

**Forschungsschiff**

# SONNE

Reise Nr. SO240 - SO241

04. 05. 2015 – 24. 07. 2015



**FLUM:**

**Fluidfluss und Manganknollen im äquatorialen Ostpazifik**

**MAKS**

**Magmatisch-induzierter Kohlenstoffaustritt aus marinen Sedimenten als  
Klimaeinfluss - Guaymas Becken,  
Golf von Kalifornien**

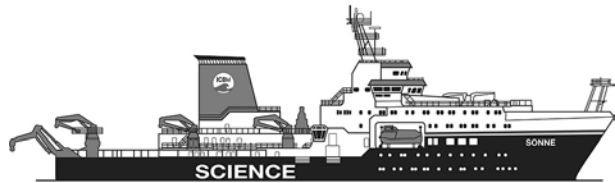
Herausgeber:

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

Gefördert durch :

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

ISSN 2364-3692



**Forschungsschiff / *Research Vessel***

# **SONNE**

**Reise Nr. SO240 – SO241/ *Cruise No.SO240 – SO241***

**04. 05. 2015 – 24. 07. 2015**



## **FLUM:**

**FLUIdfluss und Manganknollen im äquatorialen Ostpazifik /  
FLUId fluxes and Mn nodules in the equatorial eastern Pacific**

## **MAKS**

**Magmatism--induced carbon escape from marine sediments as a climate driver --  
Guaymas Basin, Gulf of California**

*Herausgeber / Editor:*

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

*Gefördert durch / Sponsored by:*

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

ISSN 2364-3692

## **Anschriften / *Addresses***

### **Dr. Thomas Kuhn**

Bundesanstalt für Geowissenschaften  
und Rohstoffe (BGR)  
Stilleweg 2  
30655 Hannover

Telefon: +49 511 643 3780  
Telefax: +49-(0)511-643 3663  
e-mail: [thomas.kuhn@bgr.de](mailto:thomas.kuhn@bgr.de)  
<http://www.bgr.bund.de>

### **Prof. Dr. Christian Berndt**

Dynamics of the Oceanfloor  
GEOMAR  
Helmholtz Centre for Ocean Research Kiel  
Wischhofstrasse 1-3  
D-24148 Kiel

Telefon: +49-431-600-2273  
Telefax: +49-431-600-2922  
e-mail: [cberndt@geomar.de](mailto:cberndt@geomar.de)  
<http://www.geomar.de/en/>

### **Leitstelle Deutsche Forschungsschiffe**

Institut für Meereskunde  
Universität Hamburg  
Bundesstraße 53  
D-20146 Hamburg

Telefon: +49-40-428-38-3640  
Telefax: +49-40-428-38-4644  
e-mail: [leitstelle@ifm.uni-hamburg.de](mailto:leitstelle@ifm.uni-hamburg.de)  
<http://www.ldf.uni-hamburg.de>

### **Reederei**

Briese Schifffahrts GmbH & Co. KG  
Abt. Forschungsschifffahrt  
Hafenstrasse 12  
26789 Leer

Telefon: +49 491 92520 160  
Telefax +49 491 92520 169  
e-mail: [research@briese.de](mailto:research@briese.de)

### **Projektträger Jülich**

Schweriner Str. 44  
18069 Rostock

Telefon: +49 381 20356 280  
Telefax +49 381 20356 499  
e-mail: [ptj-mgs@fz-juelich.de](mailto:ptj-mgs@fz-juelich.de)  
[www.ptj.de](http://www.ptj.de)

## Forschungsschiff SONNE/ *Research Vessel SONNE*

| <b>Ship / Crew</b>  | <b>Scientists</b>  |
|---|--|
| <b>Vessel's general email address</b>   | <b>Scientific general email address</b>  |
| <a href="mailto:sonne@sonne.briese-research.de">sonne@sonne.briese-research.de</a>  | <a href="mailto:chiefscientist@sonne.briese-research.de">chiefscientist@sonne.briese-research.de</a> |
| <b>Crew's direct email address<br/>(duty &amp; private)</b>   | <b>Scientific direct email address<br/>(duty &amp; private)</b>                                      |
| <a href="mailto:n.name@sonne.briese-research.de">n.name@sonne.briese-research.de</a>  | <a href="mailto:n.name@sonne.briese-research.de">n.name@sonne.briese-research.de</a>                 |
| <p>Each cruise participant will receive an e-mail address composed of the first letter of his first name and the full last name.</p> <p>Günther Tietjen, for example, will receive the address:</p> <p style="padding-left: 40px;">→ <b>g.tietjen@sonne.briese-research.de</b> for official (duty) and private correspondence</p> <p>notation on VSAT service availability will be done by ship's management team / system operator</p> |  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Data exchange ship/shore : on VSAT continuously / none VSAT every 4 hours:<br/>08:00/12:00/16:00/20:00</li> <li>➤ Maximum attachment size: on VSAT no limits / none VSAT 50 kB, extendable on request</li> <li>➤ The system operator on board is responsible for the administration of all email addresses</li> </ul>  |  |
| <b>Phone/Fax Bridge<br/>(Fleet Broadband)</b>   |  |
| Fax: +870 783 254 746   |  |
| Phone: +870 773 238 117   |  |
| <b>Phone Bridge<br/>(VSAT)</b>  |  |
| +44 203 6950710   |  |

**SONNE Reisen Nr. SO240 – SO241**  
**SONNE Cruises No. SO240 – SO241**

**04.05.2015 – 24.07.2015**

**FLUM:**

**FLUIdfluss und Manganknollen im äquatorialen Ostpazifik /  
FLUId fluxes and Mn nodules in the equatorial eastern Pacific**

**MAKS**

**Magmatisch-induzierter Kohlenstoffaustritt aus marinen Sedimenten als  
Klimaeinfluss - Guaymas Becken, Golf von Kalifornien  
(Magmatism--induced carbon escape from marine sediments as a  
climate driver -- Guaymas Basin, Gulf of California**

**Fahrt / Cruise SO240**

04.05.2015 – 15.06.2015

Von/From Manzanillo(Mexiko) – Nach / To  
Manzanillo (Mexiko)

Fahrtleiter / *Chief Scientist*:

Dr. Thomas Kuhn

**Fahrt / Cruise SO241**

19.06.2015 – 24.07.2015

Von/From Manzanillo (Mexiko) – Nach / To Guayaquil  
(Ecuador)

Fahrtleiter / *Chief Scientist*:

Prof. Dr. Christian Berndt

**Koordination / *Coordination*** Leitstelle Deutsche Forschungsschiffe

**Kapitän / *Master* SONNE**

SO240 – SO241: Lutz Mallon



Abb. 1 Geplante Fahrtrouten und Arbeitsgebiete der SONNE Expeditionen SO240 – SO241.  
*Fig. 1 Planned cruise tracks and working areas of SONNE cruises SO240- SO241.*

# Wissenschaftliches Programm der SONNE Reisen Nr. SO240 – SO241

## *Scientific Programme of SONNE Cruises No. SO240 – SO241*

### Übersicht

#### Fahrt SO240

An Ausbissen durchlässiger (permeabler) basaltischer Kruste zwischen undurchlässigen (impermeablen) pelagischen Sedimenten kann Meerwasser in den Meeresboden eindringen, in der basaltischen Kruste zirkulieren und an anderen Stellen, chemisch verändert und erwärmt, wieder austreten. Auf diese Weise werden der ozeanischen Lithosphäre signifikante Wärmemengen entzogen. Hinweise auf einen Eintrittsbereich von Meerwasser in den permeablen Basalt wurden am Fuß einer der zahlreichen untermeerischen Berge (sog. Seamounts) im Arbeitsgebiet im äquatorialen Ostpazifik durch Voruntersuchungen bereits gefunden. Perlschnurartig aufgereihte kleine Becken, wie sie für fossile Meerwasser-Austritte typisch sind, treten ebenfalls auf.

Es ist das Ziel des Projektes, die Lokationen von Meerwasser-Ein- und -Austrittsstellen mittels Wärmestrommessungen zu ermitteln und durch Porenwasseranalysen zu untersuchen. Im Umfeld von Fluidintrittsstellen kommt es zu einer nach oben gerichteten Sauerstoffdiffusion in die überlagernden Sedimente. Die dadurch bedingten oxidischen Verhältnisse beeinflussen die biogeochemischen Prozesse in den Sedimenten und das Elementinventar von Manganknollen. Die Erfassung dieser Prozesse und deren Reichweite um die Eintrittsstellen ist eine weitere Aufgabe des Projektes. An vermuteten Fluidaustrittsstellen soll untersucht werden, ob Fluidzirkulation durch 21 Mio. Jahre alte Kruste Metalle mobilisieren kann, und ob dies einen Einfluss auf Metallflussraten in Sedimenten und Manganknollen hat.

#### Fahrt SO241

In der geologischen Vergangenheit kam es immer wieder zum Austritt großer Mengen Kohlenstoffes aus dem Erdsystem in die Atmosphäre. So hat zum Beispiel der Austritt von etwa 2000 Gt Kohlenstoff während

### Synopsis

#### *Cruise SO240*

*Hydrothermal fluids can withdraw significant amounts of heat from the oceanic lithosphere by lateral fluid flow through permeable basaltic crust of an age of up to 65 Ma. Basement outcrops in-between impermeable pelagic sediments permit seawater recharge and discharge of altered and slightly heated seawater. A recharge site has been detected on the flank of one of the numerous seamounts in the working area in the equatorial E-Pacific during earlier investigations. Moreover, successions of small basins typical for "hydrothermal pits" occur which could be interpreted as fossil discharge sites.*

*The objective of this project will be to investigate the regional pattern of seawater circulation within the basaltic seafloor based on heat flow measurements and pore-water geochemistry. Recharge of oxic seawater causes upward oxygen diffusion into the sediments overlying the permeable basalt in areas proximal to the recharge sites (seamounts). The prolonged oxygen exposure time is suggested to have a strong impact on biogeochemical processes in the sediments and the element inventory of Mn nodules. The quantitative investigation of such processes and element enrichments and their range of influence around recharge sites is thus the second objective of this project. An additional goal will be to investigate whether fluid circulation through 21 Million years old crust can mobilise metals and affect metal flux rates into sediments and nodules at possible discharge sites.*

