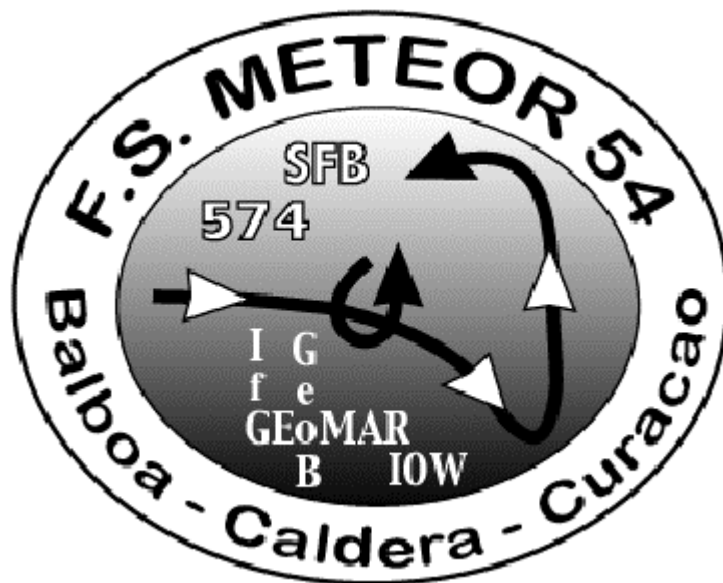


Forschungsschiff / *Research Vessel*

METEOR

Reise Nr. 54 / *Cruise No. 54*

6. Juli / *July* 2002 – 11. Oktober / *October* 2002



Fluide und Subduktion Costa Rica 2002
Fluids and Subduction Costa Rica 2002

Fachbereich Geowissenschaften, Bremen
GEOMAR, Kiel

Herausgeber / *Editor:*

Institut für Meereskunde der Universität Kiel
Leitstelle METEOR

Gefördert durch / *Sponsored by:*

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

ISSN 0935-9974

Anschriften / Adresses

Prof. Dr. Volkhard Spieß

Fachbereich Geowissenschaften
Universität Bremen
Klagenfurter Straße
28359 Bremen / Germany

Telefon: (0421) 218-3387
Telefax: (0421) 218-7179
e-mail: vspiess@uni-bremen.de

Prof. Dr. Klaus Wallmann

GEOMAR Forschungszentrum für
Marine Geowissenschaften der
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
Wischhofstraße 1-3
24148 Kiel / Germany

Telefon: (0431) 600-2287
Telefax: (0431) 600-2922
e-mail: kwallmann@geomar.de

Prof. Dr. Erwin Suess

GEOMAR Forschungszentrum für
Marine Geowissenschaften der
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
Wischhofstraße 1-3
24148 Kiel / Germany

Telefon: (0431) 600-2232
Telefax: (0431) 600-2922
e-mail: esuess@geomar.de

Prof. Dr. Ernst R. Flüh

GEOMAR Forschungszentrum für
Marine Geowissenschaften der
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
Wischhofstraße 1-3
24148 Kiel / Germany

Telefon: (0431) 600-2327
Telefax: (0431) 600-2922
e-mail: eflueh@geomar.de

Leitstelle F/S Meteor
Institut für Meereskunde
Universität Hamburg
Troplowitzstraße 7
D-22529 Hamburg

Telefon: +49-40-428-38-3974
Telefax: +49-40-428-38-4644
e-mail: leitstelle@ifm.uni-hamburg.de

R/F Reedereigemeinschaft
Forschungsschiffahrt GmbH
Haferwende 3
D-28357 Bremen / Germany

Telefon: +49-421-20766-0
Telefax: +49-421-20766-70
e-mail: rf@bremen.rf-gmbh.de

Senatskommission für Ozeanographie
der Deutschen Forschungsgemeinschaft
Vorsitzender / *Chairman*: Prof. Dr. Gerold Wefer
Fachbereich 5 - Geowissenschaften
Universität Bremen
Postfach 330 440
D-28334 Bremen / Germany

Telefon: +49-421-218-3389
Telefax: +49-421-218-3116
e-mail: gwefer@allgeo.uni-bremen.de

Forschungsschiff / *Research Vessel* METEOR

Rufzeichen:
Telefon/Fax-Satellitenkennung:
Telefon-Nr.:
Telefax-Nr.:
Daten ISDN:

DBBH
alle Satelliten 00870
321841811
321841813
391004856

Telex-Satellitenkennung

Atlantik Ost 0581
Atlantik West 0584
Pazifik 0582
Indik 0583

Telex-Nr.:

321841815

E-Mail: (Schiffsleitung)
(Wissenschaft)
(Privat)

schiff@meteor.rf-gmbh.de
wiss@meteor.rf-gmbh.de
priv@meteor.rf-gmbh.de

Fahrtabschnitte METEOR Reise Nr. 54 / Legs of METEOR Cruise No. 54

6. Juli / July 2002 – 11. Oktober/ October 2002

Fluide und Subduktion Costa Rica 2002

Fluids and Subduction Costa Rica 2002

Fahrtabschnitt / Leg 54/1A+1B

6.7.2002 – 12.7./14.7. - 10.8.2002

Pointe a Pitre (Guadeloupe) – Balboa (Panama)

Balboa (Panama) – Caldera (Costa Rica)

Fahrtleiter / *Chief Scientist*: Prof. Dr. V. Spieß

Fahrtabschnitt / Leg 54/2

13.8.2000 – 7.9.2002

Caldera (Costa Rica) - Caldera (Costa Rica)

Fahrtleiter / *Chief Scientist*: Prof. Dr. K. Wallmann

Fahrtabschnitt / Leg 54/3A

10.9.2002 – 29.9.2002

Caldera (Costa Rica) - Balboa (Panama)

Fahrtleiter / *Chief Scientist*: Prof. Dr. E. Suess

Fahrtabschnitt / Leg 54/3B

1.10.2002 – 11.10.2002

Balboa (Panama) – Willemstad (Curacao)

Fahrtleiter / *Chief Scientist*: Prof. Dr. E. Flueh

Koordination / *Coordination*

Prof. Dr. V. Spieß

Kapitän / *Master* (FS Meteor)

M. Kull

Wissenschaftliches Programm der METEOR Reise Nr. 54

Scientific Programme of METEOR Cruise No. 54

Übersicht

Die FS METEOR M 54 Expedition ist die Grundlage für die wissenschaftliche Bearbeitung von Kernfragen im Rahmen des Sonderforschungsbereichs (SFB) 574. Der SFB 574 (Kurztitel: Volatile und Fluide in Subduktionszonen) erforscht den Umsatz von flüchtigen Elementen und Verbindungen (Volatile, z.B. Wasser, Kohlenstoff, Schwefel und Halogene) in Subduktionszonen und damit verbundene Rückkopplungsmechanismen zur Klimasteuerung und der Auslösung von Naturgefahren (Tsunamis, Erdbeben, vulkanische Großeruptionen). Das Untersuchungsgebiet vor Costa Rica/Nicaragua (Abb. 1) vereinigt alle wichtigen Voraussetzungen für eine solche Untersuchung, wie Zusammensetzung und Alter der ozeanischen Kruste, Morphologie des Kontinentalhangs und tektonischer Aufbau. Ebenso sind die vulkanischen Gesteine an Land sowie submarine Vorkommen gut untersucht und weisen auf engem Raum charakteristische Variationen auf.

Grundlage der geplanten Arbeiten im mittelamerikanischen Fore-arc Bereich sind umfangreiche, geophysikalische Untersuchungen der Tiefenstrukturen, Ergebnisse aus Bohrkampagnen, Meeresbodenkartierung mittels Fächerecholot und Seitensicht Sonar sowie Beobachtungen mit dem Fotoschlitten. Die M54 Expedition setzt diese Untersuchungen in grösserem Detail fort und verfolgt eine Anzahl neuer Ziele. Entsprechend teilt sich die Expedition in drei Fahrtabschnitte mit unterschiedlichen methodischen Schwerpunkten.

Auf dem ersten Fahrtabschnitt, M 54/1, soll vor allem hochauflösende seismische

Synopsis

The RV METEOR M 54 cruise addresses basic objectives of and is of central importance to the "Sonderforschungsbereich" SFB 574. The title of the SFB is: Volatiles and Fluids in Subduction Zones: Climate Feedback and Trigger Mechanisms for Natural Disasters. Its main objective is to understand the budget, reactions, and recycling of volatile elements in subduction zones, and their role in climate forcing. In this way the SFB addresses the long- and short-term development of the Earth's climate, the geochemical evolution of the hydrosphere and atmosphere, and the causes of natural disasters. These processes are all connected with the return flow and impact of volatiles and fluids from subduction zones. The multi-disciplinary analysis of the volatile phases (water, carbon, sulfur and halogens) and their complex effects on the exosphere, is an ambitious undertaking, and one of the highest priority objectives of modern geoscience.

The major volatile input into subduction zones are the sediments, the alteration products of the oceanic crust, and the trench-fill from down-slope mass wasting. The output is via fluid venting at the deformation front, by gas hydrate dissociation, and volcanic eruptions at the fore-arc. Inside the subduction zone the incoming material is transformed, mobilized or fractionated into different volatile reservoirs and phases. These phases are either ejected into the exosphere through the upper plate, accreted to the leading edge of the continental plate, or are transported into the lower mantle. The tectonic style of subduction, the structure of the margin wedge, and the properties and configuration of the down-going plate all exert a first order control on volatile budget, its transformation, and return pathway.

Information gewonnen werden (Abb. 2). Die seismische Kartierung gibt Hinweise auf die Zusammensetzung des Sedimentkörpers speziell zum Vorkommen von Gashydraten als Anzeiger für Fluidbewegungen aber auch zur Geometrie des subduzierten Plattensegmentes. Weiterhin soll in eng begrenzten Untersuchungsgebieten durch den Einsatz verschiedener geophysikalischer Meßverfahren eine Quantifizierung des physikalischen Zustands der Sedimente und ihrer Porenfüllung gewonnen werden.

Die Hauptuntersuchungsmethoden auf dem 2. Fahrtabschnitt (M 54/2) sind Sedimentkernentnahme, Wärmestromdichtemessung und Dredgeeinsätze entlang ausgewählter Profilschnitte (Abb. 3). Die Sedimentkernprofile liefern mittels geochemischer Untersuchungen Auskunft über die diagenetischen Prozesse im Forearc-Bereich, über sedimentphysikalische Parameter und anhand von Analysen vulkanischer Aschelagen eine Rekonstruktion der Geschichte explosiver Vulkaneruptionen. Im Mittelpunkt der Wärmestromdichtemessungen steht zum einen die thermische Struktur der Lithosphärenplatte als Beitrag zur Bestimmung der seismogenen Zone, zum anderen sind Messungen an Rutschmassen und entlang von Fluidentwässerungsbahnen geplant. Hierbei geben thermische Anomalien Auskunft über Fluidbewegungen.

Auf dem dritten Fahrtabschnitt, M 54/3 liegt der Untersuchungsschwerpunkt in der Identifizierung und Beprobung von Austrittsstellen methanreicher Fluide (Cold Seeps). Die an solchen Austrittsstellen lebenden Organismenvergesellschaftungen sollen ebenso detailliert beprobt werden wie die dort anstehenden Kalkschlote, Krusten und authigenen Mineralbildungen. Für die Quantifizierung der Methan- und Fluidmenge werden vor allem TV-geführte Geräte zur punktgenauen Beprobung am Meeresboden eingesetzt und Wasserprobennehmer, um den Verbleib der Fluide in der Wassersäule nachzuzeichnen sowie über bestimmte

The area of investigation off Costa Rica/Nicaragua (Fig. 1) is well suited for such an undertaking because of small-scale change of characteristic features influencing volatile cycling; i.e. the composition and age of the incoming oceanic crust, the morphology of continental slope, and the accretionary tectonic style. Equally important are the composition of the volcanic rocks on land as well as in submarine outcrops to trace the history of volcanic emissions.

The basic data for these investigations aboard RV METEOR at the fore-arc off Central America are geophysical surveys, drill-hole information, multibeam and side-scan sonar surveys as well as video-guided sea floor observations obtained earlier. Accordingly, the M 54 expedition is divided into three legs using different methodologies.

During the first leg, M 54/1 (Fig.2), high-resolution seismic profiles are acquired in order to obtain the geometry and thickness of the incoming sediment packages. Special attention is given to the distribution of gas hydrates as evident in the BSR, which is linked to upward fluid flow. In combination of different geophysical methods, applied to small-scale selected areas, the quantification of physical properties of the sediments and their pore fluids will be attempted.

During the second leg, M 54/2, sediment coring, heat flux measurements, and dredging are the main activities. The sampling will be done along pre-selected profiles (Fig. 3). Sediment cores are used to investigate diagenetic processes, determine the physical properties of sediments, and to reconstruct the history of explosive volcanisms based on ash layers. Focus of the heat flow profiles is the thermal structure of the lithospheric plate in order to constrain the seismogenic zone. Additionally, the thermal anomalies at and around fluid conduits and slump features will be measured.

During the third leg, M 54/3, the focus is on

Tracer, Herkunftstiefen und Verweilszeiten abzuleiten. Die zu untersuchenden Hauptstrukturen (Abb. 4,5), die Hinweise auf Fluidaustrittstellen zeigen, sind „Karbonathügel“ (Carbonate Mounds; Abb. 6), Narben von subduzierten Tiefseebergen (Seamount Scarps, Abb. 7) und Rutschmassen (Land slides).

identification and sampling of sites influenced by venting of methane-rich fluids. Chemoautotrophic benthic communities and carbonate chimneys, crust and other authigenic mineral precipitates will be obtained. TV-guided deep-sea instrumentation will be deployed in order to quantify the amount of fluids released from the seafloor and the turnover of methane in the sediment as well as at the seafloor and in the water column. Radiogenic and stable isotope will be used along with trace element pattern to ascertain source depth and residence time of fluids. The main geological features which so far have shown signs of fluid venting are carbonate mounds, subducted seamount scarps and submarine land slides. These features will be the main targets during leg M54/3 (Fig. 4-7).

Resumen

La campaña del buque oceanográfico (B/O) METEOR se realiza para estudiar objetivos fundamentales del Proyecto de Investigación Especial (Sonderforschungsbereich) SFB 574. El título del SFB es: Volátiles y Fluidos en Zonas de Subducción: Efectos en el Clima y Mecanismos de Activación de Desastres Naturales. El objetivo fundamental es el entender el presupuesto, las reacciones y el reciclado de los elementos volátiles en las zonas de subducción y su papel en las modificaciones del clima. De esta manera el SFB está estudiando el desarrollo, a corto y largo plazo, del clima terrestre, la evolución geoquímica de la hidrosfera y atmósfera y las causas de los desastres naturales. Todos estos procesos están conectados al flujo de retorno y al impacto de los volátiles y fluidos de las zonas de subducción. El análisis multidisciplinar de las fases volátiles (agua, carbono, azufre y halógenos) y de sus efectos complejos en la exosfera es un propósito muy ambicioso y uno de los objetivos de mayor prioridad de los estudios modernos de ciencias de la tierra.

La contribución mayor a los volátiles en zonas de subducción son los sedimentos y los productos de alteración de la litosfera oceánica y el relleno de la fosa oceánica por sedimentos provenientes del continente. La salida es a través de las zonas de escape de fluidos en el frente de deformación, por disociación de hidratos de gas y por erupciones volcánicas en el arco volcánico. Dentro de la zona de subducción el material es transformado, movilizado o fraccionado en diferentes almacenes y fases. Estas fases son bien lanzadas a la exosfera a través de la placa continental, accionadas al frente de la placa continental, o son transportadas al manto. El estilo tectónico de la subducción, la estructura del basamento del margen y las propiedades y configuración de la placa subducente, todos ellos, ejercen un control de primer orden en el presupuesto de los volátiles, su transformación y sus caminos de regreso.

El área de investigación en el Pacífico de Costa Rica y Nicaragua es apropiada para este estudio debido a una serie de cambios a pequeña escala que influyen el ciclo de los volátiles: la composición y edad de la placa oceánica, la morfología del talud continental y el

estilo tectónico. Igualmente importante es la composición de las rocas volcánicas tanto en tierra como en afloramientos submarinos para seguir la historia de emisiones volcánicas.

Los datos básicos para estas investigaciones a bordo del B/O METEOR en el antearco de América Central son estudios geofísicos, información de sondeos, batimetría de multihaz y „side-scan sonar“, así como observaciones del fondo marino con cámaras de video obtenidas con anterioridad. La campaña del B/O METEOR está dividida en tres partes en la que se usarán diferentes metodologías. Durante la primera parte (M54/1; Figure 2) se obtendrá sísmica de reflexión de alta resolución para obtener el espesor y geometría de los sedimentos. Se pondrá una atención especial en la distribución de los hidratos de gas, que se suponen asociados al flujo de fluidos en el talud continental. Diferentes técnicas geofísicas serán combinadas en áreas seleccionadas para intentar la cuantificación de las propiedades físicas de los sedimentos y de los fluidos relleno de los poros. Durante la segunda parte (M54/2) las actividades principales serán la recogida de testigos de sedimentos, medidas de flujo de calor y dragados. El muestreo será hecho a lo largo de perfiles pre-seleccionados (Figure 3). Los testigos de sedimentos se usarán para estudiar procesos diagenéticos, determinar las propiedades físicas de los sedimentos y reconstruir la historia del volcanismo explosivo basado en las capas de cenizas. Las medidas de flujo de calor se usarán para estudiar la estructura térmica litosférica y su relación con la zona sismogénica. Asimismo, las anomalías térmicas relacionadas con el flujo de fluidos y con deslizamientos de talud también serán estudiadas. En la tercera parte (M54/3) se tratará de identificar y muestrear lugares influenciados por la salida de fluidos ricos en metano. Se estudiarán comunidades de animales benthicos viviendo en las chimeneas de carbonatos, así como los precipitados de minerales autígenicos. Con la ayuda de cámaras submarinas, se pondrá en el fondo oceánico instrumentación para medir el flujo de fluidos provenientes del subsuelo así como el metano en los sedimentos, fondo marino y columna de agua. Se estudiará la profundidad de la fuente de fluidos y el tiempo de residencia de los mismos mediante isótopos estables y radiogénicos además de con los modelos de elementos traza. Las estructuras que serán el objetivo principal de M54/3 son en las que ya se ha detectado la presencia de flujo de fluidos, tal como los montículos de carbonato, los acantilados asociados a montañas submarinas subduciendo y deslizamientos del terreno en el talud continental.

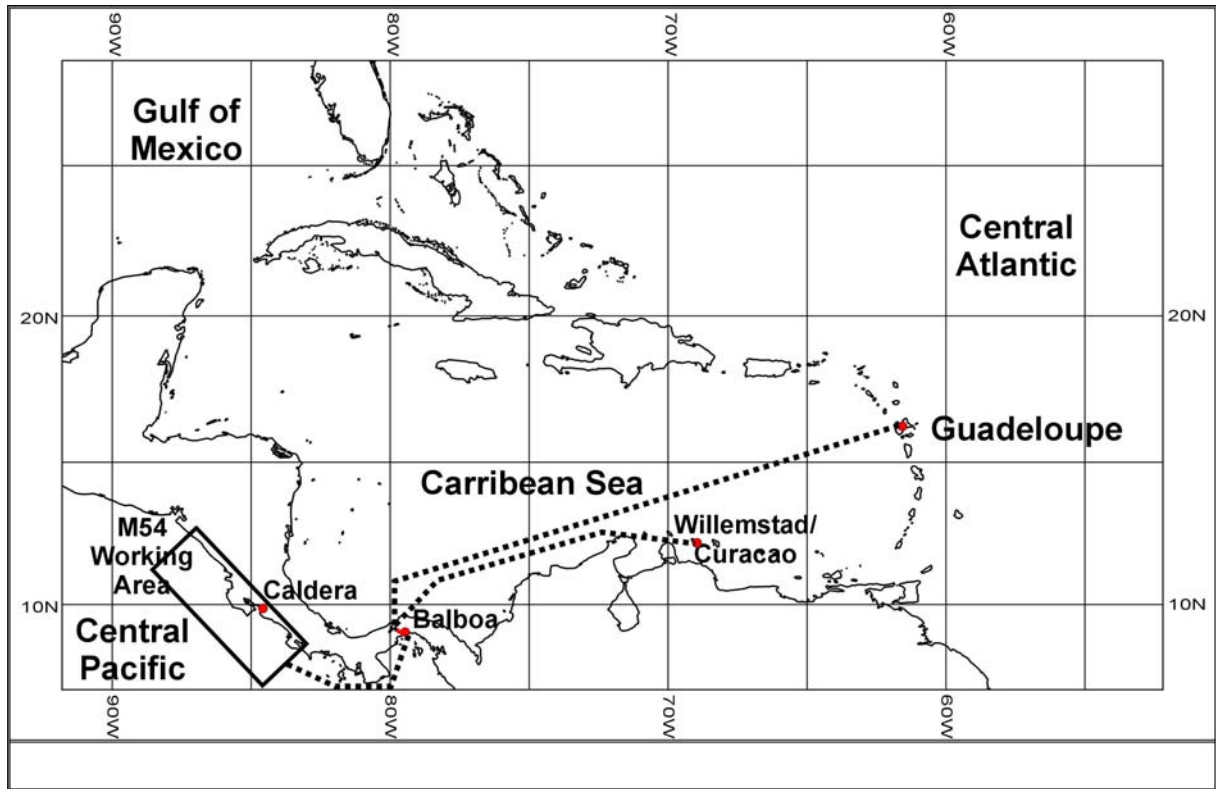


Abbildung 1: Fahrtrouten und Arbeitsgebiete der METEOR Expeditionen Nr. 54
Figure 1: Cruise tracks and working areas of METEOR cruises No. 54

Fahrtabschnitt / Leg M54/1 **Pointe a Pitre – Balboa - Caldera**

Wissenschaftliches Programm

Auf der Meteor Reise M54/1 sollen durch den Fachbereich Geowissenschaften der Universität Bremen schwerpunktmäßig seismische Arbeiten an der mittelamerikanischen Subduktionszone vor Costa Rica durchgeführt werden. Die Forschungsthemen sind eng mit dem SFB 574 - Volatile und Fluide in Subduktionszonen - des Geomar, Kiel, und der Uni Kiel verknüpft. Im Vordergrund stehen seismische Abbildungen oberflächennaher Sedimentstrukturen, die mit charakteristischen Strukturen an Aufstiegswegen von Fluiden und Gasen in Zusammenhang stehen. Neben Übersichtsprofilen für Beprobungen und geothermische Messungen sind vor allem dreidimensionale Meßnetze in der unmittelbaren Umgebung von Schlammvulkanen vorgesehen, die mit tomographischen Registrierungen von Ozeanbodensystemen, dann auch für die hochfrequenten Bremer Quellen, verknüpft werden sollen. Damit ist beabsichtigt, die Grundlage für eine weitgehende Quantifizierung der physikalischen/ seismischen Eigenschaften des Sedimentvolumens um den Schlammvulkan zu legen und damit eine Quantifizierung der Gehalte von Gas, Fluiden und Gashydraten zu erreichen.

Arbeitsprogramm

Abbildung 2 zeigt das Arbeitsgebiet der Meteor Reise M54/1. Die Festlegung einiger seismischer Vermessungsgebiete wird von der vorhergehenden Sonne-Expedition SUBDUCTION abhängen, wo der erste Teil von Vermessungen von Schlammvulkanen und Carbonate Mounds erfolgen soll. Einige Seismikprofile sind außerdem als Vorarbeiten für die geothermischen Messungen vorgesehen, um Detailstrukturen in den Oberflächensedimenten, die BSR Lage und Basementtiefen zu ermitteln.

Das seismische Vermessungsprogramm beinhaltet 4 verschiedene Zielsetzungen, die

Scientific Programme

During Meteor Cruise M54/1 the Department of Earth Science of the University Bremen will carry out seismic studies within the middle American subduction zone off Costa Rica. The research topics are closely linked to the SFB 574 – Volatiles and Fluids in Subduction Zones – of the GEOMAR, Kiel and the University of Kiel. We will focus on the detailed imaging of near surface sediment structures, which are characterized by pathways of fluid and gas upflow. In addition to several overview profiles and basic data for hydrothermal transects of Meteor Cruise M54/2, the main part of the research program are three-dimensional seismic measurements in the vicinity of mud volcanoes and carbonate mounds. These surveys will be complemented by simultaneous tomographic recordings of the high frequency signals with ocean bottom systems. This approach shall lead to a quantification of physical properties of the shallow sediment columns from seismic data, based on as many different types of seismic data as can be collected. We expect from this to be able to quantify also the proportion of gas, gas hydrate and fluids in the sediment.

Work program

Figure 2 shows the working area of Meteor Cruise M54/1. Some of the detailed study areas will be selected after the SUBDUCTION Expedition with R/V Sonne, when mud volcano and carbonate mound occurrences will be mapped with side scan sonar and swath bathymetry. Furthermore, some seismic lines will be located along geothermal transects to image details in the surface sediments, the BSR location and the depth to basement.

The seismic survey program covers four different objectives, which are directly linked to the primary objectives of the SFB

sich direkt den oben aufgeführten Themenschwerpunkten zuordnen lassen:

- Seismische Kartierung der Sedimentsäule bis oberhalb des BSR zur Charakterisierung des internen Aufbaus, zur Rekonstruktion sedimenttektonischer Vorgänge und zur Abbildung potentieller Wegsamkeiten für Fluid- und Gasmigration. Gezielte Verdichtung auf 3D Gitter in ausgewählten Arealen.
- Feinstruktur des Decollement, wo hochfrequente Signale eine hinreichende Eindringung besitzen.
- 3D seismische Vermessung von Schlammvulkanen zur räumlichen Erfassung von Aufstiegswegen und Störungszonen einschließlich flachenhafter Plumekartierungen über längere Zeiträume
- Erfassung seismischer Attribute (u.a. Amplitude, Laufzeit, frequenzabhängige Dämpfung, Geschwindigkeit) für verschiedene Quellsignaturen und –frequenzen aus der Kombination akustischer, reflexionsseismischer und tomographischer Datensätze. Dafür ist der simultane Einsatz von Reflexionsseismik und Ozeanbodenseismometern und -hydrophonen erforderlich. Parametrisierung der BSR-Reflexionen und der Gashydrate/Gashydrat-Stabilitätszone
- Zur Modellierung der geothermischen Messungen müssen Informationen über Basementverlauf, aber auch über potentielle Aufstiegswege für Fluide, vorliegen. Dazu sollen entlang der thermischen Meßprofile ohne verfügbare Seismik oder in Bereichen, in denen die Auflösung vorhandener Seismik nicht ausreicht, zusätzliche Meßprofile abgelaufen werden.
- Stratigraphische Anbindung an ODP Bohrungen (Leg 170)

Die Eigenschaften seismischer Signale lassen sich mit ‚seismischen Attributen‘ charakterisieren, etwa über Frequenz, Amplitude oder Phase von Reflexionseinsätzen. Diese Größen sind abhängig von der

574, as mentioned above:

- Seismic mapping of the sediment column above the BSR to characterize the internal structures to allow the reconstruction of sediment tectonics, potential fluid and gas migration pathways. In selected areas, the grid will be narrowed to fulfil conditions for 3D seismic processing and imaging.
- Detailed structure of the decollement, where high frequency signals have sufficient penetration.
- 3D seismic imaging of mud volcanoes and carbonate mound as the main structures related to fluid and gas venting. The main objectives is a better understanding of the geometry of pathways and faults zones as well as the relationship to occurrences of BSR reflections and shallow gas accumulation.
- Determination of seismic attributes (i.e. amplitude, traveltime, attenuation, velocity) for different source signatures and frequencies from a combination of acoustic, reflection seismic and tomographic data sets. The simultaneous operation of several sources and ocean bottom systems will be required to determine parameters of the BSR reflector and within the gas hydrate stability zone.
- To model geothermal measurement, further knowledge about temperature critical processes as fluid migration is required as well as about the morphology of the basement and the BSR as indicator for isotherms. Additional seismic data will be collected along these planned geothermal transects.
- To relate seismic information to lithology and stratigraphy in the area, some seismic lines will be shot connecting to the vicinity of ODP drill sites of leg 170.

The properties of seismic signals can be characterized through the definition of "seismic attributes", as the instantaneous

verwendeten Signalfrequenz und dem Quellspektrum oder vom Auftreffwinkel der seismischen Welle auf die Grenzfläche. Wird mehr als eine Quelle für eine Untersuchung verwendet, so ergeben sich neue Möglichkeiten der Auswertung – insbesondere die Trennung von (stark frequenzabhängigen) Interferenzphänomenen von physikalisch oder strukturell bedingten Anomalien. Da die Hydratzone und Aufstiegswege für Fluide oder Gas bislang nur begrenzt mit seismischen Untersuchungen abgebildet werden konnten, sollen hier durch Kombination aller derzeit zur Verfügung stehenden Meßtechniken neuartige Datensätze und Parameter gewonnen werden, die etwa eine tomographische Charakterisierung mit frequenzabhängigen Amplituden, eine genauere Geschwindigkeitsbestimmung aus hochfrequenten Daten oder die detailliertere Verfolgung von Störungszonen, Reflexionshorizonten und winkelabhängigen Reflexionskoeffizienten ermöglichen.

frequency, phase, amplitude or energy. These properties are frequency dependant and vary as a function of reflection angle. If more than a single source is used, the collected data sets may also be analyzed for such frequency dependant variations and interference phenomena. Since the sediment properties within gas hydrate stability field and associated occurrences of gas hydrate were so far quantified with only limited success through seismic characterization, the combination of different methods shall elucidate the subtle variations caused by small proportions of gas and gas hydrate. In particular the use of high frequency seismic sources in conjunction with ocean bottom systems shall reveal detailed velocity models and angle dependant amplitudes and reflection coefficients and detailed imaging of small scale structures as faults and horizons

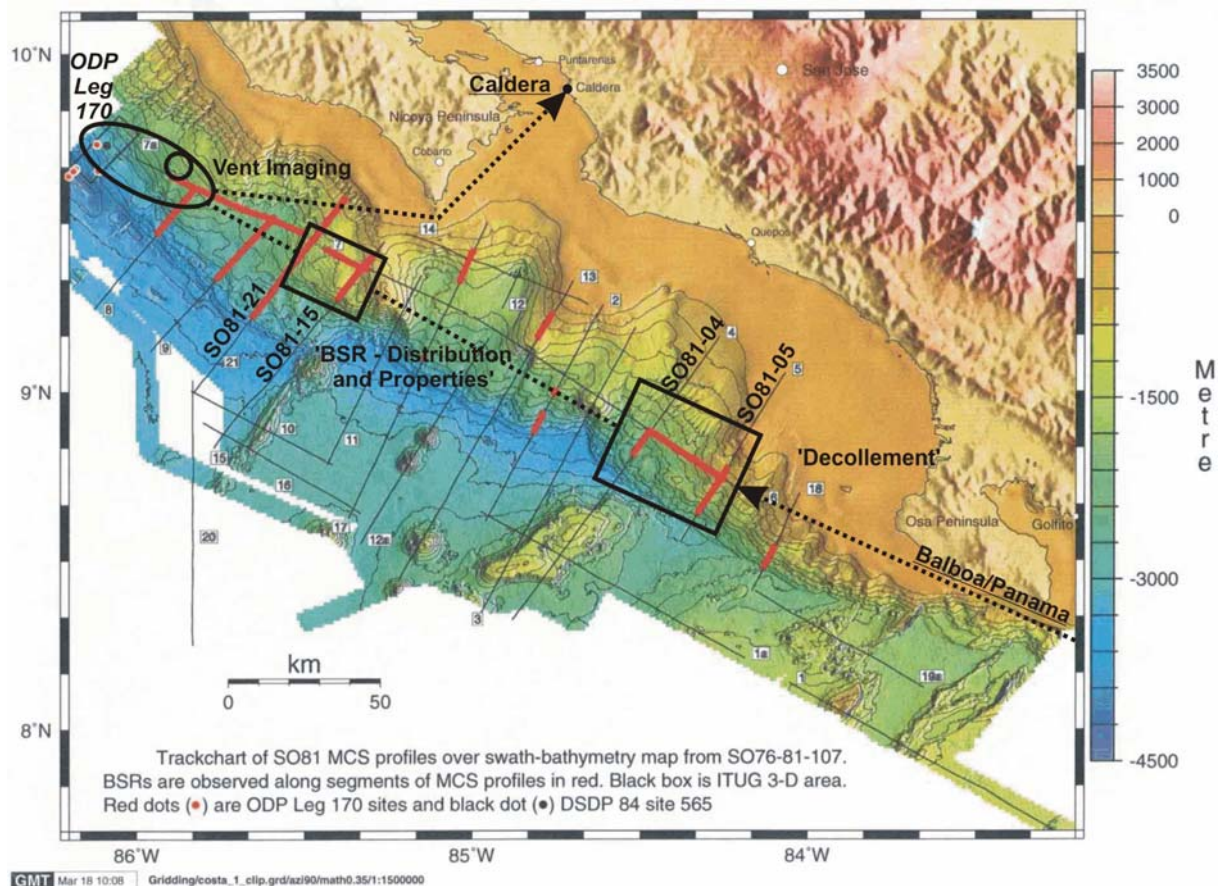


Abbildung 2: Die Fahrtroute und Arbeitsgebiet von Abschnitt M54/1.
Figure 2: The cruise track and study areas of leg M54/1.

Zeitplan / Schedule
Fahrtabschnitt / Leg 54/1

	Tage/days
Auslaufen von Pointe a Pitre (Guadeloupe) am 6. Juli 2002 <i>Departure from Pointe a Pitre (Guadeloupe) July 6, 2002</i>	
Einlaufen in Balboa (Panama) am 12. Juli 2002 <i>Arrival in Balboa (Panama), July 12, 2002</i>	
Auslaufen von Balboa (Panama) am 14. Juli 2002 <i>Departure from Balboa (Panama) July 13, 2002</i>	
Transit zum Arbeitsgebiet / <i>Transit to working area</i>	1.0
Gerätetests / <i>Tests of instrumentation</i>	0.5
Auslegen und Einholen OBS <i>Deployment and retrieval of OBS</i>	0.5
Seismik „Decollement“ <i>Seismic survey "Decollement"</i>	1.5
3-D Vermessung/Plumekartierung Schlammvulkan/Carbonate Mound 1: <i>3-D Survey/plume mapping mud volcano/carbonate mound 1</i>	7.0
Auslegen und Einholen OBS <i>Deployment and retrieval of OBS</i>	0.5
Transitprofile Seismik / <i>Seismic profiling on transit</i>	1.0
3-D Vermessung Schlammvulkan/Carbonate Mound 2: <i>3-D Survey/plume mapping mud volcano/carbonate mound 2</i>	7.0
Auslegen und Einholen OBS <i>Deployment and retrieval of OBS</i>	0.5
Transitprofile Seismik / <i>Seismic profiling on transit</i>	1.0
Seismik Rutschmasse und BSR und Anbindung ODP Bohrung: <i>Seismic survey of landslides and BSR and connection to ODP drill sites</i>	3.0
Auslegen und Einholen OBS <i>Deployment and retrieval of OBS</i>	0.5
Transits im Arbeitsgebiet und zum Hafen Caldera <i>Transit in working area and back to port Caldera</i>	1.0
	Total
	25
Einlaufen in Caldera (Costa Rica) am 10. August 2002 <i>Arrival in Caldera (Costa Rica), August 10, 2002</i>	

Fahrtabschnitt / Leg M54/2

Caldera - Caldera

Wissenschaftliches Programm

Geochemie

Ein wesentliches Ziel dieses Fahrtabschnittes besteht in der Untersuchung diagenetischer Prozesse in den Forearc-Sedimenten und in der Beprobung von Fluidaustritten (Cold Vents). Die Quantifizierung der Mineralisation organischer Substanz, damit verbundener Redox- und Mineralumwandlungs-Reaktionen, die Bestimmung advektiver Flussraten sowie der Reaktions- und Akkumulationsraten von Fluiden, steht hierbei hinsichtlich deren Bedeutung für die submarinen Kreisläufe von Kohlenstoff, Stickstoff, Schwefel, Halogenen und Wasser im Mittelpunkt. Anaerobe Prozesse wie Sulfatreduktion und Methanogenese sorgen für die Freisetzung gelöster Volatile (ΣCO_2 , NH_4^+ , Br^- , I^- , $\Sigma\text{H}_2\text{S}$, CH_4) ins Porenwasser und die Bildung bedeutender Kohlenstoff- und Schwefel-Reservoirs (z.B. Gashydrate, Carbonate, Pyrit). Weiterhin sind die Alteration und die submarine Verwitterung von vulkanischen Aschen, biogenem Opal und Tonmineralen ein wichtiger Faktor hinsichtlich des Wasserkreislaufes und des Stofftransportes gelöster Substanzen. Die räumliche Variabilität und Verteilung von Vorgängen und Komponenten in Forearc-Regionen erlaubt eine Abschätzung des Volatileintrags in die Subduktionszonen und der submarinen Volatilenemission.

Zur Umsetzung dieser Ziele werden auf dem Fahrtabschnitt M 54/2 drei Profile mit jeweils bis zu 6 Stationen senkrecht zum Tiefseegraben anhand von Kolbenlot, Schwerlot und Multicorer beprobt. Die genaue Position der Stationen richtet sich dabei nach Ergebnissen der Parasound-Auswertungen. Weiterhin werden Sedimentkerne an Cold Vents genommen, die nach dem bisherigen Kenntnisstand an

Scientific Programmes

Geochemistry

A major goal of this Leg is the investigation of sediment diagenesis in the fore-arc of subduction zones and the sampling of cold vents. The quantification of organic matter mineralization, secondary redox reactions, seawater-mineral interactions, as well as the determination of fluid flow and accumulation rates of volatile species in fore-arc sediments is of central importance for the submarine cycling of carbon, nitrogen, sulfur, water, and halogens. Anaerobic organic matter degradation coupled with sulfate reduction and methane formation releases dissolved volatiles (ΣCO_2 , NH_4^+ , Br^- , I^- , $\Sigma\text{H}_2\text{S}$, CH_4) into the pore fluids and produces important carbon and sulfur reservoirs (e.g. gas hydrates, carbonates, pyrite). Other redox reactions are involved in the formation of carbonate precipitates and halogen enrichments in surface sediments. Alteration and submarine weathering of volcanic ashes, biogenic opal, and clay minerals further contribute to the water cycling and solute flows in sediments. The spatial variability and distribution of processes and compounds in the fore-arc area will help to define the volatile input into subduction zones and to constrain the submarine volatile emissions via diffusive and focused fluid flow.

To reach these goals 3 transects with at least 6 stations each will be sampled perpendicular to the trench axis by piston corer, gravity corer and multi corer devices on Leg M 54/2. Exact positions of the cores will be determined based on Parasound data. Furthermore, sediment cores will be taken at selected sites from carbonate mounds and fluid seep areas to characterize the chemical

Karbonatstrukturen und Rutschmassen am Kontinentalhang von Costa Rica anzutreffen sind. Die so gewonnenen Sedimentkerne werden danach hochauflösend beprobt. Das enthaltene Porenwasser wird in geeigneten Beprobungsintervallen abgetrennt und bereits an Bord auf pH, Alkalität, ΣCO_2 , CH_4 , NO_3^- , NH_4^+ , SO_4^{2-} , $\Sigma\text{H}_2\text{S}$, Br^- , I^- , Cl^- , F^- , Fe^{2+} untersucht. Anhand der gewonnenen Porenwasserprofile, ergänzt durch Daten zur Feststoff-Akkumulation, ist eine Quantifizierung der ablaufenden Prozesse und somit eine Bilanzierung der Stoffumsätze im Sediment möglich. Durch den Vergleich mit ODP-Daten (Leg 170) können Verknüpfungen zu geochemischen Prozessen in tieferen Stockwerken geklärt werden. Repräsentative Porenwasser- und Sedimentproben werden in Kiel auf Spurenelemente (Ba, Sr, Mn, U, Mo, As, Sb, W, Pb, Y-REE, Cr, V, Cu, Co, Ni) analysiert, die als geochemische Tracer weitere Hinweise auf Herkunft und Aufstiegswege der Lösungen geben sollen. Die Feststoffe werden auf ihre geometrische spezifische Oberfläche hin (Gasabsorption mit der BET-Methode) untersucht. Außerdem erfolgt die Analyse der mineralogischen Zusammensetzung (XRD), wichtigsten Volatile (C, N, S mit dem Carlo Erba element analyzer), Halogene (Br und I mit Hilfe der SY-RFA im HASY-Lab, Hamburg) und Elementkonzentrationen.

Die Methanfreisetzung an Vents wird mit Hilfe von Methan-Messungen in Wasserproben untersucht, die mit dem Kranzwasser-Schöpfer genommen werden. Neben den bisher schon bekannten Vent-Lokationen vor Costa Rica sollen neue Gebiete vor Nicaragua gefunden werden. Dabei sind Horst und Graben Strukturen im äußeren Hoch (outer high) vielversprechend, da hier seismische Informationen vorliegen, die Serpentinisierungsprozesse vermuten lassen.

Wärmestromdichtemessungen

Subduktionszonen sind Schlüsselregionen der Plattentektonik und zahlreiche geodynamische Prozesse sind an die destruktiven Plattenränder des Untersuchungsgebietes gebunden. In den Subduktionszonen findet z.B. der energetisch

composition and the flow rates of venting fluids. After retrieval high-resolution pore water and solid phase sampling will be carried out. On board analysis of pore water includes the determination of pH, alkalinity, ΣCO_2 , CH_4 , NO_3^- , NH_4^+ , SO_4^{2-} , $\Sigma\text{H}_2\text{S}$, Br^- , I^- , Cl^- , F^- , Fe^{2+} . The analysis of pore water profiles together solid phase accumulation rates will enable us to quantify mineralization processes and thus to estimate element cycles in the sediments. Additionally, the comparison with geochemical data from ODP Leg 170 will help to clarify the influence of processes in deeper stockworks. Selected pore fluid and sediment samples will be analysed for trace element composition (Ba, Sr, Mn, U, Mo, As, Sb, W, Pb, Y-REE, Cr, V, Cu, Co, Ni) yielding more detailed information about fluid sources and pathways. Solids will be analyzed for specific surface area (gas absorption via BET measurements), mineral content (XRD), major volatiles (C, N, S with Carlo Erba element analyzer), halogens (Br and I with SY-FRA at the HASY-Lab, Hamburg), and element concentrations.

Samples will be taken from the water column to study methane plumes at cold vent sites. In addition to vent sites off Costa Rica, known from previous cruises, new sites will be explored at the outer high off Nicaragua. Here, seismic data indicate deep faults cutting through the oceanic plate and possible serpentinization processes at depth, which might induce methane formation and release into the overlying bottom waters.

Heat flow measurements

Subduction zones are of fundamental importance in plate tectonic and a wealth of processes is inherently related to this type of destructive plate boundaries prevalent off Central America. Most important is that

größte Teil der seismischen Aktivität der Erde statt. Die für den Menschen gefährlichsten Beben ereignen sich dabei in relativ geringen Tiefen von <35-40 km in der Scherzone zwischen der subduzierten Kruste und der Oberkruste. Dieser Abschnitt einer Subduktionszone wird als seismogene Zone bezeichnet. In diesen geringen Tiefen werden Erdbeben durch Spannungen und Bruchprozesse im spröden Gestein gesteuert. Mit zunehmender Tiefe wird das Gestein erwärmt und verformt sich plastisch ($T > 350-450^{\circ}\text{C}$). In geringen Tiefen wird die Scherzone zwischen den Platten durch Tonminerale geschmiert, so dass ein nahezu reibungsfreies Gleiten erfolgt ($T < 100-150^{\circ}\text{C}$). Tektonische Erdbeben ereignen sich deshalb nur in einem begrenzten „Fenster“, dessen Lage primär durch die Temperatur in der Scherzone gesteuert wird.

Das hier geplante Vorhaben hat zum Ziel, mit Hilfe von Wärmestromdichtemessungen an Schlüsselpositionen die thermische Struktur des Kontinentalrandes von Nicaragua und Costa Rica zu erforschen. Die umfangreiche, für diese Region bereits vorhandene geophysikalisch-geologische Datenbasis bildet einen ausgezeichneten Hintergrund für detaillierte Untersuchungen der seismogenen Zone. Im Mittelpunkt der Untersuchungen steht daher die thermische Struktur der Lithosphärenplatte als Beitrag zur Bestimmung der räumlichen Lage der seismogenen Zone, wobei die Messungen der Wärmestromdichte eine wichtige Randbedingung zur Berechnung der Temperaturverteilung in der Lithosphäre liefern.

Sedimentologie und physikalische Sedimentparameter

Als grundlegende Basisparameter für alle weiteren Untersuchungen an Sedimentkernen des SFB 574 Untersuchungsgebietes vor Costa Rica werden im sedimentphysikalischen Arbeitsabschnitt detaillierte Kernprofile erstellt, die sich zum einen auf lithologische Merkmale stützen, zum anderen aber mit physikalischen Parametern abgeglichen werden. Das sedimentphysikalische Arbeitsprogramm besteht aus einem Logging-Teil mit indirekten, nicht de-

subduction exhibits intense seismic activity, among them the largest earthquakes in the world. The risk of hazard from great earthquakes is largest for events occurring at depth of less than 35-40 km along the fault zone between the over-riding and the down-going plate, called the seismogenic zone. The zone of stick-slip behaviour where earthquakes can nucleate may be controlled by mechanical properties of the rock and hence temperature. Earthquakes are related to brittle deformation. At depth, however, crustal rocks deform ductile ($T > 350-450^{\circ}\text{C}$). At shallow depth clay minerals lubricate the thrust fault ($T < 100-150^{\circ}\text{C}$). Therefore, tectonic thrust-fault earthquakes are restricted to a certain depth interval.

The proposed programme is aimed to study at key locations the thermal structure of the active continental margin offshore Nicaragua and Costa Rica. A wealth of geophysical and geological data allows a detailed and focused study of the seismogenic zone. The main goal of the geothermal approach is to yield the thermal structure of the lithosphere to reveal the rupture limits of great subduction zone earthquakes. Constraints for the thermal properties of the lithosphere will be derived from surface heat flow measurements.

Sedimentology and Physical Properties

Lithological core descriptions and physical parameter profiles are the basis for any further investigations on sediment cores of the SFB 574 study area off Central America. The lithological characterization will be based on core descriptions and sediment physical properties. The sediment-physical working schedule includes the non-destructive logging part and sampling based determination of the sediment physical index parameter: water

struktiven Methoden und einem direkten, beprobenden Teil, in dem die sedimentphysikalischen Indexparameter Wassergehalt, Nassdichte und Korndichte bestimmt werden. Das Logging Programm an ganzen Kernen umfasst die Parameter Kerndurchmesser, P-Wellengeschwindigkeit, Dichte (GRAPE) und magnetische Suszeptibilität. Farbmessungen mit dem Spektrometer werden an Kernhäften durchgeführt. Ziel des Arbeitsprogrammes ist die kohärente Integration von beschreibenden und gemessenen Parametern zu einheitlichen litho-physikalischen Profilen.

Vulkanische Gesteine und Tephra-Stratigraphie

Dredge-Proben von vulkanischen Gesteinen sollen entlang von Profilen über die subduzierte Platte und den überlagernden Kontinentalhang gesammelt werden. Diese Beprobung ist Teil der Strategie in Teilprojekt C2 des SFB 574 zur Charakterisierung der kompositionellen Variationen des subduzierten Materials. Für das Costa Rica Segment der zentralamerikanischen Subduktionszone liegen von früheren Ausfahrten bereits umfangreiche Daten hierzu vor; die jetzige METEOR-Expedition soll den bisher noch relativ geringen Datensatz für das Nicaragua-Segment erweitern. Dredge-Lokationen werden so ausgewählt, dass nach Möglichkeit für geochemische Analysen geeignete magmatische Festgesteine gewonnen werden und die kompositionellen Variationen parallel zum Tiefseeegraben erfasst werden.

Kolbenlot-Kerne von marinen Sedimenten, entlang von Profilen senkrecht zum Tiefseeegraben, werden viele vulkanische Aschelagen enthalten, da die vorherrschende Winddrift nach Westen gerichtet ist. Die Beprobung und Analyse dieser Aschelagen ist eine wichtige Ergänzung der Geländearbeiten in Teilprojekt C4 des SFB 574, die darauf ausgerichtet sind, die stratigraphische Abfolge hochexplosiver Vulkaneruptionen der Nicaragua Vulkanfront zu rekonstruieren. Dies ist die wesentliche Voraussetzung zur angestrebten Bestimmung der zeitlichen Variation der Gasemissionen hochexplosiver Vulkane in die Atmosphäre während der letzten ca. 100.000

content, wet bulk density and grain density. The whole-core logging program includes the following parameters: core diameter, p-wave velocity, density (GRAPE) and magnetic susceptibility. Color spectrometer data will be taken on split core halves. Aim of the sediment physical working program is to establish coherent litho-physical sediment profiles by integrating descriptive and measured parameters.

Volcanic rocks and tephra-stratigraphy

Dredge samples will be collected along transects across the subducted plate as well as the overlying continental slope as part of the strategy of subproject C2 of the SFB 574 aimed to characterize the compositional variability of subducted crustal material. While an extensive database on such compositional data exists from earlier cruises for the Costa Rica segment of the central-American subduction zone, the relatively scarce data set for the Nicaragua segment will be expanded during this METEOR cruise. Dredge sites will be selected in a way to be able to obtain igneous rocks suitable for geochemical analyses and cover possible compositional variations along the trench.

Piston cores taken from marine sediments along transects perpendicular to the trench off Nicaragua are expected to contain abundant volcanic fallout ash layers, because the major wind-drift is to the west. Sampling and analyzing these ash layers is an important addition to the field work done in subproject C4 of the SFB 574 and is aimed at reconstructing the stratigraphy of major explosive volcanic eruptions as a prerequisite to determine the temporal evolution of their volatile release into the atmosphere over the past ca. 100.000 years. Sites for coring will be selected where the absence of slumps promises undisturbed stratigraphy. Geochemical comparison with tephra sampled on land will facilitate stratigraphic correlations.

Jahre. Bohrlokationen werden ausgewählt, wo die Abwesenheit von Rutschungsstrukturen eine ungestörte Stratigraphie verspricht. Stratigraphische Korrelationen werden durch den geochemischen Vergleich mit Tephralagen an Land ermöglicht.

Benthische Foraminiferen

Benthische Foraminiferen sind eine der häufigsten Organismengruppen, die den Tiefseeboden besiedeln. Ihre Faunenvergesellschaftung, Individuenanzahl und Verteilungsmuster sind vor allem durch Umweltbedingungen, wie z.B. das Nahrungsangebot, bedingt. Die Vergesellschaftung benthischer Foraminiferen an Extremstandorten wie Cold Vents oder an Methanhydratvorkommen ist bisher kaum untersucht worden. Cold Vents weisen in einem sehr engen regionalen Gebiet große variable Umweltveränderungen auf, die zu ökologischen Nischenbildung und biologischen Zonierungen in der Meio- und Makrofauna führen. Die geplanten Untersuchungen sollen die Vergesellschaftungen benthischer Foraminiferen in den verschiedenen ökologischen Nischen, Habitatzusammenhänge zwischen den einzelnen Nischen und zwischen In- und Epifauna, ein Vergleich der Lebend- zur Totfauna (Frühdiagenese) und Isotopenanalysen beinhalten. Zusätzlich dazu soll der organische Kohlenstoffgehalt im Sediment bestimmt werden. Anschließend soll ein Vergleich dieser Untersuchungen mit Ergebnissen aus verschiedenen anderen Regionen und trophischen Bedingungen in der Tiefsee durchgeführt werden.

Arbeitsprogramm:

- Beprobung des Sediments mit Multicorer, Kastenlot und Schwerelot.
- Porenwassergewinnung und sofortige Bestimmung von pH, Alkalität, ΣCO_2 , CH_4 , NO_3^- , NH_4^+ , SO_4^{2-} , $\Sigma\text{H}_2\text{S}$, Br^- , I^- , Cl^- , F^- , Si , Fe^{2+} sowie Konservierung von Teilproben zur späteren Analyse weiterer Inhaltsstoffe (Si, Ca, Mg, Ba, Sr, K, Na, Fe, Mn, Al, U, Mo, As, Sb, W, Pb, Y-REE, Cr, V, Cu, Co, Ni).
- Konservierung der Festphase für geochemische Untersuchungen (POC,

Benthic Foraminifera

Benthic foraminifera are among the most abundant organisms living in deep-sea sediments. Their species composition, abundance and distributional patterns mainly depend on environmental factors, such as food supply. Faunal assemblages of benthic foraminifera in extreme habitats like cold vents or in regions with methane hydrate occurrences are hardly investigated yet. Cold vents show a high variability of environmental conditions in a very narrow region. This leads to the formation of ecological niches and a biological zoning of meio- and macrofauna. We want to compare the assemblages of benthic foraminifera between these ecological niches, habitat relationships between single niches and between epi- and infaunal communities, live to dead assemblages (early diagenesis), and to analyze stable isotopes. Additionally, organic content of the sediment will be measured. Finally, results will be compared with those of different other regions and tropical conditions in the deep sea.

Work program:

- Sediment sampling with multi corer, piston corer and gravity corer
- Sampling of pore water and immediate determination of pH, alkalinity, ΣCO_2 , CH_4 , NO_3^- , NH_4^+ , SO_4^{2-} , $\Sigma\text{H}_2\text{S}$, Br^- , I^- , Cl^- , F^- , Si , Fe^{2+} as well as conservation of sub-samples for subsequent analysis of further elements (Si, Ca, Mg, Ba, Sr, K, Na, Fe, Mn, Al, U, Mo, As, Sb, W, Pb, Y-REE, Cr, V, Cu, Co, Ni).
- Conservation of the solid phase for geochemical analyses (POC, S, Ca, Mg,

- S, Ca, Mg, Sr, Ba, Fe, Mn, N, Br, I, F).
- Aufnahme von Kernlogs der Kompressions-Wellengeschwindigkeit und der magnetischen Suszeptibilität an Kasten- und Schwerelotkernen.
 - Hydrographie mit CTD-Sonde und Kranzwasserschöpfer (Temperatur, Salinität, O₂, CH₄).
 - Gesteinsbeobachtung mittels Dredge sowie Präparation der gewonnenen Proben.
 - Kontinuierliche echographische Messungen mit den akustischen Bordsystemen PARASOUND und HYDROSWEEP.
 - Bengalrosa-Anfärbung der Sedimente zur Ermittlung der Arten- und Biomasseverteilung lebender benthischer Foraminiferen.
 - Probennahmen für die Bestimmung des organischen Kohlenstoffes und des Karbonatgehalts im Sediment.
 - Probennahme für die Messung stabiler Isotope des Bodenwassers und der benthischen Foraminiferen.
 - Anlegen von Kulturen.
 - Lebendbeobachtungen an benthischen Foraminiferen.
- Sr, Ba, Fe, Mn, N, Br, I, F).
- Logging of box cores and gravity cores for compressional wave velocity and magnetic susceptibility.
 - Hydrographic observations with CTD and rosette sampler (temperature, salinity, O₂, CH₄).
 - Dredging and preparation of rock samples.
 - Continuous echographic records with the shipboard acoustic systems PARASOUND and HYDROSWEEP.
 - Rose Bengal/ethanol fixation and staining of sediment samples to characterize species and biomass distribution of living benthic foraminifera.
 - Sampling for the determination of organic carbon and carbonate content in the sediment.
 - Sampling for measurements of stable isotopes in the bottom water and in the benthic foraminifera.
 - Sediment sampling for culturing.
 - Sampling and observing living benthic foraminifera.

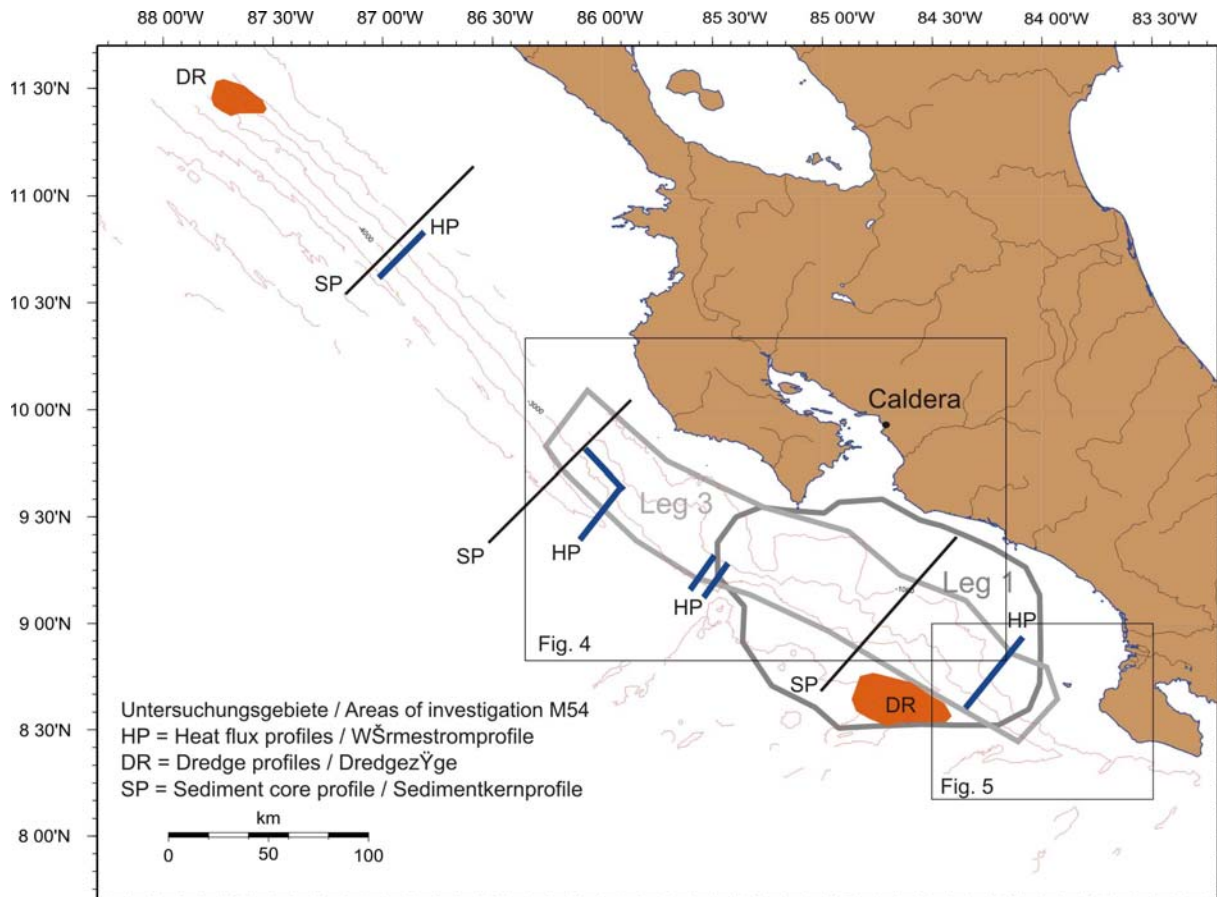


Abbildung 3: Untersuchungsgebiete der FS METEOR Reise 54 vor Costa Rica. Die geplanten Arbeiten der Reisen M 54/1 und M54/3 werden in den markierten Bereichen stattfinden. Während der M54/2 Reise werden Wärmestromprofile, Dredgezüge und Sedimentkernprofile durchgeführt.

Figure 3: Areas of investigation during RV METEOR cruise 54 off Costa Rica. The investigations during M 54/1 and M 54/3 will be conducted in the marked areas. During M 54/2 several heat flow profiles, sediment core profiles and dredge profiles will be conducted.

Zeitplan / Schedule
Fahrtabschnitt / Leg 54/2

	Tage/days
Auslaufen von Caldera (Costa Rica) am 13. August 2002 <i>Departure from Caldera (Costa Rica) August 13, 2002</i>	
Dredgen von exponiertem Basement am Kontinentalhang vor Nicaragua <i>Dredging of exposed basement rocks at the continental slope off Nicaragua</i>	1
Sediment-Kern-Profil vor Nicaragua mit Kolbenlot und Schwerelot <i>Sediment coring off Nicaragua using piston corer and gravity corer</i>	2
Wärmestrom-Messungen vor Nicaragua <i>Heat flow measurements off Nicaragua</i>	2
Bodenwasser-Beprobung an Horst und Graben Strukturen vor Nicaragua mit CTD <i>Water sampling and methane analysis at horst and graben structures off Nicaragua</i>	2
Sediment-Kern-Profil vor der Nicoya Halbinsel mit Kolbenlot und Schwerelot <i>Sediment coring off Nicoya Peninsula using piston corer and gravity corer</i>	2
Wärmestrom-Messungen vor der Nicoya Halbinsel <i>Heat flow measurements off Nicoya Peninsula</i>	2
Sediment Beprobung an Cold Vents vor Costa Rica mit dem Schwerelot <i>Sediment coring at cold vent sites off Costa Rica with gravity corer</i>	3
Wärmestrom-Messungen an Cold Vents vor Costa Rica <i>Heat flow measurements at Cold vents off Costa Rica</i>	2
Sediment Beprobung an der Nicoya Rutschung vor Costa Rica <i>Sediment coring at the Nicoya slide off Costa Rica</i>	1.5
Wärmestrom-Messungen an der Nicoya Rutschung vor Costa Rica <i>Heat flow measurements at the Nicoya slide off Costa Rica</i>	1.5
Sediment-Kern-Profil vor Süd Costa Rica mit Kolbenlot und Schwerelot <i>Sediment coring off South Costa Rica using piston corer and gravity corer</i>	1
Wärmestrom-Messungen vor Süd Costa Rica <i>Heatflow measurements off South Costa Rica</i>	1
Transitzeiten <i>Transit</i>	5
	Total
	26
Einlaufen in Caldera (Costa Rica) am 7. September 2002 <i>Arrival in Caldera (Costa Rica), September 7, 2002</i>	

Fahrtabschnitt / Leg M54/3A

Caldera - Caldera

Wissenschaftliches Programm

Ziel dieses Fahrtabschnittes ist, Gebiete am Meeresboden zu identifizieren und zu beproben, die durch austretende methanreiche Fluide oder freies Methangas gegenwärtig beeinflusst werden oder in der Vergangenheit beeinflusst wurden. Dabei sollen unterschiedlichste Methoden zum Einsatz kommen, um den Ursprung, Weg und Verbleib des austretenden Methans und der Fluide zu klären. Grundlage der geplanten Arbeiten sind umfangreiche, bereits durchgeführte geophysikalische Untersuchungen, Meeresbodenkartierungen mittels Fächer-echolot und Seitensicht Sonar sowie Beobachtungen mit dem Fotoschlitten. Während der FS SONNE Ausfahrten SO 144 und SO 163 wurden methanbeeinflusste Bereiche am Meeresboden vor allem im Zusammenhang mit „Karbonathügeln“ (Mounds), subduzierten Tiefseebergen (Seamounts) oder -rücken und Rutschungen (Landslides) entdeckt und sollen nun im Rahmen diese Fahrtabschnitts ausführlich untersucht werden (Abb. 4,5). Dabei werden eine Reihe von TV-geführten Geräten eingesetzt, die speziell für die Beprobung von kleinräumig verteilten Methanaustrittsstellen entwickelt wurden.

