



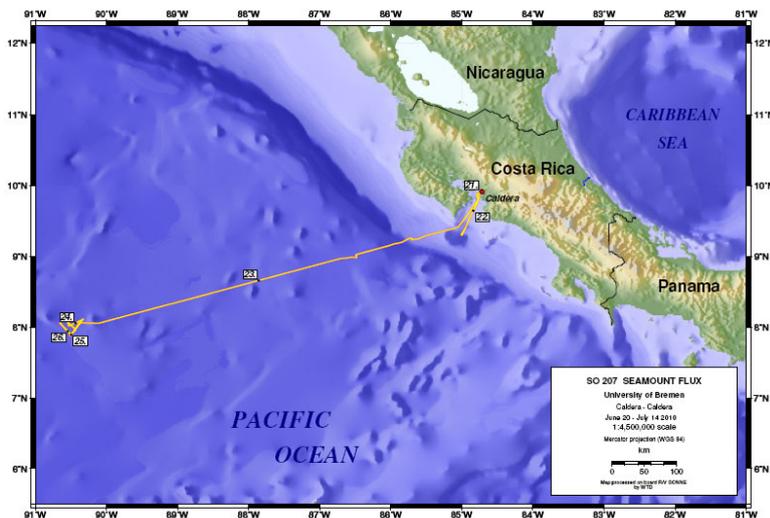
# SeamountFlux

SO 207

21.6. – 27.6.2010



Am Montag, dem 21. Juni 2010 hat die FS SONNE den Hafen von Caldera (Costa Rica) gegen Mittag verlassen. Das Auslaufen verzögerte sich um einige Stunden, da gefrorene biologische Proben der letzten Expedition verspätet abgeholt wurden. Am Nachmittag wurde vor den Nicoya-Halbinsel noch eine neue Software für das Parasound-System getestet, die von einem Techniker der Fa. Atlas Elektronik während der Hafentiegezeit installiert worden war. Der Techniker wurde am Abend des 21. im Hafen von Caldera vom Lotsenboot abgeholt und dann nahmen wir Kurs auf das Arbeitsgebiet bei 8°N / 90°W, das ca. 360 Seemeilen von Caldera entfernt ist. Auf der Anreise wurden die Labore eingerichtet und die Seismik getestet. Die Wissenschaftler an Bord kommen von der Universität Bremen aus den Arbeitsgruppen von Prof. Pichler (Geochemie) und Prof. Villinger (Geophysik).



Das wissenschaftliche Ziel unserer Forschungsfahrt ist die Erforschung der Austauschprozesse von Energie und Mineralien zwischen ozeanischer Kruste und dem Ozean. Diese Prozesse sind zwar im Allgemeinen gut verstanden, ihre Quantifizierung ist bislang jedoch nur unvollständig gelungen. Erste Untersuchungen geben Hinweise, dass untermeerische

Vulkane („Seamounts“) hierbei als Wege für diese Austauschprozesse dienen. Durch die Seamounts sickert mit ganz geringen Geschwindigkeiten aber über geologische Zeiträume kaltes Meerwasser in die obere Kruste hinein und kühlt damit die sedimentäre Bedeckung um den Seamount herum aus. Ungeklärt ist bislang, wo dieses Wasser wieder in den Ozean zurückkehrt, wie dieser Zirkulationskreislauf also geschlossen wird. Hinweise auf einen möglichen Zirkulationsweg geben Vermessungen der Meeresbodentopographie im Umfeld von Seamounts im äquatorialen Pazifik. Dort findet man oft kreisförmige Depressionen in der sedimentären Bedeckung, die bis zu 1 km im Durchmesser und Tiefen von bis zu 100 m erreichen. Vermutet wird, dass an diesen Stellen das an Seamounts versickerte und während seiner Zirkulation in der oberen Kruste erwärmte Meerwasser austritt und dabei

zur Lösung von kalkhaltigen Sedimenten geführt hat. Man kann diesen Prozess mit Karsterscheinungen an Land vergleichen. Wir werden im Laufe unserer Expedition versuchen zu klären, ob dieses Modell der Entstehung der Depressionen mit den Beobachtungen übereinstimmt. Dazu werden wir seismische und thermische Untersuchungen benutzen, um die sedimentäre Struktur im Untergrund zu erfassen und den Ausfluss warmen Wassers mit Wärmestromdichtemessungen nachzuweisen und wir werden versuchen, in der Geochemie der Porenwässer der Sedimente Hinweise auf die vermuteten Lösungsprozesse zu finden. In den von uns ausgewählten drei dicht beieinander liegenden Arbeitsgebieten gibt es schon umfangreiche großräumige Untersuchungen der Topographie des Meeresbodens, in denen diese Depressionen sichtbar sind.