#### *Cruise SO241*

*During the geological past there were episodes of significant carbon injection from the geosphere into the atmosphere. One ex-*

des Paleozän-Eozän-Thermischen Maximums (PETM) dazu geführt, dass sich das globale Klima um etwa 8 Grad Celsius im Laufe von wenigen zehntausend Jahren erwärmt hat. Um robuste Modelle für die weitere Entwicklung des Erdklimas zu erstellen, ist es von grundlegender Bedeutung herauszufinden, welche Prozesse diesen Kohlenstoffaustritt hervorgerufen haben und ob so ein Kohlenstoffaustritt womöglich durch anthropogene Einflüsse auf das Klima ausgelöst werden kann. Bisher besteht große Unsicherheit, welche geologischen Prozesse den Kohlenstoffaustritt hervorgerufen haben könnten. Die beiden wahrscheinlichsten Hypothesen, die zur Zeit diskutiert werden, sind Gashydratauflösung und Kontaktmetamorphose von marinen Sedimenten während des Eindringens magmatischer Ganggesteine. Wir schlagen vor, die zweite dieser Hypothese zu testen. Hierzu werden wir mit dem Forschungsschiff Sonne während einer 31-tägigen Reise die weltweit einzige bekannte Gegend untersuchen, in der magmatische Ganggesteine in Riftsedimente eindringen, die reich an organischem Material sind. Dies ist im Guaymas Becken im Golf von Kalifornien der Fall. Wir werden die hier auftretenden Gänge dreidimensional kartieren, um ihre Größe und Mächtigkeit zu bestimmen und zu analysieren, wie der Kohlenstoff zum Meeresboden gelangt. Ferner wollen wir geochemisch untersuchen, wieviel Kohlenstoff in Abhängigkeit vom Ganggesteinsvolumen austritt. Hinzukommend wollen wir abschätzen, wie lange der Kohlenstoff hier schon austritt und inwieweit, z.B. aufgrund von Hydrothermalsystemen, sich das Guaymas Becken als analog für den Nordostatlantik zur Zeit des Paleozän-Eozän-Thermischen Maximums eignet. Die Arbeiten sind in die zweite Phase des Ozean der Zukunft Exzellenzclusters eingebunden werden und werden in Zusammenarbeit mit drei internationalen Partnern durchgeführt. Über die Grundlagenforschungs-Aspekte hinaus erwarten wir uns einen weitreichenden Erkenntnisgewinn, welche Folgen das Eindringen magmatischer Gänge auf das Petroleumpotential von Sedimentbecken hat.

*ample is the Paleocene Eocene Thermal Maximum (PETM) – a time when an injection of approximately 2000 Gt of carbon into the atmosphere warmed global climate by up to 8 degree C on a global average. Modeling suggests that this carbon injection must have been quite short-lived, i.e. a few tens of thousands of years, in order to create the atmospheric signal. To improve future climate models it is tantamount to decipher which geological processes have caused the large-scale carbon injection, and whether such processes may be triggered by human action. Unfortunately, this is not clear so far. The two most likely hypotheses for the PETM are gas hydrate dissociation and carbon release due to contact metamorphosis around igneous intrusions into marine sediments predominantly when large igneous provinces get emplaced during continental break-up. We will test this second hypothesis by conducting a research expedition on RV Sonne during a 31-day cruise to the Guaymas Basin in the Gulf of California which is the only known place in the world in which magmatic intrusions presently intrude into organic rich marine sediments. We propose to map the magmatic intrusions in three dimensions to determine their thickness and extent and to determine how carbon is transported to the seabed. In addition we plan to carry out a geochemical sampling programme in order to determine how much carbon is released with respect to intrusion volume. We will also constrain for how long carbon has been released and to what extent the Guaymas Basin can serve as an analogue for the North Atlantic Volcanic Province during the Paleocene Eocene Thermal Maximum. The proposed work will be carried out in close collaboration with the second phase of the Future Ocean cluster of excellence and with international partners. In addition to an advancement of our understanding of break-up volcanism's role for climate change we expect that the results will elucidate the role of sill intrusions for the petroleum potential of intruded sedimentary basins.*



## **Fahrt / Cruise SO240**

### **Von/From Manzanillo /– Nach/To Manzanillo**

#### **Wissenschaftliches Programm**

Die folgenden wissenschaftlichen Fragestellungen stehen im Mittelpunkt des Projektes:

#### **1. Wie ist das Zirkulationsregime in der basaltischen Kruste im Arbeitsgebiet ausgebildet?**

Eines der wichtigsten Ziele der Forschungsfahrt ist das Auffinden und Vermessen von Meerwasser-Eintrittsstellen und –Austrittsstellen im Arbeitsgebiet in ca. 4200 m Wassertiefe. Diese Aufgabe wird mittels systematischen Wärmestrommessungen realisiert. Dabei sollen nicht nur die Ein- und Austrittsgebiete lokalisiert werden, sondern auch deren laterale Einflussweite. Einkanalseismik dient der Messung der Sedimentdicke, um den regionalen Wärmestrom berechnen zu können.

Basierend auf den Ergebnissen der geophysikalischen Arbeiten sollen die Lokationen für die Sediment-, Porenwasser- und Manganknollenprobenahme festgelegt werden.

#### **2. Welchen Einfluss hat die Fluidzirkulation auf die Elementmobilität und die (bio)geo-chemischen Prozesse in den Sedimenten?**

In der Umgebung von Eintrittsstellen des oxischen Meerwassers in die basaltische Kruste diffundiert Sauerstoff aus den Basalten in die unmittelbar darüber liegenden Sedimente. Dies führt zu oxischen Bedingungen in den Sedimenten und im Porenwasser, was wiederum die mikrobielle Aktivität, den Erhalt von organischem Material und die Mobilität von Elementen (Mn, Cd, Cu, Li, V etc. und Isotopensysteme von Sr, Li, O, H) in einem ansonsten sauerstoffarmen bis –freien Milieu beeinflusst.

An den Austrittsstellen des dann erwärmten und chemisch veränderten Meerwassers sollte das Porenwasser in den Sedimenten sowie die Sedimentzusammensetzung detektierbare Veränderungen aufweisen

#### **Scientific Program**

The scientific objectives of this project are:

#### **1. What is the pattern and size of low-temperature fluid circulation systems in the working area?**

*It will be the task of the project to investigate the circulation pattern in terms of recharge and discharge sites based on systematic heat flow measurements. Single-channel seismics will be used to determine the sediment-basalt interface, a prerequisite to correctly interpret the regional heat flow. Based on the results of the heat flow measurements, the locations of sediment, nodules and pore-water sampling as well as video transects will be chosen. We have selected 4 different working areas (see Figure 2).*

#### **2. What is the impact of fluid circulation on element cycling and (bio)geochemical processes in the sediments overlying the permeable basaltic crust?**

*At recharge sites, oxic, unaltered seawater entrains the basaltic crust on basaltic outcrops. Sediments in the immediate vicinity of a recharge site are subject to upward oxygen diffusion from the sediment-basement interface, inducing oxic conditions throughout the sediments. Increased oxygen content in pore water has implications for the microbial activity as well as the preservation of organic compounds and the mobilisation potential of elements sensitive to microbial turnover rates and redox processes (Mn, Cd, Cu, Li, V, etc. and isotopic systems of Sr, Li, O, H).*

*As the seawater migrates through the basaltic crust, it mines heat from the lithosphere, starts reacting with the basaltic rocks and feeds the microbial community with oxygen*

(z.B. erhöhte Mn, Ca, Ba, B, und Si-Werte). Über die Konzentration und das chemische Verhalten von Spuren- und Ultrapurenelementen in diesen Tiefseemilieus ist so gut wie nichts bekannt. Deren Untersuchung ist ein weiterer Schwerpunkt der biogeochemischen Arbeiten.

Zur Realisierung dieses Programms werden lange Sedimentkerne und Multicorer in Profilen an Meerwasser-Ein- und - Austrittsstellen genommen.

### **3. Welchen Einfluss hat die niedrigthermale Fluidzirkulation auf das Auftreten und die Zusammensetzung von Manganknollen?**

Manganknollen bestehen aus Einzellagen, die wechselseitig aus oxischem Porenwasser und bodennahem Meerwasser oder aus suboxischem Porenwasser entstehen. Länger andauernde oxische Bedingungen, wie sie an Meerwasser-Eintrittsstellen vorherrschen, können zur Anreicherung von Eisen, Kobalt, Zirkon, Tellur und den Seltenen Erden in den Knollen führen. Abgesehen von der ökonomischer Bedeutung dieser Metalle, sind deren geochemische An- und Abreicherungsprozesse unter andauernden oxischen Bedingungen im sedimentären Milieu der Tiefsee noch weitgehend unerforscht.

Der Einfluss der Seamounts auf die Manganknollen, sei er bedingt durch die Fluidzirkulation oder durch die Beeinflussung der Hydrography der Wassersäule, soll im Rahmen des Projektes untersucht werden. Dazu werden Kastengreifer in Profilen an den Seamounts genommen und dazugehörige Videotransekte gefahren.

### **4. Wie breitet sich Sedimenttrübe im Rahmen eines Manganknollenbergbaus aus?**

Am Ende der Expedition SO-240 werden vier Tage der Bergung von Landern und Strömungsmessketten gewidmet. Die Lander wurden zu Beginn der SO-239 ausgesetzt und die Bergung am Ende der SO-240 dient

*and nutrients. Pore-waters at discharge sites should have detectable differences in composition compared to seawater (e.g. elevated Mn, Ca, Ba, B, Si) and detectable sedimentary precipitates (e.g. Mn oxides).*

*Nothing is known about the mobility of trace and ultra-trace metals in such fluid circulation systems. This will be one focus of biogeochemical work.*

*Based on this reasoning, we plan to take long sediment cores and multicorers along transects on the flanks of the seamount recharge and discharge sites.*

### **3. What is the potential influence of fluid circulation on the occurrence and composition of manganese nodules?**

*Manganese nodules consist of a succession of single layers which alternately form either from oxic pore- and seawater or from suboxic pore-water. Prolonged oxic conditions at recharge sites may lead to the enrichment of iron, cobalt, zirconium, tellurium, lead, and rare earth elements. Apart from the economic importance of these metals, the formation and enrichment processes under prolonged oxic pore-water conditions in a sedimentary environment are still poorly known.*

*We will investigate the influence of seamounts be it from low-temperature hydrothermal fluid flow or from the change of the hydrography around large seamounts on the occurrence and composition of Mn nodules. We will use box core sampling and video mapping of the seafloor to realise this task.*

### **4. What will be the sediment plume dilution and dispersion during a Mn nodule mining?**

At the end of SO-240 four days will be dedicated to the recovery of bottom landers and four near-bottom current moorings. The landers were deployed at the beginning of SO-239 and the recovery at the end of SO-

der Sammlung einer etwas längeren Zeitreihe (ca. 10 Wochen). Vier Strömungsmessketten wurden in 2014 von der BGR ausgesetzt und sollen im Rahmen dieser Fahrt geborgen, die Daten ausgelesen, die Geräte gewartet und wieder ausgesetzt werden. Diese Arbeiten erfolgen im Rahmen des europäischen Verbundprojektes Joint Program Initiative Oceans (JPI-O) in einem möglichen zukünftigen Abbaugbiet für Manganknollen (siehe Abb. 2).

240 should provide longer time-series measurements (ca. 10 weeks). The four current moorings were deployed in 2014 by the BGR and will be recovered during this cruise, data will be downloaded, the moorings will be maintained and re-deployed at the same positions. This work is part of the European Joint Initiative Program Oceans (JPI-O) in a possible future Mn nodule mining area (Fig. 2).

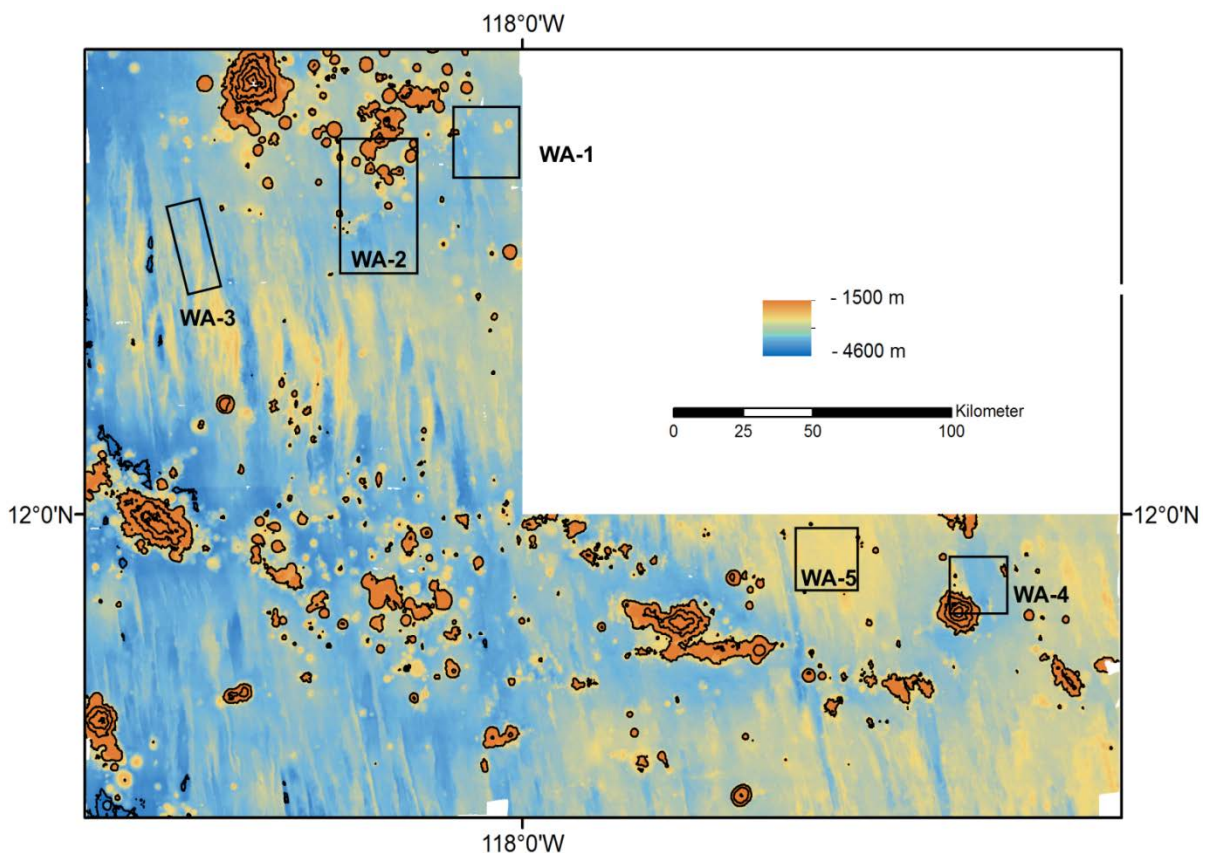


Abb. 2: Arbeitsgebiete der SO-240. Das wissenschaftliche Programm der SO-240 fokussiert auf die Arbeitsgebiete WA 1 bis WA-4. In WA-5 werden die Lander und Strömungsmessketten im Rahmen des JPI-O geborgen. Bathymetrie aus Rühlemann et al. (2011).

Fig. 2: Working areas of SO-240. The scientific program of SO-240 will be realized in WA1 – WA 4, in working area 5 the landers and moorings will be recovered as part of JPI-O. Bathymetric map from Rühlemann et al. (2011).

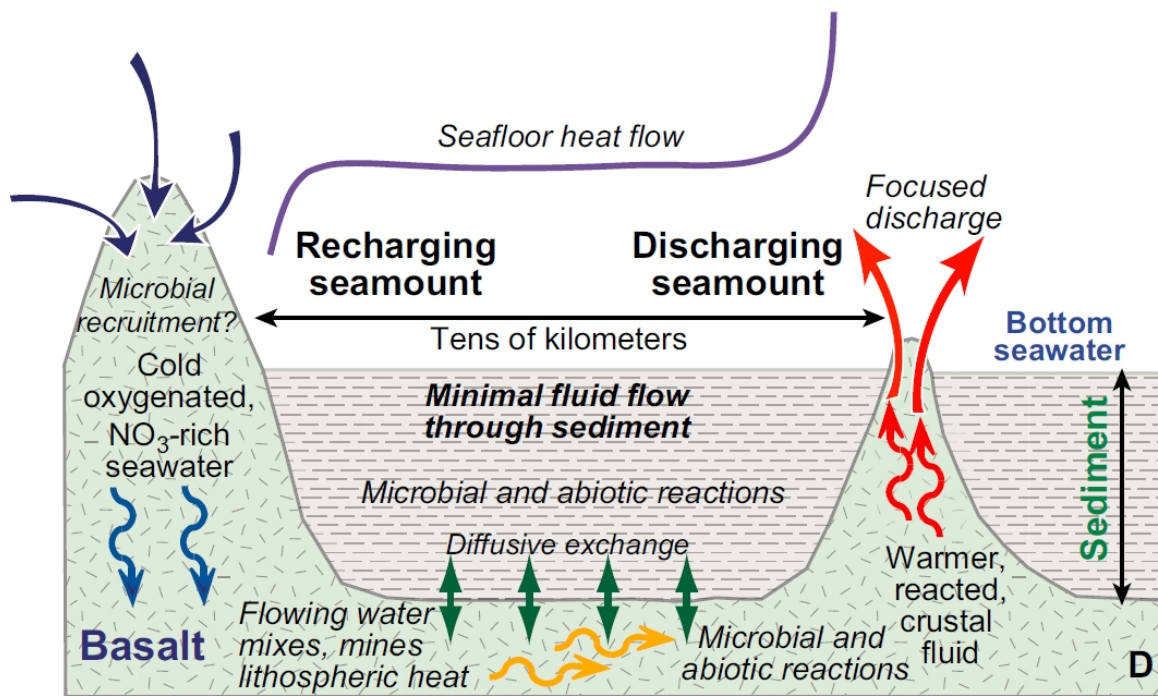


Abb. 3: Skizze zur Darstellung des Fluidflusses durch die permeable basaltische Kruste unterhalb der impermeablen Sedimente. Seamounts durchstoßen die Sedimentdecke am Meeresboden und stellen so eine hydraulische Verbindung der permeablen Kruste zum Meerwasser her. Meerwasser kann dadurch in die basaltische Kruste eindringen, dort zirkulieren und an anderer Stelle wieder austreten (nach Fisher & Wheat, 2010).

Fig. 3: Sketch illustrating fluid circulation through permeable basaltic basement between seamounts acting as recharge and discharge sites. Seawater can move laterally through the basement, thus by-passing the sediment cover, mining lithospheric heat, and leading to biotic and abiotic reactions with the basaltic crust. Recharge and discharge sites can be several tens of kilometers apart. Figure from Fisher & Wheat (2010).

### Arbeitsprogramm

Während der SO-240 werden vier Arbeitsgebiete (WA 1-4, Abb. 2) angefahren, die unterschiedliche Seamountkonfigurationen oder Basaltausbisse darstellen. In jedem Arbeitsgebiet wird zunächst eine hochauflösende bathymetrische Kartierung (mittels Fächerecholot EM 122) durchgeführt, bei der auch die Sedimentstrukturen mittels Parasound aufgenommen werden. Anschließend werden wir in jedem Arbeitsgebiet entlang mehrerer Profile die Sediment-Basalt-Grenze und interne Sedimentstrukturen mittels Einkanalseismik untersuchen. Dazu wird eine ca. 100 m lange Streamerkette für die Signalaufzeichnung und eine einfache sog. „air-gun“ (Luftdruck) als seismische Quelle genutzt. Schließlich werden in jedem Arbeitsgebiet mehrere Profile mittels Wärmestromsonde über die Flanken und in der Umgebung der Seamounts gefahren. Auf der Basis der Ergebnisse der geophysikalischen Arbeiten werden die Lokati-

### Work Program

Four different working areas will be investigated during SO-240 (WA 1-4, Fig. 2), each of them represent different seamount configurations or basaltic outcrops on the seafloor. We will start with bathymetric mapping together with the sediment echosounder Parasound in each area (with the swath echosounding system EM 122). This mapping will be followed by single-channel seismics to investigate the sediment-basalt interface as well as internal sediment structures. A 100m streamer chain for signal detection and a simple GI airgun as seismic source will be used. The third step will be the deployment of a 5 m long heat flow lance which will be run in profiles over the slopes and in the surroundings of the seamounts. Heat flow measurement points will be 1 km apart from each other along the profiles. Based on the results of the geophysical work the locations of the porewater, sediment and Mn nodule sampling will be set. In principle

onen für die Sediment-, Porenwasser- und Manganknollenprobenahme festgelegt. Die Beprobung soll prinzipiell den Wärmetromprofilen folgen. Optische Kartierungen des Meeresbodens mittels Videoschlitten sowie die bodennahe Wasserprobenahme mit in den Schlitten integrierten Niskin-Flaschen runden die Stationsarbeiten ab.

Am Ende der SO-240 werden 2 Lander und eine 400m lange Thermistorkette im WA-5 gewonnen (Abb. 2). Des Weiteren werden dort verankerte Strömungsmessketten geborgen, die Daten ausgelesen, die Geräte gewartet und wieder ausgesetzt. Vier Stationen zur Beprobung der Wassersäule mittels CTD/Rosette im Tow-Yo- und Yo-Yo-Verfahren schließen die Arbeiten der SO-240 ab.

