

1. Wochenbericht der Forschungsfahrt MSM11/1 der FS Merian Fort de France (Martinique) – Dakar (Senegal) 16.2. – 10.3. 2009

Am Dienstag, dem 17. Februar 2009 hat die FS Merian gegen 11 Uhr den Hafen von Fort de France bei strahlendem Sonnenschein verlassen und Kurs auf das Arbeitsgebiet North Pond am Mittelatlantischen Rücken bei 22°N / 46°W genommen. Das Auslaufen hatte sich um über einen Tag verzögert, da wir bedingt durch den Generalstreik auf Martinique erst am Dienstagmorgen den notwendigen Treibstoff bunkern konnten. Dass wir unter den gegebenen Umständen überhaupt Treibstoff bekommen konnten, haben wir dem Verhandlungsgeschick von Kapitän Bergmann und dem Schiffsagenten in Fort de France zu verdanken. Die Wissenschaftler waren alle am 15.2. abends wohlbehalten an Bord und haben den Sonntag im Hafen dazu benutzt, schon die Labore einzurichten und alles für die Anreise ins Fahrtgebiet seefest zu machen. Die Gruppe setzt sich zusammen aus Wissen-



schaftlern der Universität Bremen, dem MARUM und dem Max-Planck-Institut für Mikrobiologie (alle Bremen), aber es sind auch Kolleginnen und Kollegen der University of Southern California (Los Angeles, USA), der Oregon State University (Corvallis, USA) und der University of North Carolina (Chapel Hill, USA) an Bord.

Abb. 2 Blick zurück auf Fort de France und den Mount Pelee

Die wissenschaftlichen Arbeiten am North Pond, einem ca. 17km langen und 7km breiten und maximal ca. 200m tiefen Sedimentbecken ca. 120km westlich des Mittelatlantischen Rückens, haben das Ziel, Vorerkundungen für im Rahmen des Integrated Ocean Drilling Program (IODP) bewilligte Bohrungen durchzuführen. In der Vergangenheit wurden dort schon zwei Bohrungen niedergebracht. Mit Hilfe dieser neuen Bohrungen soll das mikrobielle Leben im Sediment und in der darunter liegenden jungen ozeanischen Kruste erkundet und durch in den Bohrungen installierte Langzeitobservatorien über einen längeren Zeitraum beobachtet werden. Unsere Untersuchungen werden die Grundlage für die gezielte Wahl der optimalen Positionen der Bohrungen liefern. Dazu erkunden wir zuerst mit seismischen Methoden die Struktur des Sedimentbeckens, d.h. die Mächtigkeit der Sedimente und mit Hilfe von Temperaturmessungen im Sediment die Stellen, wo aufgrund von erhöhtem Wärmestrom eine Temperaturanomalie an der Basis der Sedimente zu erwarten ist. Die Beprobung der Sedimente erfolgt mit Schwereloten. An diesen Sedimenten und ihren Porenwässern wird eine Vielzahl von geochemischen Untersuchungen bereits an Bord durchgeführt, es werden aber auch Proben für mikrobielle und biogeochemische Untersuchungen genommen, die nur im Labor an Land möglich sind. Gerade diese Beprobung eines gewonnenen Sedimentkernes muss extrem schnell und mit größter Sorgfalt erfolgen, um Kontaminationen auszuschließen.

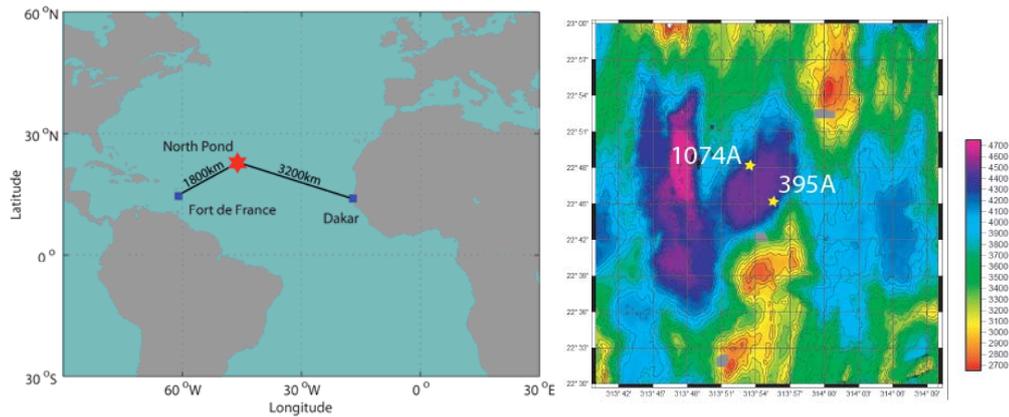


Abb.2 Lage des North Pond (links) und die schon vorhandene, großräumige Bathymetrie (rechts); die gelben Sterne markieren die Lage der beiden existierenden Bohrungen.

Während der viertägigen Anfahrt hatten alle Gruppen die Gelegenheit, in Ruhe ihre Labore einzurichten und alle Geräte zu testen. Bei zwei wissenschaftlichen Besprechungen haben wir uns gegenseitig im Detail unser wissenschaftliches Arbeitsprogramm vorgestellt und die Strategie der Beprobung und zeitlichen Planung der vor uns liegenden Arbeitstage besprochen. Am 21. Februar erreichten wir nach einer sehr angenehmen Reise bei viel Sonne und Lufttemperaturen von ca. 24°C gegen 15 Uhr North Pond, um gleich mit einem Schwerlot die Arbeiten zu beginnen. Das Lot war ein voller Erfolg – der Kern war 8.44m lang und wie sich beim Öffnen der Probenrohre zeigte, von sehr guter Qualität. Überraschend und wissenschaftlich bedeutend sind die ersten Ergebnisse der Sauerstoffmessungen: die Konzentration nimmt über die gesamten von der Oberfläche bis in die maximale Kerntiefe kontinuierlich ab – ein sicheres Anzeichen für mikrobielle Aktivität bis in diese großen Sedimenttiefen. Ein solch langes Sauerstoffprofil wurde bislang an einem Kern im Atlantik noch nicht gemessen.

Gleich danach begannen die für ca. 40 Stunden auf einem sehr dichten Profilvernetz geplanten seismischen Vermessungen, um die Topographie des Sedimentbeckens möglichst im Detail zu erfassen. Die ersten Auswertungen der Daten zeigen eine gute Qualität die es uns erlauben wird, die Grenze von Sediment und ozeanischer Kruste genau zu kartieren. Die Tiefenmessungen zeigen Strukturen in der Sedimentoberfläche, die bislang noch nicht bekannt waren und die möglicherweise auf Austrittsstellen warmer Wässer am Meeresboden hinweisen.

Leider erlitt während unserer seismischen Vermessung ein Besatzungsmitglied einen so gravierenden Unfall, dass Kapitän Bergmann sofort entschied, die Forschungsarbeiten abubrechen, um den Verletzten so schnell wie möglich nach Martinique zu bringen. Eine Erstversorgung durch unseren Bordarzt war zwar möglich, eine schnellstmögliche Einweisung in ein Krankenhaus ist aber unbedingt erforderlich. Der Patient, dem es im übrigen den Umständen entsprechend gut geht, wird von einem Hubschrauber abgeholt werden, der uns ca. 200 Seemeilen entgegenfliegen wird. Wir sind natürlich alle von dem Unfall sehr betroffen und wünschen dem Patienten alles Gute.

Wir wurden überaus herzlich von Kapitän Bergmann und der Besatzung aufgenommen und werden in hervorragender Weise bei unseren Arbeiten unterstützt. Wir sind alle wohllauf und hoffen auf eine baldige Rückkehr zum North Pond.

Viele Grüße von Bord der M.S. Merian

Heinrich Villinger

2. Wochenbericht der Forschungsfahrt MSM11/1 der FS Merian Fort de France (Martinique) – Dakar (Senegal) 16.2. – 12.3. 2009

Am Vormittag des 25. Februar erreichten wir den vereinbarten Treffpunkt ca. 130 Seemeilen vor der Küste von Guadeloupe, wo unser Verletzter von einem Hubschrauber abgeholt wurde. Das Manöver verlief bei gutem Wetter und ruhiger See zur Erleichterung aller ohne Probleme. Der Patient war eine Stunde später im Krankenhaus auf Guadeloupe und konnte dort umfassend ärztlich versorgt werden. Es geht ihm inzwischen schon sehr viel besser.