Am Dienstagmorgen (23.6.) trafen wir im Arbeitsgebiet ein und begannen unsere Forschungsarbeiten mit einer Vermessung und Beprobung der physikalischen Eigenschaften der Wassersäule mit einer CTD und Wasserschöpfern, um vor allem Kalibrierdaten für das Fächerecholot zu gewinnen. Die Geochemiker nahmen an der ODP-Site 844 einen Schwerelotkern, um Hintergrunddaten über die Porenwassergeochemie in der Region zu gewinnen. Nach einer seismischen Detailvermessung der Depressionen wechselten sich Wärmestromdichtemessungen und Sedimentbeprobung mit dem Schwerelot ab. An den gewonnenen Sedimentkernen werden sofort Proben des Porenwassers genommen und erste chemische Untersuchungen bereits an Bord durchgeführt. Die ersten Ergebnisse der Wärmestromdichtemessungen zeigen, dass in allen bislang vermessenen Depressionen der Wärmestrom um bis zu einer Größenordnung höher ist als der regionale Wert und dass im Umfeld eines Seamounts die Wärmestromdichte extrem niedrig ist. Beides sind Indizien dafür, dass durch den Seamount kaltes Meerwasser in den Untergrund eindringt und an den Depressionen wieder aufsteigt. Die ersten zwei Schwerelotkerne aus den Depressionen zeigten keine eindeutigen geochemischen Signale in ihren Porenwässern, welche den Aufstieg eines leicht erwärmten Fluides bedeuten könnten. Ein dritter Kern wurde jedoch an einer Stelle genommen an der der Wärmestrom 5 bis 6 mal höher als der Hintergrundwert war. An dieser Stelle waren leichte chemische Unterschiede zu den vorherigen Kernen zu erkennen. In wie weit diese Daten das Zirkulationsmodell unterstützen bleibt abzuwarten bis eine endgültige Analyse der Proben in Bremen stattgefunden hat.

Wir wurden sehr herzlich von Kapitän Meyer und seiner Besatzung an Bord aufgenommen und werden in hervorragender Weise bei unseren Forschungsarbeiten unterstützt. Das Wetter ist gut, auch wenn ein tropischer Regenguss ab und zu das Arbeiten an Deck zu einer sehr feuchten Angelegenheit werden lässt.

Alle sind wohlauf und senden viele Grüße an Land

H. Villinger



# SeamountFlux

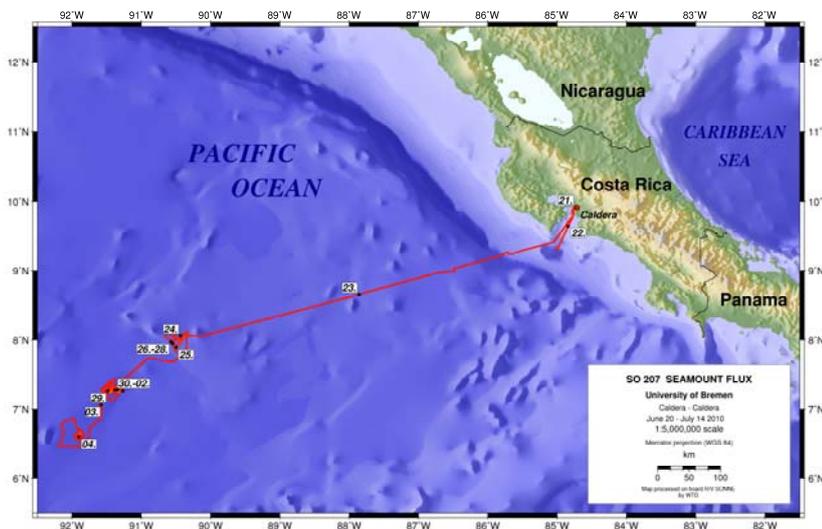
## SO 207

### 28.6. – 4.7.2010



Nach dem Abschluss der Arbeiten im nördlichsten Untersuchungsgebiet sind wir weiter nach Südwesten in das zweite Arbeitsgebiet gefahren. Nach detaillierter Kartierung des Meeresboden im zwei-