*the sampling will follow the heat flow profiles. Optical seafloor mapping with the video sled and sampling of near-bottom water using Niskin bottles integrated in the sled will complement the station work.*

*At the end of SO-240 two lander systems, a 400m long thermistor chain, and four ADCP moorings in working area 5 will be recovered (Fig. 2). Whereas the lander systems and the thermistor chain will stay onboard, the ADCP data of the moorings will be downloaded, the instruments will be maintained and re-deployed at the same positions. Finally four CTD/Rosette stations in tow-yo and yo-yo style will complete cruise SO-240.*

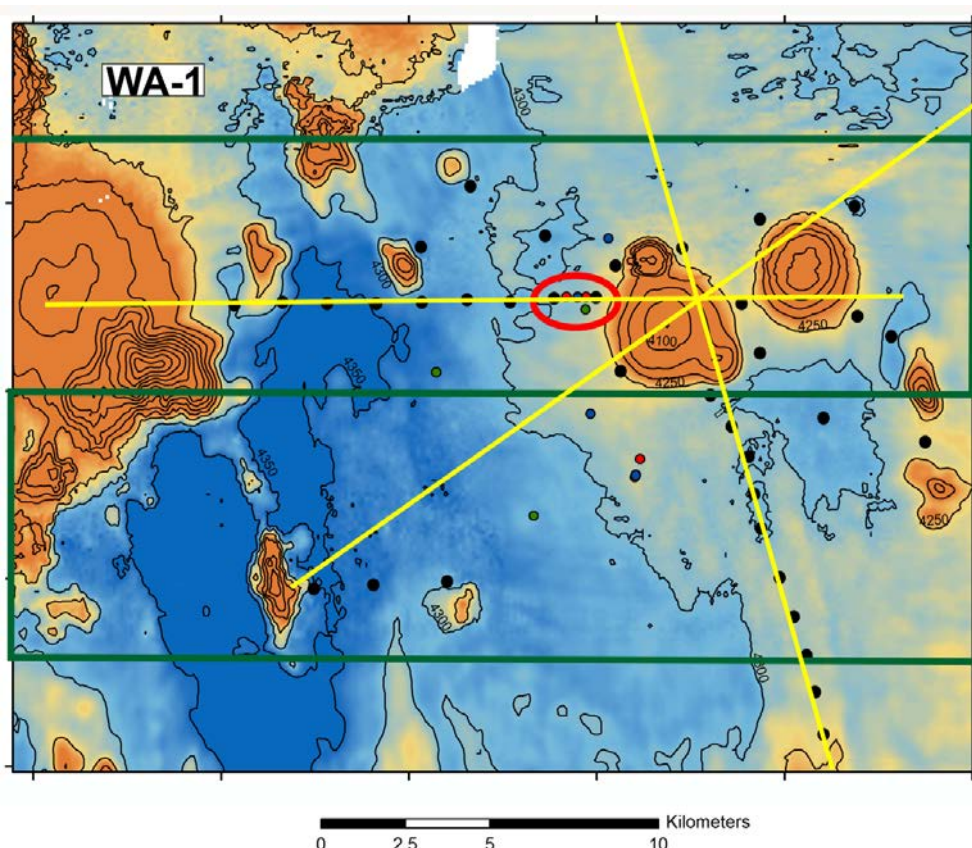


Abb.4: Geplante Stationsarbeiten der SO-240 im Arbeitsgebiet 1 (WA-1): grüne Linien: Bathymetrie mit EM 122; gelbe Linien: Einkanalseismik; schwarze Punkte: Wärmetrommessungen. Farbige Punkte: Sedimentprobenahmestationen früherer Fahrten.

Fig. 4: Planned station work in working area 1 of SO-240: green lines: bathymetry with EM 122; yellow lines: single-channel seismic; black dots: heat flow measurements. Coloured dots: locations of sediment samples from earlier cruises.

**Zeitplan / Schedule**  
**Fahrt / Cruise SO240**

|   | Tage/days |
|---|-----------|
| Auslaufen von Manzanillo (Mexiko) am 04.05.2015<br><i>Departure from Manzanillo (Mexico) 04.05.2015</i> |           |
| Transit zum Arbeitsgebiet / <i>Transit to working area</i>  | 3.5       |
| Arbeitsgebiet 1 / Working Area 1  | ca. 8     |
| Arbeitsgebiet 2 / Working Area 2  | ca. 8     |
| Arbeitsgebiet 3 / Working Area 3  | ca. 7     |
| Arbeitsgebiet 4 / Working Area 4  | ca. 9     |
| Arbeitsgebiet 5 / Working Area 5  | ca. 4     |
| Transit zum Hafen Manzanillo (Mexiko)   | 3,5       |
| Transit to port Manzanillo (Mexico)   | 3,5       |
|   | Total 43  |
| Einlaufen in Manzanillo (Mexiko) am 15.06.2015<br><i>Arrival in Manzanillo (Mexico) 15.06.2015</i>      |           |

## **Fahrt / Cruise SO241** **Von / From Manzanillo – Nach / To Guayaquil**

### **Wissenschaftliches Programm**

Robuste Klimavorhersagen bedürfen der Kenntnis aller Faktoren, die das Klima beeinflussen. Am Ende des Paläozäns gab es eine erstaunlich schnelle Klimaerwärmung, die durch einen Austritt von Kohlenstoff aus dem Erdsystem hervorgerufen wurde. Diese betrug 8 Grad C und wird als Paleocene Eocene Thermal Maximum bezeichnet. In Zeiten eines sich schnell erwärmenden Klimas ist es notwendig herauszufinden, ob die damalige Klimaerwärmung durch geologische Prozesse hervorgerufen wurde, die auch jetzt ausgelöst werden könnten, z.B. Gashydratauflösung, oder ob sie durch unabhängige und nicht von Menschenhand hervorruhbare Einflüsse zustande kam, z.B. durch erhöhten Vulkanismus. Das Guaymas Becken im Golf von Kalifornien ist die einzige Region auf der Welt, in der zur Zeit magmatische Gesteine in größerem Umfang in Sedimentbecken eindringen. Ziel der Reise SO241 ist es herauszufinden, wie viel Kohlenstoff aus dem Guaymas Becken in Folge dieses Vulkanismus entweicht. Hiermit können wir indirekt testen, ob Gashydratauflösung eine ernstzunehmende Gefahr für die zukünftige Klimaentwicklung darstellt. Zusätzlich zu dieser Hauptfrage werden wir Untersuchungen der Biologie und Geochemie dieser außergewöhnlichen Kohlenstoffquellen vornehmen.

### ***Scientific Program***

*Robust climate simulations depend on the incorporation of the full gamut of climate drivers. During the late Paleocene and early Eocene injection of large amounts of carbon from the geosphere into the atmosphere let the global climate heat up faster than ever since. The astounding 8 degree C warming is called the Paleocene Eocene Thermal Maximum (PETM). In a time of fast climate change it is important to determine if Paleocene/Eocene climate change was caused by processes that can be triggered now such as gas hydrate dissociation, or if it was caused by independent geological processes that cannot be triggered by mankind such as volcanism. The Guaymas Basin in the Gulf of California is unique as it is the only place on Earth in which large amounts of magmatic material presently intrude into sedimentary basins. It is the objective of cruise SO241 to determine how much carbon escapes from the Guaymas Basin into the water column in response to this volcanism. Answering this question will allow us to find out if the Paleocene Eocene climate change may have been triggered by volcanism, and indirectly we can infer if other processes such as gas hydrate dissociation must have been active and should be considered for future climate modelling. In addition to this main topic we will investigate the biology and geochemistry of the unusual seep that are caused by the shallow magmatism.*