Wir machten uns danach unverzüglich und so schnell wie es ging auf den Weg zurück ins Arbeitsgebiet North Pond, wo wir am Samstag, 28.2., wieder eintrafen. Um trotz der eingebüßten Arbeitstage die wichtigsten Ziele der Forschungsfahrt erreichen zu können, baten wir die Senatskommission für Ozeanographie um eine Verlängerung der Fahrt. Durch die Bereitschaft des Fahrtleiters der nachfolgenden Forschungsreise, Herrn Dr. Bickert, an uns zwei Arbeitstage abzutreten, wurde dies möglich gemacht. Daher werden wir nun am 12.3. in Dakar einlaufen. Wir danken allen Beteiligten für ihr Verständnis unserer Situation, insbesondere der Senatskommission für Ozeanographie, den Teilnehmern von MSM11/2 und der Leitstelle.

Den Rückweg ins Arbeitsgebiet nutzten wir zum einen für ausführliche Diskussionen über Strategien, auch mit der auf ca. die Hälfte geschrumpften Arbeitszeit wichtige Ziele der Fahrt zu erreichen. Zum anderen wurden in zwei wissenschaftlichen Abendvorträgen Themen vorgestellt, die unmittelbaren Bezug zu North Pond haben. Weitere Vorträge sind auf dem ca. sieben Tage langen Transit nach Dakar geplant.

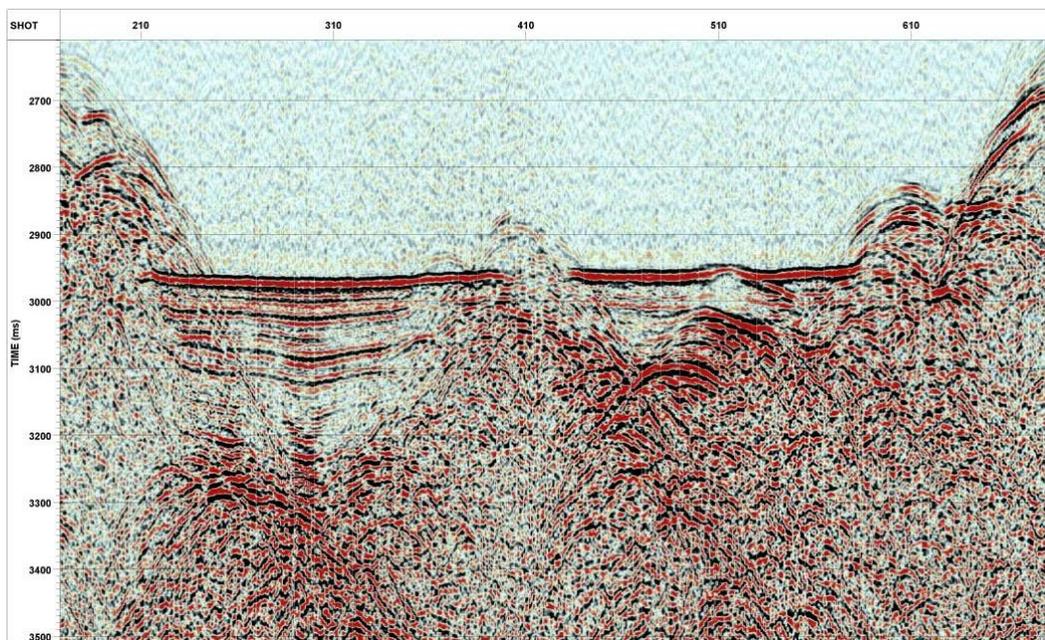


Abb. 1 Ein von Südwest nach Nordost verlaufendes seismisches Profil durch North Pond.