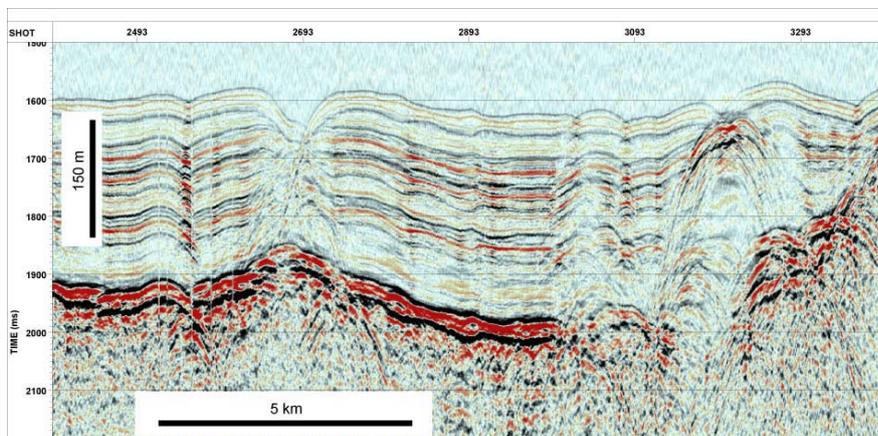
ten Arbeitsgebiet konnten wir auch hier das Vorkommen von Depressionen in der sedimentären Bedeckung der basaltischen ozeanischen Kruste nachweisen. Somit wurden vorangegangene Untersuchungen bestätigt Inzwischen sind wir im südlichsten Arbeitsgebiet angelangt, in dem wir morgen unsere Arbeiten abschließen werden. Auf dem Transit von einem zum anderen



Gebiet vermessen wir die Topographie des Meeresbodens mit unserem Fächerecholot (siehe Abb. 1).

Die Ergebnisse der seismischen Messungen zeigen, dass die Depressionen alle an Aufwölbungen der ozeanischen Kruste geknüpft sind (Abb.2). Innerhalb der Depression ist die Sedimentmächtigkeit

meistens um ca. 20% reduziert, allerdings erschweren Diffraktionen die genaue Abbildung der internen sedimentären Strukturen. Ein Post-Processing der seismischen Daten und die Einbeziehung von Daten



des Sedimentecholotes Parasound können hier weiterhelfen. Die Wärmestromdichtemessungen über allen bislang vermessenen Depressionen zeigen ein ähnliches Muster: um die Depressionen herum messen wir Werte im Bereich von 40 bis 60 mW/m<sup>2</sup>, in den Depressionen selber steigen die Werte auf

den bis zu 5-fachen Wert an. Diese Erhöhung kann nicht durch die Verminderung der Sedimentmächtigkeit erklärt werden, sondern hier müssen warme Porenwässer aus der oberen Kruste für den erhöhten Wärmestrom verantwortlich sein. An einer Depression haben wir den Photoschlitten OFOS eingesetzt, um vor Ort am Meeresboden nach Indikatoren für advective Prozesse zu suchen. Leider war in den fast 6 Stunden dauernden Beobachtungen nur wenig Auffälliges zu sehen. Die Ausnahme waren weiße Flecken auf dem Meeresboden, welche eventuell auf mikrobiologische Aktivität zurückgeführt werden können. Rein qualitativ schien es innerhalb der Depressionen mehr weiße Flecken zu geben als außerhalb.

Im Rahmen der Sedimentbeprobung wurden sechs Kerne zwischen 6 und 10 m Länge im zweiten Arbeitsgebiet genommen. In der Porenwasserchemie zeigte sich ein dramatischer Unterschied zum ersten Arbeitsgebiet. Das Redoxpotential, als Eh gemessen, war in allen Kernen positiv, wogegen im ersten Arbeitsgebiet das Redoxpotential durchweg negativ war. Dementsprechend war auch kein gelöstes Eisen in den Porenwässern zu finden.

Am vergangenen Freitag feierten wir das Bergfest mit Grillen auf dem Achterdeck. Der leichte Regen, der ab und zu fiel, störte unsere gute Laune und das schöne Fest nicht. An dieser Stelle möchten wir uns ganz herzlich beim Koch für das hervorragende Essen bedanken. Die Fußball-Weltmeisterschaft verfolgen wir – so gut das geht – sehr aufmerksam und freuen uns riesig über den Einzug der deutschen Mannschaft in das Halbfinale. Das Wetter ist zum Arbeiten nach wie vor gut, da der Wind mäßig ist, aber es ist oft bedeckt und regnet häufig.

