

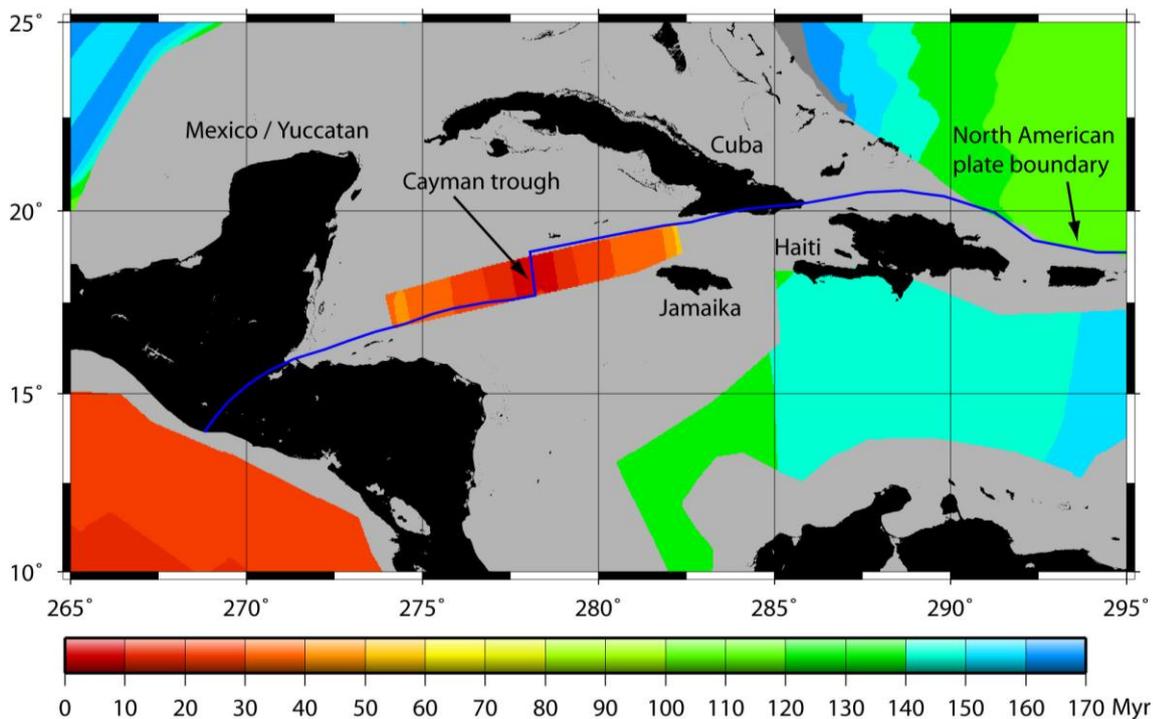
# 1. Wochenbericht der Forschungsfahrt Nr. M115 des FS METEOR

