

Wochenbericht Nr. 1
SO-240
03.05. – 10.05.2015



Die wissenschaftlichen Teilnehmer der Reise SO-240 sind am 03.05.2015 in Manzanillo (Mexiko) an Bord gegangen. Am gleichen Tag wurden mit professioneller Unterstützung der Decksmannschaft die Container entladen, die Großgeräte an Deck installiert und mit dem Einrichten der Labore begonnen. Am Montag, den 04. Mai 2015 verließ das Forschungsschiff SONNE den Hafen von Manzanillo mit Kurs auf das ca. 900 Seemeilen in südwestlicher Richtung gelegene Arbeitsgebiet.

Das wissenschaftliche Ziel der Forschungsexpedition SO-240 ist die Untersuchung von niedrig-thermaler Meerwasserzirkulation in der basaltischen Kruste unterhalb der Tiefseesedimente und deren bio-geochemischen Auswirkungen auf die Nährstoff- und Metallmobilität in den Sedimenten, Porenwässern und Manganknollen. Für die Daten- und Probengewinnung werden geophysikalische (Wärmestrom, Einkanalseismik), sedimentologische und geochemische Methoden (Multicorer, Kastengreifer, Kolbenlot, Porenwasserextraktion, ex-situ Sauerstoffmessungen etc.) eingesetzt. Unsere Untersuchungen werden im deutschen Lizenzgebiet für die Mangankollen-Exploration im östlichen, äquatorialen Pazifik durchgeführt. Das erste von fünf Arbeitsgebieten haben wir am Donnerstag, den 07.05.2015 gegen Mittag erreicht.

Es liegt unmittelbar östlich einer Region, die durch zahlreiche untermeerische Vulkane (Seamounts) gekennzeichnet ist, die sich einige Hundert bis 2.400 Meter über die Tiefsee-Ebene erheben. Aufgrund früherer Arbeiten der beteiligten Arbeitsgruppen im östlichen äquatorialen Pazifik ist zu vermuten, dass über die sedimentfreien Seamounts kaltes Meerwasser in die obere ozeanische Kruste eindringt und diese wie auch die darüber liegenden Sedimente auskühlt. Man bezeichnet dies als Recharge-Gebiet.

Nach der Aufnahme eines Wasserschallprofils zur Kalibration der Echolote wurde mit einem ersten Parasoundprofil und anschließend mit einem 10 km langen Wärmestrom-Profil, bestehend aus 10 Einzelmessungen, begonnen. Anschließend wurden ein 10 m langes Schwerelot (7,6 m Kerngewinn), ein 15 m langes Kolbenlot (12,5 m Kerngewinn) sowie je ein Kastengreifer und ein Multicorer auf diesem Profil erfolgreich eingesetzt. Damit hat auch das Kernabsatzgestell als eines der letzten, noch nicht eingesetzten Geräte auf dem neuen Forschungsschiff seine Feuertaufe bestanden.

Am Abend des 08.05.2015 wurde der neue BGR-Videoschlitten (STROMER) erstmalig eingesetzt und bis 4100 Meter Wassertiefe erfolgreich getestet. Dieser kompakte, durch die BGR-Techniker konstruierte und gebaute Videoschlitten, dessen Akronym sich aus **S**impler, **T**auch**R**oboter, **M**odular **E**Rweiterbar zusammensetzt, ermöglicht nicht nur die Videokartierung des Meeresbodens, sondern auch eine Wasser- und Gesteinsprobenahme durch den Einbau von Niskin-Schöpfern, einem 5-Funktionen-Manipulator und drei kleinen Propellern für die kleinräumige Positionierung. Begeistert sind wir von der Hubkompensation

über den A-Rahmen des Schiffes, die den Videoschlitten in nahezu konstanter Höhe über Grund hält.

In der Nacht vom 09.05. auf den 10.05.2015 wurden 90 km Einkanalseismik auf drei Einzelprofilen gefahren, um Informationen über die Sedimentmächtigkeiten und -strukturen zu erhalten. In der Zwischenzeit wurden die ersten Sedimentkerne hinsichtlich der Konzentration von gelöstem Sauerstoff analysiert, Porenwasserproben für Nährstoff- und Metallanalysen gewonnen und die Kerne sedimentologisch beschrieben und beprobt.

Die ersten Ergebnisse unserer Arbeiten bestätigen das Vorhandensein eines vermutlich großflächigen Recharge-Gebietes. So wurden mit durchschnittlich 20 mW/m^2 , im Extremfall sogar nur 4 mW/m^2 , deutlich geringere Wärmeströme gemessen als sie durch das globale konduktive Abkühlungsmodell für eine 20 – 25 Millionen Jahre alte Kruste vorhergesagt werden (ca. $95 - 120 \text{ mW/m}^2$). Erste Labormessungen belegen das durchgehende Vorhandensein von Sauerstoff in dem Schwerelotkern, der nahe an einem Seamount genommen wurde. Eine Überraschung ist die Erkenntnis, dass die Sedimentmächtigkeit in dieser Region nur ca. 20 – 30 m beträgt, während ca. 80 m erwartet wurden.

Mannschaft und Wissenschaft an Bord sind wohlauf.

Im Namen der WissenschaftlerInnen und der Mannschaft der Reise SO-240,
Thomas Kuhn
Fahrtleiter



Aussetzen der Wärmestromsonde auf FS Sonne (Foto: R. Singh)

Wochenbericht Nr. 2
SO-240
11.05. – 17.05.2015



In der zweiten Woche der Forschungsfahrt SO-240 wurden die Arbeiten rund um den von uns "Teddy Bare" benannten Seamount im Arbeitsgebiet 1 (AG-1) fortgesetzt (siehe Karte). Das zentrale Becken im Zentrum des AG-1 mit Wassertiefen von 4300 bis 4390 m wird im Norden von zwei Seamounts begrenzt und im südlichen Teil durch einen Nord-Süd orientierten Rücken in zwei Teilbecken gegliedert. Die Arbeiten in der zweiten Woche der SO-240 umfassten drei Wärmestromprofile mit 20 Einzelstationen, eine seismisch-bathymetrische Kartierung von insgesamt 90 km Länge, 9 Kernstationen (2 x 15 m-Kolbenlot, 4 x Kastengreifer, 3 x Multicorer) mit über 26 m Kerngewinn des Kolbenlotes sowie je eine Station mit dem Videoschlitten und der Gesteinsdredge.