Alle sind wohlauf und senden viele Grüße an Land

H. Villinger



# SeamountFlux

## SO 207

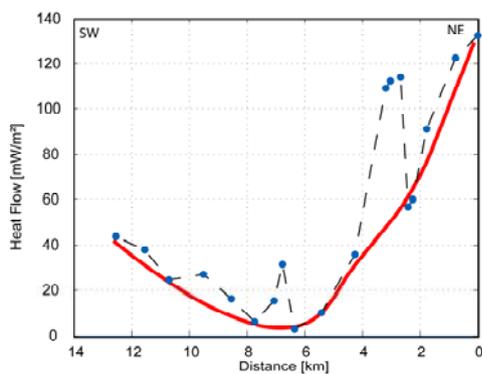
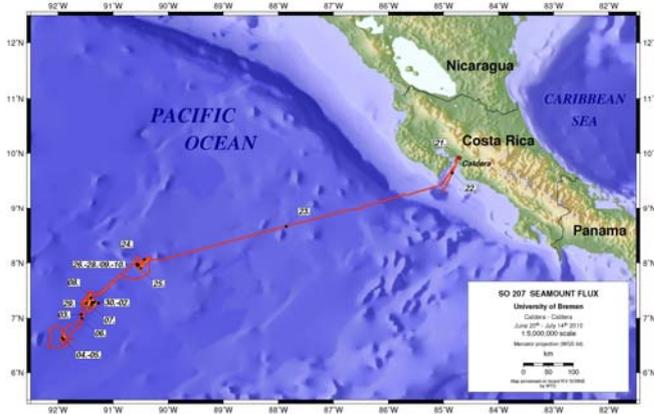


5.7. – 11.7.2010

Die Messungen in unserem südlichsten Arbeitsgebiet, in dem die ODP/IODP-Bohrung 1256 liegt, konzentrierten sich auf eine Depression süd-östlich der Bohrung. Die Wärmestromdichtemessungen über eine der Depressionen zeigen ein sehr interessantes Muster: auf dem insgesamt 13 km langen Profil (s.u.) ist eine ausgeprägtes Minimum im Wärmestrom zu erkennen, das darauf hindeutet, dass kaltes Meerwasser in der oberen Kruste zirkuliert und sie auskühlt. Innerhalb einer der untersuchten

Depressionen ist der Wärmestrom allerdings deutlich erhöht, ein Folge von advektivem Wärmetransport aus dem Untergrund. Dabei sind die minimalen Werte des Wärmestromes von unter  $10 \text{ mW/m}^2$  insofern bemerkenswert, als sie auf einen sehr effizienten und großräumigen Transport von kaltem Meerwasser im Untergrund hindeuten. Nach zusätzlichen Sedimentkernen im südlichsten Arbeitsgebiet haben wir uns wieder auf den Rückweg begeben, um in den anderen zwei Arbeitsgebieten Detailvermessungen durchzuführen. Dazu gehörte auch ein Wärmestromprofil an einem

isolierten Seamount, einschließlich Messungen im Krater selbst. Diese sind bemerkenswert niedrig und bestätigen, dass Seamounts als permeable Wege für das Eindringen kalten Meerwassers in die obere Kruste eine ganz wichtige Rolle spielen.

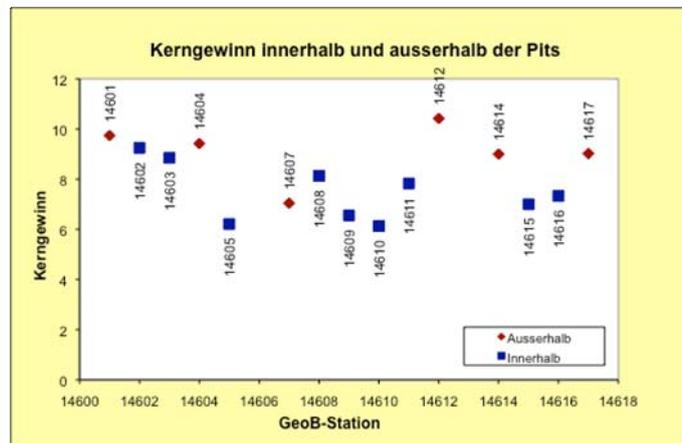
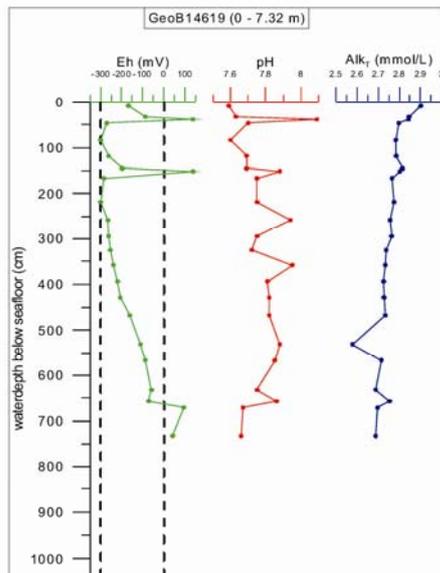


