



**Forschungsschiff METEOR  
Reise Nr. 66 (2005)**

**SUBFLUX**

Herausgeber:  
Institut für Meereskunde der Universität Hamburg  
Leitstelle METEOR  
<http://www.ifm.uni-hamburg.de/leitstelle>

gefördert durch:  
Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)  
Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (BMBF)

ISSN: 0935-9974



**Forschungsschiff METEOR  
Reise Nr. 66 (2005)**

**SUBFLUX**

Herausgeber:  
Institut für Meereskunde der Universität Hamburg  
Leitstelle METEOR  
<http://www.ifm.uni-hamburg.de/leitstelle>

gefördert durch:  
Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)  
Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (BMBF)

ISSN: 0935-9974

## **Anschriften / Adressen:**

Dr. Warner Brückmann  
IFM-GEOMAR  
SFB574  
Wischhofstraße 1-3  
D-24148 Kiel / Germany

Tel: +49-431-600 2819  
Fax: +49-431-600 2916  
email: wbrueckmann@ifm-geomar.de

Prof. Dr. Monika Rhein  
Institut für Umwelphysik  
Abt. Ozeanographie  
Universität Bremen, Fachbereich 1  
Postfach 330 440  
D-28334 Bremen / Germany

Tel: +49-421-218 2408  
Fax: +49-421-218 7018  
email: mrhein@physik.uni-bremen.de

Dr. Gregor Rehder  
IFM-GEOMAR  
SFB574  
Wischhofstraße 1-3  
D-24148 Kiel / Germany

Tel: +49-431-600 2283  
Fax: +49-431-600 2928  
email: grehder@ifm-geomar.de

Prof. Dr. Ernst R. Flüh  
IFM-GEOMAR  
SFB 574  
Wischhofstraße 1-3  
D-24148 Kiel / Germany

Tel: +49-431-600 2328  
Fax: +49-431-600 2922  
email: eflueh@ifm-geomar.de

Prof. Dr. Achim Kopf  
Universität Bremen  
Zentrum für marine Umweltwissenschaften  
MARUM  
Leobener Str.  
D-28359 Bremen / Germany

Tel: +49-421-218 65800  
Fax: +49-421-218 65805  
email: akopf@uni-bremen.de

### **IFG Kiel**

Institut für Geowissenschaften  
Ludewig-Meyn-Str. 10  
24118 Kiel / Germany

### **IFM-GEOMAR**

Leibniz-Institut für Meereswissenschaften  
an der Universität Kiel  
Wischhofstraße 1-3  
24148 Kiel / Germany

### **MARUM**

Zentrum für marine Umweltwissenschaften  
der Universität Bremen  
Leobener Str.  
28359 Bremen / Germany

### **BGS**

British Geological Survey  
Murchison House,  
West Mains Road,  
Edinburgh EH9 3LA.

Tel: +44 (0)131 667 1000  
Fax: +44 (0)131 668 2683

**IUPHB** / Institut für Umweltphysik  
Universität Bremen  
Otto-Hahn-Allee  
D-28359 Bremen / Germany

**FB5HB** / FB Geowissenschaften  
Universität Bremen  
Postfach 330440  
D-28334 Bremen / Germany

**KUM**  
Umwelt- und Meerestechnik Kiel GmbH  
Wischhofstr. 1-3, Geb. D5  
24148 Kiel/ Germany

**OKTOPUS**  
Oktopus GmbH  
Kieler Str. 51  
24594 Hohenweststedt/ Germany

**Leitstelle F/S Meteor**  
Institut für Meereskunde  
Universität Hamburg  
Bundesstr. 53  
D-20146 Hamburg / Germany

Telefon: +49-40-42838-3974  
Telefax: +49-40-42838-4644  
E-Mail: [leitstelle@ifm.uni-hamburg.de](mailto:leitstelle@ifm.uni-hamburg.de)  
<http://www.ifm.uni-hamburg.de/leitstelle>

**R/F Reedereigemeinschaft**  
Forschungsschiffahrt GmbH  
Blumenthalstr. 15  
D-28023 Bremen / Germany

Telefon: +49-421-20766-0  
Telefax: +49-421-20766-70  
E-Mail: [rf@bremen.rf-gmbh.de](mailto:rf@bremen.rf-gmbh.de)  
<http://www.rf-gmbh.de>

Forschungsschiff / Research Vessel  
METEOR

Rufzeichen / call sign: DBBH  
Tel: INMARSAT  
00870-321 841 811 ( Atlantic EAST )  
Fax: INMARSAT  
00870-321 841 813 ( Atlantic EAST )

e-mail: Schiffsleitung / Ship personnel:  
Wissenschaft / Scientist:  
Privat / privat:

[schiff@meteor.rf-gmbh.de](mailto:schiff@meteor.rf-gmbh.de)  
[wiss@meteor.rf-gmbh.de](mailto:wiss@meteor.rf-gmbh.de)  
[priv@meteor.rf-gmbh.de](mailto:priv@meteor.rf-gmbh.de)

Jeder Fahrtteilnehmer erhält eine E-Mail Adresse, die sich aus dem ersten Buchstaben des Vornamens und dem Familiennamen zusammensetzt. So ist Hein Mück unter [hmueck@meteor.rf-gmbh.de](mailto:hmueck@meteor.rf-gmbh.de) zu erreichen.

*Each cruise participant will receive an e-mail adress composed of the first letter of his first name and the last name: Hein Mück, e.g., will receive the adress [hmueck@meteor.rf-gmbh.de](mailto:hmueck@meteor.rf-gmbh.de)*

METEOR-Reise Nr. 66 / METEOR-Cruise No.66

12.08.2005 – 21.12.2005

Ostatlantik – Karibik - Ostpazifik

East Atlantic Ocean – Caribbean – East Pacific Ocean

12. 08.2005 – 19.09.2005 Las Palmas – Curacao  
Prof. Dr. Monika Rhein ( Fahrtleiterin / chief scientist )

22.09.2005 – 01.10.2005 Curacao – Corinto  
Dr. Gregor Rehder ( Fahrtleiter / chief scientist )

02.10.2005 – 23.10.2005 Corinto – Caldera  
Dr. Gregor Rehder ( Fahrtleiter / chief scientist )

26.10.2005 – 11.11.2005 Caldera – Caldera  
Dr. Warner Brückmann ( Fahrtleiter / chief scientist )

13.11.2005 – 19.11.2005 Caldera – Corinto  
Dr. Warner Brückmann ( Fahrtleiter / chief scientist )

21.11.2005 – 12.12.2005 Corinto – Guayaquil  
Prof. Dr. Ernst R.Flüh ( Fahrtleiter / chief scientist )

13.12.2005 – 21.12.2005 Guayaquil – Talcahuano  
Prof. Dr. Achim Kopf ( Fahrtleiter / chief scientist )

Koordination / Coordination: Dr. W. Brückmann  
Kapitän / Master (F/S METEOR): N. Jakobi, M. Kull

**Wissenschaftliches Programm der METEOR-Reise Nr 66**  
**Scientific Program of METEOR-Cruise No.66**

**Übersicht**

**M66/1:12.08-19.09 (39 Tage)**

Las Palmas – Curacao  
(Fahrtleiterin: Prof. Dr. Monika Rhein)  
In diesem Abschnitt werden physikalisch-ozeanographische Untersuchungen des Instituts für Umweltphysik der Universität Bremen im subtropisch-tropischen Atlantik durchgeführt. Die Untersuchungen in der Warmwassersphäre finden im Rahmen des Projektes CLIVAR (Climate Variability and Predictability) statt. Hauptziel ist die Berechnung des Einstroms warmen südatlantischen Wassers in die Karibik, eines wichtigen Teils der klimarelevanten meridionalen Umwälzbewegung im Atlantik. Dazu gehört die Aufnahme der Bremer CARIBA-Verankerungen. Im tiefen Ozean geht es vor allem um Ausbreitung und Variabilität des kalten Zweigs der meridionalen Umwälzzelle bei 16°N.

**M66/2a: 21.09. - 01.10. (11 Tage)**

Curacao, Costa Rica – Corinto, Nicaragua  
(Fahrtleitung: Dr. Gregor Rehder)  
Dieser Abschnitt dient in erster Linie dem Transit in das Arbeitsgebiet vor Zentralamerika. Nach der Durchquerung des Panamakanals wird im Arbeitsgebiet vor Costa Rica zum einen ein geophysikalisch ausgerichtetes Programm (Einholen und Ausbringen von OBS-Stationen) abgearbeitet. Zum anderen wird ein Lander der Arbeitsgruppe Linke/Rehder ausgesetzt werden, die während der anschließenden Abschnitte M66/2b und /3a wieder aufgenommen werden sollen.

**M66/2b: 02.10. - 24.10. (21 Tage)**

Corinto, Costa Rica – Caldera, Nicaragua  
(Fahrtleitung: Dr. Gregor Rehder)  
Während dieses Abschnitts wird das ROV QUEST der Universität Bremen zur Beprobung von Karbonat-Mounds und Schlammvulkanen

**Synopsis**

**M66/1:12.08-19.09 (39 Tage)**

Las Palmas – Curacao  
(chief scientist: Prof. Dr. Monika Rhein)  
During leg M66/1 (Las Palmas - Curacao), the Institute for Environmental Physics, University Bremen will carry out oceanographic measurements in the subtropical – tropical Atlantic. The upper ocean measurements are contributions to the german part of the international CLIVAR (Climate Variability and Predictability) program. The main objective is to estimate the inflow of warm water from the South Atlantic into the Caribbean through shipboard measurements and moored time series. The Bremen geostrophic CARIBA moorings and the inverted echo sounder with pressure sensors (PIES), which is also part of the German CLIVAR program, will be recovered. The Caribbean inflow is part of the meridional overturning in the Atlantic, important for the ocean's role in climate and climate change. In the deep ocean, the circulation and the water mass variability of the deep water masses will be studied.

**M66/2a: 21.09. - 01.10. (11 days)**

Curacao, Costa Rica – Corinto, Nicaragua  
(chief scientist: Dr. Gregor Rehder)  
This leg is dedicated primarily to the transit to the working area off Central America. After passing the Panama Canal a geophysically oriented program will be carried out in the SFB574 working area off Costa Rica. (deployment and recovery of OBS stations)  
Secondly the deep sea observatory lander system will be deployed, which will be recovered during Leg M66/2b.

**M66/2b: 02.10. - 24.10. (21 days)**

Corinto, Costa Rica – Caldera, Nicaragua  
(chief scientist: Dr. Gregor Rehder)  
During this Leg the ROV operated by the University of Bremen will be used to sample Carbonate Mounds and Mud Diapirs off Costa

vor Costa Rica und Nicaragua eingesetzt. Daneben sind weitere Einsätze von Landern geplant.

**M66/3a: 25.10. - 11.11. (19 Tage)**

Caldera – Caldera  
(Fahrtleitung Dr. Warner Brückmann)  
Dieser Abschnitt ist dem Einsatz des Tiefseebohrgeräts RockDrill des British Geological Survey gewidmet. Das RockDrill wird dazu genutzt, sowohl die Karbonatkappen der erwähnten Mounds (bis zu 5 m im RockDrill-Modus), als auch überkonsolidierte Sedimente (bis zu 6 m im VibroCore Modus) zu beproben.

**M66/3b: 12.11. - 19.11. (8 Tage)**

Caldera – Corinto  
(Fahrtleitung Dr. Warner Brückmann)  
Dieser Fahrtabschnitt wird das vorhandene Inventar an Kernen für tephrochronologische Studien vor Zentralamerika, einen Schwerpunkt des SFB574, nach Norden vervollständigen. Als zusätzlicher Schwerpunkt sind Heat Flow-Messungen durch die Arbeitsgruppe der Universität Bremen geplant.

**M66/4a: 20.11. - 12.12. (22 Tage)**

Corinto, Nicaragua – Guayaquil, Ecuador  
(Fahrtleitung Prof. Ernst Flüh)  
Dieser Abschnitt wird durch die geophysikalische Arbeitsgruppe des SFB574 genutzt. In der Hauptsache werden OBS-Stationen aufgenommen und ausgesetzt, Deep-Tow-Seismik (DTS) - Profile gefahren und ausgesetzte Lander aufgenommen. Schwerpunkt der Arbeiten ist der nicaraguanische Kontinentalrand. Der Abschnitt M66/4 ist der letzte vom SFB574 durchgeführte wissenschaftliche Abschnitt, der durch den Transit nach Guayaquil, Ecuador abgeschlossen wird.

**M66/4b: 13.12. - 21.12. (9 Tage)**

Guayaquil – Talcahuano  
(Fahrtleitung Prof. Achim Kopf)  
Der letzte Fahrtabschnitt der Meteor-Reise M66 dient in erster Linie dem Transit nach Talcahuano (Wertzeit). Während der Reise M66/4b soll ein Gerätetest vorgenommen werden. Hier wird erstmals eine Freifall-CPT-

Rica and Nicaragua.

In addition, further lander deployments are planned.

**M66/3a: 25.10. - 11.11. (19 days)**

Caldera – Caldera  
(chief scientist: Dr. Warner Brückmann)  
During this Leg, the deep drilling system RockDrill operated by the BGS (British Geological Survey) will be used to recover cores of up to 5 m in length from the tops of several mud diapirs and carbonate mounds (in RockDrill mode). In addition, consolidated sediments will be recovered in VibroCore mode.

**M66/3b: 12.11. - 19.11. (8 days)**

Caldera – Corinto  
(chief scientist: Dr. Warner Brückmann)  
This Leg is dedicated to completing the existing inventory of core material for further tephrochronological studies towards the northern part of Central America, a central topic of the SFB574. In addition a heat flow program will be carried out by a group from the University of Bremen.

**M66/4a: 20.11. - 12.12. (22 days)**

Corinto, Nicaragua – Guayaquil, Ecuador  
(chief scientist: Prof. Ernst Flüh)  
The geophysical subprojects will use this Leg to carry out OBS deployments and recoveries, deep tow seismic profiling and recovery of lander stations. These activities are focused on the Nicaragua continental margin. Leg M66/4a concludes the scientific work of the SFB574 off Central America. This Leg will end after a transit to Guayaquil, Ecuador.

**M66/4b: 13.12. - 21.12. (9 days)**

Guayaquil – Talcahuano  
(chief scientist Prof. Achim Kopf) Leg M66/4b is dedicated mostly to testing a new CPT (cone penetration testing) free fall lance, which is loosely tied to objectives within the SFB574 “Fluids and Volatiles in Subduktion Zones” at IfM-GEOMAR in Kiel. During the cruise a “free

Lanze (CPT = cone penetration testing) getestet. Der Test beansprucht eine absolute Zeit von wenigen Stunden. Die Lanze zeichnet sich durch die zeit- und kostengünstige Erfassung des Porendrucks und Festigkeit in den oberen Metern des Sedimentkörpers aus.

fall" CPT lance will be tested. This device allows a time- and cost-effective characterization of both pore pressure and sediment strength in the uppermost ocean floor sediments.

### **Fahrtabschnitt / Leg M66/1 Las Palmas – Curacao**

#### **Wissenschaftliches Programm**

Die Ziele der Messungen im subtropischen und tropischen Atlantik mit FS METEOR sind :

Warmwassersphäre:

- Einstrom von südhemisphärischem Wasser in die Karibik durch die Passagen südlich von Guadeloupe, Aufnahme der Bremer CARIBA – Verankerungen
- Variabilität der Wassermasseneigenschaften im Einstrom und östlich der Inseln
- Transport von Wasser südhemisphärischem Ursprungs südlich und nördlich von 16°N

Kaltwassersphäre:

- die Untersuchung der tiefen Zirkulation und deren Variabilität bei 16°N und nördlich davon im tiefen westlichen Randstrom und im Beckeninneren
- Zeitskalen der Ausbreitung von Tiefenwasser von der Labradorsee bis 16°N und dessen Zirkulation im subtropisch/tropischen Westatlantik

Die eingesetzten Methoden:

- schiffsgestützte Messungen der Eigenschaften der Wassermassen mit Hilfe von CTDO (Druck, Temperatur, Salzgehalt, Sauerstoff) Sensoren und Analysen von Wasserproben (Freon-Komponenten F11, F12)
- Bestimmung der Geschwindigkeitsfelder mit Hilfe von zwei an der CTD-Sonde mitgeführten akustischen Doppler-Profilstrommessern und durch im

#### **Scientific Program**

The objectives of the M66/1 measurements are:

Upper ocean circulation:

- transport of southern hemispheric water through the passages south of Guadeloupe into the Caribbean, recovery of the Bremen CARIBA mooring array
- Variability of the water mass characteristics east of the islands
- Transport of southern hemispheric water south and north of 16°N

Deep Circulation:

- circulation and variability of the flow in the deep western boundary current and in the interior of the basin
- time scales of spreading of deep water from the Labrador Sea to 16°N and circulation in the subtropical / tropical western Atlantic

The methods are:

- use of CTDO sensors to determine the distribution of water mass characteristics (pressure, temperature, salinity, oxygen) and analyse water samples from 10L bottles for chlorofluorocarbon components CFC-11 and CFC-12
- determination of the velocity field with a) ADCPs (Acoustic Doppler Current Profilers) attached to the CTDO system and b) with both vessel-mounted ADCPs (75kHz and



Schiffsrumpf befestigte ADCPs (Ocean Surveyor, 75kHz und 38.5kHz)

- Einsatz von verankerten Strömungsmessern, Schichtungssensoren und Inverted Echo Sounders mit hochgenauen Bodendrucksensoren (PIES) im Einstromgebiet östlich der Karibik, um Zeitreihen des Gesamteinstroms mit geostrophischen Methoden zu berechnen (CARIBA-Verankerungen)
- recovery and redeployment of the CARIBA moorings, containing acoustic current meters, T/S sensors and Inverted Echo Sounders east of the Caribbean to determine the integral transport into the Caribbean with geostrophic calculations (CARIBA mooring array)

### **Arbeitsprogramm**

Nach Auslaufen in Las Palmas wird zuerst ein 1,5tägiges geologisches Programm beim Henry-Seamount in der Nähe von Hierro durchgeführt. In 4 Dredgezügen an den steilen Flanken des Seamounts werden Gesteinsproben genommen, die Proben sollen altersdatiert und geochemisch untersucht werden. Die geologischen Teilnehmer werden nach 2 Tagen die METEOR in Puerto de la Estaca (Hierro) wieder verlassen.

Das Arbeitsgebiet der ozeanographischen Arbeiten wird nach 8.5 Tagen erreicht. Die Messungen beginnen am Mittelatlantischen Rücken. Der 16°N-Schnitt wird hoch aufgelöst mit CTD/CFC/LADCP Stationen bis Guadeloupe vermessen. Südlich von Guadeloupe werden neben den CTD/LADCP-Stationen die drei Verankerungen vor St. Lucia, Tobago und Barbados sowie die beiden PIES aufgenommen. Anschließend werden Wassermasseneigenschaften und Transporte in den Passagen zwischen Tobago und Barbuda gemessen. Die Messungen von Barbuda in den Atlantik bis 22°N und die Messungen entlang 22°N und entlang 64°N bis zu den British Virgin Islands haben zwei Ziele. Zum einen sollen etwaige Reste von Wirbeln untersucht werden, die Wasser aus dem Südatlantik von der Retroflektionszone vor Brasilien über den 16°N Schnitt transportieren, und zum anderen wird die Ausbreitung und Transformation von tiefen Wassermassen untersucht. Transport- und CTD-Messungen in der Anegada-Passage schließen das Messprogramm ab. Endhafen ist Willemstad in Curacao.