Unsere seismischen Untersuchungen bestätigen die mit 20-30 m geringmächtige Sedimentbedeckung in diesem Gebiet. Nur im südwestlichen Teilbecken ist sie mit bis zu 50 m etwas höher. Der Wärmestrom im zentralen und nördlichen Becken ist mit Werten zwischen 4 und 20 mW/m² insgesamt sehr gering. Mit zunehmender Entfernung von den Seamounts nimmt er im südwestlichen Teilbecken kontinuierlich bis auf 80 mW/m² zu und liegt somit nur noch geringfügig unter dem vorhergesagten Wert von 103 mW/m² aus den konduktiven Abkühlungsmodellen. Die beiden nördlich gelegenen Seamounts bestehen aus übereinander gestapelten Kissenlaven, die aufgrund ihres Aufbaus zahlreiche Wegsamkeiten für das Eindringen von Meerwasser bieten. Wir nehmen daher an, dass kaltes Meerwasser an diesen Seamounts in die ozeanische Kruste eindringt und unter den Sedimenten sehr langsam in das Becken hinein strömt. Die geringe Sedimentbedeckung könnte dabei signifikant zur Wärmeabfuhr beitragen, wenn die Fließgeschwindigkeit des aufsteigenden Porenwassers durch die Sedimente größer als ca. 300 mm/Jahr ist. Dies würde die extrem niedrigen Wärmestromdichten erklären.

Die Sedimente der langen Kolbenlotkerne setzen sich im Wesentlichen aus SiO₂-reichen Schalenresten ehemals im Oberflächenwasser lebenden Planktons sowie aus Tiefseeton zusammen. Eine Ausnahme bildet der Kern 05SL, der nur 1,5 km vom Fuß des Teddy Bare Seamounts genommen wurde (siehe Karte). Dieser besteht zum großen Teil aus tonigen Verwitterungsresten der Kissenlaven, aus denen der Seamount aufgebaut ist. Nur in diesem Kern konnte Sauerstoffdiffusion aus der basaltischen Kruste in das Sediment hinein nachgewiesen werden, während alle anderen Kerne, die in größerer Entfernung vom vermuteten Recharge-Gebiet entnommen wurden, normale Sauerstoffprofile aufweisen. Dies deutet auf einen sehr schnellen Verbrauch von Sauerstoff in der basaltischen Kruste hin. Im Kern 15KL (siehe Karte) tritt ab ca. 7 m Tiefe eine signifikante dunkelgraue Verfärbung auf, die nach einer Messung mit einem mobilen Röntgenfluoreszenz-Analysator um den Faktor 5 höhere Mangangehalte aufweist als die darüber liegenden Schichten. Ob dies mit der Diffusion von Mangan (und anderen Metallen) aus der basaltischen Kruste in die Sedimente

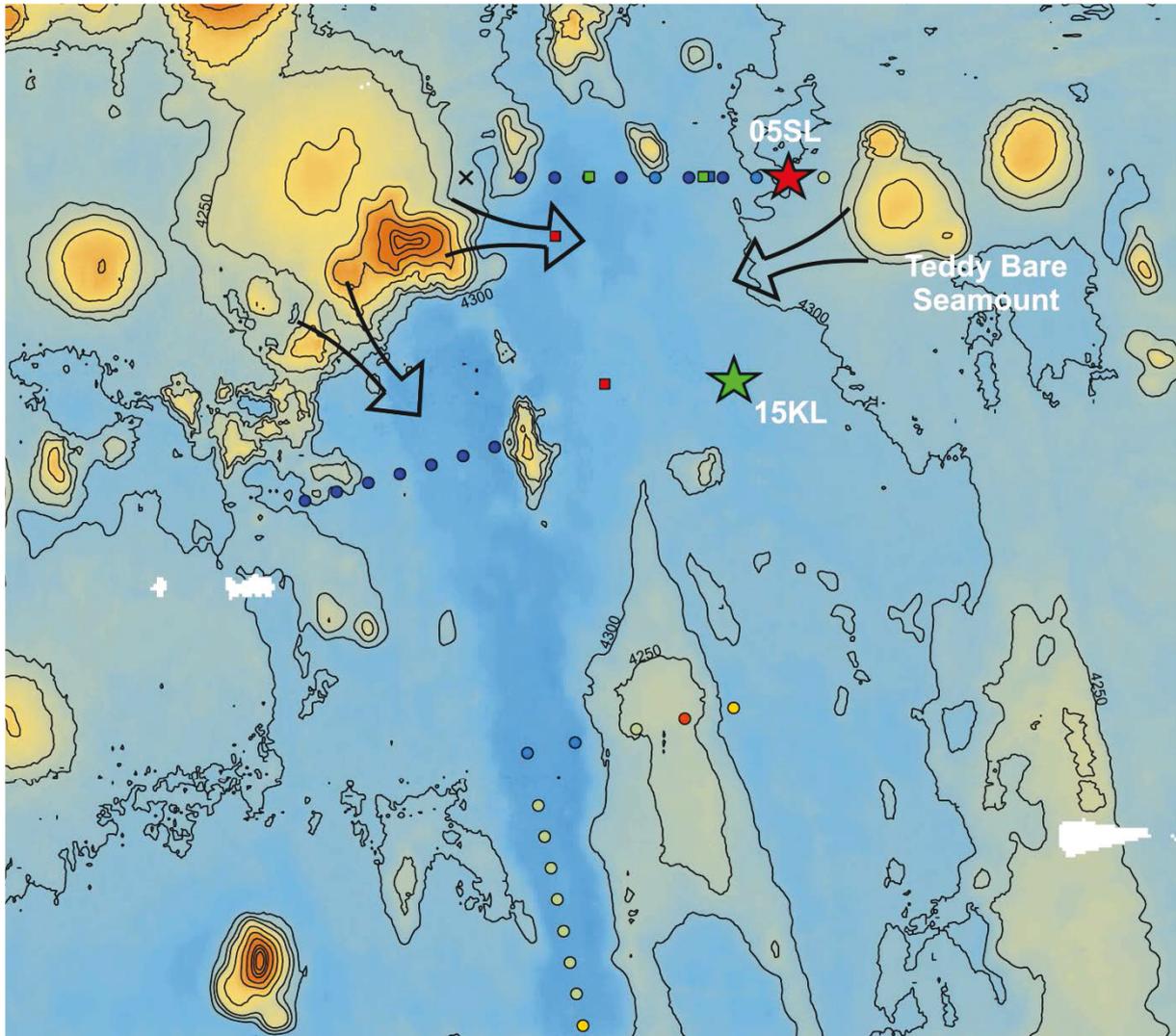
in Zusammenhang steht, werden Porenwasser- und Sedimentanalysen in den Heimatlaboren klären müssen. Aufgrund der geringen Sedimentbedeckung konnten an allen bisherigen Lokationen die Sedimente bis nahe an die basaltische Kruste beprobt werden. Wir gehen daher davon aus, dass sich nach oben gerichteter advektiver und/oder diffusiver Elementtransport in diesen Kernen nachweisen lässt.

Das von der BGR entwickelte Modell zur Vorhersage der vorherrschenden Manganknollengröße und der daraus abgeleiteten Manganknollenbelegung auf Basis der rückgestreuten Energie des Fächerecholots (Backscatter) bestätigt sich zu unserer Freude immer wieder aufs Neue. Manganknollen treten in größeren Tiefen auch in den Kolbenlotkernen auf. Eine Eisen-Mangankruste auf verfestigtem Sediment sowie das verbreitete Auftreten von Krusten in den Videoprofilen weist auf, zumindest temporäre, erosive Bedingungen im Arbeitsgebiet hin, was die geringen Sedimentmächtigkeiten erklären könnte.

Am Freitag, den 15.5.2015, wurde mit den Arbeiten im Arbeitsgebiet 2 begonnen, welches sich unmittelbar südwestlich an das Arbeitsgebiet 1 anschließt. Im Rahmen einer 230 km langen seismisch-bathymetrischen Kartierung wurden zunächst Daten über die Sedimentmächtigkeit und die kleinräumige Meeresbodenmorphologie gesammelt. Auf der Basis dieser Informationen wurde ein Süd-Nord orientiertes Wärmestromprofil in der Nacht vom 16.5. auf den 17.5. realisiert. Entlang dieses Profils entnehmen wir zurzeit Sedimentproben.

Mannschaft und Wissenschaft an Bord sind wohlauf.

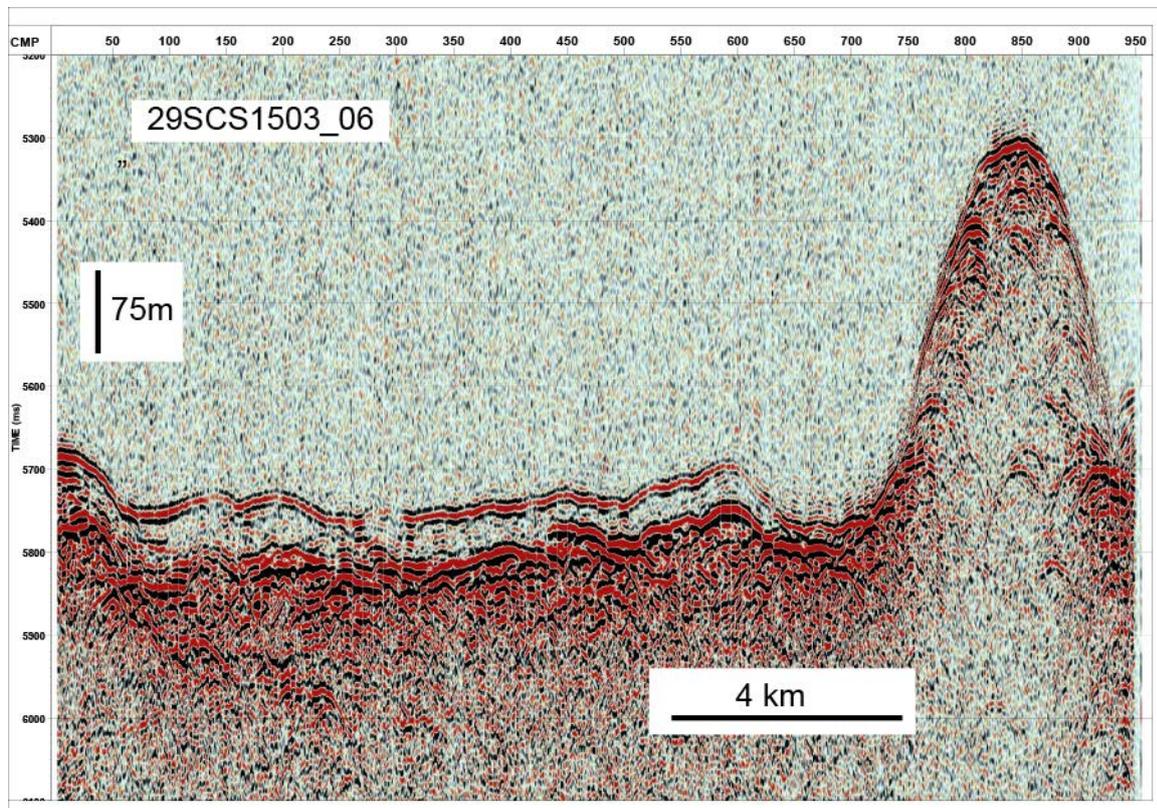
Im Namen der WissenschaftlerInnen und der Mannschaft der Reise SO-240,
Thomas Kuhn
Fahrtleiter



Bathymetrische Karte des Arbeitsgebietes 1 der SO-240. Die Kreise sind Lokationen der Wärmestrommessungen (blau: geringe Werte, rot höhere Werte), die Quadrate Lokationen der Sedimentprobenahme. Die Pfeile deuten vermutete Pfade der Meerwasserzirkulation an.



Ingrid Dohrmann und Sabine Kasten (AWI Bremerhaven) führen Messungen der Sauerstoffkonzentrationen in Sedimentkernen durch. Die Sedimente müssen vor der Messung auf 4°C gekühlt werden, was in etwa der Umgebungstemperatur am Meeresboden entspricht. (Foto: I. Preuss)



Vorläufig bearbeitete seismische Sektion im Arbeitsgebiet 2. Klar sichtbar sind das basaltische Basement und die geringmächtige Sedimentdecke darüber. Die Hänge des Seamounts sind sedimentfrei.

Wochenbericht Nr. 3
SO-240
18.05. – 24.05.2015



In der dritten Woche der Forschungsfahrt SO-240 fokussierten sich unsere Arbeiten auf ein Gebiet unmittelbar südlich eines großen Seamountkomplexes mit ca. 100 km Ost-West- und 50 km Nord-Süd-Ausdehnung. Das Arbeitsgebiet 2 (AG-2) wurde zunächst mit einer 220 km langen Profildfahrt bathymetrisch und seismisch vermessen. Anschließend wurden drei Wärmestromprofile mit insgesamt 21 Messpunkten parallel und quer zur Orientierung der geologischen Hauptstrukturen gefahren. Entlang dieser Profile erfolgte die Sedimentprobenahme mit Kolbenlot bzw. Schwerelot (drei Lote mit insgesamt 32 m Kerngewinn), Kastengreifer (sechs Stationen) und Multicorer (drei Stationen) sowie die optische Kartierung mit zwei Videoprofilen mit dem BGR-Schlitten STROMER. Dieses Gerät wurde darüber hinaus in einem der Seamountkrater im Norden des AG-2 eingesetzt.

Die seismischen Untersuchungen erbrachten ähnlich geringe Sedimentmächtigkeiten im Arbeitsgebiet 2 wie im AG-1 (10 – 50 m), lediglich in einer kleinen Beckenstruktur treten Mächtigkeiten bis zu 90 m auf. Die Sedimentmächtigkeiten sind sehr variabel, was wir auf die stark variierenden Sedimentationsbedingungen in der Umgebung der Seamounts zurückführen. Die Wärmestromdichten zeigen geringe Werte von unter 60 mW/m^2 , die bei der Annäherung an die Seamounts auf unter 20 mW/m^2 absinken. Diese geringen Wärmestromdichten belegen die Zirkulation kalter Fluide in der basaltischen Kruste unterhalb der Sedimente. Dabei fungieren die untersuchten Seamounts als Eintrittsstellen von kaltem Meerwasser (sog. Rechargegebiete).

Die beprobten Sedimente bestehen vorwiegend aus SiO_2 -reichen Schalenresten und Tiefseeton. In einigen Kernen nahe der Seamounts treten Sedimentstrukturen auf, die als submarine Rutschmassen interpretiert werden können. In diesen Gebieten nimmt auch der Anteil an tonigem Verwitterungsmaterial der Basalte zu. In vielen Kernen treten ab bestimmten Tiefen graue, diffuse Horizonte auf, die deutlich an Mangan angereichert sind, wie erste Messungen mit dem Röntgenfluoreszenzanalysator zeigen. In mindestens einem Kern wurden karbonatreiche Lagen in ca. acht Metern Sedimenttiefe erreicht. Karbonate spielen bei der Fixierung von Eisen und Mangan im Rahmen diagenetischer Prozesse in den Sedimenten eine wichtige Rolle.

Die Konzentrationen von gelöstem Sauerstoff im Porenwasser der Sedimente zeigen nur in unmittelbarer Umgebung der Seamounts einen Wiederanstieg mit der Tiefe (bis ca. 2 km Entfernung). Kerne, die in größerer Entfernung von den Seamounts entnommen wurden, weisen hingegen das für diese Region typische Sauerstoffprofil mit suboxischem Porenwassermilieu unterhalb von 2-3 Metern Sedimenttiefe auf.

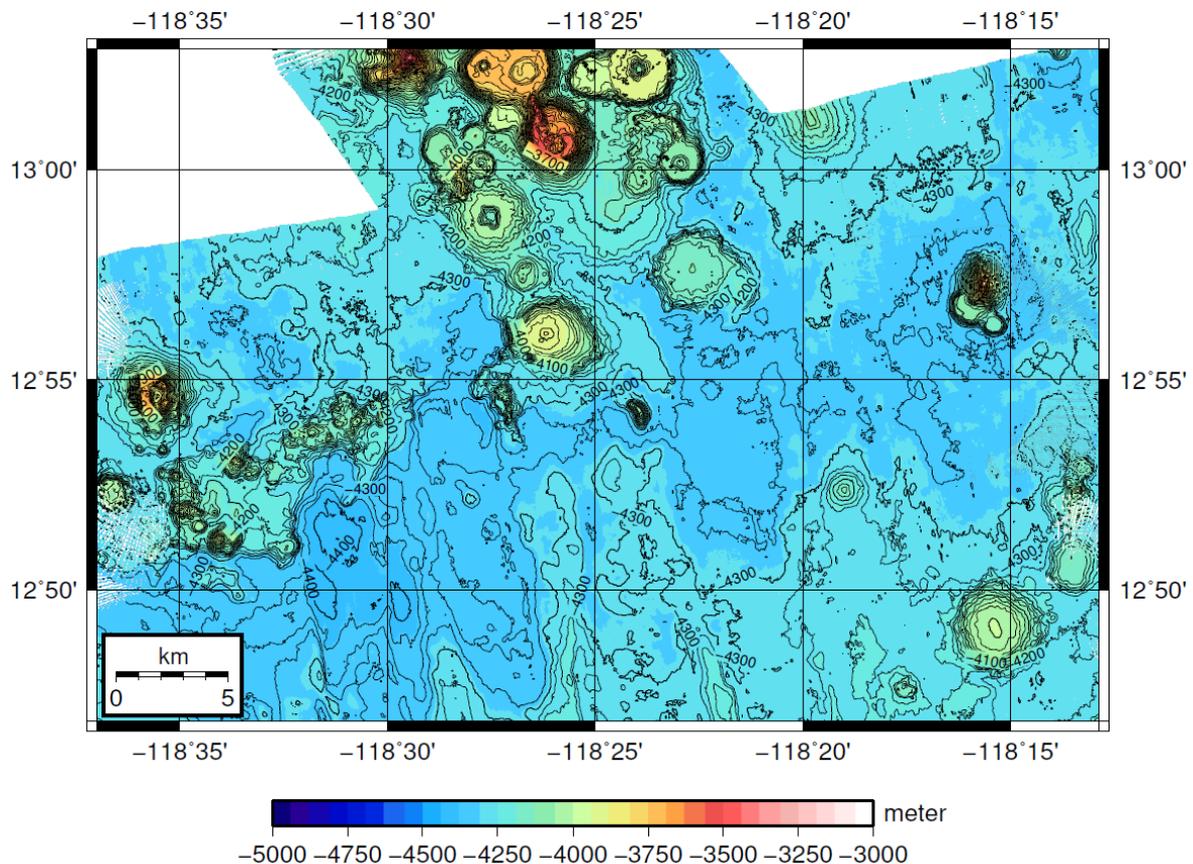
Die Ablagerungen in einem der Seamountkrater bestehen aus einem Wechsel von anstehenden Kissenlaven und mit Manganknollen belegten Sedimenten. Größere Schuttströme (Talusmaterial), wie man sie bei der Bildung von Einsturzkratern erwarten könnte, traten nicht auf.

Am Freitag, den 22.05.2015 haben wir mit einer 120 km langen seismischen und bathymetrischen Vermessung des Arbeitsgebietes 3 im Südwesten des Seamountkomplexes begonnen. Dieses Areal ist durch die Abfolge von kleinen Becken (1 – 3 km Länge, 20 – 30 m Tiefe) parallel zum Nord-Süd-Streichen der Meeresbodenstrukturen gekennzeichnet. Ein erstes, ca. 9 km langes Wärmestromprofil deutet auch hier einen Fluidfluss im Untergrund an. Kastengreifer- und Multicorerstationen in Sedimenten ohne Knollenbedeckung bestätigen erneut unser Modell der Manganknollenverteilung auf Basis der Backscatterdaten.

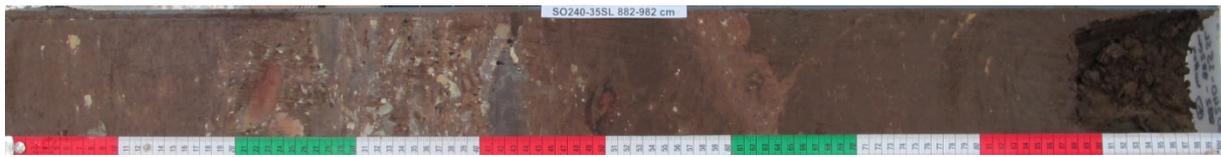
Mannschaft und Wissenschaft an Bord sind wohlauf.

Im Namen der WissenschaftlerInnen und der Mannschaft der Reise SO-240,
Thomas Kuhn
Fahrtleiter

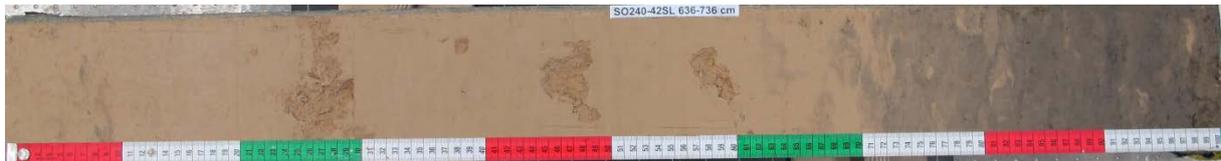
Working area 2



Bathymetrische Karte des Arbeitsgebietes 2 auf Basis der EM 122-Kartierung während der SO-240. Deutlich zu sehen sind die kraterähnlichen Strukturen der Seamounts im Norden des Areals.



Abschnitt des Kerns SO240-35SL mit Ablagerungen aus einem Schuttstrom (bei 20 – 40 cm). Das grobkörnigere Material bietet Wegsamkeiten für horizontalen Fluidtransport.



Übergang von beige-farbenen, SiO₂-reichen Sedimenten in graue, diffuse, Mn-reiche Horizonte im Kern SO240-42SL bei ca. 7 m Sedimenttiefe.

Wochenbericht Nr. 4
SO-240
25.05. – 31.05.2015



In der vierten Woche der Forschungsfahrt SO-240 konzentrierten sich unsere Arbeiten auf ein Areal, welches 40 – 80 km südwestlich des großen Seamountkomplexes liegt. Dieses Arbeitsgebiet 3 (AG-3) ist durch NNW-SSE-orientierte Rücken und Grabenstrukturen mit 200 m bis 400 m Reliefhöhe gekennzeichnet. Auf den Rückenstrukturen liegen parallel zum Streichen kleine Senken, die zunächst im Fokus der Untersuchungen standen.

In diesem Arbeitsgebiet haben wir drei Profile zur Messung der Wärmestromdichten gefahren (mit insgesamt 27 Messpunkten), wobei ein Profil entlang der Senken und zwei Profile quer zum Streichen der Strukturen orientiert waren. Auf diesen Profilen erfolgten 12 Sedimentstationen mit dem Schwerelot (mit insgesamt mehr als 46 m Kerngewinn), Kastengreifer und Multicorer, wobei alle Geräte einwandfrei funktionierten und selbst beim Multicorer stets alle 12 Rohre mit Sediment und Bodenwasser gefüllt waren. Darüber hinaus haben wir den größten Seamount der Region (2700 m Höhe, 25 km Basisdurchmesser) detailliert mit dem EM122-Fächerecholot kartiert.

Eine besonders interessante Erkenntnis, die wir aus unseren Untersuchungen im AG-3 gewinnen konnten, basiert auf den seismischen Daten. Bisher sind wir davon ausgegangen, dass die Rücken- und Grabenstrukturen bei der Entstehung der ozeanischen Kruste am Ostpazifischen Rücken ererbt wurden und rezent von einer zirka 100 m mächtigen Sedimentdecke überlagert werden. Unsere Arbeiten belegen nun, dass diese Strukturen von zahlreichen, meist abschiebenden Störungen begrenzt werden, die an vielen Stellen bis an den Ozeanboden reichen und auch die jungen Sedimente verwerfen. Dadurch variiert nicht nur die Sedimentmächtigkeit sehr stark, diese Störungen können darüber hinaus als Wegsamkeiten für zirkulierendes Meerwasser fungieren. Darauf weisen die gemessenen Wärmestromdichten und die Sauerstoffprofile in den Sedimenten hin. Die Wärmeströme liegen meist unterhalb der Werte, die nach den konduktiven Abkühlungsmodellen (ca. 100 mW/m²) zu erwarten sind. Diese Diskrepanz belegt, dass auch in diesem Gebiet Fluide in der basaltischen Kruste zirkulieren und einen Abkühlungseffekt hervorrufen. Neu ist in diesem Zusammenhang, dass solche Zirkulationszellen auch ohne den Einfluss von Seamounts entstehen können.

Unsere Arbeiten zeigen weiterhin, dass es sich bei den Senken im Streichen der Rückenstrukturen nicht um hydrothermale Pits handelt, da die dort gemessenen Wärmestromdichten geringer als in der Umgebung sind.

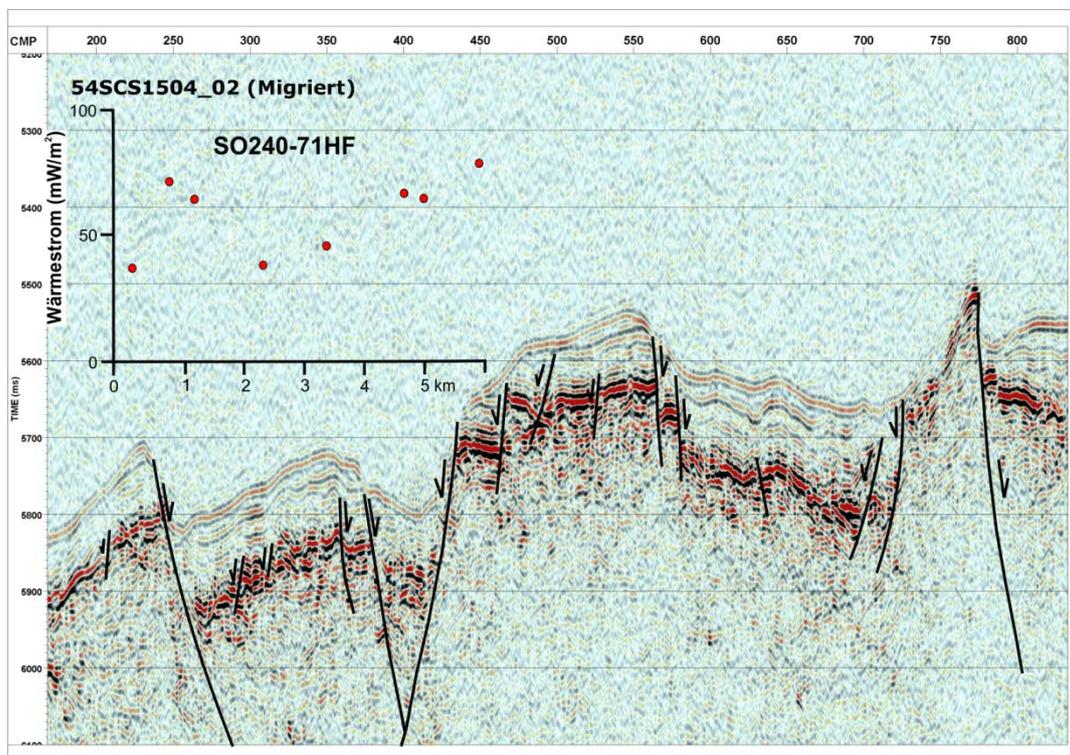
Im Laufe der vierten Arbeitswoche hat sich südöstlich unseres Arbeitsgebietes ein tropisches Tiefdrucksystem entwickelt, das sich nach und nach zu einem Hurrikan der Kategorie 1 mit Windgeschwindigkeiten um 120 km/h und Wellenhöhen von bis zu 12 m steigerte. Am Donnerstag, den 28.05., ca. 23 Uhr Ortszeit, mussten wir daher den unmittelbaren

Gefahrenbereich des Hurrikans „Andres“ verlassen und auf die Position 10° N / 120° W ausweichen. Diese Abwetterposition haben wir zur Aufnahme eines Kalibrations-Wärmestromprofils weit außerhalb der Einflusszone von Seamounts sowie zum Test der BGR-Wärmestromsonde genutzt. Die Messungen der gelösten Sauerstoffkonzentrationen an den zuvor entnommenen Sedimentkernen wurden ebenso fortgesetzt wie die weitere Beprobung der Porenwässer und der sedimentären Festphase, die sedimentpetrographische Aufnahme der Proben und weitere Messungen mittels Röntgenfluoreszenzanalysator.

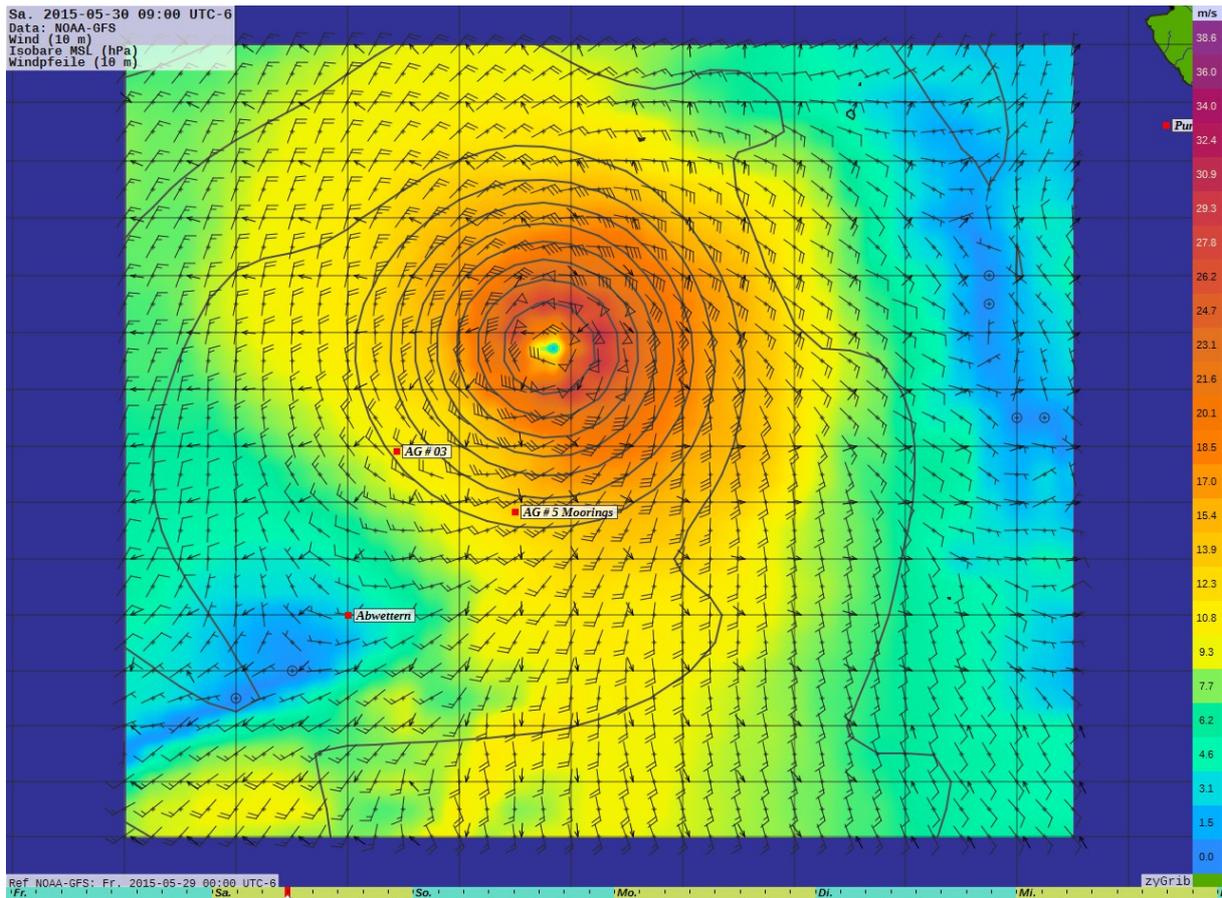
Am Vormittag des 31.05.2015 hatte sich der Hurrikan soweit nach Nordwesten verlagert, dass wir die Rückfahrt zum Arbeitsgebiet beginnen konnten. Dort werden wir am Vormittag des 1. Juni (Ortszeit) ankommen und mit den Arbeiten im Südosten des deutschen Lizenzgebietes beginnen. Unsere Aufgaben dort umfassen unter anderem das Bergen von sieben Verankerungen im Rahmen der ökologischen Untersuchungen eines möglichen zukünftigen Abbaus von Manganknollen.

Mannschaft und Wissenschaft an Bord sind wohlauf.

Im Namen der WissenschaftlerInnen und der Mannschaft der Reise SO-240,
Thomas Kuhn
Fahrleiter



Vorläufig bearbeitete und tektonisch interpretierte seismische Sektion im Arbeitsgebiet 3. Einige Abschiebungen reichen bis an die Oberfläche und versetzen die jungen Sedimente. Die Wärmeströme deuten auf einen niedrigthermalen Fluidfluss entlang der Störungen hin, die bis an die Oberfläche reichen.



Position des Hurrikans „Andres“ am 30.05.2015 mittags. Wir mussten uns vom AG-3 in das Abwettergebiet begeben, da sich das gesamte Arbeitsgebiet der SO-240 in der Gefahrenzone des Hurrikans befand.