## 1. April bis 28. April 2015

### Kingston, Jamaika – Pointe à Pitre, Guadeloupe

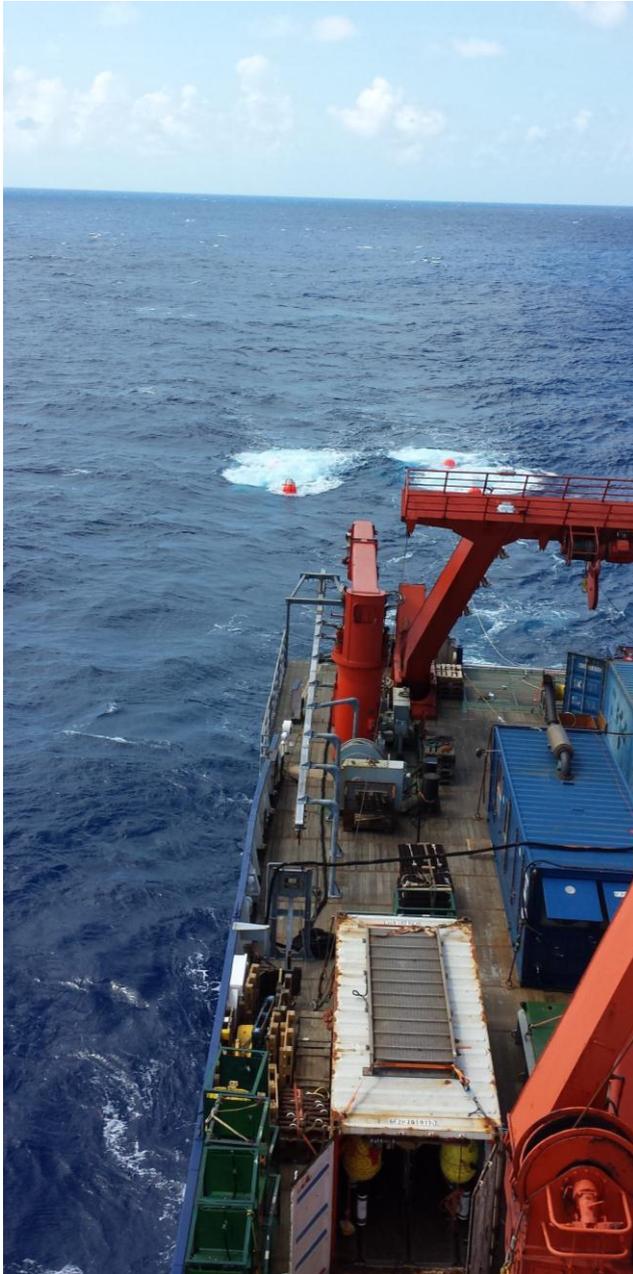
Am Freitag den 1. April 2015 hieß es um 9:20 „Leinen los“ und die METEOR ist aus dem Hafen von Kingston auf Jamaika ausgelaufen und hat Kurs auf den Kaiman Trog südwestlich der Britischen Kaiman Inseln genommen.

Der Kaiman Trog bildet die südliche Grenze der Nord Amerikanischen Platte und beherbergt eine Spreizungsachse wo über die letzten ca. 40 Mio. Jahre kontinuierlich neuer Meeresboden bei sehr langsamen Spreizungsraten von  $<2$  cm/Jahr gebildet wird. Bedingt durch die Öffnung des Trogs kommt es nördlich und südlich zu Blattverschiebungen, welche katastrophale Erdbeben bedingen. Die größten Erdbeben der letzten Jahre waren das Magnitude  $M=7.3$  Honduras Beben von 2009 und das  $M=7.0$  Beben von Haiti, welches im Jahre 2010 über 200.000 Todesopfer gefordert hat. Die Arbeiten der Expedition M115 befassen sich mit den Prozessen der Krustenbildung bei sehr langsamen Spreizungsraten sowie der Krustenstruktur in der Kontaktzone zwischen dünner Ozeanischer Krusten und dicker Kontinentaler Kruste, welche durch aktive Blattverschiebungszonen getrennt sind. Dazu werden auf der Reise tiefenseismische Messungen mit Ozean-Boden-Seismometern (OBS) durchgeführt. Als Quelle dienen Luftpulser, welche in Abständen von 60 Sekunden komprimierte Luft ausstoßen und somit seismische Wellen erzeugen, die von den OBS aufgezeichnet werden und es uns ermöglichen, ins Innere des Meeresbodens und der Kruste zu „blicken“.



*Lage des Kaiman Trogs in der Karibik und Alter der Ozeanischen Becken. Der Kaiman Trog stellt die südliche Grenze der Nordamerikanischen Platte dar und ist von Kontinentaler Kruste umgeben.*

Die Expedition CAYSEIS ist eine Internationale Kooperation zwischen dem GEOMAR Helmholtz Zentrum für Ozeanforschung in Kiel, der Englischen Universität von Durham und dem Geophysikalischen Institut der Universität von Austin in Texas. Alle drei Gruppen stellen für die Expedition OBS zur Verfügung, so dass an Bord über 70 OBS für die seismischen Arbeiten zur Verfügung stehen.