38.5kHz)

### **Working program**

During the first 2 days after leaving Las Palmas, rocks will be sampled on the steep flanks of the Henry Seamount south of Hierro for petrological investigations (dating and chemical analysis). The marine geologists will leave METEOR in Puerto de la Estaca (Hierro)

The start of the oceanographic activities will be 8.5 days later. The CTD/CFC/LADCP measurements start at 16°N at the Mid-Atlantic Ridge with high horizontal resolution west to the continental slope. South of Guadeloupe, the three geostrophic moorings off St. Lucia, Barbados and Tobago together with the PIES will be recovered. Water mass characteristics and transports will be measured between the moorings and in the passages between Tobago and Barbuda.

The sections from Barbuda to 22°N, along 22°N and along 64°N to the British Virgin Islands have two objectives: a) to study remnants of rings from the retroflexion zone off Brazil, which carry water from the South Atlantic to this region and b) to study the transformation and spreading of deep water masses. CTD and ADCP measurements will be also carried out in the Anegada Passage. The cruise is going to end in Willemstad, Curacao.

**Fahrtabschnitt /Leg M66/1**  
**Zeitplan /Schedule**

	Tage/days
Anfahrt zum geologischen Arbeitsgebiet <i>Transit to the geological working area</i>	1.1
Dredgearbeiten <i>petrological work</i>	1.5
Transit Puerto de la Estaca <i>Transit to Puerto de la Estaca</i>	0.3
Anfahrt von Hierro ins Arbeitsgebiet (2000nm), 16°N, 50°W <i>transit from Hierro to oceanographic working area (2000nm)</i>	8.5
Arbeiten entlang 16°N vom Researcher Ridge am MAR bis Guadeloupe inklusive Fahrtzeit (600nm), 35 CTD/CFC/ADCP Stationen <i>CTD/CFC/ADCP stations at 16°N section</i>	7.0
Arbeiten von 16°N bis Saint Lucia (150nm) 8 CTD Stationen <i>CTD/CFC/ADCP stations from 16°N to St. Lucia</i>	1.0
Bergen der drei Verankerungen von Saint Lucia, Barbados, Tobago Inklusive Fahrt zwischen den Verankerungspositionen und Tobago- Saint Lucia (300nm) <i>Recovery of the three moorings at St. Lucia, Barbados Tobago and Transit between the moorings and Tobago-Saint Lucia (300nm)</i>	2.5
CTD Stationen auf den Verbindungslinien der Verankerungen <i>CTD/LADCP stations east of the passages (15 Stas)</i>	1.5
CTDO/LADCP Stationen in den Passagen und mehrfachem Vermessen des Geschwindigkeitsfeldes mit vm-ADCPs (inkl. Fahrtzeit (160nm), <i>CTD/LADCP stations in the passages and repeat measurements with vm-ADCPS</i>	3.0
Arbeiten nördlich Barbuda -22°N und 22°N – British Virgin Islands (840nm) (ca 33 CTD/CFC/ADCP Stationen) <i>CTD/CFC/ADCP stations north of Barbuda to 22°N, along 22°N and south to British Virgin Islands</i>	7.6
Fahrt zurück nach Antigua 100nm und Fahrt Antigua nach Willemstad, Curacao 500nm <i>transit to Antigua (100nm) and transit to Willenstad (500nm)</i>	2.5
<b>Summe / Total</b>	<b>37 Tage / Days</b>

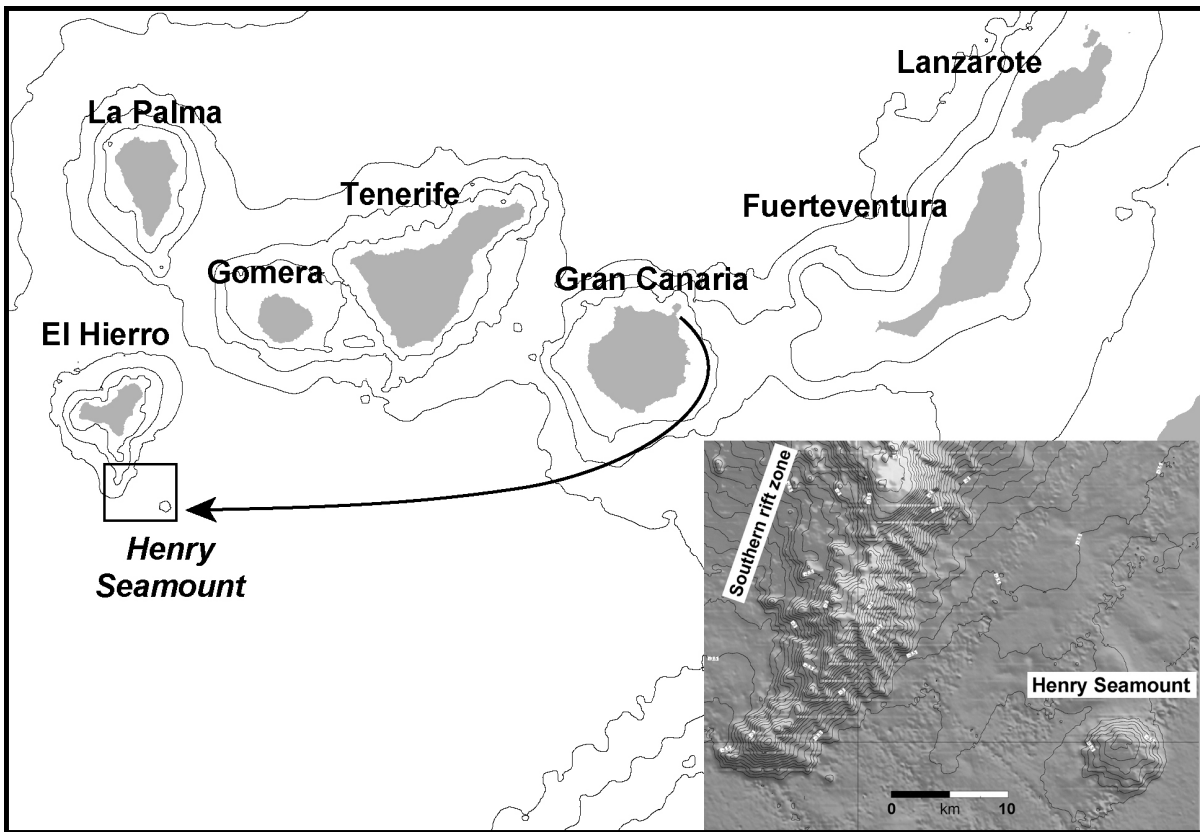


Abb. M66/1-1: Geologisches Arbeitsgebiet bei den Kanarischen Inseln  
 Fig. M66/1-1: Geological working area at the Canary Islands

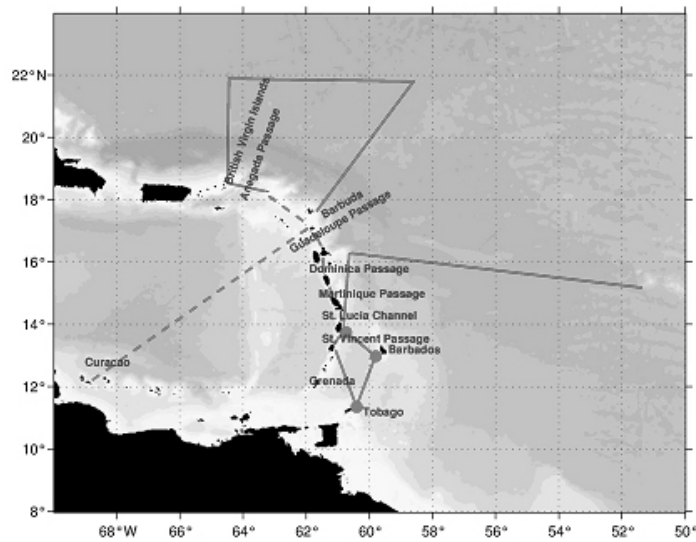


Abb. M66/1-2: Ozeanographische Arbeiten auf M66/1: durchgezogene Linie: CTD/CFC/ADCP Stationen. Gestrichelte Linien: Transit. Rote Punkte: Verankerungen mit PIES.

Fig. M66/1-2: Oceanographic work on Leg M66/1: bold lines: CTD/CFC/ADCP work, stippled lines: transit, red dots: geostrophic moorings and PIES.

## **Fahrtabschnitt / Leg M66/2a Curacao - Corinto**

### **Wissenschaftliches Programm**

Fahrtabschnitt 2a dient vor allem dem Transit des FS METEOR von Curacao in das für Fahrtabschnitt 2b vorgesehene Arbeitsgebiet an der Pazifikküste vor Costa Rica und Nicaragua. Die Transitzeit soll zur Einrichtung der geochemischen Laboratorien und für die Mobilisierung des ROV-QUEST, des wichtigsten Arbeitsgerätes für den darauffolgenden Fahrtabschnitt, genutzt werden. Darüber hinaus sollen vier wissenschaftliche Ziele erreicht werden:

- Untersuchung der Methan- und N<sub>2</sub>O – Produktion in den oberen Seewasserschichten der nordwestlichen Karibik sowie des Austauschs dieser Substanzen zwischen Meer und Luft. Der Transit von Curacao zum Panamakanal soll genutzt werden, um Einsicht in die Zyklen dieser Treibhausgase in den oberen Seewasserschichten zu erhalten. Es ist bekannt, dass die Emission beider Gase aus dem Seewasser in küstennahen Gebieten von hoher Produktivität verstärkt ist, und dieser Transit bietet eine einzigartige Möglichkeit, Daten in dieser bisher nicht untersuchten Region zu sammeln.
- Langzeit-Ausbringung eines DOS-Landers am Mound Culebra zur Beobachtung der Zeitabhängigkeit hydrographischer Parameter, die den Fluideintrag an einer aktiven Austrittsstelle beeinflussen. Es hat sich gezeigt, dass die Intensität des Flusses an aktiven Austrittsstellen auf verschiedenen Zeitskalen sehr variabel ist – hier spielen beispielsweise zeitenabhängige Veränderungen des hydrostatischen Druckes und der lateralen Strömungsrichtung und – Geschwindigkeit eine Rolle, aber es gibt auch weniger gut identifizierte Schwankungen über längere Zeiträume. Zwischen den Fahrten M54 und SO173 wurde beispielsweise an verschiedenen Methanaustrittsstellen eine generelle Abnahme des auf dem Fluideintrag beruhenden Methangehaltes in der

### **Scientific Program**

Leg 2a is mostly dedicated to the transit of R/V METEOR from Curacao to the working area of Leg 2b at the Pacific coast off Costa Rica and Nicaragua. The transit will be used for the preparation of the geochemical laboratories as well as for the mobilization of the ROV QUEST, the main working tool on the subsequent cruise leg. However, four scientific goals are pursued during the campaign:

- Investigation of the upper ocean production and sea-air flux of methane and N<sub>2</sub>O in the northwestern part of the Caribbean Sea. The transit from Curacao to the Panama Canal will be used to gain some insight into the upper ocean cycle of these greenhouse gases. Marine emissions of both gases are known to be enhanced in near-coastal, high-productivity areas, and the transit offers a unique opportunity to gather some data from this area not previously surveyed.
- Long-term deployment of a DOS lander at Mound Culebra for the monitoring of the time dependence of hydrographic parameters affecting fluid flow at an active site. The flow intensity at active vent sites has been found to be highly variable on various time scales, including tide-induced changes in hydrostatic pressure and lateral current direction and speed, as well as on longer, less well-identified variations. For example, a general decrease in the fluid flow-induced methane inventory in the water column has been observed between M54 and SO 173 at various methane-emitting sites. The DOS lander is equipped with a CTD unit as well as upward and downward looking ADCPs, oxygen sensors, and a time-lapse digital camera system, and will yield an extensive data set to understand the interplay between

Wassersäule beobachtet. Der DOS-Lander ist mit einer CTD sowie auf- und abwärts gerichteten ADCPs, Sauerstoffsensoren und einem digitalen Zeitraffer-Kamerasystem ausgerüstet und wird einen umfassenden Datensatz zum besseren Verständnis des Zusammenspiels zwischen Fluidaustritt und hydrographischen Grenzbedingungen liefern. Er soll zu Beginn der für 2005 vorgesehenen seegestützten Arbeiten des SFB 574 und damit auf Fahrtabschnitt 2a ausgesetzt werden, um eine Maximaldauer der Datenaufnahme zu ermöglichen.

- Aufnahme eines seismologischen Netzwerks (Abb. M66/2a-1). Der aktive Kontinentalrand von Nicaragua und Costa Rica weist in vielerlei Hinsicht eine starke Variabilität auf: Bezüglich der Struktur der ozeanischen Platte, der Aktivität der seismogenen Zone, des Einfallens und der Tiefenausdehnung der Wadati-Benioff-Zone und der chemischen Signatur des vulkanischen Bogens. Eine teleseismische Traverse durch den südlichen Teil Costa Ricas soll eine Verbindung zwischen Fronten metamorpher Fluidfreisetzung und Seismizität einerseits und der seismischen Struktur von Kruste und oberem Mantel andererseits herstellen. Im April 2005 wurden 5 Ozean-Boden-Seismometer (OBS) vor der Osa-Halbinsel von Costa Rica installiert (Abb. M66/2a-1). Diese Geräte stellen die seewärtige Fortsetzung der Landtraverse dar und sollen nach einer halbjährigen Aufzeichnungsphase wieder geborgen werden.
- Auslage eines seismologischen Netzwerks. Für das Outer-Rise Experiment (näheres hierzu siehe unter Leg 66/4) werden 29 OBH/S in einer rechteckigen Symmetrie ausgelegt werden. Sie werden ein seismologisches Netzwerk bei 88° W und 10°40' N über dem Hochpunkt des Outer-Rise bilden (Abb. 66/4a-1). Die Geräte werden zur Erdbebenbeobachtung abgesetzt. Ein Überschreiten zur Relokalisierung am Meeresboden findet auf dem Abschnitt M66-4 statt. Hier werden einige der Stationen noch in seismische Weitwinkelprofile eingebunden werden.
- Retrieval of a seismological network (Figure. M66/2a-1). The active continental margin off Nicaragua and Costa Rica shows high variability in multiple characteristics: the structure of the oceanic plate, the activity of the seismogenic zone, the angle and depth of the Wadati-Benioff zone, as well as the geochemical signature of the volcanic arc. A teleseismic traverse through the southern part of Costa Rica has been established to link the fronts of metamorphic fluid flow and seismicity on one hand and the seismic structure of the crust and upper mantle on the other hand. In April 2005, 7 ocean bottom seismometers were installed off Osa Peninsula (Figure M66/2a-1). They established a seaward extension of the traverse on land and will be retrieved after 6 months of data collection.
- Deployment of a seismological network. For the geophysical Outer Rise Experiment (for rationale, see description Leg 66/4), 29 OBH/S will be deployed in a rectangular configuration. They will build a seismological network at about 88° W and 10°40' N above the outer rise (Fig. 66/4a-1). The instruments are deployed for the monitoring of seismological activity. Exact localization at the seafloor will be achieved by shooting across the array during Leg M66-4. In this framework, some of the stations will be integrated in seismic sections.

fluid flow and the hydrographic boundary conditions. It will be deployed at the beginning of the SFB 574 campaign in 2005 during Leg 2a to allow maximum duration of data collection.

## Arbeitsprogramm

Nach dem Auslaufen aus Curacao sollen an 4-6 Stationen CTD/Wasserschöpferproben genommen und auf Methangehalt und Standardnährstoffe untersucht werden. Es sollen Proben auf N<sub>2</sub>O und für die später an Land vorgesehenen  $\delta^{13}\text{C-CH}_4$  – Analysen genommen werden. Der Beginn des Programms und die genaue Anzahl der Proben werden davon abhängen, wie schnell die geochemischen Laboratorien eingerichtet werden können und welches Zeitfenster für die Passage durch den Panamakanal zur Verfügung steht. Nach der Durchquerung des Kanals wird sich das Schiff auf direktem Wege zum Ausgangspunkt für die Aufnahme des seismologischen Netzwerkes vor der Osa-Halbinsel begeben. Die 7 OBS werden aufgenommen werden. Darauf folgt ein Transit zum Mound Culebra, wo der DOS-Lander für die Langzeitbeobachtung der hydrographischen Parameter ausgesetzt werden soll. Das neue seismologische Netzwerk wird über dem Outer-Rise ungefähr bei 88° W und 10°40' N ausgelegt werden. Danach wird das Schiff Kurs auf Corinto nehmen.

## Working program

After leaving Curacao, 4-6 shallow water stations will be sampled by CTD/hydrocast and analysed for methane and standard nutrients. Samples for N<sub>2</sub>O and shore-based analysis of  $\delta^{13}\text{C-CH}_4$  will be collected. The start of the program and the exact number of stations will be depending on the time required for the setup of the geochemical labs and the available time slot for the passage through the Panama Canal. After passing the Canal, the ship will head straight to the retrieval site of the seismological network off Osa Peninsula. The 7 OBS will be retrieved, and after transit to Mound Culebra, the DOS lander will be deployed for long-term observation of the hydrographic parameters in the area. The new seismological network will be deployed above the outer rise at roughly at 88° W and 10°40' N, and the ship will be further transferred to Corinto.

### **Fahrtabschnitt / Leg M66/2a Zeitplan / Schedule**

	Tage/days
Transit Curacao – Panamakanal mit 6 Flachwasser-CTD Stationen (je0.75h) <i>Transit Curacao - Panama Canal incl. 6 shallow water hydrocast stations (0.75h each)</i>	3
Passage durch den Panamakanal <i>Passage through Panama Canal</i>	1
Transit zum seismologischen Netzwerk Osa-Halbinsel <i>Transit to seismological network Osa Peninsula</i>	40h
Bergung von 7OBS inklusive Transit zwischen den Geräten <i>Recovery of 7 OBS, including the transit between stations</i>	16h
Transit Osa Halbinsel-Mound Culebra	15h

*Transit Osa Peninsula-Mound Culebra*

Aussetzen DOS-Lander 6h  
*Deployment DOS lander*

Transit Mound Culebra – Outer Rise Area 8h  
*Transit Mound Culebra – outer rise*

Aussetzen seismologisches Netzwerk Outer Rise 40h  
*Deployment seismological network outer rise*

Transit Outer Rise Area – Corinto 7h  
*Transit outer rise area – Corinto*

---

**Summe / Total 9.5 Tage**

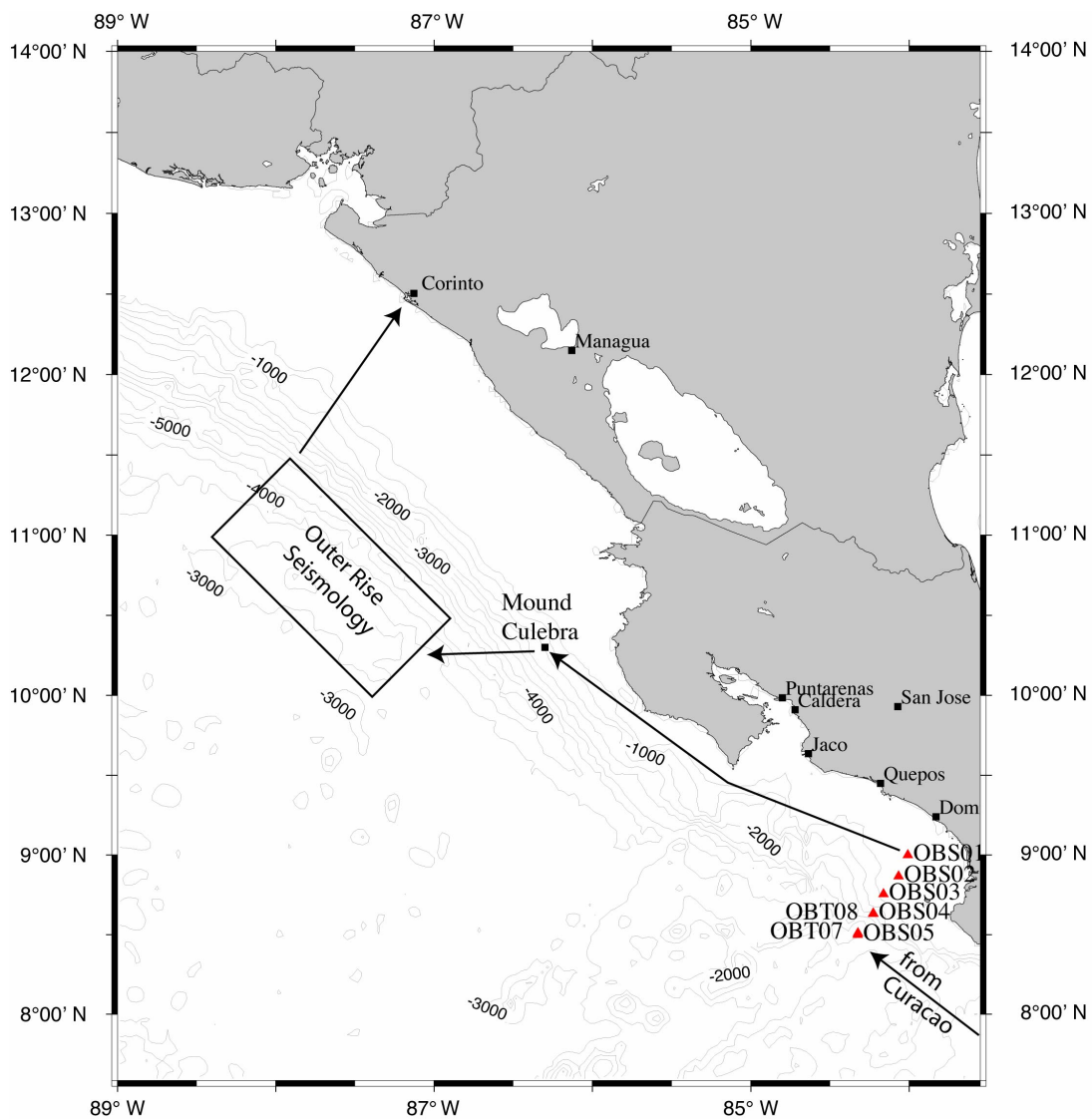


Abb. M66/2b-3: Geplanter Kurs für M66/2a vor Costa Rica und Nicaragua. Lokationen für die geplanten Feldarbeiten sind markiert.

Fig. M66/2b-3: Cruise track of M66/2a off Costa Rica and Nicaragua with locations of planned station work

## **Fahrtabschnitt / Leg M66/2b Corinto-Caldera**

### **Wissenschaftliches Programm**

Auf früheren Fahrten mit FS SONNE und FS METEOR hat sich herausgestellt, dass im Bereich struktureller Merkmale wie Schlammaustritte und Gebiete, in denen Tiefseeberge und –rücken subduziert werden und unterseeische Hangrutschungen zu finden sind, am Vorderbogen rezente oder historische Methanaustritte auftreten. Besonders auf den Fahrten M54/3 und SO 173 wurden solche Strukturen intensiv beprobt und mit einer Reihe geochemischer Methoden untersucht. Einige der Untersuchungen, die zum vollen Verständnis des Entwässerungsprozesses notwendig sind, waren jedoch bisher nicht möglich, da die Probenahmegeräte nicht genau genug positioniert werden konnten. Entsprechend konnten weder gezielte Probenahmen entlang geochemischer Gradienten noch Kernentnahmen in von Karbonaten verfestigten Sedimenten, Probenahmen an steilen Hängen oder eine Abschätzung der Größe und Zonierung ventspezifischer biologischer Gemeinschaften vorgenommen werden. Auf der Fahrt M66/2b wird das Bremer ROV-System QUEST (Abb. M66/2b-1&2) als wichtiges Werkzeug der Forschung eingesetzt werden. Der Einsatz wird ergänzt durch das Ausbringen von Landern und Einsätze konventioneller, meist videogeführter Probenahmegeräte.

### **Geologische Hauptziele**

#### **Karbonat-Mounds**

Auf den früheren Fahrten des SFB 574 wurden mehrere Schlammaustritte entdeckt und untersucht. Diese sind bis zu 200 – 300 m hoch und haben Durchmesser von bis zu einem Kilometer. Auf bathymetrischen Karten sind sie in Wassertiefen zwischen 900 und 2000 m klar zu erkennen. Die Mounds können in Side-Scan-Sonar-Daten leicht durch die hohe Reflektivität von Aufschlüssen mit hartem Grund erkannt werden. Mehr als vierzig dieser Strukturen sind entlang der costaricanischen Küste gefunden worden, und in dem gesamten während der Arbeiten des SFB durch hochauflösende

### **Scientific Program**

During earlier cruises of RV SONNE and RV METEOR, mud extrusions, sites of seamount and ridge subduction, and submarine slumps and slides have been identified as structural settings associated with recent and/or past fluid and methane expulsion in the forearc. In particular during M54/3 and SO 173, examples of these structures have been intensively sampled and investigated using a variety of geochemical methods. However, some investigations necessary for a full understanding of the dewatering processes have been prevented by the use of sampling technology with restricted positioning abilities. This hampered a sampling along geochemical gradients, a penetration of cores in carbonate-paved sediments, the sampling on steep slopes, and the assessment of the size and zonation of vent-specific biologic assemblages. Leg M66/2b will use the Bremen ROV system QUEST (Fig. M66/2b-1&2) as a major platform for research, combined with lander deployments and the use of conventional, mostly TV-guided sampling gear.

### **Major geological targets**

#### **Carbonate Mounds**

Several mud extrusions were discovered and investigated during the earlier expeditions of SFB 574. 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 depths between 900 and 2000 m. The mounds are readily identified on side-scan sonar maps due to the high reflectivity of outcropping hard ground. More than forty of these structures have been found along the coast of Costa Rica, and more than 130 have been identified in the entire segment covered by the high resolution bathymetric data set of the central American



Bathymetriedaten abgedeckten Segment des mittelamerikanischen Kontinentalrandes befinden sich mehr als 130 davon. Die Ergebnisse haben gezeigt, dass die Mounds durch den Austritt von Schlamm und methanreicher Fluide über die sie umgebende Sedimentoberfläche hinauswachsen. Die großen Mengen an Karbonat, die aufgrund anaerober Methanoxidation entstehen, und die üppigen chemoautotrophen Gemeinschaften (*Lamellibrachia* sp., *Calyptogena* sp., *Bathymodiolus* sp.) werden mit Methanaustritten über lange Zeiträume in Verbindung gebracht. (Abb. M66/2b-3). In der Wassersäule über den Mounds sind die Methankonzentrationen im Vergleich zu den Hintergrundwerten erheblich erhöht. In Verbindung mit den Strömungsdaten sind sie für Abschätzungen des Methaneintrags verwendet worden. In den aufsteigenden Fluiden ist eine Komponente von Tiefenfluiden aus der Entwässerung von Tonmineralien gefunden worden, hierbei schwankt der Anteil dieser tiefen Quelle am Fluideintrag zwischen den verschiedenen untersuchten Strukturen, teilweise sogar zwischen verschiedenen Stellen der gleichen Struktur. Obwohl auf den vorhergehenden Fahrten weitreichende Beprobungen der Schlammaustritte durchgeführt wurden, konnten die kleinskaligen geochemischen Gradienten nicht geklärt werden, auch konnten Gebiete mit größerem Anteil an authigenen Karbonaten nicht beprobt und die räumliche Ausdehnung der Bereiche mit aktiven Austrittsstellen und Biota nicht hinreichend eingegrenzt werden.

### **Subduktion von Seamounts**

Die Subduktion von Seamounts und Rücken hinterlässt in der oberen Platte deutliche Spuren. Auf den früheren Fahrten mit FS SONNE und FS METEOR sind mit OFOS sechs derartige Seamount-, „Scarps“ untersucht worden, außerdem wurden am Jaco-Scarp umfangreiche Untersuchungen des Methangehalts durchgeführt. Die Scarps unterscheiden sich je nach Form und Größe der subduzierten Seamounts oder Rücken sowie nach Geschwindigkeit und Entwicklung der Plattenkonvergenz. OFOS-Profile haben gezeigt, dass an der oberen Platte, die durch die subduzierenden Strukturen angehoben wird,

margin assembled by the SFB. The results have shown that the mounds grow above the ambient level of the sediment surface due to the expulsion of mud and the escape of methane-rich fluids. The large amounts of carbonate, which originate from the anaerobic oxidation of methane, and the luxuriant chemoautotrophic communities (*Lamellibrachia* sp., *Calyptogena* sp., *Bathymodiolus* sp.) are associated with long-term methane venting (Fig M66/2b-3). The methane concentrations in the water column above the mounds are considerably elevated compared to background levels and have been used in connection with current data to give estimates of the methane output. A deep fluid component originating from clay mineral dehydration has been shown to be contained in the rising fluids, with the fraction of this deep source component varying between sites as well as on different locations of the same structure. Though mud extrusions have been extensively sampled during the earlier cruises, the small scale geochemical gradients could not be resolved, sites with larger amounts of authigenic carbonates could not be sampled, and the spatial extent of the actively venting and biota-covered area could not be well constrained .

### **Seamount subduction**

The subduction of seamounts and ridges cause prominent scars in the upper plate. During the earlier expeditions with RV SONNE and RV METEOR, six seamount scarps were surveyed by OFOS, and an extensive methane inventory survey has been realized at Jaco Scarp. The 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, partly paved by authigenic carbonates. There appears to be an obvious succession in the extent of carbonate

massive Aufschlüsse entstehen, die teilweise durch authigene Karbonate zementiert sind. Offenbar gibt es je nach Alter der Strukturen eine deutliche Abfolge in der Menge der Karbonate: diese ist in den jüngsten Strukturen am geringsten. Am älteren Jaco-Scarp bedecken die Karbonate ausgedehntere Meeresbodenbereiche, an der ältesten Struktur, dem Rio-Bongo-Scarp, besteht der gesamte obere Bereich aus Karbonaten, die eine plateauartige Kappe von fast einem Kilometer Durchmesser bilden.

Mehrere OFOS-Einsätze am Jaco-Scarp haben gezeigt, dass methanreiche Fluide in verschiedenen Bereichen der Struktur auftreten (Abb. M66/2b-4). Die wichtigste Methanquelle ist auf einen kleinen Bereich beschränkt, der von einem ungewöhnlich großen Pogonophoren-Feld besiedelt ist. Dieses ist kürzlich während eines Tauchgangs mit dem bemannten Forschungstauchboot ALVIN näher untersucht worden. Während ein Vergleich der geschätzten Mengen des Methaneintrags aus Austrittsstellen und Scarps vermuten läßt, dass die Scarps bei der Entwässerung des Vorderbogens eine wichtige Rolle spielen, fehlen noch Sedimentuntersuchungen und in-situ-Flussmessungen, da die Topographie an den aktiven Stellen steil ist. Eine geochemische Analyse der Porenwässer und Sedimente soll daher auf dieser Fahrt durch den Einsatz des ROV möglich gemacht werden.

### **Hangrutschungen**

Während früherer Untersuchungen wurden verschiedene Hangrutschungen unterschiedlichen Ausmaßes ausgemacht: Die Nicoya – Hangrutschung, die Cabo Blanco – Hangrutschung, die Quepos – Hangrutschung, die BGR – Hangrutschung und die GEOMAR – Hangrutschung. Hinweise auf methanreiche Sedimente wurden besonders an der Quepos – Hangrutschung gefunden. An der Basis der Kliffstruktur in einer Wassertiefe von etwa 450 m ist der aus weichen Sedimenten bestehende Meeresboden weitläufig von Bakterienmatten bedeckt. Diese Tiefe liegt mitten in der Schicht der niedrigsten Sauerstoffwerte, aber die auf SO 173 durchgeführten Untersuchungen haben deutlich gezeigt, dass an dieser Stelle eher

with the age of the features: the youngest structures 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 (Fig. M66/2b-4). The major source of methane is restricted to a small area covered by an unusual large field of pogonophora, which has been recently investigated in detail during a dive of the manned submersible ALVIN. While the comparison of methane flux estimates from extrusions and scarps suggest that scarps play a very important role for the dewatering in the forearc, sediment investigations as well as in situ flux measurements are lacking because the active sites are bound to a steep topography. The geochemical pore water and sediment investigation will become possible by the ROV use during this cruise.

### **Land slides**

Several land slides of variable scale were identified during previous investigations, the Nicoya land slide, the Cabo Blanco land slide, the Quepos land slide, the BGR land slide and the GEOMAR land slide. Evidence for methane-rich sediments were gained mainly at the Quepos land slide. At the base of the headwall at a water depth around 450 m extensive bacterial mats cover the soft sediment seafloor. This depth is in the core of the oxygen minimum layer, but investigations during SO173 clearly showed that fluid expulsion rather than local degradation of organic matter is encountered at the site. At the BGR slide and various other slides, the upper rim of the slide is located exactly at the outcropping hydrate stability zone.

Fluidaustritte als ein lokaler Abbau organischer Substanz vorliegen. An der BGR – Hangrutschung sowie vielen weiteren Hangrutschungen liegt der obere Rand der Rutschung exakt an der Stabilitätszone der aufgeschlossenen Hydrate.

## Wissenschaftliche Geräte

### **ROV Quest**

Beim ROV Quest des rcom Bremen handelt es sich um ein kommerzielles Tiefsee-Robotersystem, das von Schilling Robotics (Quest 5) hergestellt und für die Anforderungen der Meereswissenschaften spezialisiert wurde. Es ist bis 4000 m einsetzbar und soll für Leg 66/2b mit einem eigenen Windensystem installiert werden. Das ROV misst ungefähr 2.2x3.2x2.2 m (BxLxH) und hat ein Gesamtgewicht von 3.3 t. Die Mobilisierung soll größtenteils während des Fahrtabschnitts 66/2a erfolgen, so dass der erste Einsatz direkt nach Verlassen des Hafens von Corinto erfolgen kann. Das System ist bereits mehrmals von FS METEOR aus erfolgreich eingesetzt worden. Es ermöglicht den Einsatz verschiedener wissenschaftlicher Ausrüstungen, die entweder als Ausstattung des Quest selbst zur Verfügung stehen oder von den Arbeitsgruppen mitgebracht werden. Es werden eine durchgehende qualitativ hochwertige Videoübertragung sowie Fotografien geliefert. Die Positionierung zum Schiff wird durch das GAPS – Short Baseline Positioning System – ermöglicht, das ebenfalls, durch Verwendung eines zweiten Transponders, für die geschleppten Geräte eingesetzt werden soll. Für die Fahrt sind Beprobungen mit der folgenden Ausrüstung vorgesehen:

- Kernröhren
- Fluidbeprobungssystem aus Teflon
- BCL-Kammern, speziell an den Einsatz mit dem ROV angepasst
- Niskin-Flaschen für die Beprobung großer Wassermengen
- neuentwickeltes druckerhaltendes Wasserprobenahmegerät

## Scientific Tools

### **ROV Quest**

The ROV Quest of rcom Bremen is a commercial deep sea robotic system produced by Schilling Robotics (Quest 5) and customized for the need of the marine scientific community. It is rated to 4000 m and will be installed with its own winch system for Leg 66/2b. ROV dimension is approximately 2.2x3.2x2.2 m (BxLxH), and the overall weight of the ROV is 3.3 t. Mobilization will be mostly finished during Leg 66/2a in order to allow direct use after leaving port in Corinto. The system has been successfully deployed from RV METEOR several times. It allows the handling of different pieces of scientific equipment, provided either by the Quest or by the working groups, as well as continuous high-quality video imaging and still pics. Positioning relative to the ship will be provided by the use of the GAPS short baseline positioning system, which will also be used for the subpositioning of the towed gear using an additional transponder. The following tools are planned to be used during the cruise

- Push cores
- All-Teflon fluid sampling system
- BCL chambers customized for ROV deployment
- Niskin bottles for large volume water sampling
- Newly developed pressure retaining water sampler

## **Lander**

Autonome Lander können mithilfe eines TV-geführten Absatzgestells abgesetzt oder parallel zum Meeresboden geschleppt werden. Der Lander kann manuell vom Absatzgestell gelöst werden. Das Absatzgestell kann eingeholt werden, während der Lander selbständig je nach seiner Konfiguration ein Experiment durchführt oder Daten sammelt. Nach den Messungen werden die Ankergewichte des Landers abgeworfen, und er steigt zur Meeresoberfläche auf, wo er von dem Forschungsschiff aufgenommen werden kann.

Neben dem DOS-Lander (siehe M66/2a) wird für Fahrtabschnitt 2b ein Benthic Chamber Lander vorbereitet. Dieser Lander besteht aus Kammern, die so auf dem Meeresboden abgesetzt werden, dass eine bestimmte Menge an Bodenwasser und Sedimenten eingeschlossen wird. Von dem eingeschlossenen Wasser werden in gewissen Zeitabständen Proben für die Analyse an Bord entnommen. Die Änderungen in der Konzentration der chemischen Bestandteile (z. B. Sauerstoff) innerhalb des Meßzeitraumes ermöglichen eine Quantifizierung des benthischen Stoffumsatzes. Nach den Messungen wird das miteingeschlossene Sediment durch einen Verschlussmechanismus abgetrennt und mit dem Landersystem an die Oberfläche gebracht. Der Lander dient als Sicherheit, falls es Probleme bei dem Einsatz der BCL-Kammern mit dem ROV gibt.

Weitere Instrumente:

- Videogeführter Multicorer (TV-MUC)
- Absatzgestell als Ersatzsystem für Videobeobachtungen des Meeresbodens
- CTD/Rosette
- Mini-OFOS (Ocean Floor Observation)

## **Wissenschaftliche Zielsetzungen**

### **Geochemie der Fluide**

Das Wissen über die Quellen und die chemische Zusammensetzung austretender Fluide, Austauschraten zwischen dem Basement, den Sedimenten, Fluiden und dem Meerwasser sowie

## **Landers**

Autonomous landers 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 retrieved while the lander is autonomously performing an experiment or collecting data depending on its setup. After the measurements, weights on the lander are released, which then ascends to the sea surface where it is recovered by the research vessel.

Apart from the DOS lander (see M66/2a), a Benthic Chamber Lander (BC-Lander) will be prepared for Leg 2b. 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 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. The system serves as a backup in case of problems with the deployment of BC-chambers by ROV.

Further instruments to be used

- Video-guide multicorer (TV-MUC)
- Launcher as a backup for video seafloor observation
- CTD/Rosette
- Mini-OFOS (Ocean Floor Observation)

## **Scientific objectives**

### **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

Transportwege und Residenzzeiten der Fluide sind für das Verständnis des Stoffbudgets und der Kreisläufe in Subduktionszonen von allgemeiner Bedeutung. Zur Erlangung dieser Kenntnisse sollen an Bord und in den Heimatlaboren eine Reihe chemischer Analysen und Isotopenmessungen durchgeführt werden.

### **Methanbudget**

In Sedimentschichten, die einem Methanaufstieg aus der Tiefe und dem Einfluß sulfatreichen Wassers von oben ausgesetzt sind, kommt der mikrobiellen anaeroben Methanoxidation (AMO) die wichtigste Rolle beim Stoffumsatz zu. Bei der AMO wird Bikarbonat produziert, das mit Kalzium und Magnesium aus dem Bodenwasser ausfällt und dabei sogenannte Chemoherm-Karbonate bildet. Zusätzlich entsteht bei der anaeroben Methanoxidation Sulfid, das von chemoautotrophen Bakterien als Energiequelle genutzt wird. Diese Bakterien können entweder selbständig oder in symbiotischer Lebensweise in Muscheln oder Röhrenwürmern vorkommen. Oft sind sie in vertikaler Anordnung über den AMO-Schichten zu finden. Ein Hauptziel dieser Fahrt ist es, die Menge des in den Sedimenten oxidierten Methans wie auch des in die Wassersäule abgegebenen Methans zu quantifizieren. Dazu sollen drei verschiedene Ansätze genutzt werden. Wenn methanreiche Fluide durch die Sedimente aufsteigen, entwickeln sich deutliche Konzentrationssänderungen der Porenwasserkomponenten ( $\text{CH}_4$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{HSO}_4^-$ ,  $\text{NH}_4^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ , Alkalinität, pH). Durch numerische Modellierungen dieser Profile wird es möglich, sowohl biogeochemische Umsatzraten als auch Fluid-Advektionsraten zu quantifizieren. Der zweite Ansatz konzentriert sich auf in-situ-Inkubationsexperimente mit den benthischen Kammern, die mit dem ROV oder dem BCL abgesetzt werden sollen. Der dritte Ansatz zielt darauf ab, die Mengen des aus dem Meeresboden austretenden Methans durch eine Bestandsaufnahme in der Form hochauflösender, kleinräumiger, dreidimensionaler Kartierungen des Methans in der Wassersäule zu quantifizieren.

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 on board of the 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 a 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 as an energy source by chemoautotrophic bacteria. 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 amount of methane oxidized in the sediments as well as the amount of methane released into the water column. In order to estimate these fluxes three different approaches will be used. If methane-rich fluids ascend through sediments, sharp concentration changes of pore water constituents develop ( $\text{CH}_4$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{HSO}_4^-$ ,  $\text{NH}_4^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ , Alkalinity, pH). Numerical modeling of these profiles allows to quantify biogeochemical turnover rates as well as advection rates of fluids. The second approach concentrates on in situ incubation experiments by the benthic chambers deployed by the ROV or the BCL. 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.

### **Fluidbudget**

Untersuchungen der Fluiden auf elementare Zusammensetzung und Isotopen führen zu einem allgemeinen Verständnis des Stoffbudgets im Vorderbogen der costaricanischen Subduktionszone, besonders die Quelle der austretenden Fluide betreffend. Bei Fluiden aus tiefen Quellen soll die Herkunft näher untersucht werden. Die durch die AOM ausfallenden Chemoherkarbonate sollen als Archiv für vergangene Fluidaustrittsprozesse genutzt werden.

### **Arbeitsprogramm**

Das Arbeitsprogramm für Fahrtabschnitt 2b hängt stark von der Leistung des ROV ab. Die Mobilisierung des Gerätes während des Fahrtabschnittes 2a wird einen Einsatz direkt nach dem Verlassen des Hafens möglich machen. Ziel für einen ersten Versuchseinsatz wäre Mound Culebra. Die Abfolge und Stationszeiten an den verschiedenen Strukturen hängen stark von den erreichten Fortschritten und den ersten Ergebnissen ab. Insgesamt kann in dem Gebiet eine Transitzeit von etwa 4 Tagen angesetzt werden, damit bleiben 17 Tage für die Stationsarbeit. Ein ROV-Tauchgang wird vor allem der Aufnahme eines Tiefsee-Massenspektrometers dienen, das im Rahmen der SFB-Arbeit auf einer Atlantis/ALVIN-Fahrt ausgelegt wurde.

### **Fluid budget**

Investigations on elemental compositions and isotopes in fluids yield a general understanding of the material budget in the forearc of the subduction zone off Costa Rica, in particular the source of the expelled fluids. The origin of deep-source fluid will be further assessed. 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.

### **Working program**

The working plan for leg 2b is highly dependent on the performance of the ROV. The mobilization of the system on leg 2a will allow deployment immediately after leaving port. A tentative first geological target would be Mound Culebra. The sequence and station time at the different structures is highly dependent on the progress made and results achieved. The total transit time in the area can be estimated to about 4. days, leaving 17 days of station time. One dive of the ROV will be mostly dedicated to the recovery of a deep-sea mass spectrometer which was deployed during an Atlantis/ALVIN cruise in this framework.

### **Fahrtabschnitt / Leg M66/2b Zeitplan / Schedule**

	Tage/ <i>days</i>
Transit Häfen-Arbeitsgebiet und zwischen den Stationen Transit Curacao from ports to working area and between different working areas	4
ROV Einsatz mit unterschiedlichen Aufgaben ROV deployment with different missions	11
CTD-Einsätze 30 Stationen x 2 h <i>CTD-casts 30 stations x 2h</i>	2.5
TV-MUC 9 Stationen x 4 h <i>TV-MUC 9 stations x 4h</i>	1.5



**Fahrtabschnitt / Leg / M66/3a**  
**Caldera - Caldera**

**Wissenschaftliches Programm**

Das vorrangige Ziel der Arbeiten auf diesem Fahrtabschnitt ist die tiefreichende Beprobung der vor Costa Rica und Nicaragua in großer Zahl entdeckten Schlammdiapire und Karbonat-"mounds", die ein wesentliches Element im Recyclingprozess von Volatilen und Fluiden an diesem erosiven Kontinentalrand sind und daher zentrale Bedeutung für die Arbeit mehrerer Teilprojekte des SFB 574 haben. Es sind inzwischen deutliche Hinweise auf den Transport von Tiefenfluiden wie auch auf den Transport aus flacheren Einzugsbereichen gefunden worden.

Es wurden oberflächennahe Gashydrate entdeckt, sowie weitverbreitete unterschiedlich mächtige "Karbonatkappen", welche eine Beprobung der Mounds erschweren beziehungsweise ausschliessen. So ist es auf den bisherigen Fahrten des SFB574 mit herkömmlichen Kerngeräten, Kolben- und Schwereloten, nicht gelungen, auf den karbonatbedeckten Kuppen dieser Mounds Kerne zu bergen. Gerade die Beprobung der zentralen Bereiche dieser Strukturen, in denen vermutlich Volatile, Fluide und Sediment aus großer Tiefe gefördert werden, ist aber von entscheidender Bedeutung für ein besseres Verständnis ihrer Genese.

Aus der bisherigen Arbeit des SFB574 konnten verschiedene Typen von authigenen Karbonaten unterschieden werden: Chemoherde und mit Fluidaustritten assoziierte Krusten an der Sedimentoberfläche, Gashydrat-assoziierte Karbonate sowie kalkige und dolomitische Konkretionen. Durch die lückenlose Durchteufung und Beprobung der Karbonatkuppen liesse sich zum einen die Devolatilisierungs- und Defluidisierungsgeschichte in hoher zeitlicher Auflösung rekonstruieren. Zum anderen ist zu erwarten, daß die Porenwasserchemie der Sedimente unterhalb der Karbonatkappen nicht im gleichen Maße durch den Einfluß von Meerwasser kontaminiert ist, wie es bei bisherigem Probenmaterial aus den randlichen Bereichen von Mounds der Fall war. Die

**Scientific Program**

The prime objective of the work to be performed on this leg is deep sampling of mud diapirs and carbonate mounds, large number of which have been found off Costa Rica and Nicaragua. These structures are a major element in the recycling of volatiles and fluids on this erosive continental margin, therefore they are in the focus of the work of several subprojects of the SFB 574. Clear evidence has been found that fluids are transported upwards from deep sources as well as shallower sources.

Near-surface gas hydrates have been found as well as extensive "carbonate caps" of varying thickness. They render sampling of the mounds difficult or even impossible. Thus, on the past cruises of the SFB 574, when conventional coring systems such as piston corers and gravity corers were used, it was not possible to recover cores from the carbonate-covered tops of these mounds. Yet, information from the central parts of these structures, which are likely to expell volatiles, fluids and sediments from large depths, would be of special importance for a better understanding of their genesis.

Former SFB work resulted in a differentiation between several types of authigenic carbonates: chemoherms and crusts associated with fluid expulsion at the sediment surface, gas hydrate – associated carbonates as well as limy and dolomitic concretions. Complete cores of all depths of these carbonate caps would enable a high-resolution temporal reconstruction of the devolatilisation history and fluid drainage. In addition, the pore water chemistry of the sediments can be expected to be less contaminated by sea water below the carbonate caps, as suggested by earlier samples from the marginal areas of mounds. This would allow for a better assessment of the source depth of fluids by geochemical and isotope geochemical methods, providing answers for one of the



Quelltiefe von Fluiden lässt sich daher durch geochemische und isotopengeochemische Verfahren besser eingrenzen und somit eine der zentralen Fragestellungen des SFB 574 beantworten. Für die geplanten Bohrungen auf dem Fahrtabschnitt kommt daher ein portables, über A-Rahmen von METEOR eingesetztes Bohrgerät, der BGS Seabed Rockdrill and Vibrocorer zum Einsatz. Der BGS Rockdrill/Vibrocorer kann über den A-Rahmen oder über einen Kran mit mindestens 10 Tonnen Traglast ausgesetzt werden (Abb. M66/3a-2, 3a-3) und in Wassertiefen bis zu 2000m bis zu 5m lange Kerne in harten Formationen erbohren, bzw 6m lange Kerne mit dem Vibrocorerverfahren bergen. Das Gesamtsystem wiegt ca 3,3 Tonnen bei einer Höhe von 7,7m Höhe und 3,3m Spannweite und beinhaltet Energieversorgung, Vibrationsmotor, Pumpen und eine Steuereinheit, die vom Schiff aus kontrolliert wird. Das System wird von einer 6-köpfigen Technikergruppe des British Geological Survey, Edinburgh im 24-Stunden-Einsatz betreut.

Durch SFB Voruntersuchungen mit Schwere- und Kolbenlotkernen sowie zahlreiche OFOS Einsätze auf den Ausfahrten SONNE SO163 und SONNE SO173, sowie METEOR M54 sind Mound Culebra, Mound 10, Mounds 11 & 12, sowie die Gruppe der Mounds vor Nicaragua bereits gut bekannt. Während Leg 3a ist vorgesehen, an diesen Mounds jeweils ein repräsentatives Profil am Top der Struktur zu erbohren, sowie jeweils 2 weitere Bohrungen an den Flanken abzuteufen, um eventuelle frühere Stagnationsphasen während der Entstehung der Mounds zu untersuchen, die in Karbonatlagen dokumentiert sind. Bei vier Mounds mit jeweils 3 Bohrungen und unter Berücksichtigung der Transitzeiten zwischen den Mounds steht somit ein grober Zeitrahmen von ca 12-16 Stunden pro Bohrziel zur Verfügung. Während der Rüstzeiten für das Bohrgerät sind begleitende OFOS Einsätze in der Umgebung der Bohrziele geplant. Je nach Erfolg der Bohrungen und den technischen Rahmenbedingungen ist diese Bohrstrategie entsprechend den tatsächlichen Gegebenheiten anzupassen.

central SFB 574 objectives. Coring will thus be performed by a portable drilling device to be deployed via METEOR's A frame, the BGS Seabed Rockdrill and Vibrocorer. The BGS Rockdrill/Vibrocorer can be deployed via the A frame or a crane with a load of at least 10 t (Fig. M66/3a-2, 3a-3). From a hard bottom it can yield cores of up to 5 m in length from water depths of up to 2000 m. The vibro coring mode allows for cores of up to 6 m in length. The whole system weighs 3.3 tons, it is 7.7 m high and 5.5 m wide. It contains its own energy source, vibration motor, pumps and a control unit onboard the vessel. The system is run by a group of 6 technicians from the British Geological Survey (BGS, Edinburgh, on a 24-hour schedule.

Mound Culebra, Mound 10, Mounds 11 and 12 as well as a group of large mounds off Nicaragua discovered during SONNE cruise SO173 are already well known by preliminary SFB sampling using gravity corers and piston corers as well as OFOS surveys performed on cruises SONNE 163 and SONNE 173. For Leg 3a, we are planning to get representative profiles from the top of each structure as well as 2 further cores on the flanks in order to examine if potential earlier phases of stagnation during the formation of the mounds are documented within the carbonate layers. Calculating 3 stations each on four mounds and allowing for transit times between the mounds, there would be a rough time frame of 12-16 hours per site. During the mobilisation times for the drilling device, complementary OFOS surveys are planned in the surroundings of the drilling sites. Depending on the success of the drilling and the technical conditions, this drilling strategy is to be adapted to the actual situation.

## **Geochemie**

Ein wichtiges 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 (SCO<sub>2</sub>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, Br<sup>-</sup>, I<sup>-</sup>, SH<sub>2</sub>S, CH<sub>4</sub>) ins Porenwasser und die Bildung bedeutender Kohlenstoff- und Schwefel-Reservoire (z.B. Gashydrate, Karbonate, 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.

## **Geobiologie von Fluidaustrittsstellen**

Das vorrangige Ziel der geplanten Untersuchungen ist die Auffindung und Charakterisierung von "Biosignaturen" an Methan-gefällten Vent-Karbonaten. Biosignaturen sind entweder organischen Komponenten oder geochemische Ungleichgewichte in authigenen Mineralen (beispielsweise Karbonate, Sulfide, Sulfate und möglicherweise Silikate), ebenso wie in Fluiden. Organische Komponenten können mikrobielle Zellrückstände oder organische Moleküle (wie beispielsweise Lipide, Proteine, Zucker und andere) sein, die in Mineralen und Gesteinen vorkommen. Geochemische Ungleichgewichte können durch enzymatische Prozesse, wie die Anreicherung mit Ni und durch stark negative Exkursionen der stabilen Isotope erklärt werden. Die Fixierung und Konservierung von lebenden mikrobiellen Vergesellschaftungen für Kulti-

## **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 (SCO<sub>2</sub>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, Br<sup>-</sup>, I<sup>-</sup>, SH<sub>2</sub>S, CH<sub>4</sub>) 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.

## **Geobiology of Cold Seeps**

Central goal of the planned investigations are the detection of biosignatures in various methane-related carbonates from cold seeps.

Biosignatures are either organic compounds or geochemical imbalances in authigenic minerals like carbonates, sulfids, sulphates, and may be silicates, and also in fluids. These organic compounds are either morphological microbial cell remains and/or various organic molecules (e.g. lipids, proteins, sugars etc.) integrated within the minerals and rocks. Geochemical imbalances can be explained via enzymatic processes, e.g. enrichments of Ni and extremely negative stable isotope excursions.

Fixation and conservation of living microbial assemblages for culture-independent methods (FISH, DGGE) and various rock types for biogeochemical and geochemical investigations. This compilation is crucial to understand e.g.

vierungsunabhängige Verfahren (FISH, DGGE) sowie von Gesteins- und Sedimenttypen für biogeochemische und geochemische Untersuchungen ist daher entscheidend für das Verständnis von "Biosignaturen" von sub-rezenten und fossilen Methan-gefällten Vent-Karbonaten.

### **Sedimentologie und Sedimentphysik**

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 destruktiven 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.

### **Porendruckmessungen**

Im Rahmen des SFB Teilprojekts B2 wird ein neuartiges System zur Bestimmung des In-Situ Porendrucks entwickelt, das eine langfristige Aufnahme von Porendruckschwankungen im flachen Untergrund in der Nähe von Fluidaustrittsstellen und Hangrutschungen ermöglicht. Dieses System ist auf einem Standard GEOMAR (BCL) Lander aufgebaut und wird es ermöglichen, über mehrere Tage ein Profil des differentiellen Porendrucks über ein Tiefenintervall von 1.3m zu messen und mit anderen, beispielsweise seismischen Parametern zu vergleichen. Auf dem Fahrtabschnitt M66/3a wird das System erstmals getestet.

methane-related biosignatures in ancient cold seep environments.

### **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 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.

### **Pore Pressure Measurements**

A new device for in-situ pore pressure measurements is being developed within the subproject B2 to be able to collect long-term records of pore pressure changes in the shallow subsurface. These measurements are especially important in the vicinity of vent sites and in areas of slope instability and slumping. The device to be tested for the first time is based on a standard GEOMAR BCL lander system and will be able to measure pore pressure fluctuations in the upper 1.3m and will enable us to compare these variations to other parameters like seismicity.

## Arbeitsprogramm:

- Beprobung der Karbonatkappen von Mound 11, Mound 12, Mound Culebra, und zwei Mounds in der durch ONNE SO173 mit dem BGS RockDrill im Rotary Drill Verfahren.
- Beprobung der Flanken von Mound 11, Mound 12 und Mound Culebra mit dem BGS RockDrill im Vibrocoring Verfahren.
- Aufnahme von Kernlogs der Gamma-Dichte, Kompressionswellengeschwindigkeit und der magnetischen Suszeptibilität an RockDrill und Schwerelotkernen mit einem GEOTEK Vollkern Logging System.
- Porenwassergewinnung und Bestimmung von pH, Alkalität, SCO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, SH<sub>2</sub>S, Br<sup>-</sup>, I<sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup>, F<sup>-</sup>, Si, Fe<sup>2+</sup> 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 (squeeze cakes) für geochemische Untersuchungen (POC, S, Ca, Mg, Sr, Ba, Fe, Mn, N, Br, I, F).
- Fixierung und Konservierung von lebenden mikrobiellen Vergesellschaftungen für Kultivierungsunabhängige Verfahren (FISH, DGGE) sowie von Gesteins- und Sedimenttypen für biogeochemische und geochemische Untersuchungen.
- Durchführung von mehreren Gerätetests zur In-Situ Porendruckbestimmung an Mound 11 und Mound Culebra.
- OFOS Beobachtungen als Vorerkundung für Bohrziele an grossen im Rahmen der SONNE Reise SO173 entdeckten Moundstrukturen
- Kontinuierliche echographische Messungen mit den akustischen Bordsystemen PARASOUND und HYDROSWEEP

## Working program:

- Sampling of mound 11, mound 12, mound Culebra, mound Nic1, mound Nic2 using the BGS RockDrill system in rotary drilling mode.
- Sampling the flanks of mound 11, mound 12 and mound Culebra using the BGS RockDrill system in vibrocoring mode.
- Recording core logs of gamma density, compression wave velocity and magnetic susceptibility on RockDrill and gravity cores using a GEOTEK full core logging system.
- Sampling of pore water and immediate determination of pH, alkalinity, SCO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, SH<sub>2</sub>S, Br<sup>-</sup>, I<sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup>, F<sup>-</sup>, Si, Fe<sup>2+</sup> 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, Sr, Ba, Fe, Mn, N, Br, I, F).
- Logging of RockDrill rotary and vibrocoring cores and gravity cores for gamma density, compressional wave velocity and magnetic susceptibility.
- Testing a new device to measure in-situ pore pressure changes on Mound 11
- OFOS observation of mounds off Nicaragua discovered during SONNE cruise SO173 to locate suitable drill sites for the RockDrill system
- Continuous echographic records with the shipboard acoustic systems PARASOUND and HYDROSWEEP.