Wochenbericht Nr. 5
SO-240
01.06. – 07.06.2015



Am Montag, den 01. Juni hatte sich der Hurrikan „Andres“ soweit in Richtung Nordwesten bewegt, dass wir in unser Arbeitsgebiet zurückkehren konnten. Die Untersuchungen konzentrierten sich in dieser Woche auf ein Gebiet, das ca. 200 bis 300 km südöstlich der bisherigen Arbeitsgebiete 1 – 3 liegt. Dieses Arbeitsgebiet 4 (AG-4) wird im Osten durch ein 10 km breites, 35 km langes und gegenüber seiner Umgebung 100 – 150 m tiefes Becken begrenzt. Im Westen des AG-4 liegt mit dem sogenannten „Prospektiven Gebiet # 1 (PA-1)“ der BGR-Manganknollenexploration ein Areal, indem zukünftig Manganknollenabbau stattfinden könnte. In diesem Gebiet wurden während der Reise SO-239 zwei Landersysteme (DOS, BoBo) sowie eine 400 m lange Thermistorkette ausgesetzt, die am 02. und 03. Juni erfolgreich geborgen wurden. Im PA-1 wurden des Weiteren vier BGR-Langzeitverankerungen zur Vermessung der bodennahen Strömungen geborgen, die Daten ausgelesen, die Verankerungen gewartet und für ein weiteres Jahr wieder ausgesetzt. Eine 14-stündige Tow-yo-Station, auf der die CTD kontinuierlich von 50 m bis 500 m über dem Meeresboden auf und ab bewegt wird während sich das Schiff auf einem vorgegebenen Kurs bewegt sowie eine 14-stündige Yo-yo-Station, bei der die CTD auf einer Position mit konstanter Geschwindigkeit auf und ab durch die gesamte Wassersäule bewegt wird, rundeten die ozeanographischen Arbeiten in dieser Woche ab. Eine weitere Yo-yo-Station ist für die kommende Woche geplant. Diese Arbeiten sind Bestandteil des Projektes „EcoResponse“ im Rahmen der europäischen „Joint Programming Initiative – Oceans (JPIO)“, für die die Expedition SO-240 um vier zusätzliche Arbeitstage verlängert wurde. Das Projekt „EcoResponse“ beschäftigt sich mit den möglichen ökologischen Auswirkungen eines zukünftigen Manganknollenabbaus. Die während der Expedition SO-240 gewonnenen Daten über die Strömungen gehen u.a. in hydrodynamische Modelle zum Verhalten einer „Suspensionswolke“ in den bodennahen Wasserschichten ein, die beim Abbau der Manganknollen entsteht.

Weitere Arbeiten in der fünften Expeditionswoche umfassten ein 100 km langes seismisches Profil, 200 km bathymetrische Vermessung, drei Profile zur Messung der Wärmestromdichten (mit insgesamt 16 Messpunkten), neun Sedimentstationen (4 x Schwerelot mit über 45 m Kerngewinn, 3 x Multicorer, 2 x Kastengreifer) sowie ein Profil zur Messung der in-situ Scherfestigkeit der Tiefseesedimente.

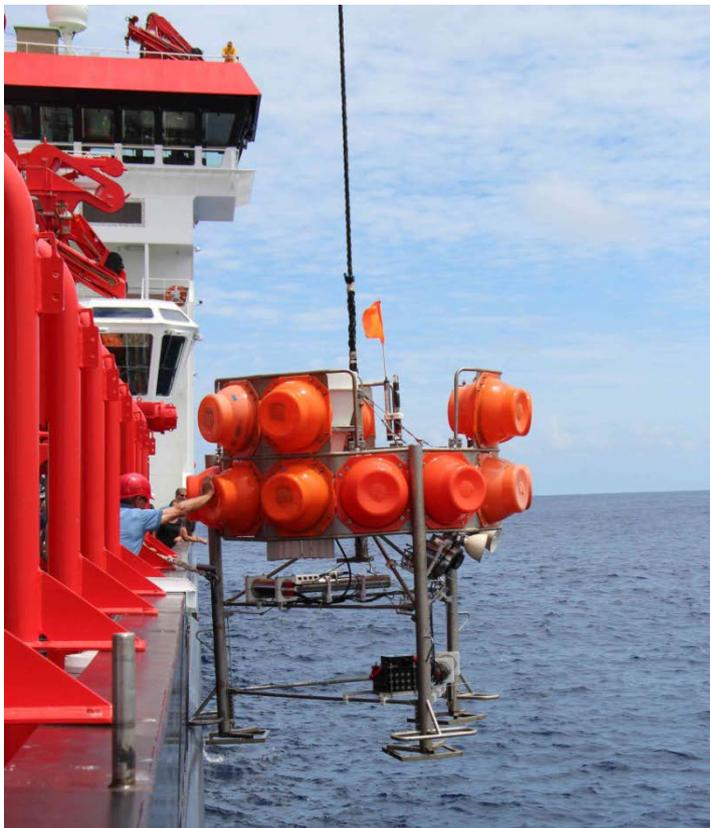
In der basaltischen Kruste treten auch in diesem Arbeitsgebiet eine Vielzahl von Störungen auf, die an zahlreichen Stellen die Sedimente versetzen und vermutlich bis an den Meeresboden heranreichen. Die Wärmeströme liegen fast ausschließlich unterhalb der Werte, die nach den konduktiven Abkühlungsmodellen (ca. 100 mW/m²) zu erwarten sind. Diese Diskrepanz belegt, dass auch in diesem Gebiet, wie in den anderen Arbeitsgebieten, Fluide in der basaltischen Kruste zirkulieren und einen Abkühlungseffekt hervorrufen. Diese

Interpretation der Daten wird durch das Auftreten von Sauerstoff in den unteren Abschnitten einiger Sedimentkerne unterstützt. Wir vermuten, dass die Fluidzirkulation zwischen den Störungen dann möglich ist, wenn das basaltische Basement bis nahe an den Meeresboden verworfen wird. Das Auftreten von dunklen, Eisen-reichen Tonen im unteren Bereich der Sedimentkerne an solchen Störungen interpretieren wir als basaltisches Verwitterungsmaterial. Auch die nahe der Seamounts gewonnenen Kerne enthalten dieses tonige Material. Manganreiche Horizonte nahe der Basis einiger Kerne (bis 4 Gew.-% Mangan) könnten als Hinweis auf eine Zufuhr von Mangan aus der basaltischen Kruste oder die Oxidation von ehemals im Porenwasser gelösten Mangans durch aufwärts diffundierenden Sauerstoff interpretiert werden.

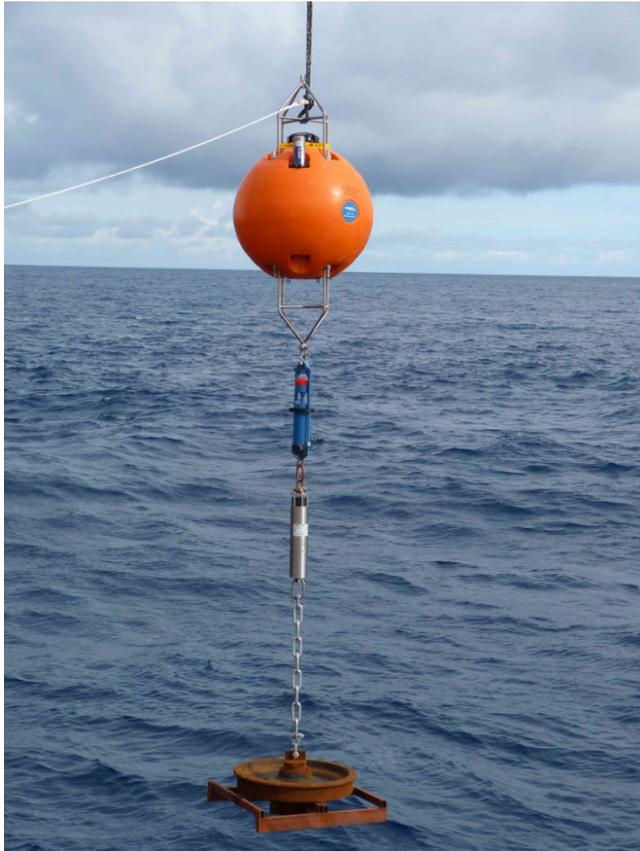
Unsere Arbeiten deuten darauf hin, dass die Abkühlung von 20 Millionen Jahre alter ozeanischer Kruste durch zirkulierende Fluide nicht nur an Seamounts, sondern auch entlang von Störungssystemen stattfindet. Ob die Fluide dabei auch Elemente aus der Kruste mobilisieren und in die Sedimente transportieren können, werden die Laboruntersuchungen an den zahlreichen Porenwasser- und Sedimentproben zeigen, die auch in dieser Woche durch unsere geochemisch-geologischen Teams aus den Sedimentkernen entnommen wurden.