Die Wärmestrommessungen im zweiten Arbeitsgebiet konzentrierten sich auf die Frage, welche Rolle ein mächtiger Seamount am nordöstlichen Ende eines unserer Wärmestromprofile spielt. Die Messungen zeigen, dass durch den Seamount in großem Umfang kaltes Meerwasser in die obere Kruste fließt und sie großräumig auskühlt. Dies wird auch durch Messungen an einem großen Seamount im nördlichsten Arbeitsgebiet bestätigt. Detailvermessungen an einer Depression mit ca. 1km Durchmesser zeigen, dass hier ausgeprägte Austauschprozesse zwischen oberer Kruste und dem Meerwasser bei einer vorhandenen Sedimentbedeckung stattfinden. Die ‚hydrothermal pits‘ spielen also eine wichtige Rolle beim Austausch von Energie und Materie zwischen oberer Kruste und dem Ozean.

Die dritte Woche war sehr spannend für die Sedimentologie und Geochemie. Es zeichnete sich ein messbarer Unterschied für die Sedimentkerne welche innerhalb der Pits und außerhalb der Pits genommen wurden. Meistens waren die Kerne aus den Pits kürzer, was auf einen Unterschied in der Sedimentzusammensetzung hinweisen könnte, und zwar dass die Sedimente innerhalb der Pits fester sind, d.h. einen höheren Kompaktionsgrad aufweisen. Diese Beobachtung bestätigt zusätzlich noch eine frühere Beobachtungen, welche während des Videosurveys mit dem OFOS gemacht wurde. Hier

war uns aufgefallen, dass beim Bodenkontakt mit dem OFOS innerhalb der Pits weniger Sediment aufgewirbelt wurde als außerhalb der Pits. Dies lässt auch auf eine größere Sedimentfestigkeit schließen.

Richtig spannend wurde es aber erst als wir einen Sedimentkern an der Stelle nahmen an welcher der höchste Wärmestrom im ersten Arbeitsgebiet gemessen wurde. Dieser Kern (GeoB14619) hatte an seiner tiefsten Stelle eine oxydierte Sedimentlage und zeigte somit ein umgekehrtes Oxydations- oder



Eh-Profil. Normalerweise nimmt der Eh-Wert mit der Tiefe ab. Dies lässt uns auf eine interessante Porenwasserchemie hoffen. Leider müssen wir jedoch auf diese Daten noch warten bis wir zurück in

Bremen eine komplette chemische Analyse vollzogen haben.

Zum Schluss ein wenig Statistik: Wir haben insgesamt 191m Sedimentkerne genommen und an 451 Stellen Porenwasserproben gewonnen und zum Teil schon an Bord analysiert. Insgesamt 140 erfolgreiche Wärmestromdichtemessungen auf 9 Profilen zusammen mit den ca. 400 km langen seismischen Profilen und der Bathymetrie werden uns helfen, in Verbindung mit den Ergebnissen der Porenwasseranalyse die zentrale Frage zu beantworten, welche Rolle diese im äquatorialen Pazifik weit verbreiteten Depressionen („pits“) im Austauschprozess von Energie und Mineralien zwischen oberer Kruste und dem Meerwasser spielen.

Wir haben heute (Sonntag, 11.7.) unsere Arbeiten abgeschlossen und sind auf dem Heimweg nach Caldera (Costa Rica), wo wir am Dienstagmorgen einlaufen werden. Das Wetter war zum Arbeiten perfekt, da wir bei geringen Windstärken und ruhiger See gut arbeiten konnten. Weniger Regen und mehr Sonne wären allerdings auch nicht schlecht gewesen. Der Koch hat uns mit gutem Essen verwöhnt, so dass das oft regnerische Wetter leichter zu ertragen war. Wir bedanken uns bei Kapitän Meyer und seiner Besatzung für die großartige und absolut kompetente Unterstützung unserer Forschungsarbeiten und wünschen der FS SONNE und ihrer Besatzung weiterhin eine gute Reise.

Alle sind wohlauf und senden viele Grüße an Land

H. Villinger