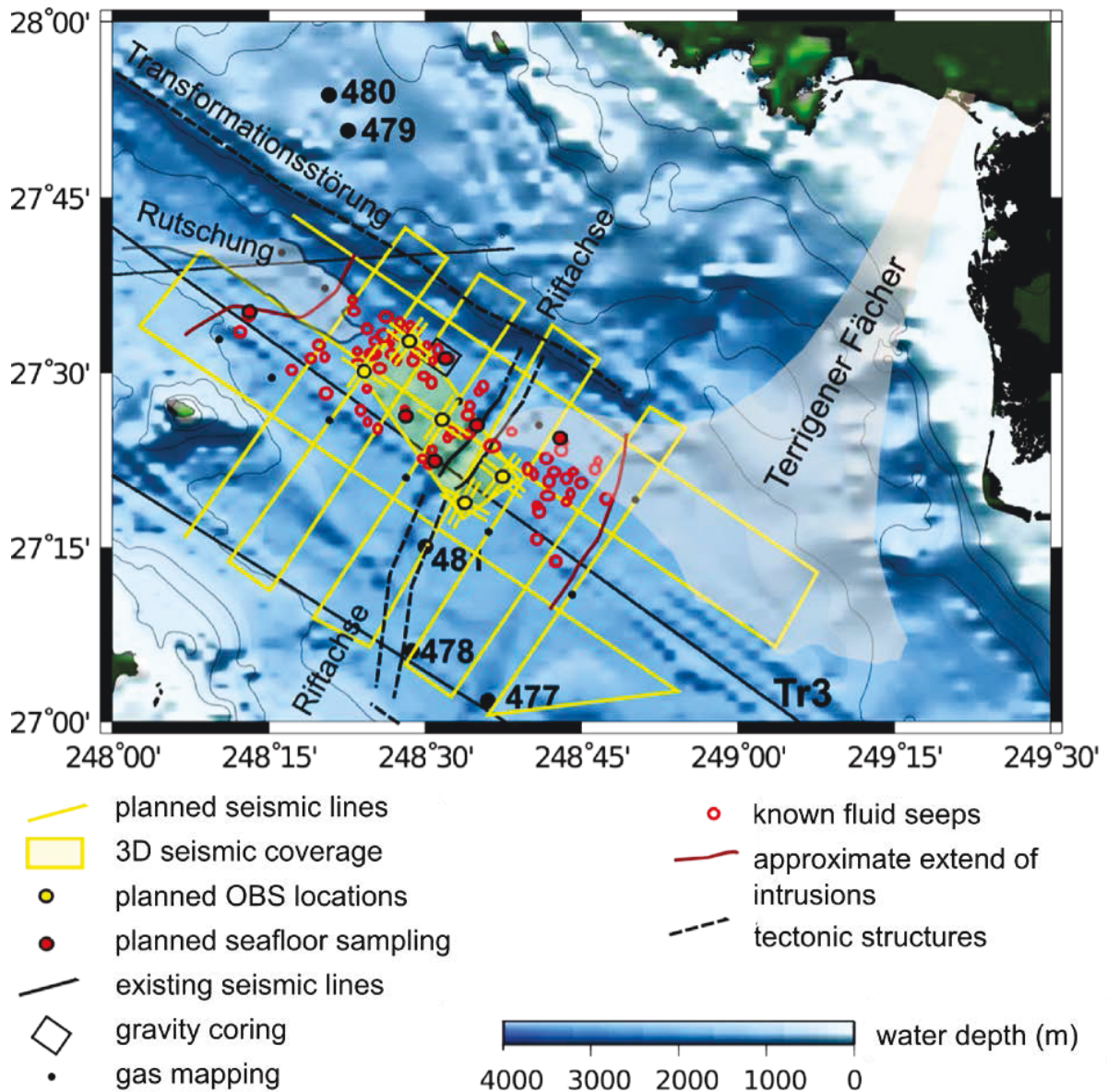


Abb. 5 Geplante Profile der SONNE Expedition SO241

Fig. 5 Planned profiles of SONNE cruise 241



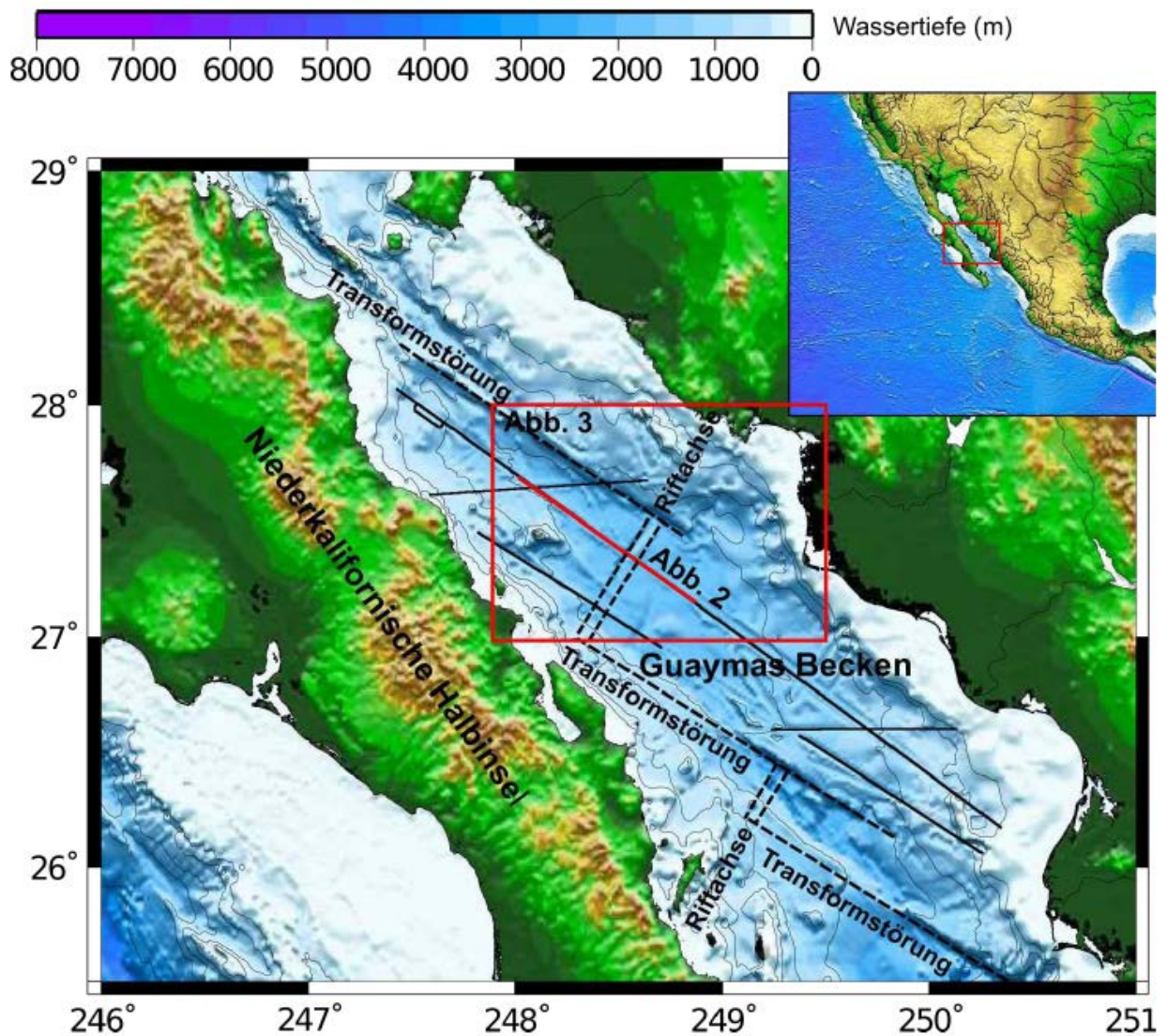


Abb. 6 Das Arbeitsgebiet der Ausfahrt 241 befindet sich im Guaymas Becken, Golf von Californien (Sandwell und Smith, 1997). Die gestrichelten Linien zeigen die Transform- und Riftgebiete an. Die schwarzen Linien stellen die Profile dar, in denen seismische Reflektionen auftreten (Lizarralde et al, 2007, 2010). Die roten Linien zeigen die Lage der nachfolgenden Abbildung.

*Fig. 6 The working area of cruise 241 in the Guaymas Basin, Gulf of California (Sandwell und Smith, 1997). Dashed lines denote the transform and rift segments. The solid black lines indicate the location of existing reflection seismic profiles (Lizarralde et al, 2007, 2010). The red line shows the location of the next Figure.*

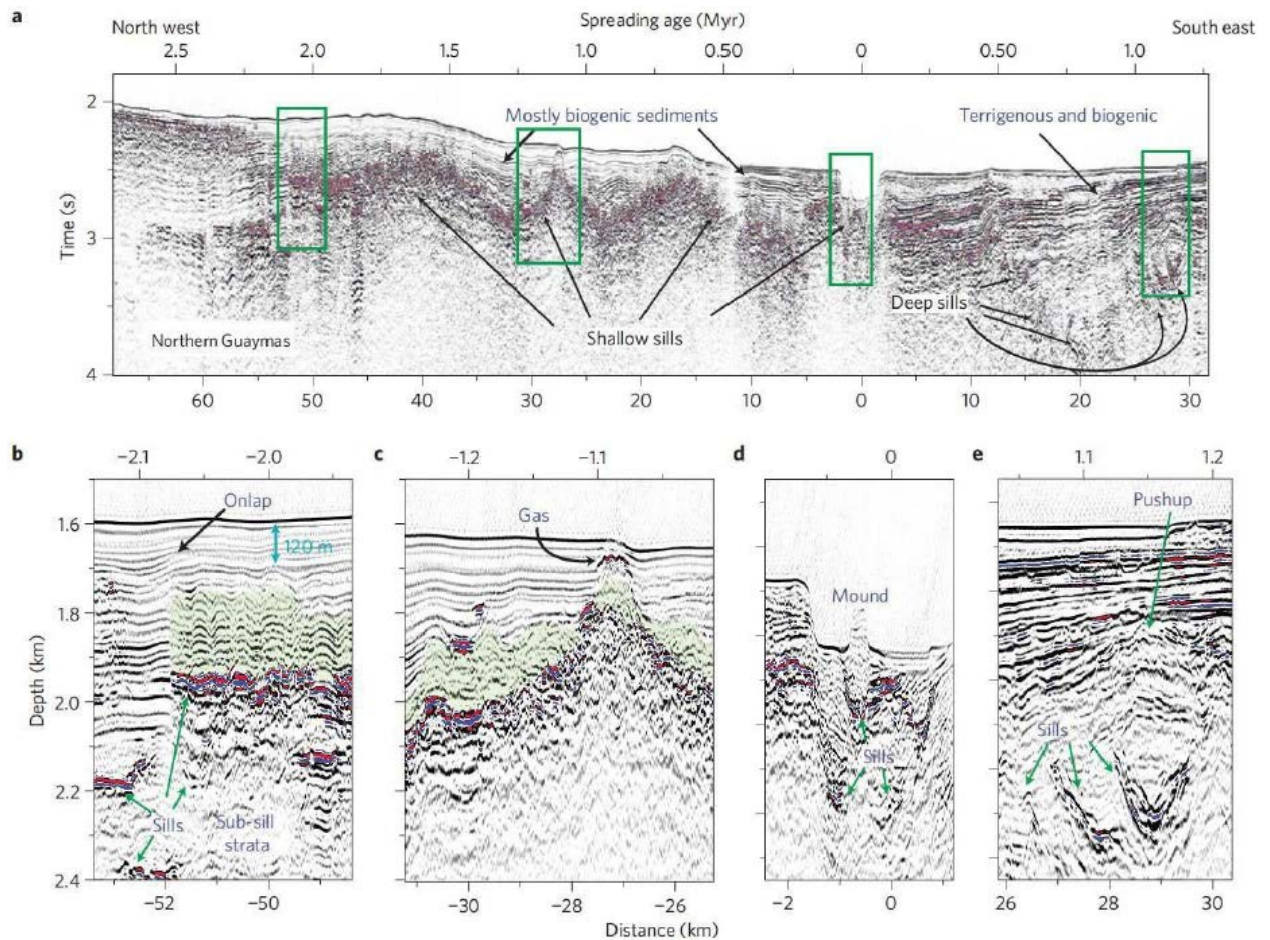


Abb. 7 Tiefenmigrierte, seismische Linie Tr3 (aus Lizarralde et al, 2010). a) gesamte Linie; b)-e) Details (grüne Kästen in Abb. 2a). Alle Abbildungen zeigen den seismisch sichtbaren Einfluss magmatischer Intrusionen auf die umgebenden, biogenen Sedimente. Abb. b)-e) Das erste und zweite untere Panel zeigen den Einfluss der Intrusionen auf die umliegenden biogenen Sedimente (metamorphe Aureole). Das zweite Panel zeigt einen der Fluidaustritte, die untersucht werden sollen. Das dritte Panel zeigt die Riftachse und das vierte Panel zeigt eine Untertassen-förmige Intrusion in terrestrische Sedimente.

Fig. 7: Depth migrated seismic line Tr3 (from Lizarralde et al, 2010). a) entire line; b)-e) Details (green boxes in 2a). The first and second panel show the influence of magmatic intrusions on the seismic character of the surrounding biogenic sediments. The second panel displays one of the fluid seeps that we intend to study in this project. The third panel shows the rift axis and the fourth panel illustrates the impact of the magmatic intrusions on terrestrial sediments in the southeast of the study area.