*Achtern der METEOR werden die Luftkanonen geschleppt, welche als seismische Quelle dienen. Die Kanonen mit einem Volumen von 82-Litern schießen Luft mit einem Druck von 190 bar ins Wasser.*

Bereits im Hafen und auf dem 1.5 tägigen Transit ins Arbeitsgebiet wurde damit begonnen, die sehr umfangreiche Ausrüstung vorzubereiten. Am 2. April 2015 um 4:40 Uhr lokaler Zeit erreichte die METEOR die Hoheitsgewässer der Kaiman Inseln. Um 1.17 Uhr lokaler Zeit am 3. April wurde mit der Auslage von 25 OBS begonnen, welche die natürliche Seismizität (Erdbeben) entlang der Spreizungsachse aufzeichnen sollen. Diese Geräte verbleiben für den gesamten Verlauf der Reise am Meeresboden und werden erst unmittelbar vor dem Ablaufen aus dem Arbeitsgebiet wieder geborgen. Am 3. April 2015 wurden ab 19:00 Uhr insgesamt 32 OBS entlang des seismischen Profils P1 ausgelegt. Das Profil verläuft entlang des Kaiman Trops bis in Kontinentaler Kruste im Süden. Am 4. April um 16:51 Uhr wurde in den Hoheitsgewässern von Honduras der erste Schuss abgegeben. Insgesamt 1320 Schüsse überdecken das 220 km lange Profil. Um 14:50 Uhr am Ostersonntag den 5. April wurde das seismische Schießen beendet und 1.5 Stunden später das erste OBS geborgen. Bis zum Nachmittag des Ostermontags wurden die ersten 12 OBS des Profils P1 geborgen. Die Bergungsarbeiten werden vermutlich in den frühen Morgenstunden des 8. Aprils abgeschlossen sein.

Österliche Grüße von Bord der METEOR sendet im Namen der Besetzung und aller wissenschaftlichen Fahrteilnehmer

Ingo Grevemeyer

## 2. Wochenbericht der Forschungsfahrt Nr. M115 des FS METEOR 1. April bis 28. April 2015

### Kingston, Jamaika – Pointe à Pitre, Guadeloupe

In der zweiten Expeditionswoche stand die seismische Untersuchung zweier Regionen im Bereich der Spreizungsachse im Kaiman Trog im Mittelpunkt, die durch hydrothermale Aktivität gekennzeichnet sind. Eine der Hydrothermalquellen, das sog. Van Damm Feld, liegt westlich der Achse im Bereich der Riftschulter in ca. 2300 m Wassertiefe auf einer durch tektonische Prozesse gebildeten domartigen Struktur (Mount Dent), während das zweite Feld, das Piccard Feld, etwa 15 km nordöstlich in über 5000 m Wassertiefe im Zentralgraben der Spreizungsachse liegt. Beide Felder sind durch biologische Lebensgemeinschaften und hydrothermale Quellen gekennzeichnet. Am Mount Dent liegen die Temperaturen der Fluide bei ca. 250 °C und die auftretenden Lösungen sind eher klar. Im Unterschied dazu, ist das tiefer gelegene Piccard Feld durch sehr hohe Temperaturen von über 400°C gekennzeichnet und zahlreiche Schwarze Raucher bestimmen das Bild. Während die Lage des Van Damm Felds durch tektonische Verwerfungen kontrolliert sein dürfte, gehen Wissenschaftler davon aus, dass das Piccard Feld durch magmatische Aktivität im Untergrund kontrolliert wird. Diese Beobachtung ist von großer Bedeutung, da magmatische Prozesse an Spreizungsachsen mit langsamen und sehr langsamen Krustenbildungsraten (wie im Falle des Kaiman Trogs)

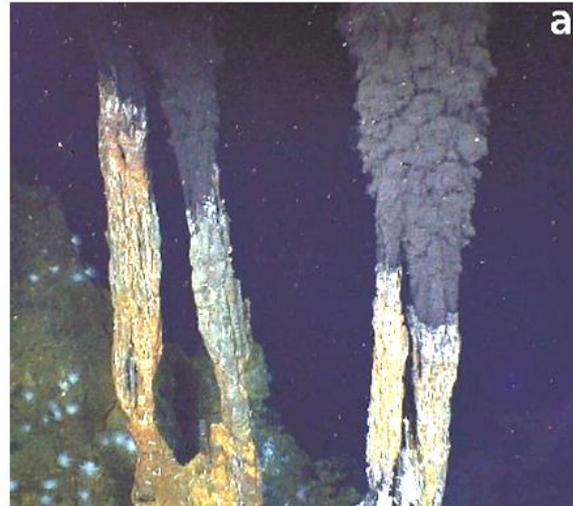


Abbildung 1: Schwarze Raucher des Piccard Hydrothermal Felds im nördlichen Kaiman Trog (aus Kinsey & German, 2013)