Untersuchungsschwerpunkte

„Karbonathügel“

Während der SO 163 Expedition wurden eine Reihe von „Karbonathügeln“ (Mounds) entdeckt (Abb. 4-6). Die Mounds sind von unterschiedlichster Größe, von wenigen Metern bis zu 200-300 m Höhe und über einem km im Durchmesser. Die großen Mounds bilden sich deutlich in den bathymetrischen Karten ab, sie liegen in Wassertiefen zwischen 900 und 2000 m. Durch die unter geringer Sedimentbedeckung

Scientific Programme

A major target of this cruise is to identify and sample areas on the seafloor which currently are or which were in the past influenced by venting of free methane or methane-rich fluids. A variety of geochemical analyses will be conducted in order to trace the way the fluids and the methane follow from the source to the water column. The basis for these investigations are geophysical information, multibeam and side-scan sonar maps as well as video sled (OFOS) surveys. During the RV SONNE cruises SO 144 and SO 163 major sites of methane venting were found to be associated with carbonate mounds, seamount- and ridge-subduction and submarine slumps and slides (Fig. 4,5). These sites will be extensively sampled during the cruise. For that, a variety of TV-guided tools will be deployed which were designed to sample small-scale features such as methane vents and fluid seeps.

Major geological targets

Chemoherm Mounds

Several chemoherm mounds were discovered during the SO 163 expedition (Fig. 4-6). These mounds are up to 200 - 300 m high and up to one km in diameter. They can be clearly seen on bathymetric maps at water depth between 900 and 2000 m. The mounds are readily identified on side-scan sonar maps due to the high reflectivity of outcropping hard ground. Fifteen mounds were surveyed with the

liegenden Karbonatgesteine weisen die Mounds starke Rückstreuungen auf und sind daher sehr gut in den Karten des Seitensichtssonar zur erkennen. Mittels Fotoschlitten wurden bisher insgesamt 15 Mounds untersucht. Drei dieser Mounds wurden kleinräumig kartiert und zusätzlich geophysikalisch untersucht sowie durch Methanplume-Kartierung in der darüberliegenden Wassersäule zusätzlich charakterisiert. Die Ergebnisse lassen darauf schließen, dass die Mounds durch den Austritt von methanhaltigen Fluiden über das Niveau des umliegenden Meeresboden hinaus emporwachsen. Die enorme Menge an Karbonat, welches vermutlich durch die Oxidation des Methans ausgefallen ist sowie sehr gut entwickelte, auf Chemoautotrophie basierende Tiergemeinschaften, deuten auf sehr lang anhaltenden Methanaustritt hin. Es wurden beachtliche Methananomalien in der Wassersäule über den Mounds gemessen.

Die für diesen Fahrtabschnitt geplanten Untersuchungen an den Mounds sollen folgende Schwerpunkte haben:

- (1) mittels hochauflösender Fächerecholotvermessungen soll die genaue Struktur der Mounds und die Verbindung zu Störungen bestimmt werden
- (2) mittels OFOS Einsätzen sollen Mounds kleinräumig kartiert werden
- (3) mittels Dredge, Schwerelot und TV-Greifer sollen unterschiedlich alte Karbonate geborgen werden um Aufschluss über die Entstehung und Lebensdauer der Mounds zu erhalten
- (4) mittels TV-geführter Geräte (VESP, BCL, TV-MUC) und CTD sollen Inkubations- und Ausstrommessungen durchgeführt, sowie Sedimente und/oder Wasserproben von den Mounds gewonnen werden, um Aufschluss über die Fluidgeochemie zu erhalten.

Subduktion von Tiefseebergen

Durch die Subduktion von Tiefseebergen (Seamounts) und Tiefseerücken kommt es zu narbenartigen Störungen in der oberen Platte (Abb. 4,5,7). Im Rahmen der SONNE

video sled OFOS of which 3 were more intensively mapped. Additionally, these mounds were investigated by reflection seismics and the methane concentrations in the overlying water column measured. The preliminary results indicate that the mounds grow above the ambient niveau of the sediment surface due to the escape of methane-rich fluids. The enormous amount of carbonate, which originate probably from the anaerobic oxidation of methane, and the luxuriant chemoautotrophic communities (*Lamellibrachia* sp., *Calypptogena* sp., *Bathymodiolus* sp.) indicate long-term methane venting. The methane concentrations in the water column above the mounds are considerably elevated compared to background levels.

Accordingly, during this leg the focus of investigations on the mounds are:

- (1) High-resolution multibeam mapping of mounds in order to understand their structure and relationship to fault pattern;
- (2) Small-scale mapping of mounds with the video sled OFOS;
- (3) Recovery of carbonates by dredging, coring and grabbing in order to elucidate the growth and development of the mounds;
- (4) *In situ* incubations and flux measurements by TV-guided tools (VESP, BCL, TV-MUC) and CTD as well as water and sediment sampling in order to understand the fluid geochemistry.

Seamount subduction

The subduction of seamounts and ridges cause prominent scars in the upper plate (Fig. 4,5,7). During the RV SONNE expeditions SO 144 and SO 163 six seamount scarps were surveyed

Expeditionen SO 144 und SO 163 wurden sechs verschiedene solcher Narben "Scarps" durch den Einsatz des Videoschlittens OFOS untersucht. Die verschiedenen "Scarps" repräsentieren Unterschiede in der Größe und Form der subduzierten Seamounts und Rücken sowie eine unterschiedliche Altersabfolge der gegenseitigen Beeinflussung zwischen Seamount und oberer Platte. In bestimmten Bereichen der oberen Platte, die durch die Subduktion der Seamounts und Rücken angehoben wurden, stehen massive Gesteine an, wie sich anhand von OFOS Profilen zeigte. Vermutlich handelt es sich um anstehende authigene Karbonate, die durch den Aufstieg von methanhaltigen Fluiden entlang der Störungen entstanden sind. Es gibt eine deutliche Zunahme der mit Karbonat gepflasterten Bereiche der angehobenen oberen Platte mit zunehmendem Alter der Strukturen: an den „jungen“ Strukturen (Small Seamount Scarp und Parrita Scarp) stehen nur wenige Karbonate an. Am „älteren“ Jaco Scarp sind diese großflächiger, und am Top vom Rio Bongo Scarp, der „ältesten“ Struktur bildet das Karbonat eine durchgängige Plattform von nahezu einem Kilometer im Durchmesser.

Mehrere OFOS Einsätze am Jaco Scarp haben gezeigt, dass methanhaltige Fluide mit verschiedenen Bereichen dieser Struktur assoziiert sind. Dies deutet darauf hin, dass unter Umständen die methanhaltigen Fluide aus unterschiedlichen Reservoirs stammen: (i) durch die Anhebung der oberen Platte werden gashydrathaltige Sedimente aus der Stabilitätszone herausgehoben, (ii) durch den Anschnitt von Sedimentpaketen an der Abrisskante von Rutschungen können methanhaltige Fluide aus den Sedimentpaketen entweichen, (iii) ebenso kann Methan aus Sedimenten in der Rutschmasse der "leeseitigen" Flanke des Seamounts entweichen.

Aus diesen Beobachtungen ergeben sich folgende Untersuchungen für diesen Fahrtabschnitt:

- (1) OFOS Surveys an Seamount Scarps zur besseren Definition der Ausdehnung der Karbonat- und Ventgebiete
- (2) Beprobung unterschiedlicher Bereiche am „Scarp“, um zu testen, ob die

by the OFOS. These scarps are different with respect to the shape and size of the subducted seamount or ridge as well as the time and evolution of plate convergence. OFOS profiles revealed that at the upper plate, which is uplifted by the subducted features, massive outcrops occur. We speculate that this hard ground is authigenic carbonate precipitated in the course of methane venting. There appears to be an obvious succession in the extent of carbonate with the age of the features: the youngest structures (Small Seamount Scarp, Parrita Scarp) contain only few carbonates. At the older Jaco Scarp the carbonates cover wider parts of the seafloor, at Rio Bongo Scarp, the oldest structure, the entire top consists of carbonates, forming a plateau-like cap of nearly 1 km in diameter.

Several OFOS surveys at Jaco Scarp revealed that methane-rich fluids are associated with different areas of the feature. This may indicate that the methane and/or fluids originate from different sources: (i) decomposition of gas hydrate due to the uplift of hydrate containing sediments, (ii) methane originating from sediment strata that crop out at the area of the headwall, (iii) methane being expelled due to the internal compression of slide masses in the wake of the subducted seamount.

Based on this preliminary results the following major investigations are planned:

- (1) OFOS surveys in order to estimate the extent of carbonate and venting areas;
- (2) Sampling of vent fluids of different areas of the scarps in order to characterize the sources of methane and/or fluids;
- (3) Sampling of hard grounds of the uplifted upper plate of scarps of different ages by dredge and TV-grab in order to gain insight into origin and evolution of these features.

- methanhaltigen Fluide aus unterschiedlichen Reservoirs gespeist werden
- (3) Beprobung mittels Dredge und/oder TVG von Karbonaten der angehobenen oberen Platte um Aufschlüsse über die Entstehung und das Alter zu erhalten.

Rutschungen

Im Rahmen der bereits durchgeführten Untersuchungen wurden drei großskalige Rutschungen am Kontinentalrand vor Costa Rica festgestellt, die Nicoya Rutschung, die Cabo Blanco Rutschung und die Quepos Rutschung (Abb. 4,5). Anzeichen für methanreiche Sedimente gab es vor allem an der Quepos Rutschung. Hier treten sehr großflächig Bakterienmatten in weichen Sedimenten unterhalb der Abrißkante der Rutschmasse bei ca 450 m Wassertiefe auf. In dieser Tiefe befindet sich ebenfalls der Kern der Sauerstoffminimumzone.

Ein Hauptziel dieses Fahrtabschnitts wird es daher sein, die Herkunft des Methans und der Fluide bzw. der sulfidreichen Sedimente zu identifizieren. Dafür werden folgende Untersuchungen angestrebt:

- (1) Analyse des Porenwassers aus Sedimentkernen (TV-MUC, SL)
- (2) *In situ* Inkubation mit Hilfe des BC-Landers

Einsatz TV-geführter Geräte

Mit dem Video-/Fotoschlitten (OFOS) werden Videobilder vom Meeresboden direkt über das Koaxialkabel zum Schiffslabor übertragen und dargestellt. OFOS wird mit 0.5 - 1 Knoten hinter dem Schiff geschleppt. Die Höhe von 1-2 m über dem Meeresboden wird manuell kontrolliert. Vom Schiff aus können die am Schlitten angebrachten Kameras manuell ausgelöst werden, es stehen bis zu 800 Dias pro Einsatz zur Verfügung. OFOS wird eingesetzt um Gebiete am Meeresboden zu identifizieren, die durch den Austritt von Methan beeinflusst sind.

Mit dem TV-kontrollierten Greifer (TVG) können große Probenmengen vom Meeresboden geborgen werden. Dabei hilft eine zentral

Land slides

Three prominent land slides were identified during previous investigations, the Nicoya landslide, the Cabo Blanco landslide and the Quepos landslide (Fig. 4,5). Evidence for methane-rich sediments were gained mainly at the Quepos landslide. At the base of the headwall at a water depth around 450 m extensive bacterial mats cover the soft sediment seafloor. At this depth the core of the oxygen minimum layer is situated.

Accordingly, a major goal of this leg is to characterize the source of methane and fluids and the origin of the sulfide-rich sediments; this will be achieved by:

- (1) Analyses of porewaters from sediment cores (TV-MUC, SL);
- (2) *In situ* respiration experiments, and fluid sampling with the BC-Lander.

Deployment of TV-guided tools

OFOS is a videosled that transmits the video signal from the seafloor via conducting cable to the ship's laboratory. The sled is towed behind the ship at a speed of 0.5 to 1 knot and 1 to 2 m above the seafloor. This distance is manually adjusted by the winch operator. Images of the seafloor can be manually taken. The cameras are loaded with slide films allowing a maximum of 800 pictures during each deployment. OFOS is used to identify areas at the seafloor, which are influenced by methane venting.

The TV-guided grab (TVG) is designed to take large-volume samples of, e.g., sediments, biota or hard substrate from the seafloor. A video

zwischen den Greifbacken angebrachte Videokamera die gewünschten Objekte zu erkennen um dann, wenn sie in „greifbarer“ Nähe sind den Greifer darauf abzusetzen. Manuell vom Schiff ausgelöste Hydraulikmotoren schließen dann die Schaufeln, die eine Fläche von etwa 1.8 Quadratmetern einsammeln können. Der TV-kontrollierten Multicorer (TV-MUC) ist ein klassischer Multicorer der zusätzlich, in ähnlicher Weise wie der TVG, mit einem Kamerasystem zur kontrollierten Probennahme ausgestattet ist.

Der Vent Sampler (VESP) besteht, ähnlich wie der TV-MUC, aus einem Gestell mit absenkbareren Kopf, welches ebenfalls mit Kameras ausgestattet ist. Beim Absetzen senkt sich ein Fass mit darin befindlichen Niskin Wasserschöpfer zum Meeresboden. Durch das Austreten von Methan oder methanhaltigen Fluiden ändern sich die Konzentrationen in dem eingeschlossenen Wasservolumen über die Standzeit. Durch manuelles Auslösen der Wasserschöpfer werden Wasserproben genommen, die an Bord dann zur Analyse zur Verfügung stehen. Im Gegensatz zu dem VESP-Lander und dem BC-Lander bleibt dieses Gerät während des gesamten Einsatzes über das Koaxialkabel mit dem Schiff verbunden.

Der VESP-Lander (VESP-L) wird mithilfe eines Launchers über den Meeresboden geschleppt und kann, wenn in den daran angebrachten Kamerasystemen eine interessante Stelle am Meeresboden zu erkennen ist, manuell ausgelöst werden, sodass der Lander auf den Boden hinabgleitet. Während der Launcher danach wieder an Deck geholt wird, bleibt der VESP-Lander am Boden stehen und führt Ausstrommessungen und sequentielle Probennahme durch. Zum Ende des Einsatzes werden Gewichtssätze vom Lander gelöst, so dass das Gerät an die Meeresoberfläche auftreibt, von wo es wieder an Bord genommen wird.

Das Absetzen, autonome Messen und Rückkehren an die Meeresoberfläche erfolgt beim „Benthic Chamber-Lander“ (BC-Lander) in gleicher Weise wie beim VESP-Lander. Der

camera is mounted between the jaws of the grab allowing to search for objects of interest on the seafloor with the jaws open. After lowering to the grab to the seafloor the jaws are closed by a hydraulic motor. A surface area between the jaws of about 1.8 m² can be sampled. The TV-guided multicorer (TV-MUC) is a standard multicorer equipped with a camera system similar to that of the TVG.

The Vent Sampler (VESP) consists of a frame similar to the MUC-frame. When the TV-guided VESP is lowered an open-bottom barrel is placed over an active venting area of the seafloor. Inside of the barrel water can be sampled sequentially by Niskin bottles. The release of fluids and/or methane from the enclosed seafloor changes the chemical composition inside the barrel over deployment time. Water samples can be taken manually and are analyzed after recovery. In contrast to the VESP-Landers this tool is connected via a coaxial cable to the ship during the entire deployment time.

The VESP-Lander can be lowered to and towed above the seafloor with the help of a TV-guided launcher. The lander can be released manually from the launcher. The launcher is then retrieved while the lander is autonomously measuring the amount of expelled fluids and as an option collects water samples. After the measurements weights on the lander are released, which then ascends to the sea surface where it is recovered by the research vessel.