## Arbeitsprogramm

### Geophysik

Das geophysikalische Arbeitsprogramm wird mit dem Absetzen von 12 Hochfrequenz-Ozean Boden Seismometern (OBS) beginnen. Diese werden in Gruppen von 4 Instrumenten in den Ecken und im Zentrum des geplanten 3D-Seismik Würfels installiert. Senkrecht zu den OBS-Gruppen werden 5 nm lange seismische Profillinien aufgenommen (Schnittpunkte in Abbildung

## Work Programme

### Geophysics

The geophysical work program will start with the deployment of 12 high-frequency ocean bottom seismometers (OBS). These will be deployed in groups of four instruments in the corners and in the centre of the planned 3D seismic cube. We will acquire 5 nm-long seismic perpendicular lines across each of the OBS groups (crosses in Figure 5). The 1D velocity depth

5). Die 1D Geschwindigkeits-Tiefen Funktionen sollen einerseits für das Prozessieren der seismischen 3D Daten, wie auch für die Abschätzung der Dicke der vulkanischen Intrusion genutzt werden. Diese Schätzung wird durch ray tracing und durch Kartierung der Größe der metamorphen Aureolen um die Intrusionen stattfinden.

Für die Kartierung der Intrusionen werden wir 2D-seismische Daten innerhalb eines regionalen Rasters aufzeichnen (gelbe Linien in Abbildung 5). Diese Profile sind jeweils etwa 4 nm voneinander entfernt. Dadurch erfolgt gleichzeitig eine vollständige bathymetrische Kartierung des Arbeitsgebietes. Die 2D-seismischen Daten werden mit 2 GI-Guns (15-250 Hz) und einem digitalen 2D Streamer erfasst. Dieser Streamer ist 300 m lang und umfasst 192 Kanäle. Die seismischen Daten werden die Sedimente oberhalb der Intrusion mit einer horizontalen und vertikalen Auflösung von jeweils 5 m abbilden.

Nach der Erfassung der 2D Profile werden wir das seismische System auf 3D-Konfiguration umstellen und die Geräte dann wieder aussetzen. Dazu werden wir 16 Streamer mit jeweils 8 Kanälen nutzen. Dieses System bildet den Untergrund mit einer Auflösung von 2x5x5 m ab. Die bereits existierenden 2D Daten (Lizarralde et al., 2010) zeigen, dass in dem Arbeitsgebiet starke 3D Effekte auftreten, die nicht ohne 3D Seismik untersucht werden können. Mit dieser Methode werden wir einen 153 km<sup>2</sup> großen seismischen 3D Würfel mit mehreren Intrusionen abbilden können. Dieser Datensatz wird die primäre Informationsquelle für die Bewertung der Größe der Intrusionen darstellen. Die Ergebnisse werden mit den Ergebnissen der WHOI Tief-Frequenz OBS, die tiefere Stockwerke des Beckens abbilden, verglichen, um so das totale Volumen des magmatischen Materials zu bestimmen, welches in das Guaymas-Becken eingedrungen ist. Darüber hinaus werden die

*functions will be used both for processing the 3D seismic data and for assessing the thickness of the volcanic intrusions. This thickness estimation will be carried out both through ray-tracing and through mapping the size of the metamorphic aureole which is in first approximation a good measure for the thickness of the intrusions and which may be used if imaging of the intrusion base fails.*

*For mapping the spatial extent of the sill intrusions we will collect 2D seismic data along a regional grid (yellow lines in Figure 5). The profiles are approximately 4 nm apart which will also result in a complete bathymetric grid around the inner NE-SW striking lines. The 2D seismic data will be collected with two GI-Guns (15-250 Hz) and a 300 m 192-channel digital 2D seismic streamer. The seismic data will image the sediments above the intrusions with 5 m vertical and horizontal resolution. The data will provide a regional picture of sill distribution and indicate how far the metamorphic processes affect the sediments around the sill intrusions (cf. Figure 2b panel 1 and 2).*

*After collecting the 2D seismic profiles we will reconfigure the seismic equipment into 3D mode and deploy. We will use 16 streamers with 8 channels each. This system images the subsurface with a resolution of 2x5x5 m. For this experiment we will use a seismic source consisting of two GI guns (30-450 Hz) to generate sufficiently high frequencies. The existing 2D seismic data (Lizarralde et al., 2010) illustrate that there are strong 3D effects that cannot be taken care off without 3D seismic data. Using this method we will collect a 153 km<sup>2</sup> 3D seismic cube covering several intrusions. This data set will be the prime source of information for assessing the size of the intrusions, and the results will be compared to the WHOI low-frequency ocean bottom seismometer data for the deeper parts of the basin to constrain the total volume of magmatic material that has intruded the Guaymas Basin. Moreover, the 3D seismic data will shed light on the thermal impact of the sill intrusions on the surrounding sediments*

3D Daten zeigen, wie groß der thermische Effekt der Intrusionen auf die umliegenden Sedimente ist und wie die kohlenstoffreichen Fluide das Becken verlassen, zum Beispiel wie viele Aufstiegsstrukturen für Fluide es oberhalb einer Intrusion gibt, ob das Austreten von Fluiden kontinuierlich stattfindet oder ob es Zeitfenster gibt, in denen zum Austritt von Fluiden kommt, die durch langsamen Aufbau von Überdruck und hydraulischer Risserzeugung in kalkreichem Gestein austreten. Die oberen Sedimente werden mit dem parametrischen Sedimentecholot Parasound abgebildet. Dieses System wird uns helfen, das Volumen von authigenen Karbonaten abzuschätzen, die sich an den Fluidaustrittsstellen gebildet haben.

#### Geochemie

Die Entnahme von geochemischen Proben erfolgt mit folgendem Programm:

1) Um eine aussagekräftige Datenbasis über die Zusammensetzung der oberflächennahen Sedimente des Guaymas-Becken zu erhalten, werden Schwerelotbeprobungen an verschiedenen Positionen des Gebiets durchgeführt. Diese sollen den generellen Sedimentationshintergrund, den Einfluss von Sedimenteintrag von Land und den Effekt der magmatischen Intrusionen charakterisieren.

Vorläufige Entnahmepunkte für Kerne sind in Abbildung 5 gekennzeichnet.

Zusätzlich zur Bestimmung des Anteils an organischem Material soll die geochemische Zusammensetzung des Porenwassers und der Sedimente bestimmt werden, um die Grundeigenschaften biogeochemischer Aktivität außerhalb des Einflussgebiets hydrothermalen Quellen zu erhalten.

2) An den aktiven hydrothermalen Quellen (Abbildung 5) werden Proben von den dortigen Sedimenten und authigenen Karbonaten mit Hilfe von HyBIS, Videogeführtem Multicorer, TV-Greifer und normalem Schwerelot entnommen. Direkt nach dem Bergen der Kerne wird den

*constraining the mechanisms through which carbon bearing fluids escape from the basin, e.g. how many fluid escape structures there are on one intrusion, and whether the venting is continuous or if there is evidence for episodic venting due to slow build-up of overpressure and hydrofracturing through calcified rocks. The topmost sediments will be imaged with the Parasound parametric sub-bottom profiler. This will help us to assess the amount of carbonate crusts and the stored carbon.*

#### Geochemistry

*Geochemiccal sampling will be conducted following the procedure below:*

*1) In order to obtain a statistical meaningful data base for the composition of surface sediments in the Guaymas Basin we will take gravity cores from areas that characterize the general background sedimentation, the influence of terrestrial discharge, and the effect of magmatic intrusions. Preliminary core locations are indicated in Figure 5. Apart from the organic matter concentration additional solid-phase and pore water data will be collected specifically to quantify background biogeochemical activity outside the hydrothermal vent areas.*

*2) At active fluid vents (Fig. 5) sediments and authigenic carbonates will be sampled by HyBIS, TV-multicorer, TV-grab and gravity corer. Right after retrieval of the cores, sub-samples of sediments will be processed to obtain pore waters by means of pressure squeezers and/or rhizons. Onboard*

Kernen an Teilproben Porenwasser entnommen. Dieses wird bereits an Bord auf einige Parameter hin analysiert (z.B. Alkalinität, H<sub>2</sub>S, Nährstoffe, CH<sub>4</sub>). Weitere Teilproben werden entnommen, damit später die wichtigsten Kationen und Anionen, Spurenelemente sowie Isotope bestimmt werden können. Diese Isotopenanalyse wird helfen, Entstehungsprozesse von Fluiden in großen Tiefen des Untergrundes zu charakterisieren. Die Isotopenanalyse umfasst beispielsweise radiogenes Strontium (<sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr), stabiler Sauerstoff und Wasserstoff ( $\delta^{18}\text{O}$ ,  $\delta\text{D}$ ) sowie stabile Bor und Lithium-Isotope ( $\delta^{11}\text{B}$ ,  $\delta^7\text{Li}$ ). Zusätzlich werden Teilproben entnommen, um eine Analyse der Gaszusammensetzung durchzuführen, insbesondere in Hinsicht auf Kohlenwasserstoff-Isotope ( $\delta^{13}\text{C}$  bei CO<sub>2</sub> und C1-C12). Zur Bestimmung der Konzentration von Edelgasen werden spezielle Kerne entnommen und gesondert analysiert. Diese Analyse wird helfen, zwischen Fluiden und Gasquellen zu unterscheiden, die aus dem Mantel oder aus Sedimenten stammen (z.B. <sup>3</sup>He/<sup>4</sup>He; Elderfield und Schultz, 1996). Die Proben sollen mittels Sektorfeld Massenspektrometrie gemessen werden.- an der EAWAG/Schweiz ausgewertet. Darüber hinaus werden mikrobiologische Analysen an Porenwasser und Sediment durchgeführt. Diese Analysen ermöglichen es, Informationen über die thermische Entwicklung der organischen Inhaltsstoffe oder die Aktivität spezieller Mikroben zu erhalten. Dadurch ist es möglich, Rückschlüsse auf die Quell- und Bildungsprozesse zu ziehen. Karbonat-Proben werden an Bord archiviert und für die spezielleren Analysen in Laboren an Land vorbereitet (U/Th-Datierung,  $\delta^{13}\text{C}$  und  $\delta^{18}\text{O}$ ).

