

FS Maria S. Merian Reise 47

Giant submarine landslides and tsunami generation capacity: the 1929 Grand Banks landslide

St. John's – Ponta Delgada

1. Wochenbericht, 29.09.15 - 04.10.15



Am 18.11.1929 erschütterte ein Erdbeben der Stärke M7.2 den Bereich des Laurentian Channels vor der Küste Neufundlands. Fast zeitgleich wurden 12 transatlantische Unterseekabel im Bereich der Grand Bank beschädigt; innerhalb von 2 Stunden wurde die Südküste Neufundlands von einem zerstörerischen Tsunami getroffen, der 28 Menschenleben forderte. Erst im Jahr 1952 wurde verstanden, dass ein Slump und/oder Turbiditstrom die Ursache für das sequentielle Brechen der Unterseekabel und auch für den Tsunami war. Das 1929 Grand Banks Ereignis ist von zentraler Bedeutung, da es das am besten dokumentierte Ereignis eines rutschungsinduzierten Tsunamis ist. Das Gebiet wurde mit fortschreitender Messtechnik mehrfach untersucht. Eine große Abrisskante konnte bisher nicht identifiziert werden. Die Rutschung scheint nur flache Sedimente (5-100m) auf einer sehr großen Fläche betroffen zu haben. Das Ziel der Ausfahrt MSM47 ist der Test der Hypothese, dass eine flache aber räumlich ausgedehnte Rutschung den Tsunami ausgelöst hat. Diese Hypothese widerspricht der gängigen Annahme, dass plötzlich kollabierende große Blöcke Tsunamis auslösen, wobei der Kollaps in Form einer hohen Abrisskante dokumentiert ist. Dazu sollen im Rahmen der Ausfahrt hydroakustische und hochauflösende seismische Daten im Rutschungsbereich gesammelt werden. Geologische Beprobungen und in situ geotechnische Messungen sollen zu einer Charakterisierung der Sedimentabfolge führen. Falls die Hypothese bestätigt werden kann, hat dies weitreichende Implikationen, da viele Kontinentallänge eine ähnliche Morphologie mit vielen kleinen Abrisskanten aufweisen, die vermutlich durch ähnliche Rutschungen geformt worden sind

Um dieser Frage nachzugehen, haben wir uns am 29.09.2015 mit insgesamt 21 Wissenschaftler/innen auf der Maria S. Merian eingeschifft. Die Hauptgruppe (10 Personen) stellt die Christian-Albrechts-Universität zu Kiel. Zusätzliche sind Kollegen/innen vom MARUM (Bremen), dem Institut für Ostseeforschung (Warnemünde), dem Bedford Institute of Oceanography (Dartmouth), der Dalhousie University (Halifax), dem University College Dublin, der Universität Leeds, der University of New Hampshire und dem Institut de Ciències del Mar (Barcelona) an Bord. Der 29.09. und der Morgen des 30.09. wurden genutzt, um die Geräte aufzubauen und die Labore einzurichten. Darunter befinden sich auch zahlreiche neue Komponenten des Streamersystems, die erstmals auf dieser Fahrt eingesetzt werden.

Nach dem Bunker ging es dann am 30.09 gegen 16:00h los in Richtung des Arbeitsgebietes. Beim Auslaufen unter spätsommerlichen Bedingungen hatten wir wunderschöne Blicke auf die spektakuläre Küste Neufundlands (Abb. 1).



Abb. 1 Auslaufen aus St. John's zur Ausfahrt MSM47 bei spätsommerlichen Bedingungen.

Bereits nach 10 h Stunden Transit erreichten wir am 01.10. morgens um 02:00h das Arbeitsgebiet und begannen mit den hydroakustischen Vermessungen. Das erste Ziel war die östliche Flanke des Grand Bank Valleys, um ein Wasserschallprofil für die hydroakustischen Systeme aufzuzeichnen, einen ersten Kern zu nehmen und die CPT-Lanze (Cone Penetrating Testing) zu testen.