The deployment, autonomous measurement and retrieval of the Benthic Chamber Lander (BC-Lander) is similar to that of the VESP-Lander. This lander consists of chambers that are lowered to the seafloor in a way that a volume of bottom water and sediment are enclosed. From the enclosed volume water samples are taken at time intervals for on board analyses. The concentration change of chemical constituents (e.g. oxygen) over time allows quantification of benthic material

BC-Lander ist mit viereckigen Kästen ausgestattet, die nach Absetzen des Landers am Meeresboden langsam ins Sediment fahren und damit eine abgeschlossene Kammer bilden. Aus dem überstehenden Bodenwasser werden mittels Spritzenprobennehmer Wasserproben zur späteren Analyse genommen. Am Ende der Messperiode werden die Sedimente in den Kammern durch Rollo-artige Verschlüsse vom Boden abgetrennt und ungestört mit zur Oberfläche gebracht. In den Wasserproben werden dann die Konzentrationsänderungen der Inhaltsstoffe, vornehmlich Sauerstoff, gemessen. Die Kombination dieser Messungen mit der Möglichkeit die Sedimente zu beproben geben einen umfassenden Einblick in die biogeochemischen Umsätze in den oberflächennahen Sedimenten.

Fluid-Geochemie

Das Wissen um den Ursprung der Fluide, der chemischen Zusammensetzung der austretenden Fluide, der Austauschraten zwischen dem Festphasen, den Fluiden und dem Meerwasser, den Transportwegen und sowie den Aufenthaltszeiten der Fluide im Sedimentverband sind von allgemeiner Bedeutung für das Verständnis von Stoffumsätzen in Subduktionszonen. Dazu werden umfangreiche chemische Analysen an Bord und im heimischen Labor durchgeführt sowie Isotopensysteme untersucht.

Methanbilanz

In den Sedimentschichten, in denen das Methan, das in größeren Tiefen gebildet wird und aufsteigt, auf sulfatreiches Wasser trifft, welches aus dem Bodenwasser in die Sedimente gelangt, kann es zum bakterieller anaeroben Methanoxidation kommen. Dabei wird das Methan zu Bikarbonat oxidiert welches durch die Übersättigung bei Anwesenheit von Calcium und Magnesium aus dem Bodenwasser als sogenanntes Chemoherm-Karbonat ausfällt. Bei diesem Prozess kommt es gleichzeitig zur Reduktion des Sulfats so dass Schwefelwasserstoff entsteht. Diesen Schwefelwasserstoff können chemoautotrophe Bakterien nutzen, die oftmals in Symbiose mit Muscheln und Bartwürmern

turnover. After termination of the measurements a closing system cuts off the incubated sediment which is then brought to the surface together with the lander system.

Fluid Geochemistry

The knowledge of fluid sources, chemical composition of expelled fluids, exchange rates between basement, sediments, fluids and seawater, transport pathways and residence times of fluids are of general importance for the understanding of material budgets and cycling in subduction zones. For these objectives a variety of chemical analyses and isotopic measurements will be conducted onboard ship and in the shore-based laboratories.

Methane budget

In sediment layers, which are exposed to methane ascending from depths and sulfate-rich waters from above, the microbial anaerobic methane oxidation (AMO) is turnover process of first order importance. In the course of AMO bicarbonate is produced, which precipitates with calcium and magnesium from the bottom water to form so-called chemoherm carbonates. Additionally, the anaerobic methane oxidation produces sulfide that is used by chemoautotrophic bacteria as energy source. These bacteria can be free-living or symbiotic in bivalves or tubeworms and are often arranged in vertical succession above the AMO-layers. A major objective of this cruise is to quantify the

leben und vertikal oberhalb der anaeroben Methanoxidation angesiedelt sind. Ziel der geochemischen Untersuchungen ist es deshalb den Prozess der anaeroben Methanoxidation im Sediment zu quantifizieren und den Anteil des Methans zu bestimmen, der das benthische System verlässt. Dafür werden drei verschiedenen Beprobungsansätze verfolgt. Steigen methanhaltige Fluide durch Sedimente auf, so bilden sich als Folge der anaeroben Methanoxidation sehr starke Porenwassergradienten aus. Die Analyse der Porenwässer (CH_4 , H_2S , HSO_4^- , NH_4^- , NO_3^- , Alkalinität, pH) ermöglicht es zum einen den Prozess der anaeroben Methanoxidation an sich zu belegen und zum anderen biogeochemische Umsatzraten sowie Advektionsraten der Fluide mithilfe von Modellen zu quantifizieren. Im zweiten Beprobungsansatz sollen die biogeochemischen Umsätze im Sediment sowie die Menge an austretenden Fluid direkt mittels Ausstrommessung (VESP, VESP-Lander) oder in-situ Inkubation (BC-Lander, VESP-Lander) gemessen werden. Der dritte Ansatz soll den Anteil am Methan bestimmen, der nicht im Sediment unter anaeroben Bedingungen umgesetzt wird, sondern aus dem Meeresboden in die Wassersäule austritt. Dazu wird der Methangehalt in der Wassersäule direkt oberhalb der Austrittsstellen hochauflösend und 3-dimensional beprobt um mittels einer Erfassung des Inventars die Menge an entweichendem Methan zu berechnen.

Fluidbilanz

Anhand von Spurenelementen und Isotopen der verschiedensten Systeme soll ein umfassendes Verständnis über Materialumsätze in Subduktionszonen erzielt werden. Dazu werden ausgewählte Untersuchungen an Fluid-beeinflussten Poren- und Bodenwässern durchgeführt sowie Sedimente und Karbonate untersucht. Besonders die aus den methanhaltigen Fluiden ausfallenden Chemoherm-Karbonate sollen als Archiv für Venting Prozesse in der Vergangenheit herangezogen werden. Dafür ist die Uran/Thorium-Datierung der Karbonate eine der wichtigsten Grundvoraussetzungen. In den Fluiden sollen an Bord vor allem kurzlebige natürliche Radionuklide gemessen werden. Im Gegensatz zu dem Methan, welches intensiv in

amount of methane oxidized in the sediments as well as the amount of methane released into the water column. In order to estimate this fluxes three different approaches will be used. If methane-rich fluids ascent through sediments, sharp concentration changes of porewater constituents develop (CH_4 , H_2S , HSO_4^- , NH_4^- , NO_3^- , Alkalinität, pH). Numerical modeling of these profiles allows to quantify biogeochemical turnover rates as well as advection rates of fluids. The second approach concentrates on the *in situ* measurement of fluid flow rates by VESP and VESP-Lander as well as incubation experiments by the BC-Lander. The third approach is designed to quantify the amount of methane from the seafloor by high-resolution, small-scale, three-dimensional mapping of methane in the water column to establish inventories.

Fluid budget

Investigations on trace elements and isotopes from various decay systems in fluids and carbonates yield a general understanding of the material budget in the fore-arc of the subduction zone off Costa Rica. The chemoherm carbonate, which precipitates in the course of anaerobic methane oxidation will be used as an archive for fluid venting processes in the past. Uranium/Thorium dating is an essential approach to gain a chronology. The investigations onboard ship will concentrate on measuring natural radionuclides with short half-lives. In contrast to methane, which is oxidized during biological processes, ^{222}Rn is chemically largely inert. Expelled fluids that have been in contact with

biologischen Prozessen umgesetzt wird, ist ^{222}Rn chemisch weitestgehend inert. Fluide, welche im Kontakt mit ^{226}Ra -haltigen Sedimenten und Gesteinen standen, sind beim Verlassen dieser auch angereichert an dem Tochternuklid ^{222}Rn . Aufgrund der kurzen Halbwertszeit (3.8 Tage) und der geringen chemischen Aktivität lässt sich die Ausbreitung und Menge der austretenden Fluide abschätzen.

^{226}Ra -rich sediments or rocks are enriched in the daughter nuclide ^{222}Rn . Based on the short half life (3.8 days) and the low chemical reactivity, the distribution and amount of vented fluids can be estimated.

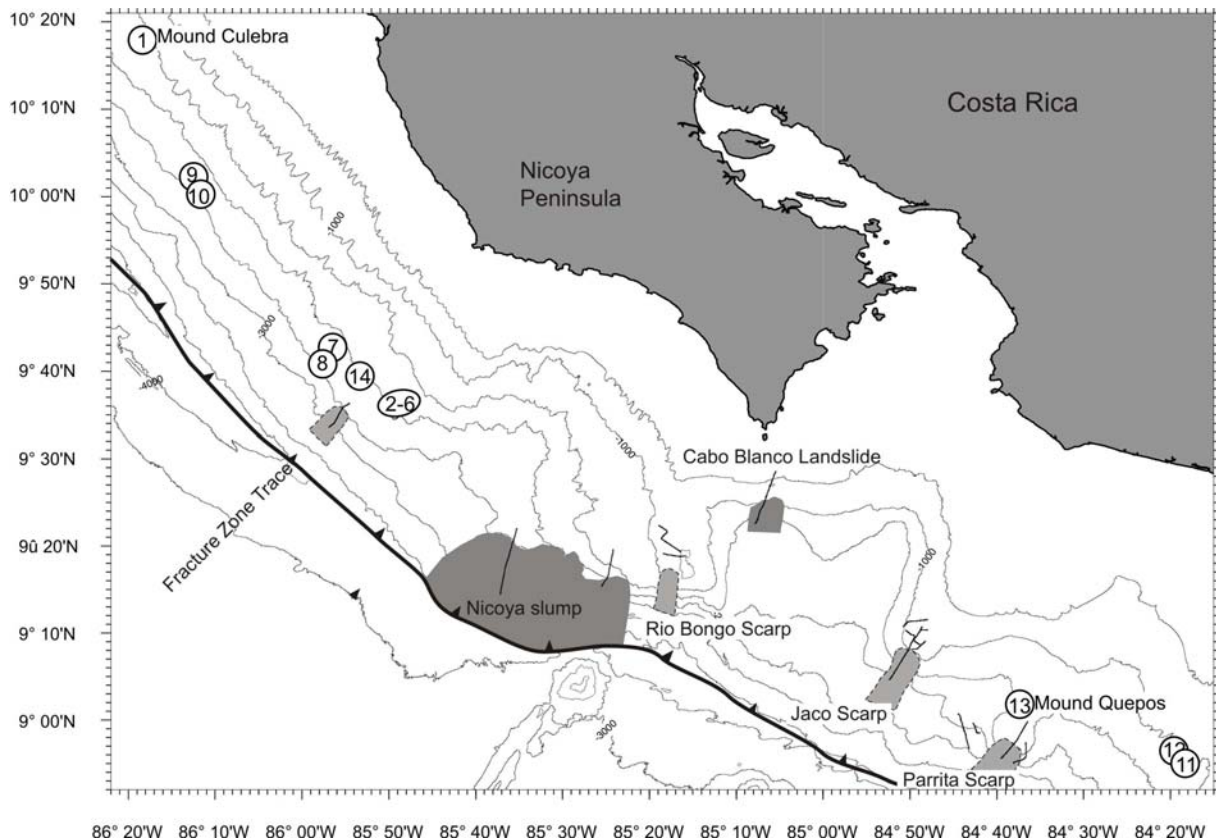


Abbildung 4: Der nordwestliche Kontinentalrand von Costa Rica. Die bereits untersuchten Mounds (Karbonathügel) wurden durchnummeriert. Subduzierte Seamounts (Tiefseeberge) oder Tieferücken erzeugen narbenförmige Einbuchtungen in der oberen Platte (gestrichelt). Rutschungen sind durch grau unterlegte Flächen markiert. Alle bisher durchgeführten OFOS Profile sind ebenfalls eingezeichnet.

Figure 4: The northwestern continental margin off Costa Rica. The carbonate mounds which have been surveyed during earlier studies are numbered consecutively. Subducted seamounts and ridges leave scarps in the upper plate (dashed lines). Landslides are marked by gray areas.

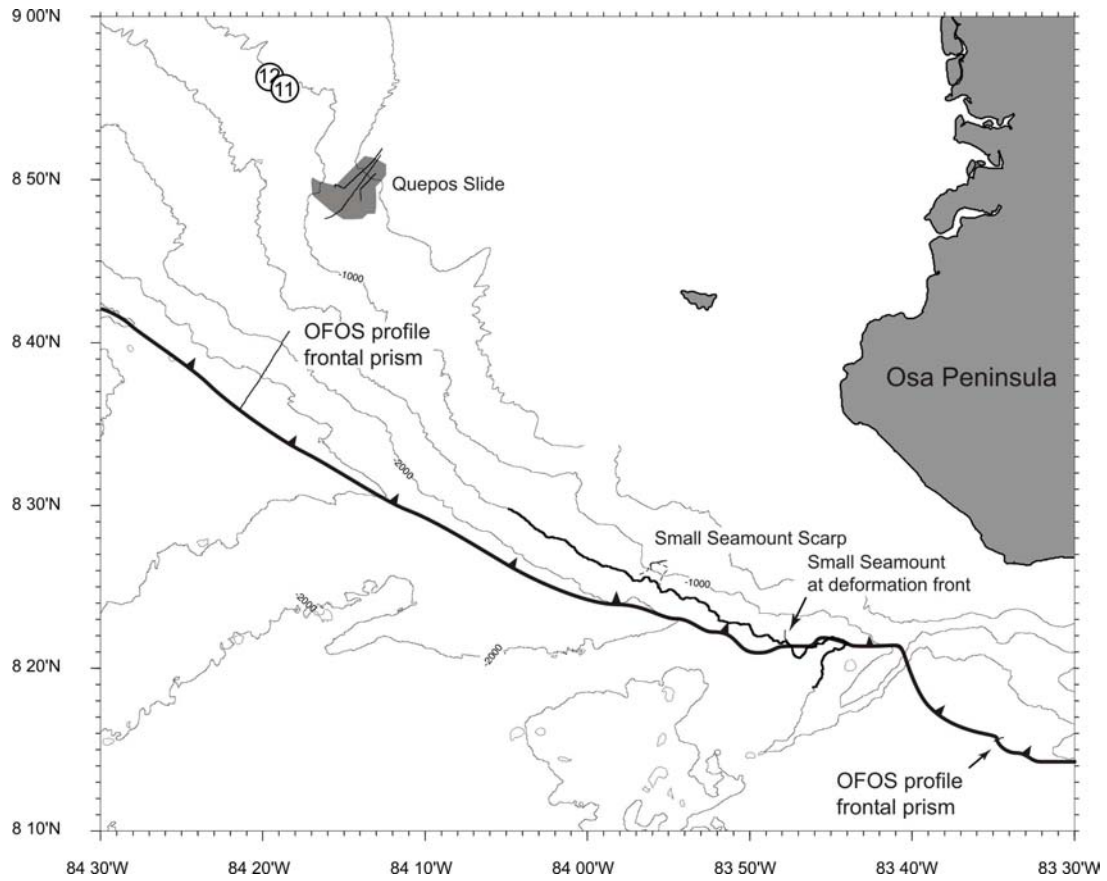


Abbildung 5: Der südwestliche Kontinentalrand von Costa Rica.
Figure 5: The southwestern continental margin off Costa Rica.

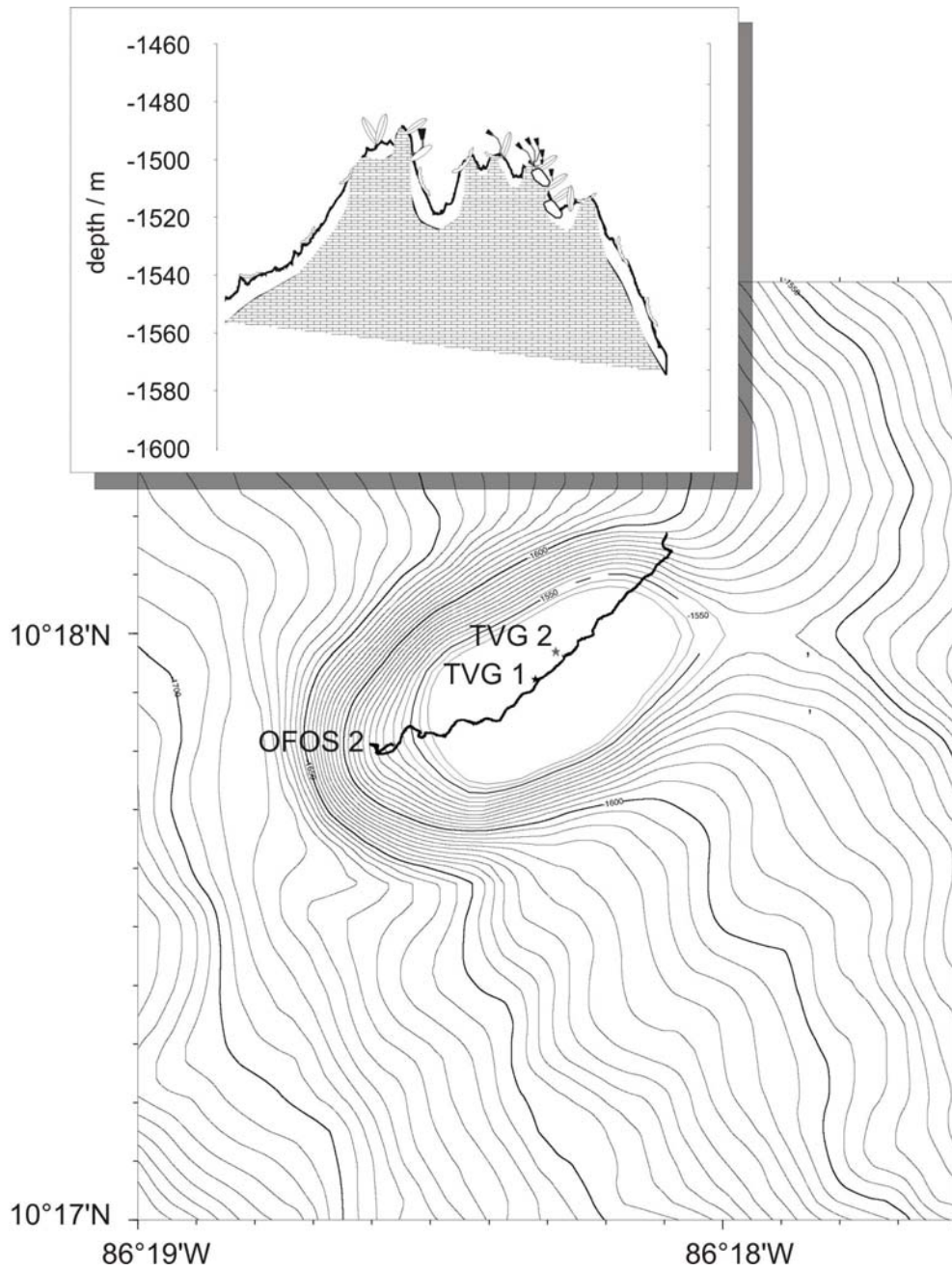


Abbildung 6: Bathymetrie von Mound Culebra. Die obere Abbildung zeigt schematisch die OFOS Beobachtungen am Top des Mounds.

Figure 6: Bathymetry of Mound Culebra. The upper figure shows schematically the OFOS observations.

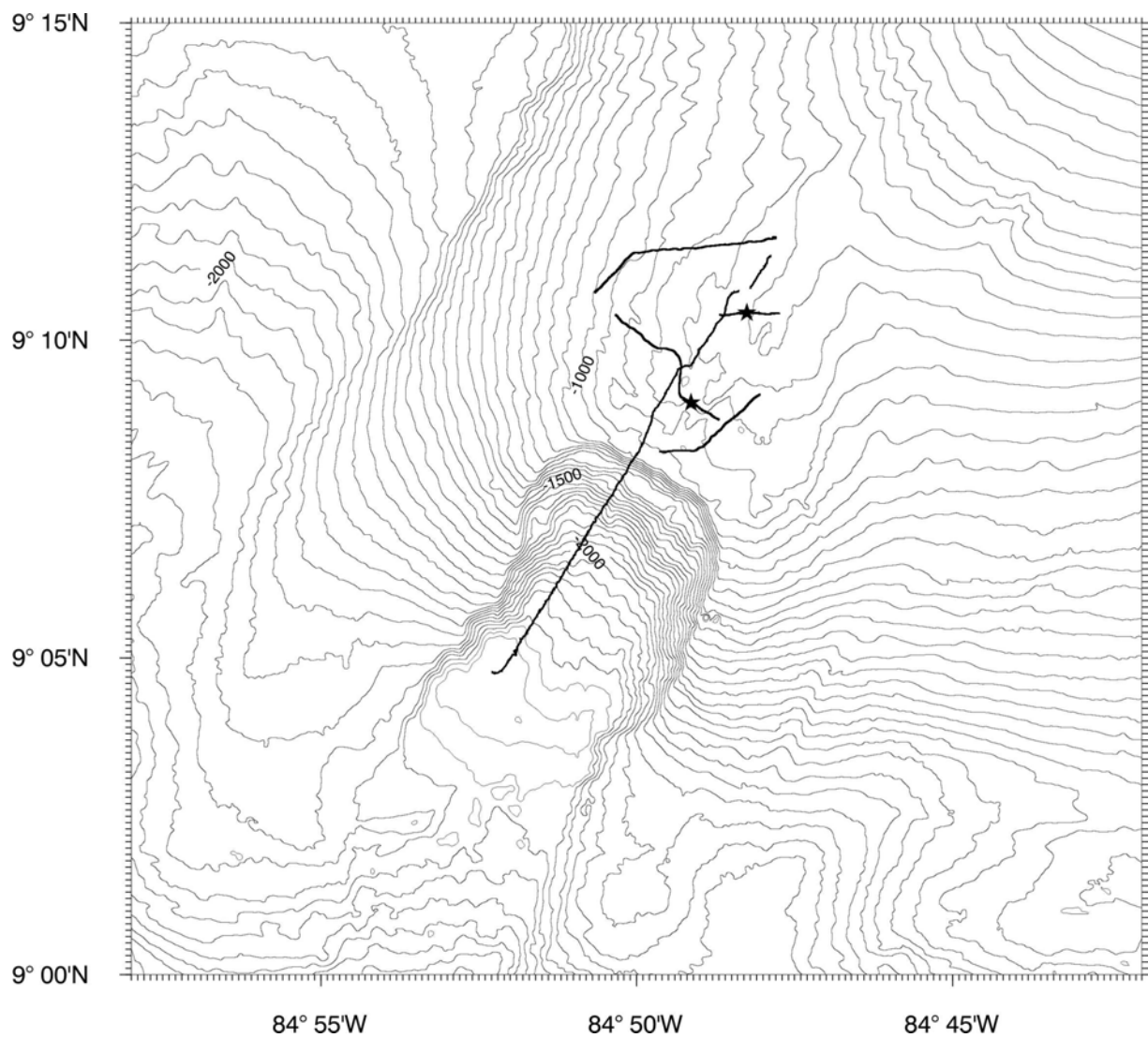


Abbildung 7: Bathymetrie vom Jaco Scarp und den bereits durchgeführten OFOS Untersuchungen.

Figure 7: Bathymetry of Jaco Scarp with OFOS surveys conducted during previous cruises.

Zeitplan / Schedule
Fahrtabschnitt / Leg 54/3A

	Tage/days
Auslaufen von Caldera (Costa Rica) am 10. September 2002 <i>Departure from Caldera (Costa Rica) September 10, 2002</i>	
OFOS-Kartierung <i>OFOS Surveys</i>	4
Einsatz TV-Greifer <i>Deployment TV-Grab</i>	1
Dredgen nach Karbonaten an „Mounds“ und „Seamount Scarps“ <i>Dredging for Carbonates at mounds and seamount scarps</i>	1
Einsatz Schwerelot <i>Deployment of gravitycorer</i>	1
Einsatz BC-Lander <i>Deployment of BC-Lander</i>	2
Einsatz VESP <i>Deployment VESP</i>	4
Einsatz TV-Multicorer <i>Deployment TV-Multicorer</i>	1
Kartierung von Methananomalien in der Wassersäule <i>Methane-plume mapping</i>	2
Partikelgewinnung mit In-situ Pumpen <i>Particle collection with in situ pumps</i>	1
Transit im Arbeitsgebiet <i>Transit in working area</i>	1
	Total
	18
Einlaufen in Caldera (Costa Rica) am 29. September 2002 <i>Arrival in Caldera (Costa Rica), September 29, 2002</i>	

Fahrtabschnitt / Leg M54/3A

Caldera - Caldera

Wissenschaftliches Programm

Aus den Aufzeichnungen des lokalen seismologischen Netzes in Costa Rica kann man das generelle Verhalten der Seismogenese der Mittelamerikanischen Landbrücke ableiten. Aufgrund der Geometrie ist es jedoch nicht möglich die Erdbebenlokationen im offshore Bereich, wo etwa die Hälfte aller Beben passieren, hinlänglich genau zu beschreiben.

Daher sollen im Rahmen des SFB 574 zwei lokale offshore Netze für jeweils ca. 6 Monate betrieben werden. Jedes Netz wird etwa 25 Geräte umfassen, die durch 15 zusätzliche Landstationen ergänzt werden. Weiterhin sollen Neigungsmesser eingesetzt werden, um langsam ablaufende Bewegungen des Kontinentalrandes zu beobachten. Das erste Netz wird so plaziert, das es einen Bereich überdeckt, in dem ein subduzierter Seamount eine markante Furche im Kontinentalrand hinterlassen hat. Das zweite Netz konzentriert sich auf ein Gebiet, wo auf reflexionsseismischen Profilen eine Aufspaltung der Plattengrenzenreflexion beobachtet wird. Dieses Reflexionsmuster wird als Anzeichen für die Erosion der Oberplatte durch den Transfer linsenförmiger Körper von der Ober- zur Unterplatte interpretiert.

Aus den Aufzeichnungen der marinen Netzwerke erhoffen wir uns detaillierte Angaben zur oberen Grenze der seismogenen Zone, aus der wichtige Aussagen zum seismischen Risiko und zur Metamorphose der unteren Platte abgeleitet werden können. Das erste Netz soll auf der SONNE Expedition SO163-2 im April 2002 ausgelegt werden. Auf der METEOR fährt M54-3B soll dieses Netz, inkl. der Neigungsmesser geborgen werden und nach Wartung der Geräte und Archivierung der Daten sollen

Scientific Programmes

The local seismological network of Costa Rica has collected sufficient data to characterize the general seismogenesis below the Middle American Landbridge. However, due to its geometry, it fails to precisely define earthquake locations in the offshore area, where nearly 50% of the earthquakes occur. Therefore, within SFB 574 we plan to operate two offshore local networks for a period of about six month each, with each network comprising about 25 instruments, further supplemented by additional 15 landstations. In additions, tiltmeters shall be deployed to monitor long term motion on the slope. The network will be deployed such that they occupy first a region where a subducting seamount has left a prominent scar in the upper plate. The second network covers an area where from seismic reflection data a bifurcation of the decollement is observed on multichannel seismic reflection data. This reflection pattern has been interpreted to be indicative for upper plate erosion by transferring a lense shaped rock body from the upper to the lower plate.

Also, from the seismological data of the offshore local networks we hope to obtain detailed information on the updip limit of the seismogenic zone, which bears essential information on seismic hazards and is indicative of metamorphic reactions within the subducting plate.

The first network shall be installed in April 2002 during cruise SONNE SO163-2. The main task of cruise METEOR M54-3B is to recover the network including the tiltmeters, maintain the instruments, archive the data and redeploy the network again. The instruments will then be recovered again in summer 2003 during cruise SO 173-1. In

die Instrumente im zweiten Netz ausgelegt werden. Sie sollen dann auf der Expedition SO173-1 im Sommer 2003 endgültig geborgen werden.

Weiterhin soll eine Bodenstation, die auf dem vorangehen Fahrtabschnitt M54-3A auf einem Schlammvulkan ausgebracht wurde, geborgen werden.

addition, a lander deployed on an active mud-vulcano during the previous METEOR Cruise M54/3A shall be recovered.

Zeitplan/Schedule
Fahrabschnitt/Leg 54 –3B

	Tage/days
Auslaufen Caldera (Costa Rica) am 1. Oktober 2002 <i>Departure from Caldera (Costa Rica) October 1, 2002</i>	
Aufnahme des seismologischen Netzes und der Tiltmeter <i>Recovery of seismological net and tiltmeters</i>	1.5
Ausbringen des seismologischen Netzes und der Tiltmeter <i>Deployment of seismological network and tiltmeter</i>	2.0
Aufnahme einer Bodenstation (Lander) <i>Recovery of lander</i>	0.5
Transit nach Panama <i>Transit to Panama</i>	2.0
Kanalpassage <i>Passage of Panama canal</i>	1.0
Transit nach Curacao <i>Transit to Curacao</i>	4.0
	Total
	11.0
Einlaufen in Curacao, 11. Oktober 2002 <i>Arrival at Curacao, October 11, 2002</i>	

Bordwetterwarte / *Ship's meteorological Station* METEOR Reise 54 / *Cruise 54*

Operationelles Programm

Die Bordwetterwarte ist mit einem Meteorologen und einem Wetterfriktechniker 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 Wessungen. 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.

Über die Ausrüstung der Meteor mit meteorologischen Meßinstrumenten und die Verarbeitung der gewonnenen Daten an Bord gibt eine Broschüre Auskunft, die beim Deutschen Wetterdienst in Hamburg und in der Bordwetterwarte erhältlich ist.

Operational Programme

The ships meteorological station is staffed with 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.

An information sheet describing the meteorological instrumentation and the processing of the recorded data on board is available at Deutscher Wetterdienst in Hamburg or in the meteorological station (only in German).

Beteiligte Institutionen/ *Participating Institutions*

DWD

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

GeoB

Fachbereich 5 - Geowissenschaften
Universität Bremen
Klagenfurter Straße
28359 Bremen / Germany

GEOMAR

Forschungszentrum für marine
Geowissenschaften
der Christian-Albrechts-Universität-
Universität zu Kiel
Wischhofstraße 1-3
24148 Kiel / Germany

ICE

Instituto Costarricense de Electricidad (ICE)
Red Sismologica Nacional (RSN: ICE-UCR)
UEN PySA, Oficina Sismologia y
Vulcanologia
APDO 10032 - 1000 San Jose / Costa Rica

IFGK

Institut für Geowissenschaften
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
Ludewig-Meyn-Str. 10
24118 Kiel /Germany

IFGT

Institut für Geowissenschaften
Eberhardt-Karls-Universität Tübingen
Sigwartstr. 10
72076 Tübingen /Germany

Kickfilm

Otto-Suhr-Allee 59
10585 Berlin / Germany

KUM

K. U. M. Umwelt-und Meerestechnik Kiel
GmbH
Wischhofstr. 1-3
24148 Kiel / Germany

OKTOPUS

Gesellschaft für angewandte Wissenschaft,
innovative Technologien und Service in der
Meeresforschung mbH
Kieler Straße 51
24594 Hohenweststedt

SIO

Scripps Institution of Oceanography
8602 La Jolla Shores Drive
La Jolla, CA. 92037 / USA

SFB

Sonderforschungsbereich 574
Wischhofstr. 1-3
24148 Kiel / Germany

TUB

Technische Universität Berlin
Fachgebiet Grundbau und Bodenchemie
Gustav-Meyer-Allee 25
13355 Berlin / Germany

Teilnehmerliste/ *Participants* METEOR 54

Fahrtabschnitt / *Leg M 54/1A*

1. Spieß, Volkhard, Prof. Dr.	Fahrtleiter / <i>Chief Scientist</i>	GeoB
2. Albrecht, Nicole	Seismik	GeoB
3. Freitag, Tobias	Seismik	GeoB
4. Gerriets, Andrea	Seismik	GeoB
5. Heidersdorf, Felix	Seismik	GeoB
6. Kahl, Gerhard	Bordmeteorologie	DWD
7. von Lom-Keil, Hanno, Dr.	Seismik	GeoB
8. Naupold, Peer	Parasound / Hydrosweep	GeoB
9. Ochsenknecht, Wolf-Thilo	Bordmeteorologie	DWD
10. Rudolf, Tessa	Seismik	GeoB
11. Zühlsdorff, Lars, Dr.	Seismik	GeoB
12. NN, student	Gast	GeoB
13. NN, teacher	Gast	GeoB

Fahrtabschnitt / *Leg M 54/1B*

1. Spieß, Volkhard, Prof. Dr.	Fahrtleiter / <i>Chief Scientist</i>	GeoB
2. Albrecht, Nicole	Seismik	GeoB
3. Brüning, Markus	Seismik	GeoB
4. De Nil, Denise	OBS Seismik	GEOMAR
5. Fekete, Naomi	OBS Seismik	GEOMAR
6. Freitag, Tobias	Seismik	GeoB
7. Gazel, Esteban	Gast	ICE
8. Gerriets, Andrea	Seismik	GeoB
9. Heidersdorf, Felix	Seismik	GeoB
10. Hildebrandt, Martina, Dr.	Parasound / Hydrosweep	GeoB
11. Huguen, Caroline, Dr.	Parasound / Hydrosweep	GEOMAR
12. Kahl, Gerhard	Bordmeteorologie	DWD
13. Kleinfeld, Bärbel	Seismik	GeoB
14. von Lom-Keil, Hanno, Dr.	Seismik	GeoB
15. Mendez, Johanna	Gast	ICE
16. Naupold, Peer	Parasound / Hydrosweep	GeoB
17. Ochsenknecht, Wolf-Thilo	Bordmeteorologie	DWD
18. Perez, Kenneth	Gast	ICE
19. Rudolf, Thessa	Seismik	GeoB
20. Schnabel, Michael	OBS Seismik	GEOMAR
21. Zühlsdorff, Lars, Dr.	Seismik	GeoB
22. NN	Beobachter	Nicaragua

Teilnehmerliste/ *Participants* METEOR 54

Fahrtabschnitt / *Leg M 54/2*

1. Wallmann, Klaus	Fahrtleiter / <i>Chief Scientist</i>	GEOMAR
2. Barrantes, Rosibel	Gast	ICE
3. Bracker, Eggo	Kerntechnik	GEOMAR
4. Deyhle, Annette	Porenwasser Geochemie	SIO
5. Domeyer, Bettina	Porenwasser Geochemie	GEOMAR
6. Gennerich, Hans-Hermann	Wärmestrom-Messungen	GeoB
7. Grevemeyer, Ingo	Wärmestrom-Messungen	GeoB
8. Heesemann, Bernd	Wärmestrom-Messungen	GeoB
9. Hensen, Christian	Porenwasser Geochemie	SFB
10. Hepp, Daniel	Sedimentologie	IFGK
11. Kahl, Gerhard	Bordmeteorologie	DWD
12. Kaul, Norbert	Wärmestrom-Messungen	GeoB
13. Kopf, Achim	Sedimentologie	SIO
14. Kutterolf, Steffen	Tephra-Beprobung	SFB
15. Mansor, Sandra	Porenwasser Geochemie	GEOMAR
16. Marquardt, Mathias	Porenwasser Geochemie	GEOMAR
17. Mau, Susan	Methan-Messungen	SFB
18. Mörz, Tobias	Sedimentologie	SFB
19. Müller, Meino	Wärmestrom-Messungen	GeoB
20. Nass, Kristin	Porenwasser Geochemie	SFB
21. Ochsenhirt, Wolf-Thilo	Bordmeteorologie	DWD
22. Ruschmeier, Wiebke	Benthische Foraminiferen	IFGT
23. Schacht, Ulrike	Sediment Geochemie	IFGK
24. Schmidt, Mark	Sediment Geochemie	IFGK
25. Schneider, Julia	Wärmestrom-Messungen	GeoB
26. Schupp, Jens	Sedimentologie	TUB
27. Steen, Eric	Kerntechnik	IFGK
28. NN	Dredgen	GEOMAR
29. NN	Methan-Messungen	GEOMAR
30. NN	Gast	Nicaragua

Teilnehmerliste/ *Participants* METEOR 54

Fahrtabschnitt / *Leg M 54/3A*

1.	Suess, Erwin	Fahrtleiter / <i>Chief Scientist</i>	GEOMAR
2.	Albrecht, Ingrun		
3.	Bannert, Bernhard	Gerätetechniker	OCTOPUS
4.	Brueckmann, Warner	Sedimentologie	GEOMAR
5.	Eisenhauer, Anton	Radionuklide	GEOMAR
6.	Fausten, Armin	Gast	Kickfilm
7.	Fischer, York-Oliver	Sedimentologie	SFB
8.	Garbe-Schoenberg, Dieter	Spurenelemente	IFGK
9.	Han, Xiqu	Sedimentologie	GEOMAR
10.	Hensen, Christian	Porenwasser-Geochemie	SFB
11.	Kahl, Gerhard	Bordmeteorologie	DWD
12.	Klauke, Sonja	Spurenelemente	SFB
13.	Leandro, German	Gast	ICE
14.	Linke, Peter	Fluidfluss-Messung	GEOMAR
15.	Manzke, Bert	Partikel	SFB
16.	Mau, Susan	Methan-Messungen	SFB
17.	Mora, Raul	Gast	ICE
18.	Nadler, Thomas	Vent-Geologie	SFB
19.	Nass, Kristin	Porenwasser-Geochemie	SFB
20.	Poser, Michael	Geräteingenieur	OCTOPUS
21.	Purkl, Stefan	Radionuklide	SFB
22.	Queisser, Wolfgang	Gerätetechniker	GEOMAR
23.	Rehder, Gregor	Methan-Messungen	GEOMAR
24.	Sahling, Heiko	Vent-Biogeochemie	SFB
25.	Scholten, Jan	Radionuklide	IFGK
26.	Stange, Karen	Methananalytik	SFB
27.	Truscheit, Thorsten	Bordmeteorologie	DWD
28.	Tuerk, Matthias	Gerätetechniker	SFB
29.	Worm, Thomas	Gast	Kickfilm
30.	NN	Gast	Nicaragua

Teilnehmerliste/ *Participants* METEOR 54

Fahrtabschnitt / *Leg M 54/3B*

1. Flüh, Ernst	Fahrtleiter	GEOMAR
2. Alvarado, Guillermo	Seismologie	ICE
3. Armin, Fausten	Gast	Kickfilm
4. Barrantes, Jose Miguel	Gast	ICE
5. Gossler, Jürgen	Seismologie	SFB
6. Kahl, Gerhard	Bordmeteorologie	DWD
7. Kopp, Heidrun	Seismologie	GEOMAR
8. Liersch, Petra	Wachgänger	GEOMAR
9. Lopez, Salvador	Gast, Costa Rica	ICE
10. Otto, Reinhard Ernst		
11. Poser, Michael	Gerätetechniker	OCTOPUS
12. Queisser, Wolfgang	Gerätetechniker	GEOMAR
13. Rojas, Leonel	Beobachter	ICE
14. Steffen, Klaus Peter	Gerätetechniker	KUM
15. Stuckmann, Harald		
16. Taylor, Waldo	Gast	ICE
17. Truscheid, Thorsten	Bordmeteorologie	DWD
18. Worm, Thomas	Gast	Kickfilm
19. Woronowicz, Tanja	Wachgänger	Geomar
20. NN		
21. NN		

Besatzung / Crew METEOR 54

Fahrtabschnitt / Leg M 45/1

Kapitän / Master	PAPENHAGEN, Henning
I. Offizier / Ch. Mate	MEYER, Oliver
I. Offizier / 1st Mate	BENDIN, Axel
I. Offizier / 1st Mate	BASCHEK, Walter
Funkoffizier / Radio Officer	HELLMANN, Rainer
Schiffsarzt / Surgeon	Dr. SCHLENKER, Wilhelm
I. Ingenieur / Ch. Engineer	NEUMANN, Peter
II. Ingenieur / 2nd Engineer	BEYER, Helge
II. Ingenieur / 2nd Engineer	SCHMIEDESKAMP, Jan
Elektriker / Electrician	FREITAG, Rudolf
Ltd. Elektroniker / Ch. Electron.	HEYGEN, Ronald
Elektroniker / Electron. Eng.	WENTZEL, Heinz
System-Manager / Sys.-Man.	TORMANN, Martin
Decksschlosser / Fitter	BLOHM, Volker
Motorenwärter / Motorman	SEBASTIAN, Frank
Motorenwärter / Motorman	PRINZ, Udo
Motorenwärter / Motorman	KÖRTGE, Olaf
Motorenwärter / Motorman	ISBRECHT, Frank
Koch / Ch. Cook	TIEMANN, Frank
Kochsmaat / 2nd Cook	BRAATZ, Willy
I. Steward / Ch. Steward	SLOTTA, Werner
II. Steward / 2nd Steward	GRÜBE, Gerlinde
II. Steward / 2nd Steward	POHL, Andreas
II. Steward / 2nd Steward	MÜLLER, Werner
Wäscher / Laundryman	HU, Guo Yong
Bootsmann / Boatswain	HADAMEK, Peter
Matrose / A.B.	SCHRAPEL, Andreas
Matrose / A.B.	NN
Matrose / A.B.	NN
Matrose / A.B.	MAHLMANN, Oliver
Matrose / A.B.	KREFT, Norbert
Matrose / A.B.	KUHN, Ronald
Matrose / A.B. (trainee)	OWCZAREK, Marten
Matrose / A.B. (trainee)	WESSELS, Kai

Besatzung / Crew METEOR 54

Fahrtabschnitt / Leg M 54/2

Kapitän / Master	PAPENHAGEN, Henning
I. Offizier / Ch. Mate	MEYER, Oliver
I. Offizier / 1st Mate	BENDIN, Axel
I. Offizier / 1st Mate	BASCHEK, Walter
Funkoffizier / Radio Officer	KÖTHE, Wolfgang
Schiffsarzt / Surgeon	Dr. SCHLENKER, Wilhelm
I. Ingenieur / Ch. Engineer	SCHÜLER, Achim
II. Ingenieur / 2nd Engineer	BEYER, Helge
II. Ingenieur / 2nd Engineer	SCHMIEDESKAMP, Jan
Elektriker / Electrician	FREITAG, Rudolf
Ltd. Elektroniker / Ch. Electron.	HEYGEN, Ronald
Elektroniker / Electron. Eng.	WENTZEL, Heinz
System-Manager / Sys.-Man.	STAMMER, Kurt
Decksschlosser / Fitter	BLOHM, Volker
Motorenwärter / Motorman	SEBASTIAN, Frank
Motorenwärter / Motorman	PRINZ, Udo
Motorenwärter / Motorman	KÖRTGE, Olaf
Motorenwärter / Motorman	SONNENBERG, Ralph
Koch / Ch. Cook	TIEMANN, Frank
Kochsmaat / 2nd Cook	PYTLIK, Franciszek
I. Steward / Ch. Steward	HORZELLA, Ernst
II. Steward / 2nd Steward	GRÜBE, Gerlinde
II. Steward / 2nd Steward	POHL, Andreas
II. Steward / 2nd Steward	MÜLLER, Werner
Wäscher / Laundryman	HU, Guo Yong
Bootsmann / Boatswain	HADAMEK, Peter
Matrose / A.B.	NN
Matrose / A.B.	NN
Matrose / A.B.	HAMPEL, Ulrich-Bruno
Matrose / A.B.	DRACOPOULUS, Eugenius
Matrose / A.B.	KREFT, Norbert
Matrose / A.B.	KUHN, Ronald
Matrose / A.B.	NN

Besatzung / Crew METEOR 54

Fahrtabschnitt / Leg M 54/3A

Kapitän / Master	PAPENHAGEN, Henning
I. Offizier / Ch. Mate	BASCHEK, Walter
I. Offizier / 1st Mate	BENDIN, Axel
II. Offizier / 2nd Mate	KOWITZ, Torsten
Funkoffizier / Radio Officer	KÖTHER, Wolfgang
Schiffsarzt / Surgeon	WALTHER, Anke
I. Ingenieur / Ch. Engineer	SCHÜLER, Achim
II. Ingenieur / 2nd Engineer	REX, Andreas
II. Ingenieur / 2nd Engineer	SCHMIEDESKAMP, Jan
Elektriker / Electrician	BEKAAN, Steffen
Ltd. Elektroniker / Ch. Electron.	HEYGEN, Ronald
Elektroniker / Electron. Eng.	ROTTKEMPER, Oliver
System-Manager / Sys.-Man.	STAMMER, Kurt
Decksschlosser / Fitter	BLOHM, Volker
Motorenwärter / Motorman	SEBASTIAN, Frank
Motorenwärter / Motorman	PRINZ, Udo
Motorenwärter / Motorman	SONNENBERG, Ralph
Motorenwärter / Motorman	ISBRECHT, Frank
Koch / Ch. Cook	MÜLLER, Horst
Kochsmaat / 2nd Cook	PYTLIK, Franciszek
I. Steward / Ch. Steward	HORZELLA, Ernst
II. Steward / 2nd Steward	GRÜBE, Gerlinde
II. Steward / 2nd Steward	NN
II. Steward / 2nd Steward	MÜLLER, Werner
Wäscher / Laundryman	HU, Guo Yong
Bootsmann / Boatswain	MUCKE, Hans-Peter
Matrose / A.B.	NN
Matrose / A.B.	NN
Matrose / A.B.	HAMPEL, Ulrich-Bruno
Matrose / A.B.	DRACOPOULUS, Eugenius
Matrose / A.B.	KREFT, Norbert
Matrose / A.B.	KUHN, Ronald
Matrose / A.B.	NN

Besatzung / Crew METEOR 54

Fahrtabschnitt / Leg M 54/3B

Kapitän / Master	PAPENHAGEN, Henning
I. Offizier / Ch. Mate	BASCHEK, Walter
I. Offizier / 1st Mate	BENDIN, Axel
II. Offizier / 2nd Mate	KOWITZ, Torsten
Funkoffizier / Radio Officer	KÖTHER, Wolfgang
Schiffsarzt / Surgeon	WALTHER, Anke
I. Ingenieur / Ch. Engineer	SCHÜLER, Achim
II. Ingenieur / 2nd Engineer	REX, Andreas
II. Ingenieur / 2nd Engineer	SCHMIEDESKAMP, Jan
Elektriker / Electrician	BEKAAN, Steffen
Ltd. Elektroniker / Ch. Electron.	HEYGEN, Ronald
Elektroniker / Electron. Eng.	ROTTKEMPER, Oliver
System-Manager / Sys.-Man.	STAMMER, Kurt
Decksschlosser / Fitter	BLOHM, Volker
Motorenwärter / Motorman	SEBASTIAN, Frank
Motorenwärter / Motorman	RADEMACHER, Hermann
Motorenwärter / Motorman	SONNENBERG, Ralph
Motorenwärter / Motorman	ISBRECHT, Frank
Koch / Ch. Cook	MÜLLER, Horst
Kochsmaat / 2nd Cook	PYTLIK, Franciszek
I. Steward / Ch. Steward	HORZELLA, Ernst
II. Steward / 2nd Steward	GRÜBE, Gerlinde
II. Steward / 2nd Steward	NN
II. Steward / 2nd Steward	MÜLLER, Werner
Wäscher / Laundryman	HU, Guo Yong
Bootsmann / Boatswain	MUCKE, Hans-Peter
Matrose / A.B.	NN
Matrose / A.B.	NN
Matrose / A.B.	HAMPEL, Ulrich-Bruno
Matrose / A.B.	DRACOPOULUS, Eugenius
Matrose / A.B.	KREFT, Norbert
Matrose / A.B.	KUHN, Ronald
Matrose / A.B.	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 des Reeders, der RF Reedereigemeinschaft Forschungsschiffahrt 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, the RF 'Reedereigemeinschaft Forschungsschiffahrt GmbH'.