3) An ausgewählten aktiven hydrothermalen Quellen sollen mit einer videogeführten CTD Wasser- und Gasproben genommen werden. Ähnlich wie in dem Programm für Sedimentproben werden an Bord Teilproben zur Messung der Gaszusammensetzung sowie der Kohlenstoff-Isotope entnommen

*analysis will be carried out for a number of parameters (e.g. alkalinity, H<sub>2</sub>S, nutrients, CH<sub>4</sub>). Sub-samples will be taken for shore-based analyses of major cations and anions, trace elements, and isotopes, which will help to characterize formation processes of fluids in the deeper subsurface. The latter will comprise radiogenic strontium (<sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr), stable oxygen and hydrogen ( $\delta^{18}\text{O}$ ,  $\delta\text{D}$ ) as well as stable boron and lithium-isotopes ( $\delta^{11}\text{B}$ ,  $\delta^7\text{Li}$ ). In addition, sub-samples will be taken to analyse the composition of gases, especially with respect to the carbon isotopes ( $\delta^{13}\text{C}$  of CO<sub>2</sub> and C1-C12). From selected cores we will take specific samples for noble gas analysis (using gas tight copper tubes), which will help to distinguish between mantle-derived and sediment-derived fluid and gas sources (e.g. <sup>3</sup>He/<sup>4</sup>He; Elderfield and Schultz, 1996). Samples will be measured using double-collector, 90° magnetic sector mass spectrometers at EAWAG/Switzerland. Moreover, pore water and sediment samples will be taken for microbiological and bio-marker analysis which will allow to derive information on thermal maturity of the organic compounds or specific microbial activity, and hence, will allow conclusions on the origin and formation processes. Carbonate samples will be archived on board and prepared for more specific analyses in shore based labs (U/Th-dating,  $\delta^{13}\text{C}$  und  $\delta^{18}\text{O}$ ).*

*3) At selected active fluid vent sites the TV-guided CTD will be used to take water and gas samples. Similar to the sediment sampling program, on-board work will comprise sub-sampling for the determination of gas composition and carbon isotopes ( $\delta^{13}\text{C}$  of CO<sub>2</sub> and C1-C4).*

und ausgewertet ( $\delta^{13}\text{C}$  bei  $\text{CO}_2$  und  $\text{C}_1\text{-C}_4$ ). Die in der Wassersäule gelösten Gase werden mittels Membran Einlass Massenspektrometrie direkt an Bord quantifiziert (Edelgase, Atmosphärische Gase, leichte Kohlenwasserstoffe). Ebenso werden Proben zur Bestimmung der stabilen Isotopenzusammensetzung der Edelgase in Kupferrohren entnommen. Die Video-CTD wird zusätzlich mit speziellen Sensoren ausgestattet sein, die in-situ Konzentrationen verschiedener Kohlenstoffarten bestimmen (HydroC-CO<sub>2</sub>, -CH<sub>4</sub>, PAK). Dies erlaubt z.B. eine 3D-Kartierung und Quantifizierung des austretenden Methans. Die hierfür notwendigen Strömungsdaten werden mittels Lander-ADCP und bordeigenen ADCP ermittelt. Darüber hinaus ist eine Kartierung der Fluid-/Gasaustrittsstellen geplant (Abbildung 5), die anhand von Video-CTD-Profilen in kurzem Abstand über dem Meeresgrund durchgeführt werden soll. Auch wenn die Wassertiefen von mehr als 1500 m größere Kohlenwasserstoffaustritte in die Atmosphäre aus dem Arbeitsgebiet nicht wahrscheinlich erscheinen lassen, werden durch die bereits an Bord installierte Atmosphärgas-Messstation (Picarro), CH<sub>4</sub>- und CO<sub>2</sub>-Konzentrationen der Luft aufgenommen (bis ~20m oberhalb des Meeresspiegels). Dieses geschieht während des gesamten Fahrtabschnittes.

*Gas composition (Noble gases, atmospheric gases, light hydrocarbons) will be measured by onboard membrane-inlet mass spectrometry. Moreover, samples for the determination of the noble gas stable isotope composition will be taken in gas tight copper tubes. The Video-CTD is equipped with additional CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, and PAH sensors to determine in situ concentrations and 3D dimensions of e.g. dissolved CH<sub>4</sub> plumes. The necessary current measurements will be conducted by using Lander-based and shipboard ADCP measurements. Moreover, a hydrothermal vent mapping is planned (Fig. 5), which will comprise a grid of (video-guided) CTD-transects in short distance above the seafloor. This method will allow a better quantification of hydrothermal carbon emission over the investigated area. Since the water depth in the working area is about 1500 m relevant gas fluxes to the atmosphere are not expected. However, the already installed onboard Picarro-station, which measures CH<sub>4</sub> and CO<sub>2</sub> in the atmosphere will be operated during the whole cruise. Together with near sea surface sensor data (HydroC-CH<sub>4</sub>, HydroC-CO<sub>2</sub>) we will get a better picture of the gas flux in the working area*

**Zeitplan / Schedule**  
**Fahrt / Cruise SO241**

|   | Tage/days |
|---|-----------|
| Auslaufen von Manzanillo (Mexiko) am 19.06.2015<br><i>Departure from Manzanillo (Mexiko) 19.06.2015</i> |           |
| Transit zum Arbeitsgebiet / <i>Transit to working area</i>  | 2         |
| Guymas Becken   | 23        |
| Transit zum Hafen Guayaquil, Equador<br><i>Transit to port Guayaquil, Ecuador</i>                       | 10        |
| <b>Total</b>  | <b>35</b> |
| <br>Einlaufen in Guayaquil (Ecuador) am 24.07.2015<br><i>Arrival in Guayaquil (Ecuador) 24.07.2015</i>  |           |

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

AWI

Alfred Wegener Institut für Polar- und Meeresforschung  
Am Handelshafen 12  
D-27570 Bremerhaven / Germany  
Internet: [www.awi.de](http://www.awi.de)

BGR

Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe  
Stilleweg 2  
D-30655 Hannover / Germany  
Internet: [www.bgr.bund.de](http://www.bgr.bund.de)

DZMB

Deutsches Zentrum für Marine Biodiversitätsforschung  
Senckenberg am Meer  
Südstrand 44  
D-26382 Wilhelmshaven / Germany  
Internet: [www.senckenberg.de](http://www.senckenberg.de)

Eawag

Swiss Federal Institute of Aquatic Science  
and Technology  
Überlandstrasse 133  
Postfach 611  
8600 Dübendorf  
Schweiz  
[http://www.eawag.ch/index\\_EN](http://www.eawag.ch/index_EN)

ETH Zuerich

Umweltmikrobiologie  
Universitätstrasse 16  
8092 Zuerich  
Schweiz  
<https://www.ethz.ch/en.html>

GeoB

Fachbereich Geowissenschaften  
Universität Bremen,  
Postfach 330440  
D-28334 Bremen  
Internet: [www.geo.uni-bremen.de](http://www.geo.uni-bremen.de)



GEOMAR  
Helmholtz Centre for Ocean Research Kiel  
Wischhofstraße 1-3  
24148 Kiel  
Germany  
<http://www.geomar.de/en>

IE SAS  
Institute of Earth Sciences, Academia Sinica  
128, Sec. 2, Academia Road,  
Nangang, Taipei 11529,  
Taiwan  
[http://www.earth.sinica.edu.tw/index\\_e.php](http://www.earth.sinica.edu.tw/index_e.php)

IUP  
Institut für Umweltphysik, Ozeanographie  
Universität Bremen  
PF 330440  
28334 Bremen / Germany  
Internet: [www.ocean.uni-bremen.de](http://www.ocean.uni-bremen.de)

JUB  
Jacobs University Bremen  
Campus Ring 8  
D-28759 Bremen  
Internet: [www.jacobs-university.de](http://www.jacobs-university.de)

MARUM  
Universität Bremen  
Loebener Starße  
28359 Bremen  
<https://www.marum.de/en/index.html>

UNAM  
Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología  
Instituto de Geofísica  
Ciudad Universitaria, CU,  
Coyoacán, Mexico, D.F., 04510  
<http://www.geofisica.unam.mx/>

VBPR AS  
Oslo Innovation Center  
Gaustadalléen 21  
0349 OSLO  
Norway  
<http://www.vbpr.no/>

## Teilnehmerliste/ *Participants* SONNE SO240 – SO241

### Fahrt / Cruise SO240

| <b>Nr.</b> | <b>Teilnehmer / Participant</b> | <b>Aufgabe / Task</b>                         | <b>Institution</b> |
|------------|---------------------------------|---|--------------------|
| 1          | Kuhn, Thomas, Dr.               | <i>Chief Scientist</i>                        | BGR                |
| 2          | Heller, Christina, Dr.          | <i>nodules, sediments</i>                     | BGR                |
| 3          | Lückge, Andreas, Dr.            | <i>nodules, sediments</i>                     | BGR                |
| 4          | Rühlemann, Carsten, Dr.         | <i>nodules, sediments, Co-Chief Scientist</i> | BGR                |
| 5          | Stegger, Ulrich                 | <i>nodules, sediments, GIS</i>                | BGR                |
| 6          | Vink, Anemiek, Dr.              | <i>nodules, sediments, JPI-O</i>              | BGR                |
| 7          | Wegorzewski, Anna, Dr.          | <i>nodules, sediments</i>                     | BGR                |
| 8          | Heyde, Ingo, Dr.                | <i>heat flow, gravimetry</i>                  | BGR                |
| 9          | Goergens, Rainer                | <i>technician</i>                             | BGR                |
| 10         | Kevel, Oliver                   | <i>technician</i>                             | BGR                |
| 11         | Wedemeyer, Henning              | <i>electronics engineer</i>                   | BGR                |
| 12         | Sturm, Simone                   | <i>logistics, lab. technician</i>             | BGR                |
| 13         | Villinger, Heiner, Prof. Dr.    | <i>heat flow, seismics</i>                    | GeoB               |
| 14         | Kaul, Norbert, Dr.              | <i>heat flow, seismics</i>                    | GeoB               |
| 15         | Schwab, Arne                    | <i>heat flow, seismics</i>                    | GeoB               |
| 16         | Heesemann, Bernd                | <i>technician</i>                             | GeoB               |
| 17         | Bösel, Janine                   | <i>bathymetry sediment echosounding</i>       | GeoB               |
| 18         | Müller, Paulina                 | <i>bathymetry sediment echosounding</i>       | GeoB               |
| 19         | Singh, Rasphal                  | <i>bathymetry sediment echosounding</i>       | GeoB               |
| 20         | Kasten, Sabine, PD Dr.          | <i>pore water, sediments</i>                  | AWI                |
| 21         | Dohrmann, Ingrid                | <i>lab technician</i>                         | AWI                |
| 22         | Hartmann, Jan F.                | <i>pore water, sediments</i>                  | AWI                |
| 23         | Kreft, Olaf                     | <i>pore water, sediments</i>                  | AWI                |
| 24         | Ritter, Simon                   | <i>pore water, sediments</i>                  | AWI                |
| 25         | Preuss, Inken-Marie, Dr.        | <i>pore water, sediments</i>                  | AWI / JUB          |
| 26         | Filsmair, Christoph             | <i>pore water, sediments</i>                  | JUB                |
| 27         | Kleint, Charlotte               | <i>pore water, sediments</i>                  | JUB                |
| 28         | Schmidt, Katja, Dr.             | <i>pore water, sediments</i>                  | JUB                |
| 29         | Gerken, Jan                     | <i>hydrodynamics JPI-O</i>                    | IUP                |
| 30         | Purkiani, Kaveh                 | <i>hydrodynamics JPI-O</i>                    | IUP                |
| 31         | Janssen, Annika                 | <i>marine biodiversity</i>                    | DZMB               |
| 32         | Uhlenkott, Katja                | <i>marine biodiversity</i>                    | DZMB               |