Unser Arbeitsprogramm begann mit einem seismischen Längsprofil durch North Pond, um die begonnene Kartierung der Sedimentmächtigkeiten fortzuführen. Basierend auf den Ergebnissen der Seismik und des Sedimentecholotes wurde für die Sedimentbeprobung



Abb. 2 Wissenschaftler bringen einen Sedimentkern von Deck ins Labor

eine kleine Terrasse an der nördlichen Flanke des Beckens ausgesucht. Das Schwerelot lieferte wieder einen 8.42m langen Kern, der sich vor allem dadurch auszeichnet, dass hier im Gegensatz zu dem Kern aus dem zentralen Teil des Beckens keine sandigen Foraminiferenlagen auftreten. Auch hier ist das Sauerstoffprofil bemerkenswert: nach einer anfänglichen Abnahme in den oberen Metern steigt die Sauerstoffkonzentration mit der Kerntiefe wieder an. Dies ist ein Indiz dafür, dass von unten Sauerstoff in das

Sediment hinein diffundiert, der aus dem in der oberen Kruste zirkulierenden Meerwasser stammt. Ein kurzer Kern am nördlichen Rand von North Pond kam als ‚Banane‘ hoch: die Sedimentschicht war an dieser Stelle so dünn, dass das Kernrohr auf Basalt prallte und abknickte. Trotz des nur ca. 1m langen Kerns waren alle begeistert, weil im Kernfänger kleinere Basaltstückchen gefunden wurden. Damit hat man mit diesem Kern die Grenzfläche von Sediment und ozeanischen Kruste beprobt. Die in diesem Kern gemessenen Sauerstoffkonzentrationen sind die bislang höchsten während unserer Reise gemessenen Werte. Auf dem seismischen Profil fanden dann auch die ersten erfolgreichen Wärmestromdichtemessungen statt, die eine deutliche Zunahme des Wärmestromes zum Beckenrand hin zeigen. An der Stelle mit dem maximalen Wärmestrom von 260mWm^{-2} wurde wiederum ein Kern gezogen.

Wir sind alle froh, nun endlich Daten und Proben zum Auswerten und Analysieren zu haben und sind gespannt auf die weiteren Ergebnisse. Die Besatzung unterstützt uns ganz hervorragend; besonders beeindruckend ist es, wie präzise die Nautiker das Schiff bei den Kernstationen und den Wärmestromdichtemessungen auf Station halten können. Und der Koch hat uns heute mit einem sonntäglichen Festessen in der schön gedeckten Messe überrascht. Herzlichen Dank an alle für ihre Unterstützung.

Der Wind hat seit gestern erheblich nachgelassen, der Himmel ist allerdings grau und es regnet ab und zu. Aber es ist warm und die Sonne wird sicherlich bald wieder scheinen.

Alle sind wohlauf und senden viele Grüße an Land.

Viele Grüße von Bord der M.S. Merian

Heinrich Villinger
1. März 2009

3. Wochenbericht der Forschungsfahrt MSM11/1 der FS Merian Fort de France (Martinique) – Dakar (Senegal) 16.2. – 12.3. 2009

Am vergangenen Donnerstag (5. März) um 19 Uhr haben wir unsere Forschungsarbeiten am North Pond beendet und wir fahren jetzt mit 12.5 Knoten bei Sonnenschein und einer leichten Brise auf einem südöstlichen Kurs in Richtung Dakar.

Die hinter uns liegenden Arbeitstage waren komplett ausgefüllt mit Stationsarbeiten und Wärmestromdichtemessungen. Wir wollten in der auf ca. die Hälfte verkürzten Arbeitszeit (von 13 Tagen auf 6 Tage) möglichst viele, strategisch wichtige Kerne ziehen und begleitende Wärmestromdichtemessungen machen. Dieses Ziel haben wir auch erreicht: wir haben 14 Schwerelotkerne gezogen mit einem Kerngewinn von minimal 0.72m und maximal 8.77m und einer Gesamtlänge von 62m. Diese Kerne sind inzwischen alle vollständig beschrieben und beprobt. Die gelblich-braunen pelagischen Sedimente bestehen primär aus nannofossilem Ooze mit wechselnden Anteilen an Ton und Foraminiferen bis hin zu Foraminiferensanden und Ton. An zwei Kernstationen enthielt das ockerfarbene Sediment millimeter-große Frag-