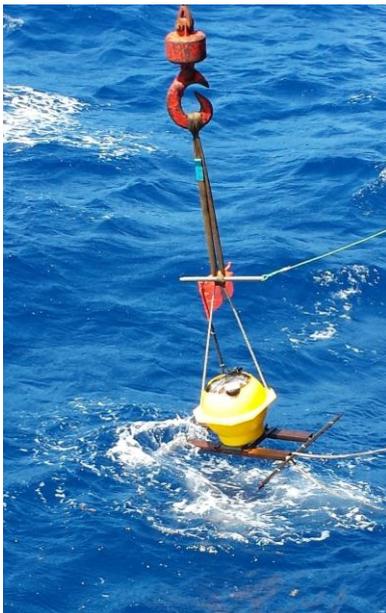


Abbildung 2: Links: UTIG-OBS, Texas, Mitte: GEOMAR-OBH, Rechts: UK OBIC-OBS

generell wenig bis keine vulkanische Aktivität zeigen. Die im Rahmen der Reise M115 durchgeführten seismischen Arbeiten und Erdbebenbeobachtungen sollten dazu beitragen, die Steuerungsgrößen für die hydrothermale Aktivität besser verstehen zu können.

Um die unterschiedlichen tektonischen Strukturen beider Hydrothermal Felder zu berücksichtigen, wurden zwei jeweils West-Ost verlaufende Profile mit jeweils 18 Ozean-Boden-Seismometern (OBS) ausgelegt. Beide ca. 100 km langen Profile wurden kontinuierlich hintereinander abgearbeitet, so dass insgesamt 36 OBS in Abständen von 5 km ausgelegt wurden. Am 8.4.2015 wurde gegen 18 Uhr mit dem seismischen Schießen bei ruhiger See mit Wellen von nur 1 m bis 1.5 m Höhe begonnen. Am 9.4. um 5:45 Uhr lokaler Zeit war das erste Profil über das Piccard Feld abgeschossen. Während die METEOR auf das zweite Profil einschwängt, wurden die seismischen Signale dafür genutzt, sog. Fächerschüsse abzugeben. Nach 45 Min. lag METEOR auf Kurs für das zweite Profil, welches 12 Stunden später am Abend des 9.4.2015 beendet wurde. Über die nächsten 2½ Tage wurden alle OBS erfolgreich aus Wassertiefen von 2100 bis 5500 m geborgen.

Nach nur 2 Stunden Transit wurde am frühen Sonntagmorgen - um 3:55 Uhr des 12.4.2015 - damit begonnen, das seismische Profil 4 auszulegen. Insgesamt 36 OBS werden zur Zeit entlang eines 200 km langen Profils im Westen der Spreizungsachse in ca. 15-20 Mio. Jahre alter Kruste ausgelegt. Das N-S verlaufende Profil soll die Struktur der ozeanischen Kruste und des Erdmantels im westlichen Becken sowie die Struktur des gescherten Kontinentalrands von Honduras südlich des Kaiman Beckens abbilden. Entlang des gescherten Kontinentalrands verläuft die Swan Island Blattverschiebungszone, welche in jüngster Vergangenheit Erdbeben mit Magnituden von bis zu  $M_w=7.3$  erzeugt hat. Die seismischen Messungen werde es uns erlauben, die Struktur der Verwerfungszone zu untersuchen.

Alle Fahrtteilnehmer sind wohl auf  
und von Bord der METEOR grüßt

Ingo Grevemeyer

### 3. Wochenbericht der Forschungsfahrt Nr. M115 des FS METEOR 1. April bis 28. April 2015

#### Kingston, Jamaika – Pointe à Pitre, Guadeloupe

Die Arbeiten in der dritten Expeditionswoche des Vorhabens CAYSEIS konzentrierten sich auf die Untersuchung älterer Kruste, welche vor mehr als 10 Mio. Jahren im Kaiman Trog gebildet und durch die Kräfte der Plattentektonik wie auf einem großen Fließband nach Osten bzw. Westen transportiert wurde. Bereits am Ende der zweiten Woche wurde das Profil P4 in ca. 15-20 Mio. Jahre alter Kruste abgeschossen. Das N-S verlaufende Profil sollte die Struktur der ozeanischen Kruste und des Erdmantels im westlichen Becken sowie die Struktur der

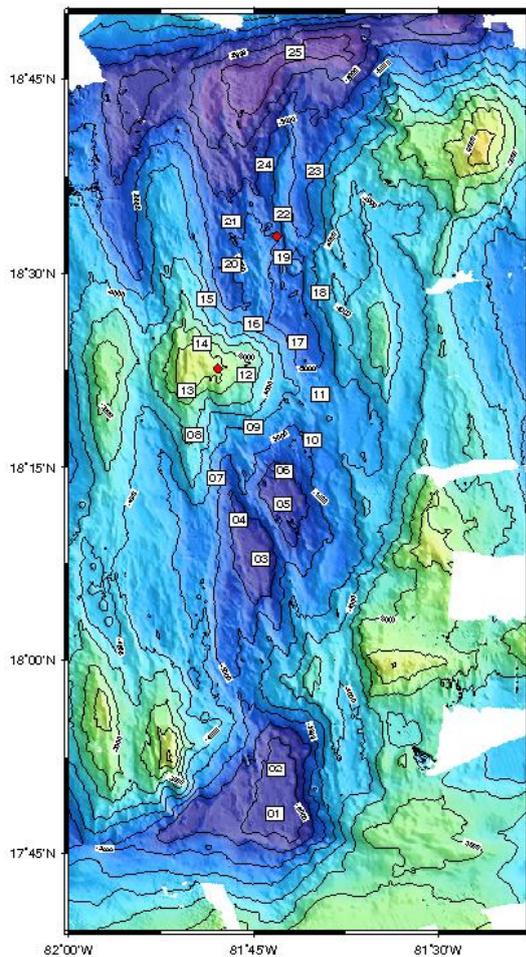


Abbildung 1: Lagekarte für das seismische Netzwerk zur Untersuchung von lokalen Erdbeben, welche mit dem Spreizungsprozess und hydrothermaler Aktivität (rote Symbole) in Verbindung stehen.

ca. 5500 m bis in 6600 m Tiefe und haben sowohl die seismischen Schüsse der Profile P1 bis P3 registriert als auch lokale Erdbeben aufgezeichnet. Eine erste Sichtung der Daten zeigt, dass über die 14-tägige Auslage zwischen 15-25 Erdbeben pro Tag beobachtet wurden. Einige erste Lokalisierungen zeigen, dass die Beben bevorzugt entlang der vulkanisch-aktiven Zone auftreten.

kontinentalen Kruste am südlichen Rand des Kaiman Beckens abbilden. Die Bergung der Ozean-Boden-Seismometer (OBS) fand in dieser Woche zwischen dem 13. und 15. April statt. Die Daten der geborgenen OBS haben eine sehr gute Qualität und zeigen sowohl Krusten als auch Mantelphasen. Während die Basis der kontinentalen Kruste im südlichen Teil der Profillinie durch eindeutige Reflexionen in den Daten charakterisiert ist, sind im ozeanischen Teil keine klaren Reflexionen zu beobachten. Sehr hohe seismischen Geschwindigkeiten in geringer Tiefe deuten jedoch auf eine sehr dünne Kruste hin. Darüber hinaus scheint der Übergang zwischen Kruste und Erdmantel eher graduell zu verlaufen. Leider konnten zwei der sonst immer sehr zuverlässigen Ozean-Boden-Hydrophone (OBH) des GEOMAR nicht aufgefunden werden. Bereits auf der ersten Profillinie konnte ein OBS der Universität von Austin in Texas nicht geborgen werden, so dass bislang drei Instrumente verloren gingen. Für die Kieler Geräte gibt es noch die Hoffnung, dass die OBHs am 22. April 2015 gegen 13 Uhr durch eine Sicherungsautomatik ausgelöst und zur Meeresoberfläche aufsteigen.

Am 16. April wurden die ersten 9 OBS aus dem Zentralgraben des Kaiman Trog geborgen. Diese Geräte lagen seit Beginn der Expedition in sehr großen Wassertiefen von

Ein zweiter Schwerpunkt der Arbeiten in dieser Woche war die Vermessung entlang des Profils P5, welches östlich der Rückenachse in W-E Richtung verlief und wie P4 ältere Ozeanische Kruste untersuchte. Die Auslage der OBS, das seismische Schießen sowie die Bergung der OBS fanden zwischen dem 17. April und dem 19. April statt. Um die Auflösung



Abbildung 2: 4-Liter-Luftkanone zur Erzeugung seismischer Signale. Die Luft wird auf 190 bar verdichtet und explosionsartig freigegeben. Auf der Reise M115 werden insgesamt 12 solcher oder ähnlicher Kanonen zu einem Verbund an Kanonen zusammengeschaltet, so dass wir insgesamt 86-Liter an komprimierter Luft als Schallquelle nutzen können.

der Daten zu erhöhen, wurde ein variabler Stationsabstand von 2 km bis 5 km gewählt, wobei die 20 OBS im Zentrum der Linie einen Abstand von 2 km hatten und jeweils 4 OBS östlich und westlich des Zentralteils einen Geräteabstand von 5 km hatten. Alle OBS konnten erfolgreich geborgen werden. Wieder ist die Datenqualität sehr gut. Ähnlich wie im westlichen Teil des Beckens scheint die Kruste sehr dünn zu sein und eine klare Krusten/Mantelgrenze scheint nicht ausgebildet zu sein.

Zur Zeit befindet sich die METEOR auf einem kurzen Transit, um weitere OBS aus dem Zentralgraben zu bergen, welche zur Bestimmung der Erdbebenaktivität zu Beginn der Reise ausgelegt wurden.

Alle Fahrtteilnehmer sind wohl auf und von Bord der METEOR grüßt

Ingo Grevemeyer

## 4. Wochenbericht der Forschungsfahrt Nr. M115 des FS METEOR 1. April bis 28. April 2015

### Kingston, Jamaika – Pointe à Pitre, Guadeloupe

In der vierten und letzten Expeditionswoche des Vorhabens CAYSEIS wurde die Untersuchung alter Kruste fortgeführt, welche vor ca. 10-20 Mio. Jahre gebildet wurde. Hierzu wurde westlich des Kaiman Trog das Profil P6 abgeschossen, welches spiegelbildlich zu Profil P5 die Kruste bzw. Lithosphäre durchschallte, um mögliche Asymmetrien in der Produktion von Meeresboden und Kruste aufzeigen zu können. Darüber hinaus wurden die letzten Ozean-Boden-Seismometer (OBS) des passiven Netzwerk geborgen, welche seit dem