## Teilnehmerliste/ *Participants* SONNE SO240 – SO241

### Fahrt / Cruise SO241

|     |   |                         |             |
|-----|---|-------------------------|-------------|
| 1.  | Berndt, Christian                       | ch/scientist            | GEOMAR      |
| 2.  | Hensen, Christian                       | Co-Chief scientist      | GEOMAR      |
| 3.  | Balensiefen, David Raphael Peter        | watch keeper            | GEOMAR      |
| 4.  | Behrendt, Ruth                          | watch keeper            | GEOMAR      |
| 5.  | Böttner, Christoph                      | P-Cable                 | GEOMAR      |
| 6.  | Bräunig, Anja                           | watch keeper            | GEOMAR      |
| 7.  | Chi, Wu-Cheng                           | numerical modeling      | IE SAS      |
| 8.  | Doll, Mechthild                         | Heat flow, geochemistry | GEOMAR      |
| 9.  | Evans, Thomas                           | microbiology            | MARUM       |
| 10. | Fabrizius, Eduard                       | Geochemistry support    | GEOMAR      |
| 11. | Fiskal, Annika                          | Pore water geochemistry | GEOMAR      |
| 12. | Geilert, Sonja                          | Project scientist       | GEOMAR      |
| 13. | Isunza Marique, Itzel                   | seismic                 | UNAM        |
| 14. | Karstens, Jens                          | Leader OBS              | GEOMAR      |
| 15. | Khasayeva, Ayten                        | Organic chemistry       | GEOMAR      |
| 16. | Kipfer, Rolf                            | Noble gas geochemistry  | Eawag       |
| 17. | Lebas, Elodie                           | OBS                     | GEOMAR      |
| 18. | Lever, Mark                             | microbiology            | ETH Zuerich |
| 19. | Liebetau, Volker                        | risst                   | GEOMAR      |
| 20. | Matthiessen, Torge                      | Airgun support          | GEOMAR      |
| 21. | Mortera Gutierrez, Carlos Angel Quintil | seismic                 | UNAM        |
| 22. | Moser, Manuel                           | watch keeper            | GEOMAR      |
| 23. | Muff, Sina                              | Leader P-Cable          | GEOMAR      |
| 24. | Perez Calderon, Daniel Armando          | seismic                 | UNAM        |
| 25. | Perez Gonzales, Elisabeth Andromeda     | seismic                 | UNAM        |
| 26. | Ponce-Nunez, Francisco                  | seismic                 | UNAM        |
| 27. | Popp, Kristina                          | watch keeper            | GEOMAR      |
| 28. | Roth, Theresa                           | P-Cable                 | GEOMAR      |
| 29. | Sarkar, Sudipta                         | Project scientist       | GEOMAR      |
| 30. | Schmidt, Mark                           | Organic chemistry       | GEOMAR      |
| 31. | Scholz, Florian                         | Pore water geochemistry | GEOMAR      |
| 32. | Schramm, Bettina                        | watch keeper            | GEOMAR      |
| 33. | Sukhanova, Daria                        | seismic QV              | VBPR        |
| 34. | Surberg, Regina                         | Pore water geochemistry | GEOMAR      |
| 35. | Valle Hernandez, Sandra                 | seismic                 | UNAM        |
| 36. | Wetzel, Gero                            | P-Cable support         | GEOMAR      |
| 37. | N.N.                                    | seismic QV              | VBPR        |

## Besatzung / Crew SONNE SO240 – SO241

### Fahrt / Cruise SO240

| Rang                           | Name, Vorname       |
|--------------------------------|---------------------|
| Kapitän                        | Mallon, Lutz        |
| Ltd. 1. Naut. Offizier         | Aden, Nils-Arne     |
| 1. Naut. Offizier              | Henning, Tim        |
| 2. Naut. Offizier              | Goebel, Jens        |
| Schiffsarzt                    | Hinz, Michael       |
| Ltd. Techn. Offizier           | Hermesmeyer, Dieter |
| 2. Techn. Offizier             | Genschow, Steffen   |
| 2. Techn. Offizier             | Stegmann, Tim       |
| Schiffselektrotechniker        | Beyer, Thomas       |
| Schiffselektrotechniker        | Renken, Bernd       |
| Ltd. Elektroniker (WTD)        | Großmann, Matthias  |
| Elektroniker (WTD)             | Leppin, Jörg        |
| System-Manager (WTD)           | Borchert, Wolfgang  |
| Schiffsmechaniker (Decksschl.) | Blohm, Volker       |
| Schiffsmechaniker (Masch.)     | Kuderski, Jens      |
| Schiffsmechaniker (Masch.)     | Altendorf, Denis    |
| Schiffsmechaniker (Masch.)     | Betten, Hannes      |
| Koch                           | Garnitz, André      |
| Kochsmaat                      | Klafack, Ronald     |
| 1. Steward                     | Pohl, Andreas       |
| 2. Steward                     | Steep, Maik         |
| 2. Steward                     | Lemm, René          |
| 2. Steward                     | Kaiser, Bettina     |
| Bootsmann                      | Schrapel, Andreas   |
| Schiffsmechaniker (Deck)       | de Moliner, Ralf    |
| Schiffsmechaniker (Deck)       | Fischer, Sascha     |
| Schiffsmechaniker (Deck)       | Bierstedt, Torsten  |
| Schiffsmechaniker (Deck)       | Suhr, Robert        |
| Schiffsmechaniker (Deck)       | Ernst, Arnold       |
| Schiffsmechaniker (Deck)       | Kruszona, Torsten   |
| Schiffsmechaniker (Deck)       | Fricke, Ingo        |

## Besatzung / Crew SONNE SO240 – SO241

### Fahrt / Cruise SO241

| Rang                           | Name, Vorname         |
|--------------------------------|-----------------------|
| Kapitän                        | Meyer, Oliver         |
| Ltd. 1. Naut. Offizier         | Aden, Nils-Arne       |
| 1. Naut. Offizier              | Hoffsommer, Lars      |
| 2. Naut. Offizier              | Büchele, Heinz-Ulrich |
| Schiffsarzt                    | Walther, Anke         |
| Ltd. Techn. Offizier           | Hermesmeyer, Dieter   |
| 2. Techn. Offizier             | Horsel, Roman         |
| 2. Techn. Offizier             | Stegmann, Tim         |
| Schiffselektrotechniker        | Beyer, Thomas         |
| Schiffselektrotechniker        | Renken, Bernd         |
| Ltd. Elektroniker (WTD)        | Leppin, Jörg          |
| Elektroniker (WTD)             | Meinecke, Stefan      |
| System-Manager (WTD)           | Pregler, Hermann      |
| Schiffsmechaniker (Decksschl.) | Blohm, Volker         |
| Schiffsmechaniker (Masch.)     | TBN                   |
| Schiffsmechaniker (Masch.)     | Suhr, Robert          |
| Schiffsmechaniker (Masch.)     | Betten, Hannes        |
| Koch                           | Tiemann, Frank        |
| Kochsmaat                      | Klafack, Ronald       |
| 1. Steward                     | Lemm, René            |
| 2. Steward                     | TBN                   |
| 2. Steward                     | Royo, Luis            |
| 2. Steward                     | Kaiser, Bettina       |
| Bootsmann                      | Schrapel, Andreas     |
| Schiffsmechaniker (Deck)       | de Moliner, Ralf      |
| Schiffsmechaniker (Deck)       | Fischer, Sascha       |
| Schiffsmechaniker (Deck)       | TBN                   |
| Schiffsmechaniker (Deck)       | Heibeck, Frank        |
| Schiffsmechaniker (Deck)       | Ernst, Arnold         |
| Schiffsmechaniker (Deck)       | Ross, Reno            |
| Schiffsmechaniker (Deck)       | Fricke, Ingo          |

## **Besatzung / Crew SONNE SO240 – SO241**

### **Das Forschungsschiff SONNE / *Research Vessel SONNE***

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

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

FS SONNE ist Eigentum der Bundesrepublik Deutschland, vertreten durch den Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), das 90% des Baus und die Betriebskosten finanziert. Die norddeutschen Küstenländer trugen zu 10% zu den Kosten des Baus bei.

*The vessel is owned by the Federal Republic of Germany represented by the Ministry of Education and Research (BMBF), which financed 90 % of the construction of the vessel and its running costs. The North German coastal states contributed 10 % to the building costs.*

Dem Projektträger Jülich obliegt die Prüfung der wissenschaftlichen Fahrtanträge. Nach positiver Begutachtung werden diese in die Fahrtplanung aufgenommen.

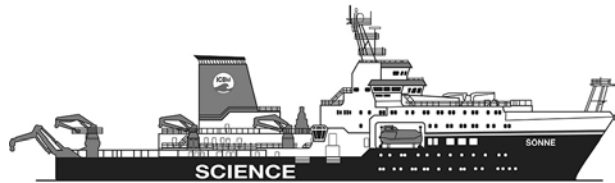
*The Project Management Jülich reviews the scientific proposals for the vessel's use. Projects granted enter the cruise schedule.*

Die Leitstelle Deutsche Forschungsschiffe der Universität Hamburg ist für die wissenschaftlich-technische und logistische Vorbereitung, Abwicklung und Betreuung des Schiffsbetriebes verantwortlich. Sie arbeitet einerseits mit den Fahrtleitern partnerschaftlich zusammen, andererseits ist sie Partner der Briese Schifffahrts GmbH & Co. KG.

*The Operations Control Office for German Research Vessels at the University of Hamburg is responsible for the scientific, technical and logistical preparation and administration of expeditions as well as for supervising the operation of the vessel. It cooperates with the chief scientists on a partner-like basis and is the direct partner of the managing owners Briese Schifffahrts GmbH & Co KG.*

Die an der Organisation beteiligten Gruppen und Institutionen sind einem Beirat rechen-schaftspflichtig.

*The working groups and institutions involved in the vessel's operation are monitored by a supervisory board.*



*Research Vessel*

# SONNE

*Cruise No. SO 240 – SO241*

04. 05. 2015 – 24. 07. 2015



## **FLUM:**

**FLUId fluxes and Mn nodules in the equatorial eastern Pacific**

## **MAKS**

**Magmatism--induced carbon escape from marine sediments as a climate driver --  
Guaymas Basin, Gulf of California**

*Editor:*

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

*Sponsored by:*

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

ISSN 2364-3692