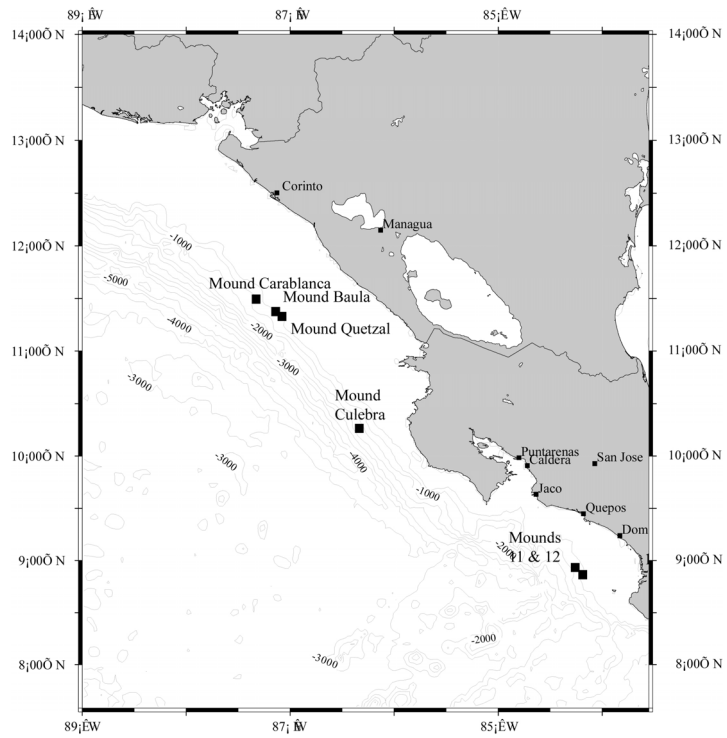


Abb. M66/3a-1 Bohrziele für RockDrill Bohrungen vor Costa Rica und Nicaragua  
 Fig. M66/3a-1 Drilling targets for RockDrill off Costa Rica and Nicaragua



Abb. M66/3a-2 RockDrill, Winde und Container auf dem Arbeitsdeck (FS SONNE)  
 Fig. M66/3a-2 RockDrill, winch and containers (on RV SONNE)

Abb. M66/3a-3 RockDrill Einsatz über den A-Rahmen (in der Antarktis)  
 Fig. M66/3a-3 RockDrill deployment over the A-Frame (in Antarctic waters)

**Fahrtabschnitt / Leg 66/3a**  
**Zeitplan / Schedule**

	Tage/ days
Auslaufen Caldera am 26. Oktober 2005 <i>Sail from Caldera on 26. October 2005</i>	
RockDrill Einsätze <i>RockDrill deployment</i>	10d
Schwerelot Einsätze <i>Gravity coring</i>	2d
Einsatz Porendruck Messlanze <i>Deployment of pore pressure tool</i>	2d
OFOS Meeresbodenbeobachtungen <i>Videoobservations with OFOS</i>	1d
Transit	2d
<hr/>	
<b>Summe / Total</b>	<b>17 Tage/days</b>

Einlaufen in Corinto am 11. November 2005  
*Arrival at Corinto on 11. November 2005*

**Fahrtabschnitt / Leg / M66/3b**  
**Caldera - Corinto**

**Wissenschaftliches Programm**

**Tephrostratigraphie**

In Mittelamerika und vielen anderen Teilen der Erde verursachen hochexplosive plinianische Vulkanausbrüche einen Eintrag von Festkörperpartikeln (Bimslapilli, Asche, Fremdgestein) und Gasen in die Stratosphäre (20-40 km) wo sie sich beim Erreichen der Auftriebsgrenze lateral in Richtung der vorherrschenden Windrichtungen ausbreiten. Die vulkanische Asche kann dabei bis zu 100.000 km<sup>2</sup> verbreitet werden. Aufgrund ihrer weiten Verbreitung und der vorherrschend westlichen Winde erreichen die Aschen, die den Vulkanen aus Mittelamerika entstammen, den pazifischen Ozean, wo sie in Form von Aschelagen in den marinen Sedimenten eingearbeitet werden. Diese weite Verbreitung über sedimentäre Faziesgrenzen hinaus, die fast sofortige

**Scientific Program**

**Tephrostratigraphy**

In Central America and other regions on Earth, highly explosive, plinian volcanic eruptions generate buoyant eruption columns consisting of solid particles (Pumice Lapilli, ash, lithics) and gases, penetrating 20-40 km high into the atmosphere up to the level of neutral buoyancy where they spread laterally in the prevailing wind directions. Eruption clouds drift with the wind and gradually drop their ash load over areas larger than 100000 km<sup>2</sup>. Due to their wide distribution and the prevailing westerly winds, ashes from Central American volcanoes can reach the Pacific Ocean where they are incorporated in the marine sediments. Their wide aerial distribution across sedimentary facies boundaries, their near-instantaneous emplacement and chemical signatures facilitate

Ablagerung und ihre chemische Signatur ermöglichen stratigraphische Korrelationen mit Ablagerungen an Land. Da die Aschelagen fast ungestört konserviert werden und nicht den erosiven Bedingungen an Land ausgesetzt sind, ist eine nahezu vollständige Aufschlüsselung der Geschichte der hochexplosiven Vulkanausbrüche einer Region durch Korrelationen mit Landablagerungen möglich. Außerdem können die mit Landdaten berechneten Eruptionsvolumina, die im wesentlichen durch den distalen, weitverbreiteten Teil der Tephra signifikant werden, auf der Basis der marinen Verteilung neu berechnet werden. Während M66/3B werden deshalb Kolbenlot-Kerne entlang der mittelamerikanischen Subduktionszone (El Salvador und Guatemala) entnommen, die eine vielversprechende Ausbeute an vulkanischen Aschelagen erwarten lassen und die bisherigen Tephra Untersuchungen dieser Region ergänzen werden. Bohrlokationen werden mit Hilfe des Parasound Systems ausgewählt um Unregelmäßigkeiten in der Sedimentation (Rutschungen, Turbidite und Slumps) zu erkennen und eine ungestörte Entnahme zu sichern. Zusätzlich erlaubt es die „Kern-logging Technik“ durch P-Wellengeschwindigkeiten, Gamma-Strahlungsintensitäten und magnetische Suszeptibilität im Sediment auftretende Ascheanreicherungen und verborgene Aschelagen aufzuspüren, die man dann beproben kann. Stratigraphische Korrelationen zwischen Tephralagen an Land und im marinen Sediment werden anschließend durch den Vergleich von Mineralzusammensetzungen, Geochemie von Gesamtgestein als auch von Mineralen und Gläsern ermöglicht.

Hinsichtlich der Datierung wurden bisher Einzelkristall-  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  Datierung bei Altern größer als 50.000 Jahren und  $^{14}\text{C}$  Datierungen für jüngere Alter benutzt. Auf der Fahrt M66/3b wird nun auch die Technik der Lumineszenz-Datierung, mit einem Datierungsbereich zwischen 500 und 400.000 Jahren, an vulkanischen Gläsern ausprobiert. Dies soll uns in die Lage versetzen, eine komplette zeitliche Abfolge für den Vulkanismus in Zentralamerika zu erhalten, was für die Vorhersage von Eruptionshäufigkeiten und Zyklizitäten unabdingbar ist.

stratigraphic correlations with deposits on land. Ash layers are best preserved in non-erosive marine or lacustrine environments and therefore provide the most complete record of explosive volcanic activity of one region. Additionally the eruption volumes, which grow significantly with the portion of the widely distributed distal part of the Tephra deposits, can be recalculated using the marine distribution. For this purpose, gravity cores will be collected along the Central American subduction zone (El Salvador and Guatemala) through M66/3B, promising a good recovery of ash layers and complementing the former record of marine ashes in this region. Core locations will be picked out with the Parasound to prevent irregularities in sedimentation (mass wasting processes, turbidites, slumps), and which promise undisturbed stratigraphy. Additionally core logging techniques will help to identify both distinct layers, and dispersed ashes in marine sediment cores, prior to core description. Standard core logging parameters include P-wave velocity, density from gamma attenuation and magnetic susceptibility. Later, compositional data, including mineral assemblages, mineral and glass compositions obtained by electron microprobe, as well as bulk rock chemistry, are used for correlations between marine and on-land tephtras.

Regarding dating methods of the tephtras, single-crystal  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  dating at ages greater than  $10^4$  years and  $^{14}\text{C}$  dating for younger ages have been used so far. On cruise M66/3B, luminescence dating methods will be applied that have a dating range from 500 to 400,000 years. This should enable us to obtain a complete temporal sequence of the explosive volcanism in Central America, which on the other hand is inalienable for the prediction of eruption frequency and cyclicity.

## Geochemie

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 Volatilenmission. Ein weiteres Ziel dieses Fahrtabschnittes besteht deshalb in der Untersuchung diagenetischer Prozesse von den Aschelagen im Fore Arc von Subduktionszonen und der freigesetzten Fluide an eventuell neu entdeckten Serpentin-Mounds vor Guatemala. Die Quantifizierung der Lösung und Mineralisation vulkanischer Asche, damit verbundener Redox- und Mineralumwandlungs-Reaktionen, die Bestimmung advektiver Flußraten sowie der Reaktions- und Akkumulationsraten von Aschen und Porenwässern, steht hierbei hinsichtlich deren Bedeutung für die submarinen Kreisläufe von Silicium, Kalium, Magnesium, Calcium, Spurenelementen und Seltenen Erden im Mittelpunkt. Zur Umsetzung dieser Ziele werden auf dem Fahrtabschnitt M 66/3b die gewonnenen Asche/Sedimentkerne hochauflösend beprobt. Das enthaltene Porenwasser wird in geeigneten Beprobungsintervallen abgetrennt und bereits an Bord auf pH, Alkalität,  $\Sigma\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\Sigma\text{H}_2\text{S}$ , Br-, I-, Cl-, F-,  $\text{Fe}^{2+}$  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 und den Aschen möglich. 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. Außerdem erfolgt die Analyse der mineralogischen Zusammensetzung (XRD), der 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.

## Geochemistry

Additionally, alteration and submarine weathering of volcanic ashes, biogenic opal, and clay minerals is an important factor regarding the water cycling and solute flows in sediments. The spatial variability and distribution of processes and compounds in the forearc area will help to define the volatile input into subduction zones and to constrain the submarine volatile missions via diffusive and focused fluid flow. Another goal of this Leg is the investigation of ash diagenesis in the forearc of subduction zones and the fluid flow at previously discovered serpentinite mounds off Guatemala. The quantification of leaching and mineralization of volcanic ash, secondary redox reactions, sea water-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 silica, potassium, magnesium, calcium, trace elements and rare earth elements. To reach these goals recovered sediment/ash cores of M66/3B will be sampled. 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,  $\Sigma\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\Sigma\text{H}_2\text{S}$ , Br-, I-, Cl-, F-,  $\text{Fe}^{2+}$ .

The analysis of pore water profiles together with solid phase accumulation rates will enable us to quantify mineralization processes and thus to estimate element cycles in the Sediments and ash layers. Selected pore fluid and sediment samples will be analyzed for trace element composition (Ba, Sr, Mn, U, Mo, As, Sb, W, Pb, Y-REE, Cr, V, Cu, Co, Ni). Solids will be analyzed for 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.



### **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 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 El Salvador und Guatemala 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 und sowie zur Abbildung des Wärmeflusses in den Serpentin-Mounds, die Einblicke in die tiefere Kruste ermöglichen können, wobei die Messungen der Wärmestromdichte eine wichtige Randbedingung zur Berechnung der Temperaturverteilung in der Lithosphäre liefern.

### **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 subduction exhibits intense seismic activity, including the largest earthquakes in the world. The risk of hazard from great earthquakes is largest for events occurring at depths of less than 35-40 km along the fault zone between the overriding and the downgoing 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 in ductile fashion ( $T > 350-450^{\circ}\text{C}$ ). 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 program is aimed to study at key locations the thermal structure of the active continental margin offshore El Salvador and Guatemala. 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 and to look at the heat flow at previously discovered serpentinite mounds which can provide insights into the upper crust. Constraints for the thermal properties of the lithosphere will be derived from surface heat flow measurements.

### Arbeitsprogramm:

- Beprobung des Sediments mit Schwereloten
- Aufnahme von Kernlogs der Kompressions-Wellengeschwindigkeit und der magnetischen Suszeptibilität in Schwerelotkernen.
- Sedimentologische Beschreibung der Sedimentkerne
- Beprobung der Aschelagen für geochemisch-vulkanologische Untersuchungen
- Probennahme für die Lumineszenzdatierung von marinen Aschen
- Porenwassergewinnung und sofortige Bestimmung von pH, Alkalität,  $\Sigma\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\Sigma\text{H}_2\text{S}$ , Br-, I-, Cl-, F-, Si,  $\text{Fe}^{2+}$  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, S, Ca, Mg, Sr, Ba, Fe, Mn, N, Br, I, F).
- Wärmestrommessungen

### Working program:

- Sediment sampling with gravity corer
- Logging of box cores and gravity cores for compressional wave velocity and magnetic susceptibility
- Sedimentological description of cores
- Sampling of ash layers for geochemical-volcanological investigations
- Sampling for luminescence dating of marine ashes.
- Sampling of pore waters and immediate determination of pH, alkalinity,  $\Sigma\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\Sigma\text{H}_2\text{S}$ , Br-, I-, Cl-, F-, Si,  $\text{Fe}^{2+}$
- 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, Sr, Ba, Fe, Mn, N, Br, I, F)
- Heatflow measurements

### **Fahrtabschnitt / Leg 66/3b Zeitplan / Schedule**

	Tage/days
Auslaufen von Caldera (Costa Rica) am 13. November 2005 <i>Departure from Caldera (Costa Rica), November 13, 2005</i>	
Sedimentbeprobung vor El Salvador mit Schwerelot <i>Sediment coring off El Salvador using gravity corer</i>	1
Sedimentbeprobung vor Guatemala mit Schwerelot <i>Sediment coring off Guatemala using gravity corer</i>	1
Wärmestrom-Messungen vor El Salvador <i>Heat flow measurements off El Salvador</i>	0.5
Wärmestrom-Messungen vor Guatemala <i>Heat flow measurements off Guatemala</i>	1
Sedimentbeprobung vor Guatemala: Serpentin-Mound <i>Sediment coring off Guatemala: Serpentine-Mound</i>	0.5

**Summe/Total**

**6 Tage/ days**

Einlaufen in Corinto (Nicaragua) am 19. November 2005

Arrival in Corinto (Nicaragua,) November 19, 2005

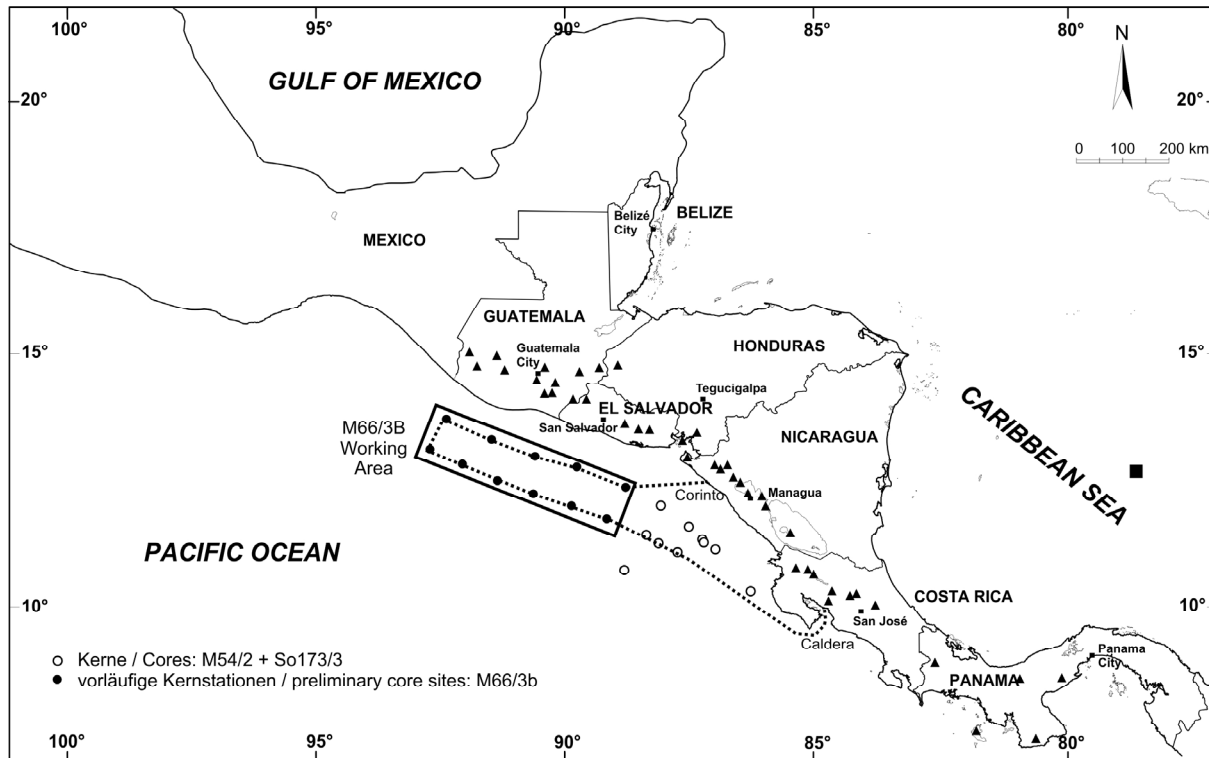


Abb. 66/3b-1: Fahrtrouten und Arbeitsgebiete der METEOR-Expedition Nr. 66/3b  
Fig. 66/3b-1: Cruise tracks and working areas of METEOR cruises No. 66/3b

## **Fahrtabschnitt / Leg 4a Corinto-Guayaquil**

### **Wissenschaftliches Programm**

Ziel der seismischen Weitwinkel- und seismologischen Arbeiten auf M66/4a ist es, den Prozess der Serpentinisierung in der in die Subduktionszone einfallenden Platte zu untersuchen. Die Bildung von Serpentin bindet große Mengen von Wasser im Erdmantel und spielt somit eine entscheidende Rolle für den globalen Wasserhaushalt der Erde, da Wasser in chemisch gebundener Form in die Subduktionszone transportiert wird. Bislang wurde die Serpentinisierung nicht direkt nachgewiesen, sondern nur aus dem Auftreten von prominenten Abschiebungen in der ozeanischen Platte und aus reflexionsseismischen Daten abgeleitet, welche Störungen zeigen, die durch die Kruste in den Mantel schneiden. Sollten diese Störungen große Mengen von Wasser bis in den Mantel führen, so würde die Alteration des Mantelgesteins Peridotit zu Serpentin zu einer signifikanten Reduzierung der seismischen Geschwindigkeit im Erdmantel führen. Während die aktive Seismik die Erkundung der seismischen Geschwindigkeitsstruktur zum Ziel hat, sollen die seismologischen Registrierungen lokale Erdbeben aufzeichnen. Daten zur räumlichen Verteilung und Tiefenlage der Ereignisse werden uns in die Lage versetzen, aktive Störungen abzubilden und die Tiefe abzuschätzen, bis in die Fluide in den Mantel eindringen können.

Die Kontinentallänge Costa Ricas und Nicaraguas sind geprägt durch eine Vielzahl von Fluidaustrittsstellen, so genannten Mounds, und ein weit verbreitetes Auftreten von Gashydraten, die nahezu flächendeckend am gesamten Hang zu finden sind. Der Zusammenhang dieser Förderstellen mit dem umfassenden Budget des Stoffflusses an der Subduktionszone ist eine der Fragestellungen, die durch den SFB574 bearbeitet werden. Durch den Einsatz des tief geschleppten geoakustischen Systems (mehrkanaliger Streamer und Sidescan) des IFM-GEOMAR wurden ausgewählte Lokationen bereits auf früheren Fahrten mit einem flächenhaften Profilplan detailliert kartiert und

### **Scientific Program**

The aim of the seismic wide angle and seismological work during M66/4 is to investigate the process of serpentinization in the incoming ocean plate. Serpentine contains chemically bound H<sub>2</sub>O and may thus affect the Earth's global water cycle as the water is carried into the deep subduction zone. So far, there is little direct evidence that serpentinization is a common process at trenches. Serpentinization has only indirectly been deduced from the occurrence of prominent normal faulting at the seaward trench slope and seismic reflection images of faults that cut through the entire crust into the upper mantle. However, in the case that water migrates along those faults into the mantle, peridotite would be altered to serpentine. Consequently, seismic velocities should be low compared to typical mantle velocities found elsewhere in the oceans. In addition to the seismic studies, seismological networks will detect local earthquakes. The spatial distribution and focal depth of events will provide information where active faults are located and will provide an initial assessment on the depth down to which the faults are active and hence water can migrate.

The continental slopes of Costa Rica and Nicaragua are characterized by a large number of locations of fluid expulsion, so called mounds, and a widely distributed occurrence of gas hydrates, which cover almost the entire margin. The connection between the locations of expulsion and the overall budget of material transport within the subduction zone is one of the major topics investigated by the SFB574. By application of the deep-towed geoacoustic system (multichannel seismic streamer and sidescan) of the IFM-GEOMAR selected locations have already been mapped and investigated. The SideScan provides information about the seafloor roughness within a 1500-m-

untersucht. Das Sidescan liefert dabei Informationen über die Verteilung der Bodeneigenschaften innerhalb eines 1500 m breiten Meßstreifen. Mit dem tief geschleppten Streamer wird ein mehrkanaliges seismisches Profil vermessen, das durch die Nähe zum Meeresboden (Schlepptiefe 100 m über Grund) eine wesentlich höhere Auflösung als ein konventioneller Oberflächenstreamer erreicht. Zusätzlich können hiermit erstmals seismische Informationen aus dem Inneren der Moundstrukturen abgebildet werden, da durch die Geometrie des Meßsystems ein Unterschiessen der harten Karbonatoberflächen möglich wird. So konnte mit dieser Technik bereits auf der Reise SO173 gezeigt werden, dass die Gashydrat anzeigende Reflektion des BSR auch unterhalb des Mound Culebra durchgängig vorhanden ist.

Eine fünftägige Vermessung bei 11°10'N vor der Küste Nicaraguas erbrachte einen umfangreichen Datensatz, der zur Klassifizierung und Bestimmung der Entwicklungsgeschichte der Moundstrukturen benutzt wird. Auf den seismischen Profilen wurden etliche vergrabene und diapirartige Strukturen erkannt. Während diese ihren Aufstieg nicht vollendeten und vergraben blieben, konnten daneben andere Strukturen, höchstwahrscheinlich entlang der Bruchzone, weiter aufsteigen und topographische Erhöhungen am Meeresboden ausbilden. Die Verteilung der Mounds am Meeresboden scheint vornehmlich durch Störungen kontrolliert zu sein, die schräg bis parallel zu den vorhandenen seismischen Profilen verlaufen. Auf den meisten Abschnitten der Linien sind BSR-Reflektionen mit starken bis mittleren Amplituden zu erkennen. In der Regel werden die stärksten Amplituden in der Umgebung der Mounds beobachtet, während sie von den Mounds weg oder im Inneren deutlich schwächer werden, bzw. auch verschwinden.

### **Arbeitsprogramm**

1. Für die Reise M66-4a sind daher ergänzende Profile senkrecht zu den existierenden Linien geplant, um i.) die Geometrie der beobachteten Strukturen in 3D besser zu verstehen, ii.) die wahre Ausrichtung der

broad swath. The DeepTow streamer records a multichannel seismic profile with a well increased resolution compared to conventional surface streamers, due to its towing depth of 100 m above the seafloor. In addition the shot receiver geometry allows to undershoot the strong carbonate surfaces and hence enables to record seismic events from within the structure the first time. During cruise SO173 this method showed that the BSR event, identifying gas hydrates, is continuously present underneath Mound Culebra.

A dataset collected during five days of profiling at 11°10'N off the coast of Nicaragua has been used to classify and analyse the history of development of the observed mound structures. On the seismic profiles, several buried mound ridges and diapir-like structures have been observed. While these structures stopped their rising and remained buried at depth, laterally some other continued rising, most probably through faults and fractures, and produced topographic expressions on the sea floor. The distribution of mounds on the sea floor seems to be primarily controlled by faults, which are oblique to parallel to our existing seismic lines. In most of the line, high to moderate amplitude BSR is observed. In general, BSR presents high amplitudes in the vicinity of the mounds, and gradually disappears or decreases its amplitudes away from the mounds and into the mound structures.

### **Working Program**

1. For the Cruise M66-4 several seismic profiles perpendicular to the previously existing seismic profiles have been planned, in order to i) better understand the geometry of the observed structures in 3D, ii) map out the real

Störungen zu kartieren, iii.) die BSR-Verteilung besser zu erfassen und iv.) eine seismisch stratigraphische Korrelation in dem Gebiet durchführen zu können.

Ein neues Zielgebiet wird bei 12°N erkundet werden. Hier trennt ein weiterer Canyon Seitenwände, die zum Süden mit Moundstrukturen besetzt sind, wohingegen diese Erscheinungen auf der Nordseite nicht kartiert wurden. Mit Sidescan und Streamer sollen Informationen über strukturelle Unterschiede über den Canyon hinweg bereitgestellt werden. Da die morphologische Struktur der ozeanischen Platte von der im Süden abweicht, sollen mögliche Unterschiede in Erscheinung und Entwicklung von Mounds verglichen werden.

Als drittes Arbeitsgebiet für das tief geschleppte System sind erneute Untersuchungen der Mounds 11 und 12 geplant. Diese Strukturen zeigen recht unterschiedliche Verbreitungen von authigenen Karbonaten auf dem Meeresboden sowie Unterschiede in den am Meeresboden austretenden Fluiden. Geochemische Analysen zeigen sehr klar einen tiefen Ursprung der Fluide. Der innere Aufbau der Moundstrukturen ist jedoch noch nicht bekannt und soll durch mehrere sich kreuzende Profile mit dem tiefgeschleppten Streamer untersucht werden. Darüber hinaus haben frühere Untersuchungen mit sehr hochauflösendem Sidescan (410 kHz) Details gezeigt, die auch mit Videokartierungen erfasst wurden. Eine flächendeckende Kartierung der Mounds 11 und 12 mit 410-kHz-Side-Scan-Sonar ist daher geplant.

2. Aufnahme eines tiefenseismischen und weitwinkelseismischen Datensatzes mit OBS/H um die Krusten- und Mantelstruktur zu bestimmen und ein detailliertes Geschwindigkeitsmodell zu erhalten; die Geschwindigkeit im Mantel wird zeigen, ob Serpentinisierung von Bedeutung ist. Die seismischen Geschwindigkeiten sollen dazu verwendet werden, Abschätzungen über die Menge des chemisch gebundenen Wassers zu geben.

orientation of the fault traces, iii) better contour mapping of the BSR distribution and finally iv) to establish seismic stratigraphic correlation in the area.

A new target area will be investigated at 12°N. Here, a wide canyon separates side walls which show mound structures in the south while such outcrops have not been mapped on its northern flanks. Sidescan and deep-towed streamer data will provide information about structural differences across the canyon. As the morphological characteristics of the oceanic plate are different compared to the south, possible differences in the occurrence and development of the mound structures will be compared.

As a third target for the deep-towed system, Mounds 11 & 12 will be revisited. These mounds show some marked differences in their distribution of authigenic carbonate pavements at the seafloor and their recent history of fluid expulsion. Geochemical analyses of fluids escaping from these mounds proved a deep source for the fluids. Unfortunately, the deeper structure of these mounds is not known and shall be investigated with several deep-towed seismic profiles across the structures. In addition, very high resolution sidescan sonar profiles (410 kHz profiles) obtained during a previous cruise showed details comparable to video mapping of the seafloor. A complete coverage of mounds 11 and 12 with the 410 kHz side scan sonar will be attempted during the cruise.

2. Collection of a deep seismic and wide-angle dataset using OBS/H to determine crustal and upper mantle structure and provide a detailed velocity model. Seismic velocities within the mantle can be used to estimate the amount of serpentinization in the oceanic plate. The seismic data will be used to assess the amount of chemically bound water trapped within the mantle.

- |  |   |
|--|---|
| <p>3. Aussetzen eines Netzes von Ozean-Boden-Seismometern und -Hydrophonen für die Studie der Mikroseismizität und Tomographie. Das Netz hat das Ziel, die genaue Lage der Hypozentren zu ermöglichen, um die Geometrie, Herdflächenlösungen und die Tiefen zu bestimmen, bis in die die Störungen aktiv sind und Fluide in den Mantel eindringen können. Mit einem aktiven seismischen Experiment werden seismische Schüsse abgegeben, um aus den seismischen Laufzeiten die dreidimensionale Geschwindigkeitsstruktur zu erhalten.</p> | <p>3. Deployment of a grid of ocean bottom seismometers and hydrophones for a microearthquake and tomographic study. The network will be deployed to allow accurate location of hypocentres of local earthquakes to determine fault geometry at depth, focal mechanisms, and the depth of the active portion of the fault to assess the depth down to which fluids may have access to the mantle. An active seismic experiment shooting into the grid will provide a detailed three-dimensional velocity structure from travel time analysis.</p> |
|--|---|

**Fahrtabschnitt / Leg 66/4a  
Zeitplan / Schedule**

	<i>Tage/ days</i>
Auslaufen Corinto am 21. November 2005 <i>Departure from Corinto on 21. November 2005</i>	
3 weitwinkelseismische Profile <i>Three wide-angle seismic profiles</i>	10
Tiefschleppende Seismik mit Side scan Untersuchungen <i>Deep Tow Seismic and side scan survey</i>	6
Auslage seismologisches Netz <i>Development of seismological network</i>	3
Transit	3
<hr/>	
<b>Summe / Total</b>	<b>22 Tage/days</b>

Einlaufen in Guayaquil am 12. Dezember 2005  
Arrival at Guayaquil on 12. December 2005

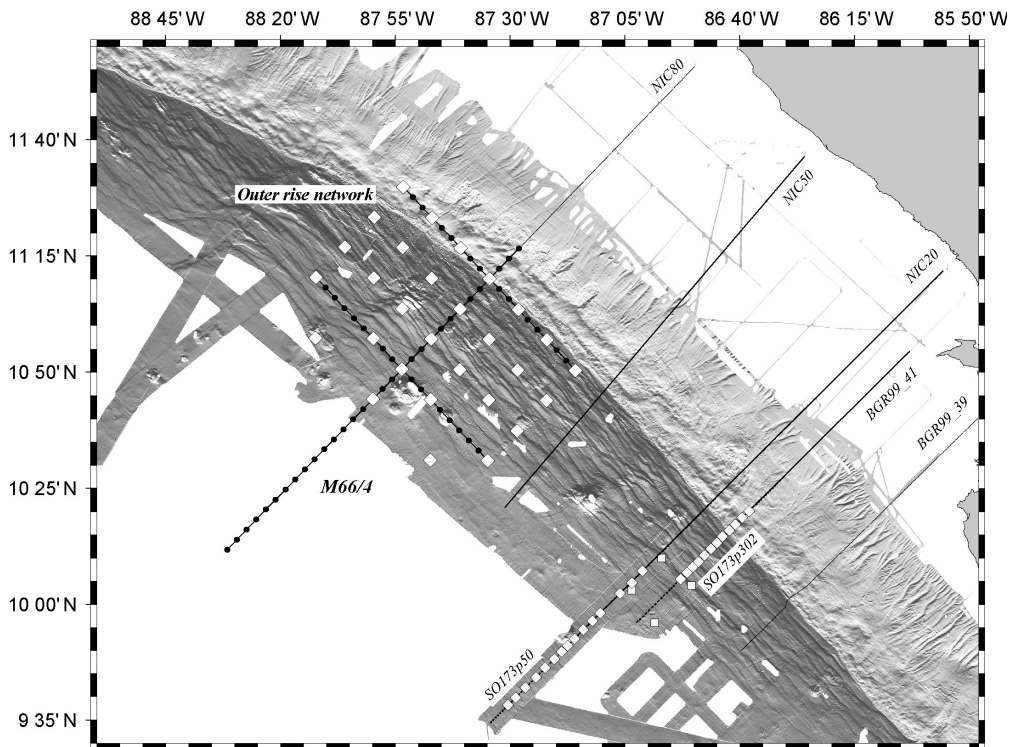


Abb.66/4a-1: Lage der Profile für die Weitwinkelseismik und der Lokationen für die seismologische Beobachtung  
 Fig. 66/4a-1: Layout of seismic wide angle profiles and locations for seismological observation

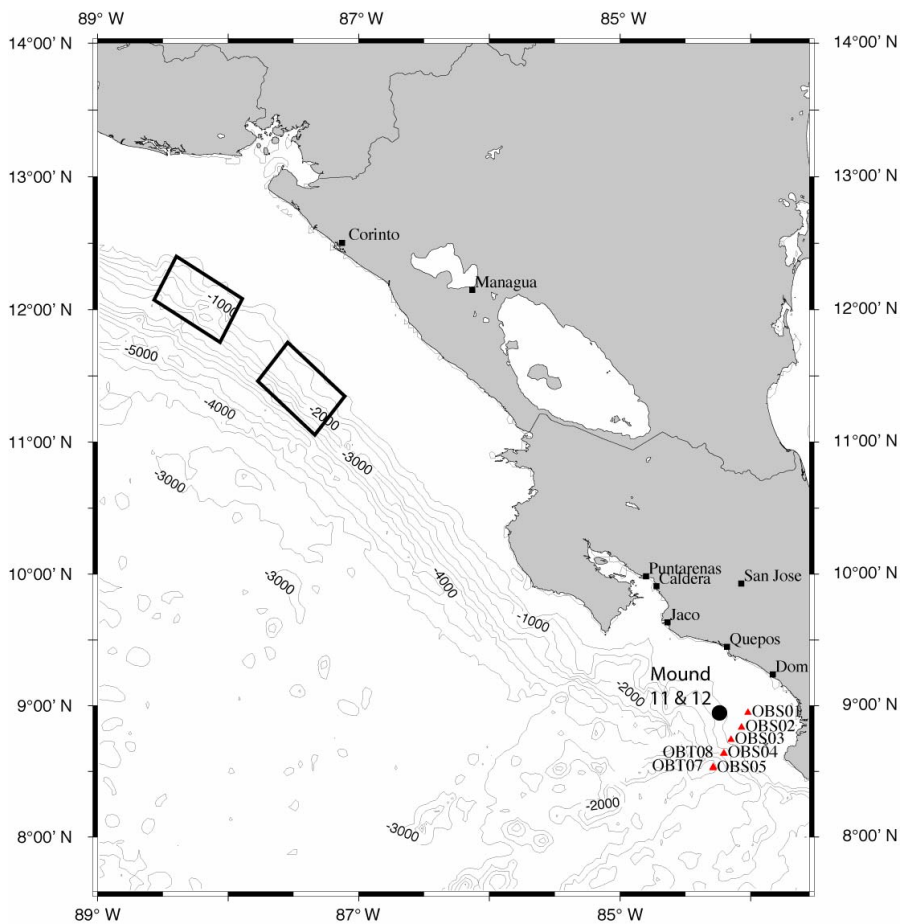


Abb. 66/4a-2:  
 Untersuchungsgebiete für  
 die geplanten Deep-Tow-  
 Arbeiten  
 Fig. 66/4a-2: Locations of  
 planned DeepTow  
 profiling



**Fahrtabschnitt / Leg 66-4b**  
**Guayaquil (Ecuador) – Talcahuano (Chile)**

**Geologischer und physikalischer Hintergrund**    **Geological and geophysical background**

Auf den zurückliegenden Fahrten SO163, SO173 und M54 im Rahmen des SFB574 wurden zahlreiche kleinräumige Rutschungen vor Nicaragua und Costa Rica identifiziert. Auch Chile, das wie Mittelamerika stetig von Erdbeben heimgesucht wird, ist ein steiler Kontinentallhang vorgelagert, der durch Hangrutschungen und Trenchfüllungen mit hohen Anteilen von Turbiditen gekennzeichnet ist. Auf SO181 wurden etliche solcher Schüttungsereignisse mit Schwereloten entlang des Chile-Tiefseegrabens durchteuft.

Aufgrund verschiedener Vorstudien (e.g. SO102, PUCK SO156, SPOC SO161), die zum Teil anderen und zum Teil vergesellschafteten wissenschaftlichen Zielen dienen, sind weite Teile des chilenischen Kontinentalrandes geophysikalisch gut vermessen. Diese Informationen, und insbesondere bathymetrische Karten des Ozeanbodens, haben es erlaubt, im Rahmen einer Expedition mit dem chilenischen Schiff *Vidal Gormaz* im Jahr 2003 drei Profile über den Kontinentallhang mit in situ-Wärmestromtests zu charakterisieren (Abb. M66/4b-1). Entlang des oberen Teils dieser Linien soll nun in moderater Wassertiefe versucht werden, auch andere sedimentphysikalische Parameter (Festigkeit, Porendruck, Tilt) mit einer neuen Freifall-Lanze zu messen.

Grundsätzlich bestimmt neben der Scherfestigkeit des Sedimentes der Porenwasserdruck, inwieweit Material am Kontinentallhang ortsfest verbleibt oder mobilisiert wird. Neben Kriechen und Gleiten können ganze Gebiete (i.e. Sedimentvolumina  $>1000 \text{ km}^3$ ) denudativ abrutschen und Umlagerung, Trübestrome und Tsunamis bedingen. Insbesondere die Trennung der mineralbedingten Festigkeit und des Drucks der Porenfluide sind ein kritisches Ziel in der Erforschung von Georisiken. Zu diesem Zweck wurde am RCOM (DFG-Forschungszentrum Ozeanränder) eine Freifall-Lanze entwickelt, die

During earlier research cruises in the course of the SFB574 such as SO163, SO173 and M54, numerous small to medium scale land slides have been identified, mapped and sampled off Nicaragua and Costa Rica. Off Chile, an earthquake-prone area similar to Middle America, the steep continental slope is characterized by land slide scars and sedimentary trench successions with abundant turbidites. Many such turbiditic events have been sampled during cruise SO181 when investigating the Chile trench.

Based on earlier work in the area (e.g. SO102, PUCK SO156, SPOC SO161) serving similar scientific objectives, wide areas along the Chilean continental margin are geophysically well characterized. These data, namely the bathymetric charts, have allowed researchers to measure in situ heat flow along three profiles using the Chilean vessel *Vidal Gormaz* in 2003 (Fig. M66/4b-1). Along the upper, shallower part of these profiles, CPT experiments measuring sediment physical properties such as strength, pore pressure, as well as tilt of the probe will be conducted with a new device.

In general, sediment shear strength as well as pore pressure control strongly whether material remains on the slope or slides downward. Apart from gravitational creeping and sliding on a small scale, entire areas may get eroded and redeposited during large land slides and avalanches (i.e. sediment volumes  $>1000 \text{ km}^3$ ). Such processes may cause turbidity currents or, worse, tsunamis. For researchers, it is particularly crucial to distinguish between the mineralogically controlled frictional strength of a sediment or its transient pore pressure as potential causes for geohazards. For that purpose, we developed a free fall CPT device at

in einer nur wenige Minuten dauernden Messung diese Parameter sowie den Eindringwinkel der Lanze erfasst (vgl. Abb. M66/4b-2).

CPT-Messungen werden mit einem lanzenförmigen Penetrometer durchgeführt, das im freien Fall in den Boden gerammt wird. Die Eindringtiefe hängt massgeblich von Sedimenttyp bzw. dem Eigengewicht des Penetrometers ab und liegt bei Freifall-Lanzen im Bereich von einigen Metern. Während des Eindringvorgangs wirken in Abhängigkeit von dem durchdrungenen Sediment sowohl auf die Spitze als auch auf den Mantel Reibungswiderstände. Kraftabnehmer erfassen diese Reibungswiderstände, deren Maß auf unterschiedliche Sedimentklassen schliessen lässt. Ergänzend zu den Kraftabnehmern wird mittels einer piezometrischen Messzelle der Porenwasserdruck im Sediment gemessen. Die Bremer Freifall-CPT ist eine marinisierte Weiterentwicklung eines industriellen Standard-Penetrometers (Geomil, NL). Die auf M66-4 zu testende Lanze stellt die Weiterentwicklung einer Flachwasserlanze für den Einsatz bis zu Drücken um 20 MPa (i.e. 200 m Wassertiefe) dar.

### **Wissenschaftliches Programm**

Im Rahmen von M66/4b sollen zwei Dinge untersucht werden. Zunächst gilt es zu verifizieren, inwieweit die weiterentwickelte CPT-Lanze mit ihren neuen differentiellen Drucksensorsystem den grossen Wassertiefen am chilenischen Kontinentalhang standhält.

Des weiteren steht hinter dem Einsatz die wissenschaftliche Fragestellung, ob entlang der drei Wärmestrom-Profile auch Anomalien im Porendruck-Abklingverhalten und Variationen in der Festigkeit zu sehen sind. Insbesondere die Erfassung geringer Festigkeiten (aufgrund hoher Tonmineralgehalte) gepaart mit exzessiven Porendrücken (dito aufgrund geringer Permeabilitäten) würden helfen, Regionen potentieller Hanginstabilität zu identifizieren.

RCOM (DFG Research Centre Ocean Margins) which is capable of measuring these parameters within minutes after penetration (see Fig. M66/4b-2).

CPT measurements are usually carried out with a cylindrical lance, either motor-driven or as free fall instrument. Penetration depth is controlled by sediment composition/grain size as well as the weight of the lance. In our case, it is a few meters. During penetration, frictional forces at the tip and along the sleeve of the lance are measured. The amount of frictional resistance allows for a classification of the sediment. In addition to these first order strength measurements, a piezometric cell measures pore pressure in the sediment. The RCOM free fall CPT is a seagoing modification of a standard industrial CPT tip (Geomil, NL). The device to be tested during M66-4 is a modified shallow water lance that was built earlier at RCOM and can now cope with 20 MPa (i.e. 200 m water depth).

### **Scientific Program**

The goals of leg M66/4b are two-fold. First, we wish to test and verify whether the newly developed CPT lance, which is a modified version of a shallow water device, will operate properly with its new differential pressure sensor system in order to cope with the deep water along the Chilean margin.

Second, the main scientific objective is to compare the existing heat flow data with anticipated variations in pore pressure dissipation and sediment strength. Especially the measurement of low strength (due to high clay mineral contents) and high excess pore fluid pressures (again due to low permeabilities in clay-rich sediments) would help to characterize areas which are prone to slope instability and land sliding.

## Arbeitsprogramm

Auf den letzten Seemeilen den chilenischen Kontinentalhang hinauf werden entlang der drei Profile (Abb. M66/4b-1) Gerätetests und Messungen durchgeführt. Da die eigentliche Messung nach Eindringen der Lanze nur Minuten dauert, ist eine grosse Zahl von Einsätzen möglich. Je nach Wetterbedingungen auf dem Transit von Ecuador nach Süden steht Zeit für einen, zwei oder drei Transekte zur Verfügung. Dabei wird die Lanze im Freifall in den Ozeanboden fallen lassen, verbleibt einige Minuten im Sediment, und wird dann wieder einige 10er Meter angehoben. Im Pogo-Stil wird dann die nächste Messung gemacht, wobei das Schiff wenige Meilen versetzt wird, ohne die CPT-Lanze komplett zu bergen.

## Working Program

During the last couple of miles on the Chilean continental slope, we are planning to carry out CPT testing and measurements parallel to the heat flow transects (Fig. M66/4b-1). Individual tests are not time-consuming so that we anticipate a large number of deployments. Depending on the weather conditions on the way from Ecuador to Chile, we may gain sufficient time to measure one, two, or all three of the transects. On each transect, the lance is falling into the sediment, measures, and then is pulled out a few tens of meters while the vessel is traveling to the next location. By following this pogo style approach, we save time by not recovering the lance all the way to deck.

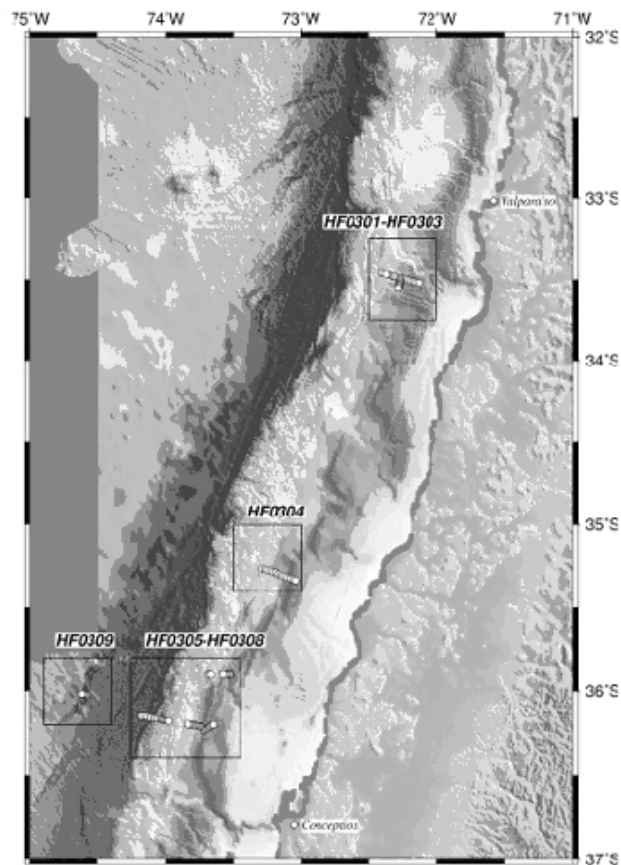


Abb. M66/4b-1: Bathymetrische Karte des Untersuchungsgebiets vor Chile mit den 2003 vorgenommenen Wärmestrommessungen (offene Kreise) sowie den geplante Profilen für CPT-Tests (dicke schwarze Linien).

*Fig. M66/4b-1: Bathymetric map of the study area off Chile including earlier 2003 heat flow locations (open circles) and planned CPT test transects (solid black lines).*

**Marine Freifall-CPT(cone penetration testing)-Lanze:**

- Meßspitze einer Standard-15cm<sup>2</sup>-onshore CPT
- 12 V Stromversorgung (autark)
- Datenakquisition 200 Hz, Memory: SmartMedia
- Eindringtiefe modular von 1 m bis 5 m (1m Verlängerungsstangen)
- erfasste Daten: Porendruck, Spitzenwiderstand und Mantelreibung (als Funktion der Festigkeit des Sediments), Temperatur, Neigungswinkel der Lanze nach Eindringung
- Beschleunigungssensor erlaubt Auflösung durchdrungener Schichten von 1cm Mächtigkeit und mehr (Messbereich bis 5g)
- Gewicht 40 kg (1 m Eindringtiefe) bis etwa 100 kg (5 m Eindringtiefe)
- Eindringtiefe wird über Gestänge sowie modularen Gewichtskopf (pro Gewicht = 15 kg) reguliert
- Wassertiefenbereich bis 2000 m, um auf METEOR bis in Tiefen am mittleren Kontinentalhang messen zu können

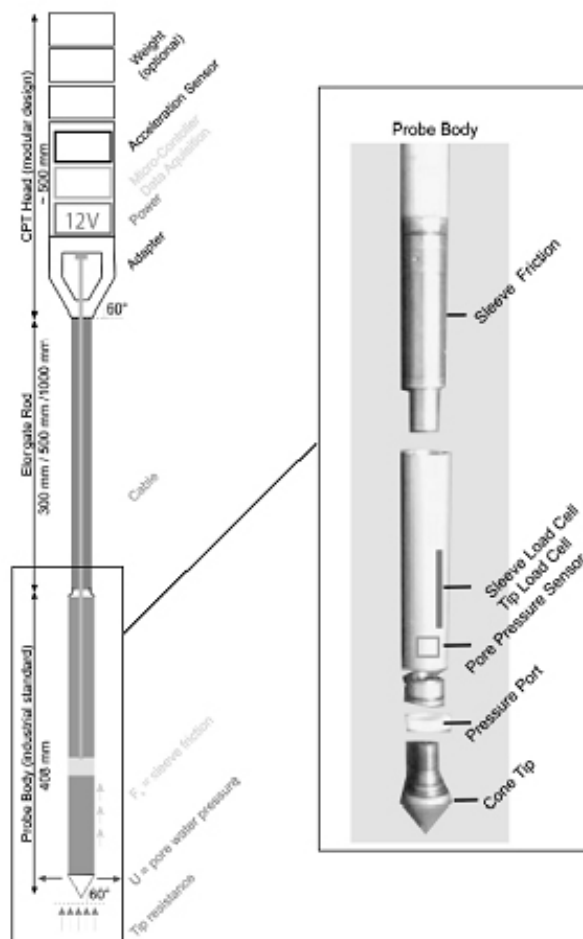


Abb. M66-4b-1: Aufbau und Gerätespezifikation der CPT-Lanze.

Fig. M66-4b-2: Diagram of CPT free fall lance and specifications

**Fahrtabschnitt / Leg 66/3b**  
**Zeitplan / Schedule**

	Tage/ <i>days</i>
Auslaufen in Guayaquil (Ecuador), 13.12.2005, 8 Uhr, Transit <i>Departure from Guayaquil (Ecuador), 13 Dec. 2005, 08:00, transit</i>	6/ 20 h
CPT-Messung entlang Transekt 1, SW' Valparaiso (33.5°S) <i>CPT measurements along transect 1, SW' Valparaiso (33.5°S)</i>	4 h
Transit zu Transekt 2, ca. 35.5°S <i>Transit to transect 2, ca. 35.5°S</i>	10 h
CPT-Messung entlang Transekt 2 <i>CPT measurements along transect 2</i>	4 h
Transit zu Transekt 3, ca. 36.3°S <i>Transit to transect 3, ca. 36.3°S</i>	3 h
CPT-Messung entlang Transekt 3 <i>CPT measurements along transect 3</i>	4 h
<u>Transit zum Einlaufen in Talcahuano, 21.12.2005, 8 Uhr</u>	<u>3 h</u>
<b>Summe / Total</b>	<b>8 Tage/days</b>

## **Bordwetterwarte / *Ship's meteorological Station*** **FS METEOR**

### **Operationelles Programm**

Die Bordwetterwarte ist mit einem Meteorologen und einem Wetterfunktechniker des Deutschen Wetterdienstes (DWD Hamburg) besetzt.

Aufgaben:

#### *1. Beratungen.*

• Meteorologische Beratung von Fahrt- und Schiffsleitung sowie der wissenschaftlichen Gruppen und Fahrtteilnehmer. Auf Anforderung auch Berichte für andere Fahrzeuge, insbesondere im Rahmen internationaler Zusammenarbeit.

#### *2. Meteorologische Beobachtungen und Messungen.*

- Kontinuierliche Messung, Aufbereitung und Archivierung meteorologischer Daten und Bereitstellung für die Fahrtteilnehmer.
- Täglich sechs bis acht Wetterbeobachtungen zu den synoptischen Terminen und deren Weitergabe in das internationale Datennetz der Weltorganisation für Meteorologie (GTS, Global Telecommunication System).
- Weitgehend automatische Durchführung von Radiosondenaufstiegen zur Bestimmung der vertikalen Profile von Temperatur, Feuchte und Wind bis zu etwa 25 km Höhe. Im Rahmen des internationalen Programms ASAP (Automated Shipborne Aerological Program) werden die ausgewerteten Daten über Satellit in das GTS eingesteuert.

Aufnahme, Auswertung und Archivierung von Bildern meteorologischer Satelliten.

### ***Operational Program***

*The ships meteorological station is staffed by a meteorologist and a meteorological radio operator from 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 radiosonde 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 program ASAP (Automated Shipborne Aerological Program), which feeds the data onto the GTS.*

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

**Fahrtabschnitt / Leg M66/1**  
**Teilnehmer/ Participants METEOR 66**  
Las Palmas -Curacao

1.	Rhein, Monika, Prof. Dr.	Fahrtleitung	IUPHB
2.	Bulsiewicz, Klaus	Freone	IUPHB
3.	Fraas, Gerhard	Verankerungen	IUPHB
4.	Fraas, Karin	CTD/ADCP Wache	IUPHB
5.	Aschmann, Jan	CTD/ADCP Wache	IUPHB
6.	Drews, Reinhard	Freone	IUPHB
7.	Bislich, Oliver	CTD/ADCP-Wache	IUPHB
8.	Kirchner, Kerstin	CTD/ADCP	IUPHB
9.	Krisponeit, Jon-Olaf	CTD/ADCP-Wache	IUPHB
10.	Gesa Vöhrs	CTD/ADCP-Wache	IUPHB
11.	Stöber, Uwe	CTD/ADCP-Wache	IUPHB
12.	Mertens, Christian, Dr.	ADCP/Verankerungen	IUPHB
13.	Erdmann, Sandra	Freone	IUPHB
14.	Oschmann, Michael	Sauerstoff	IUPHB
15.	Xie, Lin	CTD/ADCP-Wache	IUPHB
16.	Steinfeldt, Reiner, Dr.	CTD/Salinometrie	IUPHB
17.	Walter, Maren, Dr.	LADCP	IUPHB
18.	Jann Grahlmann	Staubsammler, Nd proben	IUPHB
19.	Brentführer, Ramon	LADCP	IFM-GEOMAR
20.	NN	Funkwettertechniker	DWD
*21	Dr. Kluegel, Andreas	Geology	FB5HB
*22	Dr. Hansteen, Thor	Geology	IFM-GEOMAR
*23	NN	Geology	

\*: leave METEOR in Puerto de la Estaca, Hierro on August 15, 2005

Beteiligte Institutionen

**Fahrabschnitt / Leg M66/2a**  
**Teilnehmer/ Participants METEOR 66**  
 Curacao – Corinto

1.	Bannert, Bernhard	Lander-Elektronik	OKTOPUS
2.	Bialas, Jörg	Geophysik	IFM-GEOMAR
3.	Brentführer, Ramon	CH4-Chemie	SFB 574
4.	Domeyer, Bettina	Porenwasser-Geochemie	IFM-GEOMAR
5.	Fromm, Tanja	Kartenerstellung/Dokumentation	SFB 574
6.	Gossler, Jürgen	Geophysik	KUM
7.	Klar, Steffen	ROV QUEST	MARUM
8.	Linke, Peter	Lander-Einsatz	IFM-GEOMAR
9.	Buhmann, Sitta	ROV QUEST	MARUM
10.	Mason, Pete	ROV QUEST	SOC
11.	Hüttich, Daniel	ROV QUEST	MARUM
12.	Zarrouk, Marcel	ROV QUEST	MARUM
13.	Pieper, Martin	Lander-Einsatz	SFB 574
14.	Queisser, Wolfgang	Lander / TV MUC	IFM-GEOMAR
15.	Rehder , Gregor	Fahrtleiter	IFM-GEOMAR
16.	Schleicher, Tina	Biologie	SFB 574
17.	Stange, Karen	CH4-Analytik	SFB 574
18.	Steffen, Klaus-Peter	Geophysik	IFM-GEOMAR
19.	von Neuhoff, Holger	Dokumentation, Presse	
20.	Westernströer, Ulrike	Porenwasser-Geochemie	CAU-KIEL
21.	Ratmeyer, Volker	ROV QUEST	MARUM
22.	Schmidt, Werner	ROV QUEST	MARUM
23.	Seiter, Christian	ROV QUEST	MARUM
24.	Bigalke, Nicolaus	CH4-Analytik	IFM-GEOMAR
25.	NN	Beobachter	Nicaragua



**Fahrtabschnitt / Leg M66/2b**  
**Teilnehmer/ Participants METEOR 66**  
 Corinto - Caldera

1. Beier, Viola	Mikrobiologie	MPI Bremen
2. Bigalke, Nikolaus	CH4-Chemie	IFM-GEOMAR
3. Brentführer, Ramon	CH4-Chemie	IFM-GEOMAR
4. Buhmann, Sitta	ROV QUEST	MARUM
5. Corrales Cordero, E.	Beobachter	NGO
6. Domeyer, Bettina	Porenwasser-Geochemie	IFM-GEOMAR
7. Enoma, Omoregie	Mikrobiologie	MPI Bremen
8. Fromm, Tanja	Kartenerstellung/Dokumentation	SFB 574
9. Garbe-Schönberg, Dieter	Porenwasser-Geochemie /Karbonate	CAU-Kiel
10. Hüttich, Daniel	ROV QUEST	MARUM
11. Klar, Steffen	ROV QUEST	MARUM
12. Linke, Peter	Lander-Einsatz	IFM-GEOMAR
13. Niemann, Helge	Mikrobiologie	MPI Bremen
14. Pieper, Martin	Lander-Einsatz	SFB 574
15. Queisser, Wolfgang	Lander / TV MUC	IFM-GEOMAR
16. Ratmeyer, Volker	ROV QUEST	MARUM
17. Rehder, Gregor	Fahrtleiter	IFM-GEOMAR
18. Schacht, Ulrike	Porenwasser Geochemie	SFB 574
19. Schleicher, Tina	Biology	SFB 574
20. Schmidt, Werner	ROV QUEST	MARUM
21. Seiter, Christian	ROV QUEST	MARUM
22. Stange, Karen	CH4-Chemie	SFB 574
23. Türk, Matthias	Lander-Einsatz	IFM-GEOMAR
24. von Neuhoff, Holger	Dokumentation/Presse	
25. Wallmann, Klaus	Porenwasser-Geochemie	SFB 574
26. Westernströer, Ulrike	Porenwasser-Geochemie	CAU-Kiel
27. Zarrouk, Marcel	ROV QUEST	MARUM
28. Mason, Pete	ROV QUEST	SOC
29. NN	Beobachter	Nicaragua