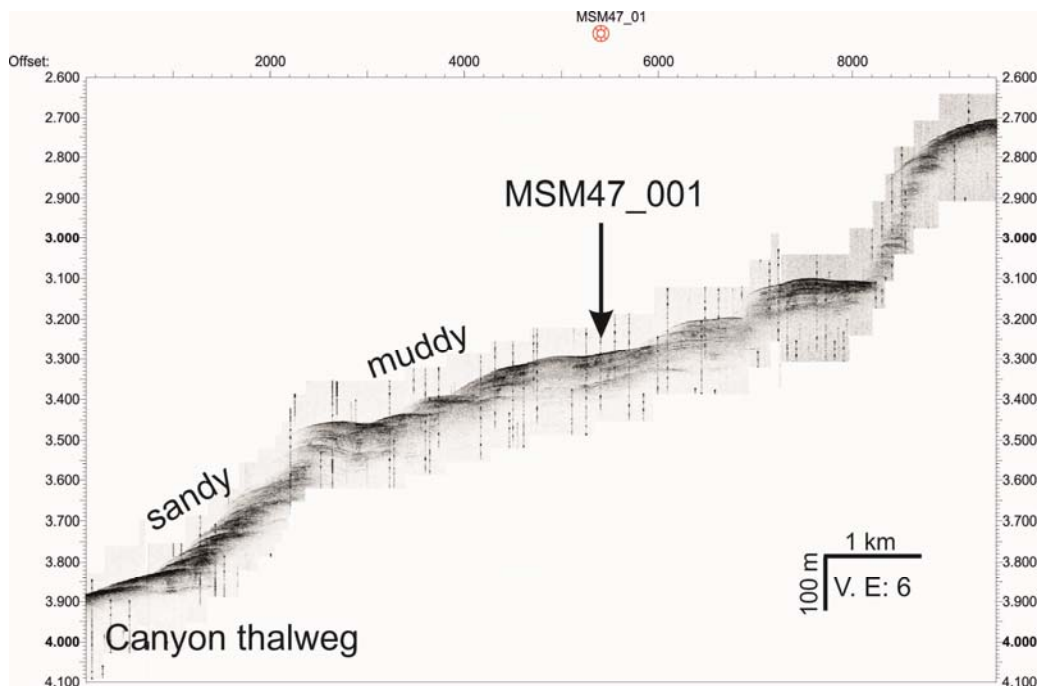


Abb. 2: Parasound Profil über die erste Station (MSM47_001). In dem 8,20 m langen Kern befinden sich zahlreiche Turbidite.

Ein Parasound-Profil zeigte gut geschichtete Sedimente auf einer Terrasse ca. 500 m oberhalb der Canyon Achse (Abb. 2). Ziel der Beprobung war es, die Ablagerungen von Turbiditströmen zu erfassen, die vermutlich regelmäßig durch den Canyon rauschen und möglicherweise auch zu den Kabelbrüchen im Jahr 1929 geführt haben. Ein Schwerelot mit 8,20 m Kerngewinn war ein guter Beginn der geologischen Stationsarbeiten. Auch der Inhalt des Schwerelotes stimmt uns sehr froh. Neben zahlreichen Dropstones, die durch Eisberge in das Gebiet transportiert wurden, enthält der Kern auch vollständige Muschelschalen und

Schnecken, die eine gute Datierung erlauben werden. Der Kern ist durch eine Wechsellagerung von grünlichem Hintergrundsediment und rötlichen Lagen gekennzeichnet, die an ihrer Basis immer einen scharfen, teilweise erosiven Kontakt aufzeigen. Dabei handelt es sich um Turbiditablagerungen die vermutlich von dem St. Pierre Slope stammen, der auch als Hauptherkunftsgebiet für die Grand Banks Rutschung vermutet wird. Eine Dokumentation der Grand Banks Rutschung von 1929 könnte ein erosiver Kontakt in < 5 cm Sedimenttiefe sein. In 50 – 60 cm Sedimenttiefe befindet sich weiterhin eine gut identifizierbare Schicht mit erhöhtem Sandanteil. Sollte diese im Arbeitsgebiet weit verbreitet sein, könnte sie eine potentiell schwache Lage sein, entlang der sich insbesondere bei Erdbeben Rutschungen ausbilden könnten. Dies werden wir im weiteren Verlauf der Fahrt versuchen zu verifizieren. Auch der Test der CPT an dieser Station verlief ohne Problem und die gemessenen Parameter korrelieren gut mit dem Kern.

Nach der ersten Station wurde am Abend des 01.10. bei immer noch ruhigem Wetter das seismische System ausgesetzt mit dem wir bei hoher Auflösung gut 1 km in die Sedimente hineinschauen können. Insbesondere wollen wir damit mögliche tiefere Ursachen von Rutschungen erkunden. Zwei lange hang-parallele Profile führten uns in den westlichen Bereich des Arbeitsgebietes. Dieser Teil des Arbeitsgebiets ist während des 1929 Ereignisses vermutlich nur teilweise mobilisiert worden. Mit den beiden langen Profilen wollten wir zu einem frühen Punkt der Fahrt untersuchen, wie wichtig dieser Bereich für die zentrale Thematik der Fahrt ist. Die Profile zeigen eine sehr gute Qualität, obwohl seit dem 02.10. das Wetter deutlich schlechter geworden ist und der Wind zugenommen hat (in Böen bis Windstärke 8). Die Profile zeigen viele interessante Strukturen (kleinere Rutschungsablagerungen, