker / Ch. Electron.	Wentzel, Heinz
Elektroniker / Electron. Eng.	Willms, Olaf
System-Manager / Sys.-Man.	Wintersteller, Paul
Decksschlosser / Fitter	Stenzler, Joachim
Bootsm. / Boatswain	Gudera, Manfred
Matrose / A.B.	Drakopoulos, Evgenios
Matrose / A.B.	Rabenhorst, Kai
Matrose / A.B.	Ventz, Günther
Matrose / A.B.	Stängl, Günther
Matrose / A.B.	Pauli, Björn
Matrose / A.B.	NN
Motorenwärter / Motorman	Lange, Gerhard
Motorenwärter / Motorman	Sebastian, Frank
Motorenwärter / Motorman	Riedler, Heinrich
Koch / Cook	Grün, Franz
Kochsmaat / Cooksmate	Braatz, Willy
1. Steward / Ch. Steward	Both, Michael
2. Steward / 2nd Steward	Hischke, Peggy
2. Steward / 2nd Steward	Eller, Peter
2. Steward / 2nd Steward	Götze, Rainer
Wäscher / Laundryman	Lee, Nan Sng
Azubi SM / Apprentice SM	Fischer, Robin
Azubi SM / Apprentice SM	Gröhnke, Jonathan
Prakt.N / Naut. Ass.	NN
Prakt.T / Tec. Ass.	NN

Besatzung / Crew METEOR 72

Fahrtabschnitt / Leg M 72/5

Dienstgrad / Rank	Name, Vorname / Name, first name
Kapitän / Master	Jakobi, Niels
1. NO / Ch. Mate	Klimeck, Uwe-Klaus
1. TO / Ch. Engineer	Hartig, Volker
2. NO / 2nd Mate	Birnbaum, Tilo
3. NO / 3rd Mate	Räbisch, Stefan
Schiffsarzt / Surgeon	NN
2.TO / 2nd Engineer	Heitzer, Ralf
3. TO / 3rd Engineer	NN
Elektriker / Electrician	Reiber, Michael
Ltd. Elektroniker / Ch. Electron.	Wentzel, Heinz
Elektroniker / Electron. Eng.	Schulz, Harry
System-Manager / Sys.-Man.	Wintersteller, Paul
Decksschlosser / Fitter	Stenzler, Joachim
Bootsm. / Boatswain	Gudera, Manfred
Matrose / A.B.	Drakopoulos, Evgenios
Matrose / A.B.	Neitzsch, Bernd
Matrose / A.B.	Ventz, Günther
Matrose / A.B.	Stängl, Günther
Matrose / A.B.	Pauli, Björn
Matrose / A.B.	NN
Motorenwärter / Motorman	Lange, Gerhard
Motorenwärter / Motorman	Sebastian, Frank
Motorenwärter / Motorman	Riedler, Heinrich
Koch / Cook	Hermann, Klaus
Kochsmaat / Cooksmate	Braatz, Willy
1. Steward / Ch. Steward	Wege, Andreas
2. Steward / 2nd Steward	Hischke, Peggy
2. Steward / 2nd Steward	Eller, Peter
2. Steward / 2nd Steward	Götze, Rainer
Wäscher / Laundryman	Lee, Nan Sng
Azubi SM / Apprentice SM	Fischer, Robin
Azubi SM / Apprentice SM	Gröhnke, Jonathan
Prakt.N / Naut. Ass.	NN
Prakt.T / Tec. Ass.	NN

Das Forschungsschiff / *Research Vessel METEOR*

Das Forschungsschiff METEOR dient der weltweiten grundlagenbezogenen deutschen Hochsee-Forschung und der Zusammenarbeit mit anderen Staaten auf diesem Gebiet.

The research vessel METEOR is used for German basic ocean research world-wide and for cooperation with other nations in this field.

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

The vessel 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.

The vessel is operated as an 'Auxiliary Research Facility' by the German Research Foundation (DFG). For this purpose the DFG is assisted by an Advisory Board.

Das Schiff wird zu 70% von der DFG und zu 30% vom BMBF genutzt und finanziert. Die Durchführung von METEOR-Expeditionen und deren Auswertung wird von der DFG in zwei Schwerpunkten gefördert.

The vessel is used and financed to 70% by the DFG and to 30% by the BMBF. The execution and evaluation of METEOR expeditions are sponsored by the DFG through two funding programmes.

Der Senatskommission der DFG für Ozeanographie obliegt die wissenschaftliche Fahrtplanung, sie benennt Koordinatoren und Fahrtleiter von Expeditionen.

The Senate Commission for Oceanography of the DFG is charged with planning of the expeditions from the scientific perspective. It appoints coordinators and the chief scientists for expeditions.

Die Leitstelle METEOR der Universität Hamburg ist für die wissenschaftlich-technische, logistische und finanzielle Vorbereitung, Abwicklung und Betreuung des Schiffsbetriebes verantwortlich. Sie arbeitet einerseits mit den Expeditionskoordinatoren partnerschaftlich zusammen, andererseits ist sie Partner der Reederei F. Laeisz GmbH.

The METEOR Operations Control Office of the University of Hamburg is responsible for the scientific, technical, logistic and financial preparation, execution and supervision of ship operations. On one hand, it cooperates with the expedition coordinators on a partner-like basis and on the other hand it is the direct partner of the managing owners F. Laeisz GmbH.

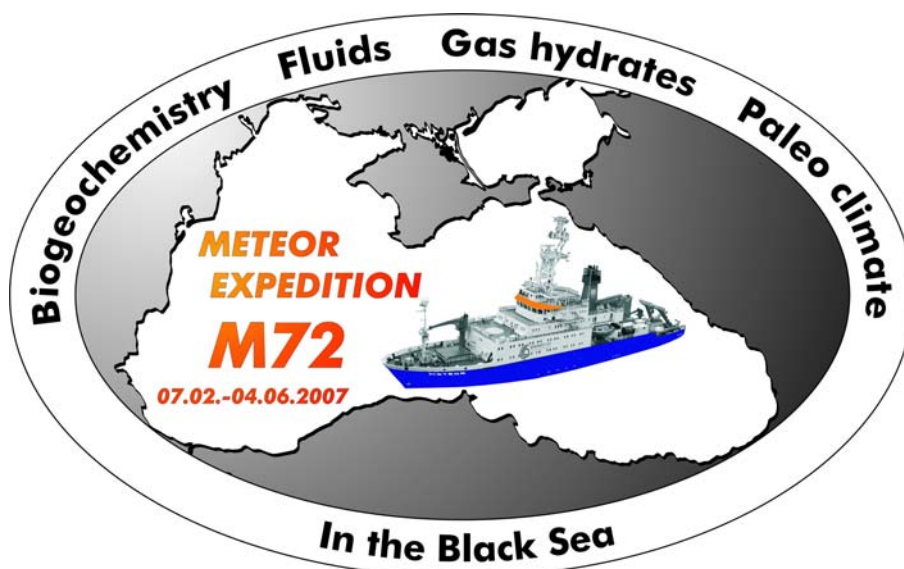


Research Vessel

METEOR

Cruise No. 72

07. 02. 2007 – 04. 06. 2007



*Biogeochemistry, fluids, gas hydrates and paleo climate
of the Black Sea*

Istanbul – Trabzon - Istanbul

Editor:

Institut für Meereskunde Universität Hamburg
Leitstelle METEOR / MERIAN
www.ifm.uni-hamburg.de/leitstelle

Sponsored by:

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

ISSN 0935-9974