**Fahrtabschnitt / Leg M66/3a**  
**Teilnehmer/ Participants METEOR 66**  
 Caldera – Caldera

1.	Bleyer, Anke	Porenwasser-Geochemie	IFM-GEOMAR
2.	Bartdorff, Oliver	Porenwasser-Geochemie	SFB 574
3.	Brückmann, Warner	Fahrtleiter	IFM-GEOMAR
4.	Deppe, Joana Kristin	Tephrastratigraphie	SFB 574
5.	Corrales Cordero, E.	Porenwasser-Geochemie	NGO
6.	Flies, Christine	Mikrobiologie	SFB 574
7.	Fromm, Tanja	Kartenerstellung/Dokumentation	SFB 574
8.	Hammerich, Thomas	Sedimentologie	SFB 574
9.	Hensen, Christian	Porenwasser-Geochemie	SFB 574
10.	Kutterolf, Steffen	Tephrachronologie	SFB 574
11.	Leis, Florian	Physical Properties	SFB 574
12.	Mahlke, Julia	Sedimentologie/Tephrachronologie	SFB 574
13.	Mörz, Tobias	Sedimentologie, Physical Properties	GEOB
14.	Perez, Wendy	Tephrachronologie, Beobachter	SFB 574
15.	Pieper, Martin	Lander-Einsatz	SFB 574
16.	Schacht, Ulrike	Porenwasser-Geochemie	SFB 574
17.	Schmidt, Mark	Sedimentologie	CAU Kiel
18.	Steen, Erik	Kernteknik	CAU Kiel
19.	Türk, Matthias	Lander-Elektronik	IFM-GEOMAR
20.	NN	RockDrill	BGS
21.	NN	RockDrill	BGS
22.	NN	RockDrill	BGS
23.	NN	RockDrill	BGS
24.	NN	RockDrill	BGS
25.	NN	RockDrill	BGS
26.	NN	Wachgänger	
27.	NN	Beobachter Nicaragua	

## Fahrtabschnitt / Leg M66/3b

### Teilnehmer/ Participants METEOR 66

Caldera - Corinto

1.	Bartdorff, Oliver	Geochemie	SFB 574
2.	Brückmann, Warner	Fahrtleiter	IFM-GEOMAR
3.	Corrales Cordero, Emilina	Beobachter	NGO
4.	Deppe, Joana	Tephrastratigraphie	SFB 574
5.	Domeyer, Bettina	Geochemie	IFM-GEOMAR
6.	Freundt, Armin	Tephrachronologie	IFM-GEOMAR
7.	Fromm, Tanja	Kartenerstellung/Dokumentation	SFB 574
8.	Hammerich, Thomas	Sedimentologie	SFB 574
9.	Heesemann, Bernd	Wärmestrom-Messungen	GEOB
10.	Hensen, Christian	Geochemie	IFM-GEOMAR
11.	Kaul, Norbert	Heat Flow	GEOB
12.	Kutterolf, Steffen	Tephrastratigraphie	SFB 574
13.	Mahlke, Julia	Tephrastratigraphie	SFB 574
14.	Mörz, Tobias	Physikalische Prospektion	GEOB
15.	Müller, Christian	Wärmestrom-Messungen	GEOB
16.	Perez, Wendy	Tephrachronologie, Beobachter	SFB 574
17.	Pullinger, Carlos	Beobachter	SNET
18.	Rogenhagen, Johannes	Wärmestrom-Messungen	FILAX
19.	Schacht, Ulrike	Geochemie	SFB 574
20.	Schmidt, Mark	Sedimentologie	CAU-KIEL
21.	Steen, Erik	Kerntechnik	CAU-KIEL
22.	NN	Wachgänger	

**Fahrtabschnitt / Leg M66/4a**  
**Teilnehmer/ Participants METEOR 66**  
 Corinto – Guayaquil

1. Bialas, Jörg	DeepTow - seismics	IFM-GEOMAR
2. Bürk, Dietmar	Side Scan	SFB574
3. Contreras-Reyes, Eduardo	Seismik	IFM-GEOMAR
4. Dannowski, Anke	Seismik	IFM-GEOMAR
5. Dinc, Nilay	Seismologie	SFB574
6. Dzierma, Yvonne	Seismologie	SFB574
7. Flüh, Ernst	Fahrtleiter	IFM-GEOMAR
8. Grevemeyer, Ingo	Seismik	IFM-GEOMAR
9. Gossler, Jürgen	Geophysik	KUM
10. Ivandic, Monika	Seismik	SFB574
11. Jegen-Kulzcar, Marion	MT	JRG/SFB
12. Klaucke, Ingo	Side Scan	IFM-GEOMAR
13. Meissner, Karen	Seismik	SFB574
14. Lefeldt, Martin	Seismik	IFM-GEOMAR
15. Petersen, Jörg	DeepTow - seismics	SFB574
16. Schwalenberg, Katrin	Magnetotellurik	JRG/SFB
17. Schott, Thorsten	Technik	OCTOPUS
18. Steffen, Klaus-Peter	Airgun	IFM-GEOMAR
19. Talukder, Asrar	Seismik	SFB574
20. Thorwart, Martin	Seismologie	SFB574
21. Wellhörner, Jens	Deutschland Radio	DLF
22. Willoughby, Ele	Magnetotellurik	
23. NN	Magnetotellurik	
24. NN	Magnetotellurik	

**Fahrtabschnitt / Leg M66/4b**  
**Teilnehmer/ Participants METEOR 66**

	Guayaquil - Talchahuano
1. Kopf, Achim	UNI-BREMEN
2. Stegmann, Silvia	UNI-BREMEN
3. Diaz-Naveas, Juan	UNIVERSIDAD CATOLICA DE VALPARAISO

## Fahrtabschnitt / Leg M66/1

### Besatzung / Crew FS "Meteor"

Las Palmas -Curacao

<b>Dienstgrad / Rank</b>	<b>Name, Vorname / Name, first name</b>
Kapitän / Master	Jakobi, Niels
I. Offizier / Ch. Mate	Baschek, Walter
I. Offizier / 1st Mate	Klimeck, Uwe-Klaus
NWO / ONW	Diecks, Haye
Schiffsarzt / Surgeon	Walther, Anke
I. Ingenieur / Ch. Engineer	Neumann, Peter
II. Ingenieur / 2nd Engineer	Beyer, Helge
II. Ingenieur / 2nd Engineer	Thiede, Olaf
Elektriker / Electrician	Gajewski, Friedhelm
Ltd. Elektroniker / Ch. Electron.	Wentzel, Heinz
Elektroniker / Electron. Eng.	Walter, Jörg
System-Manager / Sys.-Man.	Pfeiffer, Katja
Decksschlosser / Fitter	Sosnowski, Werner
Motorenwärter / Motorman	Riedler, Heinrich
Motorenwärter / Motorman	Rademacher, Hermann
Motorenwärter / Motorman	Lange, Gerhard
Motorenwärter / Motorman	Brilke, Christoph
Koch / Ch. Cook	Grün, Franz
Kochsmaat / 2nd Cook	Braatz, Wilhelm
I. Steward / Ch. Steward	Both, Michael
II. Steward / 2nd Steward	Müller, Sylvia
II. Steward / 2nd Steward	Hischke, Peggy
II. Steward / 2nd Steward	Klafack, Ronald
Wäscher / Laundryman	Hu, Guo Yong
Bootsmann / Boatswain	Lohmüller, Karl-Heinz
Matrose / A.B.	Drakopoulos, Evgenios
Matrose / A.B.	Stängl, Günter
Matrose / A.B.	Lübke, Ronald
Matrose / A.B.	Rabenhorst, Kai
Matrose / A.B.	Neitzsch, Bernd
Matrose / A.B.	Ventz, Günter
Matr./A.B. // Apprentice SM	Beesdo, Klaus
Azubi SM / Apprentice SM	

**Fahrtabschnitt / Leg M66/2a**  
**Besatzung / Crew FS "Meteor"**  
 Curacao - Corinto

<b>Dienstgrad / Rank</b>	<b>Name, Vorname / Name, first name</b>
Kapitän / Master	Kull, Martin
I. Offizier / Ch. Mate	Baschek, Walter
I. Offizier / 1st Mate	Behnisch, Holm
NWO / ONW	Diecks, Haye
Schiffsarzt / Surgeon	Walther, Anke
I. Ingenieur / Ch. Engineer	Neumann, Peter
II. Ingenieur / 2nd Engineer	Beyer, Helge
II. Ingenieur / 2nd Engineer	Thiede, Olaf
Elektriker / Electrician	Rieper, Uwe
Ltd. Elektroniker / Ch. Electron.	Wentzel, Heinz
Elektroniker / Electron. Eng.	Walter, Jörg
System-Manager / Sys.-Man.	Pfeiffer, Katja
Decksschlosser / Fitter	Stenzler, Joachim
Motorenwärter / Motorman	Riedler, Heinrich
Motorenwärter / Motorman	Rademacher, Hermann
Motorenwärter / Motorman	Lange, Gerhard
Motorenwärter / Motorman	NN
Koch / Ch. Cook	Grün, Franz
Kochsmaat / 2nd Cook	Braatz, Wilhelm
I. Steward / Ch. Steward	Both, Michael
II. Steward / 2nd Steward	Götze, Rainer
II. Steward / 2nd Steward	Hischke, Peggy
II. Steward / 2nd Steward	Klafack, Ronald
Wäscher / Laundryman	Hu, Guo Yong
Bootsmann / Boatswain	Lohmüller, Karl-Heinz
Matrose / A.B.	Gudera, Manfred
Matrose / A.B.	Stängl, Günter
Matrose / A.B.	Kreft, Norbert
Matrose / A.B.	Rabenhorst, Kai
Matrose / A.B.	Neitzsch, Bernd
Matrose / A.B.	Ventz, Günter
Matr./A.B. // Apprentice SM	Beesdo, Klaus
Azubi SM / Apprentice SM	

**Fahrtabschnitt / Leg M66/2b**  
**Besatzung / Crew FS "Meteor"**  
 Corinto – Caldera

<b>Dienstgrad / Rank</b>	<b>Name, Vorname / Name, first name</b>
Kapitän / Master	Kull, Martin
I. Offizier / Ch. Mate	Baschek, Walter
I. Offizier / 1st Mate	Behnisch, Holm
NWO / ONW	Diecks, Haye
Schiffsarzt / Surgeon	Walther, Anke
I. Ingenieur / Ch. Engineer	Neumann, Peter
II. Ingenieur / 2nd Engineer	Beyer, Helge
II. Ingenieur / 2nd Engineer	Thiede, Olaf
Elektriker / Electrician	Rieper, Uwe
Ltd. Elektroniker / Ch. Electron.	Wentzel, Heinz
Elektroniker / Electron. Eng.	Walter, Jörg
System-Manager / Sys.-Man.	Pfeiffer, Katja
Decksschlosser / Fitter	Stenzler, Joachim
Motorenwärter / Motorman	Riedler, Heinrich
Motorenwärter / Motorman	Rademacher, Hermann
Motorenwärter / Motorman	Lange, Gerhard
Motorenwärter / Motorman	NN
Koch / Ch. Cook	Grün, Franz
Kochsmaat / 2nd Cook	Braatz, Wilhelm
I. Steward / Ch. Steward	Both, Michael
II. Steward / 2nd Steward	Götze, Rainer
II. Steward / 2nd Steward	Hischke, Peggy
II. Steward / 2nd Steward	Klafack, Ronald
Wäscher / Laundryman	Hu, Guo Yong
Bootsmann / Boatswain	Lohmüller, Karl-Heinz
Matrose / A.B.	Gudera, Manfred
Matrose / A.B.	Stängl, Günter
Matrose / A.B.	Kreft, Norbert
Matrose / A.B.	Rabenhorst, Kai
Matrose / A.B.	Neitzsch, Bernd
Matrose / A.B.	Ventz, Günter
Matr./A.B. // Apprentice SM	Beesdo, Klaus
Azubi SM / Apprentice SM	

**Fahrtabschnitt / Leg M66/3a**  
**Besatzung / Crew FS "Meteor"**  
 Caldera – Caldera

<b>Dienstgrad / Rank</b>	<b>Name, Vorname / Name, first name</b>
Kapitän / Master	Kull, Martin
I. Offizier / Ch. Mate	Kowitz, Torsten
I. Offizier / 1st Mate	Behnisch, Holm
NWO / ONW	Klimeck, Uwe-Klaus
Schiffsarzt / Surgeon	NN
I. Ingenieur / Ch. Engineer	Neumann, Peter
II. Ingenieur / 2nd Engineer	Beyer, Helge
II. Ingenieur / 2nd Engineer	Thiede, Olaf
Elektriker / Electrician	Rieper, Uwe
Ltd. Elektroniker / Ch. Electron.	Wentzel, Heinz
Elektroniker / Electron. Eng.	Kuschka, Gernot
System-Manager / Sys.-Man.	Pfeiffer, Katja
Decksschlosser / Fitter	Stenzler, Joachim
Motorenwärter / Motorman	Riedler, Heinrich
Motorenwärter / Motorman	Szych, Uwe
Motorenwärter / Motorman	Lange, Gerhard
Motorenwärter / Motorman	Sosnowski, Werner
Koch / Ch. Cook	Hermann, Klaus
Kochsmaat / 2nd Cook	Pytlik, Franciszek
I. Steward / Ch. Steward	Both, Michael
II. Steward / 2nd Steward	Götze, Rainer
II. Steward / 2nd Steward	Eller, Peter
II. Steward / 2nd Steward	Hoppe, Jan
Wäscher / Laundryman	Hu, Guo Yong
Bootsmann / Boatswain	Lohmüller, Karl-Heinz
Matrose / A.B.	Gudera, Manfred
Matrose / A.B.	Stängl, Günter
Matrose / A.B.	Kreft, Norbert
Matrose / A.B.	Rabenhorst, Kai
Matrose / A.B.	Drakopoulos, Evgenios
Matrose / A.B.	NN
Matr./A.B. // Apprentice SM	NN
Azubi SM / Apprentice SM	



**Fahrtabschnitt / Leg M66/3b**  
**Besatzung / Crew FS "Meteor"**

Caldera – Corinto

<b>Dienstgrad / Rank</b>	<b>Name, Vorname / Name, first name</b>
Kapitän / Master	Jakobi, Niels
I. Offizier / Ch. Mate	Kowitz, Torsten
I. Offizier / 1st Mate	Behnisch, Holm
NWO / ONW	Klimeck, Uwe-Klaus
Schiffsarzt / Surgeon	NN
I. Ingenieur / Ch. Engineer	Hartig, Volker
II. Ingenieur / 2nd Engineer	Schade, Uwe
II. Ingenieur / 2nd Engineer	NN
Elektriker / Electrician	Rieper, Uwe
Ltd. Elektroniker / Ch. Electron.	Meyer, Helmuth
Elektroniker / Electron. Eng.	Kuschka, Gernot
System-Manager / Sys.-Man.	NN
Decksschlosser / Fitter	Stenzler, Joachim
Motorenwärter / Motorman	Riedler, Heinrich
Motorenwärter / Motorman	Szych, Uwe
Motorenwärter / Motorman	Lange, Gerhard
Motorenwärter / Motorman	Sosnowski, Werner
Koch / Ch. Cook	Hermann, Klaus
Kochsmaat / 2nd Cook	Pytlik, Franciszek
I. Steward / Ch. Steward	Both, Michael
II. Steward / 2nd Steward	Götze, Rainer
II. Steward / 2nd Steward	Eller, Peter
II. Steward / 2nd Steward	Hoppe, Jan
Wäscher / Laundryman	Hu, Guo Yong
Bootsmann / Boatswain	Lohmüller, Karl-Heinz
Matrose / A.B.	Gudera, Manfred
Matrose / A.B.	NN
Matrose / A.B.	Kreft, Norbert
Matrose / A.B.	NN
Matrose / A.B.	Drakopoulos, Evgenios
Matrose / A.B.	NN
Matr./A.B. // Apprentice SM	NN
Azubi SM / Apprentice SM	

**Fahrtabschnitt / Leg M66/4a/4b****Besatzung / Crew FS "Meteor"**

Corinto – Talchahuano

<b>Dienstgrad / Rank</b>	<b>Name, Vorname / Name, first name</b>
Kapitän / Master	Jakobi, Niels
I. Offizier / Ch. Mate	Kowitz, Torsten
I. Offizier / 1st Mate	Behnisch, Holm
NWO / ONW	Klimeck, Uwe-Klaus
Schiffsarzt / Surgeon	NN
I. Ingenieur / Ch. Engineer	Hartig, Volker
II. Ingenieur / 2nd Engineer	Schade, Uwe
II. Ingenieur / 2nd Engineer	NN
Elektriker / Electrician	Rieper, Uwe
Ltd. Elektroniker / Ch. Electron.	Meyer, Helmuth
Elektroniker / Electron. Eng.	Kuschka, Gernot
System-Manager / Sys.-Man.	NN
Decksschlosser / Fitter	Stenzler, Joachim
Motorenwärter / Motorman	Riedler, Heinrich
Motorenwärter / Motorman	Szych, Uwe
Motorenwärter / Motorman	Lange, Gerhard
Motorenwärter / Motorman	Sosnowski, Werner
Koch / Ch. Cook	Hermann, Klaus
Kochsmaat / 2nd Cook	Pytlik, Franciszek
I. Steward / Ch. Steward	Both, Michael
II. Steward / 2nd Steward	Götze, Rainer
II. Steward / 2nd Steward	Eller, Peter
II. Steward / 2nd Steward	Hoppe, Jan
Wäscher / Laundryman	Hu, Guo Yong
Bootsmann / Boatswain	Lohmüller, Karl-Heinz
Matrose / A.B.	Gudera, Manfred
Matrose / A.B.	NN
Matrose / A.B.	Kreft, Norbert
Matrose / A.B.	NN
Matrose / A.B.	Drakopoulos, Evgenios
Matrose / A.B.	NN
Matr./A.B. // Apprentice SM	NN
Azubi SM / Apprentice SM	

## Das Forschungsschiff METEOR / *Research Vessel METEOR*

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

FS METEOR ist Eigentum der Bundesrepublik Deutschland, vertreten durch den Bundesminister für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (BMBF), der auch den Bau des Schiffes finanziert hat. Das Schiff wird als "Hilfseinrichtung der Forschung" von der deutschen Forschungsgemeinschaft betrieben. Dabei wird sie von einem Beirat unterstützt.

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.

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

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 Reiders, der RF Reedereigemeinschaft Forschungsschiffahrt GmbH.

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

*The vessel is owned by the Federal Republic of Germany represented by the Ministry of Education, Sciences, Research, and Technology (BMBF), which also financed the construction of the vessel. 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.*

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

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

*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"*



**METEOR Research Vessel  
Cruise No. 66 (2005)**

**SUBFLUX**

Editor:

Institut für Meereskunde der Universität Hamburg  
Leitstelle METEOR

<http://www.ifm.uni-hamburg.de/leitstelle>

funded by:

Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)  
Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (BMBF)

ISSN: 0935-9974