Mannschaft und Wissenschaft an Bord sind wohlauf.

Im Namen der WissenschaftlerInnen und der Mannschaft der Reise SO-240,
Thomas Kuhn
Fahrtleiter



Bergen des DOS-Landers am 03.06.15 während der SO-240. Der Lander enthält eine CTD, einen Strömungsmesser (ADCP), zwei Kameras und eine Sedimentfalle. Er wurde am 26.03.15 während der SO-239 ausgesetzt und war somit knapp 69 Tage am Meeresboden verankert (Foto: S. Kasten).



Aussetzen der BGR-Langzeitverankerung. Im orangefarbenen Auftriebskörper befindet sich ein ca. 15 m nach oben messender Acoustic Doppler Current Profiler (ADCP). Das blaue Instrument ist ein horizontal orientiertes Recording Current Meter (RCM). Beide Instrumente messen alle 45 bzw. 60 Minuten die Strömungsgeschwindigkeiten und -richtungen des bodennahen Wassers. Die Batterie- und Speicherkapazitäten ermöglichen einen Einsatz von ca. 400 Tagen (Foto: S. Sturm).

Wochenbericht Nr. 6
SO-240
08.06. – 14.06.2015



Am Montag, den 8. Juni wurden die Arbeiten für die „Joint Programming Initiative – Oceans“ mit einer weiteren 14-stündigen CTD Yo-Yo-Station beendet. Anschließend ist die SONNE wieder in das Arbeitsgebiet 1 rund um den Teddy Bare Seamount zurückgekehrt. Bei der Auswertung von CTD-Daten aus dem Videoschlitten haben wir eine Temperaturanomalie von 0,02 °C in der Wassersäule über dem Seamount entdeckt, deren Ursache in den verbleibenden Arbeitstagen untersucht wurde. Dazu wurden eine weitere CTD, ein Wärmestromprofil, ein Videoschlittenprofil, vier Sedimentkernstationen und ein Dredgezug in der Zeit vom 9. bis 11. Juni durchgeführt. Bei den Wärmestrommessungen unmittelbar am Fuß des Seamounts kam die kabelgeführte BGR-Sonde zum Einsatz, die eine on-line Kontrolle der Messungen erlaubt. Dies war mit der Bremer Lanze auf dieser Reise nicht möglich, weil diese Sonde aufgrund ihres hohen Eigengewichtes nur am 18 mm – Arbeitsdraht gefahren werden konnte.

Wir gehen derzeit davon aus, dass es sich bei der Temperaturanomalie um ein hydrodynamisches Phänomen handelt und sie nicht durch austretende warme Fluide verursacht wird. Allerdings haben wir am nordwestlichen Fuß des Seamounts erhöhte Wärmestromdichten bis zu 200 mW/m² gemessen. Ein dort gewonnener Sedimentkern zeigt deutliche Alterationserscheinungen sowie Mineralneubildungen, die auf eine Reaktion der Sedimente mit migrierenden Fluiden zurückgeführt werden kann. Die alterierten Sedimente werden allerdings durch normale, hemipelagische Sedimente überlagert. Die nur leicht erhöhten Wärmestromdichten deuten darauf hin, dass es sich um eine fossile Fluidaustrittsstelle handelt.

Neben den geochemischen Arbeiten an den Sedimenten haben Biologen des Deutschen Zentrums für marine Biodiversitätsforschung während dieser Reise den Einfluss von Fluidmigration auf die benthische Lebensgemeinschaften untersucht. Erste Ergebnisse deuten darauf hin, dass sich die Megafauna auf oder an den Seamounts von der Fauna in der Tiefseeebene unterscheidet. Während die Hänge der Seamounts vorwiegend von Korallen und Schwämmen besiedelt sind, dominieren die Echinodermaten, insbesondere die Schlangensterne in den Tiefseeebenen stark. Die Makro- und Meiofaunaprobe zeigen auf Großgruppenebene keine Unterschiede, werden aber in den Heimatlaboren noch im Detail bearbeitet.

Am Donnerstag, den 11. Juni gegen Mittag haben wir die Stationsarbeiten beendet und mit dem Transit nach Manzanillo begonnen. Mit einer durchschnittlichen Geschwindigkeit von 14,5 bis 15 Knoten konnten wir die knapp 900 Seemeilen in weniger als 3 Tagen zurücklegen und haben bereits am Sonntagmorgen (14.6.) an der Pier festgemacht. Die um einen Tag vorzeitige Anreise haben wir dem Hurrikan „Carlos“ zu verdanken, der sich vor der

Südwestküste Mexikos entwickelt und im Raum Manzanillo für Dienstag oder Mittwoch erwartet wird.

Das wichtigste Ergebnis der Reise SO240/FLUM besteht in dem Nachweis, dass Meerwasserzirkulation in der basaltischen Kruste unterhalb der Sedimente großflächig im gesamten Arbeitsgebiet stattfindet. Dabei ist besonders hervorzuheben, dass der Meerwasserein- und -austritt nicht nur an die Seamounts gebunden ist, sondern auch entlang von Störungen fernab der Seamounts erfolgen kann. Wir vermuten, dass es sich hierbei um eine Störungs- und Kluft-kontrollierte Fluidmigration handelt, die einen erheblichen Abkühlungseffekt auf die ca. 20 Millionen Jahre alte basaltische Kruste hat. Ob die Fluide dabei auch Elemente aus der Kruste mobilisieren und in die Sedimente transportieren können, werden die Laboruntersuchungen an den zahlreichen Porenwasser- und Sedimentproben zeigen. Daneben stehen Porositäts- und Permeabilitätsuntersuchungen an den Sedimenten an, um schließlich das Fluidmigrationssystem modellhaft zu erfassen.

Die wissenschaftlichen Fahrtteilnehmer möchten sich ganz herzlich bei Kapitän Lutz Mallon und seiner Besatzung für die sehr angenehme Atmosphäre und die professionelle Zusammenarbeit bedanken.

Mannschaft und Wissenschaft an Bord sind wohlauf.

Im Namen der WissenschaftlerInnen und der Mannschaft der Reise SO-240,
Thomas Kuhn
Fahrtleiter



Die wissenschaftlichen Teilnehmer der Reise SO-240 (Foto: T. Bierstedt).