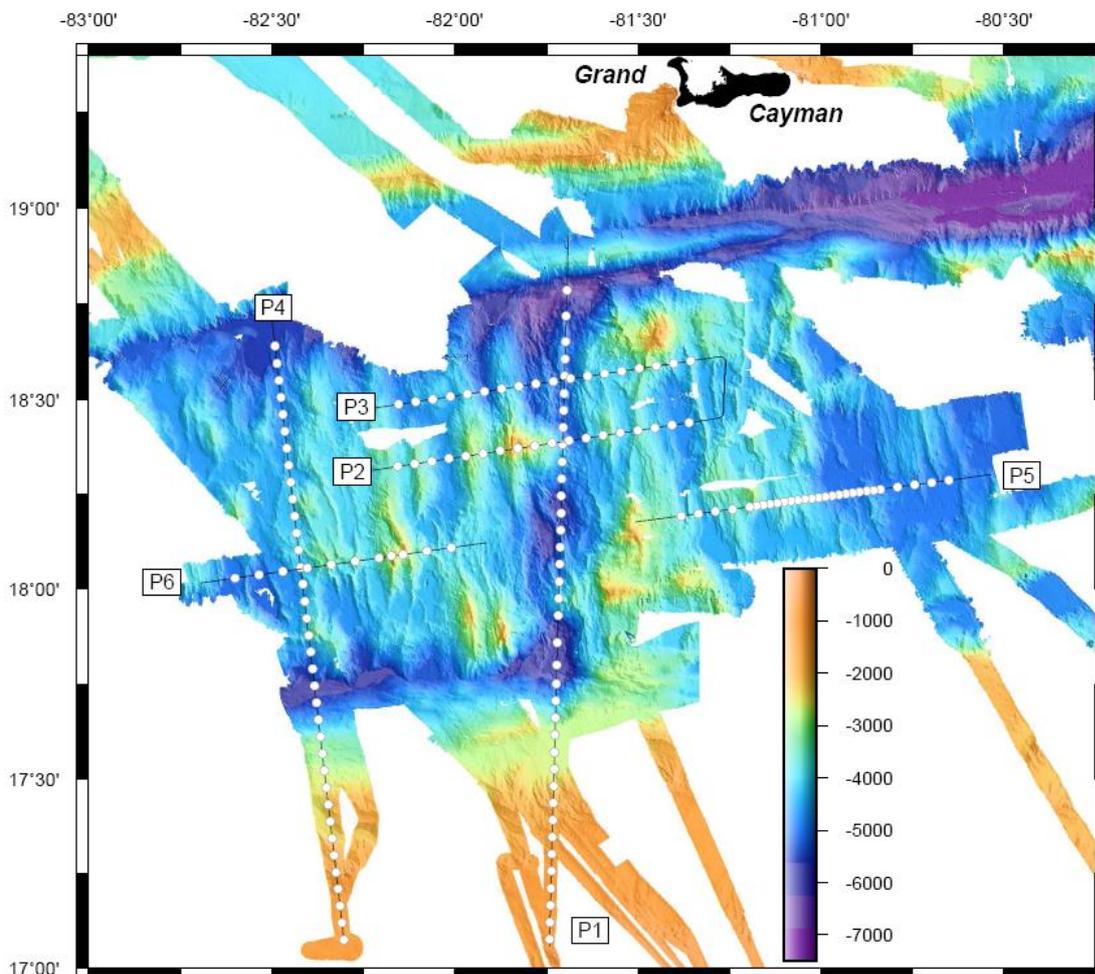


Abbildung 1: Bathymetrische Karte des Arbeitsgebiets aus Fächerecholotdaten der Expedition und verfügbarer Daten des National Geophysical Data Centers, USA, sowie die Lage aller sechs tiefenseismischer Profile. Weiß Punkte sind OBS-Positionen.

3. April 2015 kontinuierlich Erdbeben entlang der Spreizungsachse registriert hatten. Eine erste Analyse der Daten zeigt, dass das seismische Netzwerk bestehend aus 25 OBS ca. 300 lokale Erdbeben auf mindestens 5 oder mehr OBS registrieren konnte. Diese Daten werden uns in die Lage versetzen, seismisch- und somit tektonisch-aktive Strukturelemente im Kaiman Trog abzubilden.

Nachdem am 21.4.2015 alle OBS entlang von P6 und von der Spreizungsachse geborgen waren, warteten alle Fahrtteilnehmer gespannt auf den Mittag des 22.4.2015. Um genau 12

Uhr sollte bei zwei noch vermissten OBS von P4 automatisch der Auftauchvorgang eingeleitet werden. In der Tat, gegen 13:30 Uhr konnte OBS408 und gegen 17 Uhr OBS421 sicher geborgen werden. Ein drittes noch fehlendes OBS der Universität von Texas konnte leider nicht aufgefunden werden. Am Ende der Reise steht nur ein einziger Verlust genau 170 besetzten OBS-Positionen gegenüber.

Auf der Reise M115 wurden insgesamt 5374 seismische Schüsse abgegeben und 810 km an refraktions- und weitwinkelseismischer Daten gesammelt. Darüber hinaus wurde entlang aller Profile sowohl das Erdmagnetfeld als auch das Schwerfeld der Erde vermessen. Dieser Satz unterschiedlicher geophysikalischer Daten von einem ozeanischen Spreizungszentrum mit sehr-langsamem Krustenbildungsrate ist in seinem Umfang einzigartig und wird uns in die Lage versetzen, die magmatischen und tektonischen Prozesse abzuleiten, die die Bildung neuen Meeresbodens an magmatisch verarmten Spreizungszentren kontrollieren.

Zur Zeit befindet sich die METEOR auf dem Transit nach Guadeloupe, wo METEOR morgen am Montagabend den 27.4.2015 gegen 18:30 Uhr die Lotsenstation erreichen wird, um in den Hafen von Pointe-à-Pitre einzulaufen.

Alle Fahrtteilnehmer sind wohl auf und von Bord der METEOR grüßt

Ingo Grevemeyer



*Abbildung 2: (Links) Lacoste & Romberg Seegravimeter zur Vermessung des Schwerfelds auf See, (Rechts) Seaspy-Magnetometer zur Vermessung des Magnetfelds auf See; beide Geräte wurden von den Britischen Projektpartnern aus Durham mitgebracht und betrieben.*