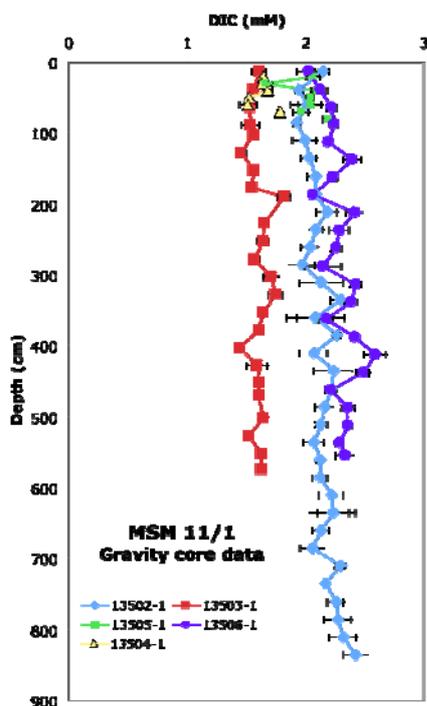


Abbildung 1: Gelöster inorganischer Kohlenstoff im Porenwasser der Schwerelotkerne. Kerne aus dem westlichen Teil von North Pond sind in blau während die anderen Kerne vom nordöstlichen Rand stammen.

mente von Basalt und basaltischem Glas. In die pelagischen Sedimente sind in einigen Kernen Lagen von Foraminiferensanden eingeschaltet, die sich durch scharfe Grenzen nach unten und gradierte Schichtung nach oben hin auszeichnen. Dies deutet darauf hin, dass diese Schichten durch gravitative Umlagerungen entstanden sind.

An allen Kernen wurden im Kühlraum bei ca. 4°C sofort nach dem Bergen der Kerne Porenwasserproben entnommen. Parallel dazu wurde die Konzentration des im Porenwasser gelösten Sauerstoffes gemessen. Insgesamt liegen damit 300 Messungen für Sauerstoffkonzentrationen und genauso viele Proben für Porenwasseranalysen vor. Hinzu kommen noch die zusätzlichen Proben für gelösten inorganischen Kohlenstoff und Wasserstoffanalysen (Abb. 1). Die Probenahme für die mikrobiologischen Untersuchungen (Zellzählungen und mikrobielle Diversität) erforderten besondere Vorkehrungen, um das Risiko von Kontamination und Veränderungen der mikrobiellen Sedimentgemeinschaften während der Beprobung so gering wie möglich zu halten. Daher haben teilweise bis zu zehn Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler gleichzeitig eine Kernhälfte mit sterilen Spritzen und Löffeln beprobt. Die Proben wurden dann entweder sofort chemisch fixiert oder bei -80°C eingefroren. Insgesamt wurden 995 verschiedene Sedimentschichten beprobt, die von vier verschiedenen

mikrobiologischen Gruppen an Land untersucht werden. Diese hohe Tiefenauflösung ist um etwa eine Größenordnung feiner als bei vergleichbaren Untersuchungen im Rahmen von IODP. Daher bieten die Proben von North Pond die einmalige Chance, hochauflösend oligothrophe Sedimente mit verschiedenen mikrobiologischen Methoden zu untersuchen. Wichtig für alle mikrobiologischen Untersuchungen sind die Wasserproben, die wir mit Hilfe der Rosette im zentralen Bereich von North Pond in 4400m gewonnen haben. Die parallel dazu mit einer CTD gemessene Temperatur und Salinität liefert uns ein Tiefenprofil der Ausbreitungsgeschwindigkeit des Schalls im Wasser, das in die Auswertung der bathymetrischen Messungen einfließt.

Zusätzlich wurde an allen Kernen in einem Abstand von ca. 25cm die Wärmeleitfähigkeit und der spezifische Widerstands gemessen und Proben für die Bestimmung der Porosität genommen.

Die seismischen Längsprofile durch North Pond wurden ergänzt durch drei Querprofile, so dass nun eine detaillierte Kartierung der Sedimentmächtigkeiten – und damit Basement-Topographie – vorliegt. Die Wärmestromdichtemessungen erfolgten primär auf diesen drei

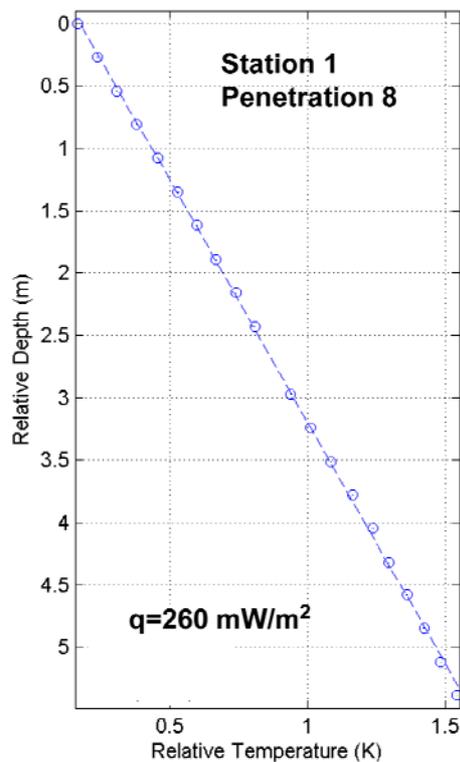


Abbildung 2: Höchster gemessener Temperaturgradient am nördlichen Rand von North Pond. Schon in 5m Tiefe liegt die Temperatur ca. 1.5°C über der Temperatur des Bodenwassers.

seismischen Querprofilen sowie auf einem Profil über den nördlichen Rand von North Pond. Am nördlichen Ende von North Pond erreichte der Wärmestrom mit 260 mW/m^2 (Abb. 2) den höchsten Wert, während in großen Teilen des Beckens der Wärmestrom mit Werten um $10 - 20 \text{ mW/m}^2$ extrem gering ist. Die Wärme der jungen, nur ca. 7 Mio Jahre alten Kruste muss also extrem effizient durch hydrothermale Zirkulation in der oberen Kruste abgeführt werden – anders sind diese niedrigen Werte nicht erklärbar. Die insgesamt 61 erfolgreichen Wärmestromdichtemessungen werden es uns zusammen mit den 1989 von amerikanischen Kollegen gemachten geothermischen Untersuchungen ermöglichen, das großräumige hydrogeologische Regime in der oberen Kruste in Kombination mit den seismischen Ergebnissen zu entschlüsseln.

Nachdem an den letzten Arbeitstagen in der vergangenen Woche wir teilweise bis zu Windstärke 7 hatten und das Arbeiten an Deck dadurch erschwert wurde, ist jetzt auf unserem ‚Heimatkurs‘ der Wind zum Glück auf Windstärke 3 abgeflaut. Wir sind alle damit beschäftigt, möglichst viele Analysen und Auswertungen hier an Bord noch durchzuführen

und Tabellen und Beiträge für den Fahrtbericht fertig zu stellen. Auch an der endgültigen Version einer bathymetrischen Karte mit allen Profilen und Kernstationen wird gefeilt.

Am Samstagabend feierten wir zum Abschluss unseres Arbeitsprogramms alle zusammen bei schönstem Wetter und ruhiger See eine Grillparty vor dem Hanger. Allen, vor allem aber den Köchen und dem Steward herzlichen Dank für den schönen Abend.

Unsere Reise neigt sich dem Ende zu. Am Dienstag werden wir die Inselgruppe der Kapverden durchqueren und dann am Donnerstagmorgen Dakar erreichen, wo um 7:30 morgens der Lotse auf uns warten wird. Wir konnten durch die auf die Hälfte verkürzte Arbeitszeit bei weitem nicht alle Ziele erreichen, die wir uns vorgenommen hatten. Aber wir konnten die zur Verfügung stehende Zeit optimal und extrem effizient nutzen. Das verdanken wir Kapitän Bergmann und dem Einsatz der Besatzung – dafür möchte ich ihm und der Besatzung im Namen aller Wissenschaftler sehr herzlich danken. Wir fühlen uns an Bord sehr wohl und wünschen allen und dem Schiff M.S. MERIAN für die Zukunft alles Gute.

Alle sind wohlauf und senden viele Grüße an Land.

Viele Grüße von Bord der M.S. Merian

Heinrich Villinger
9. März 2009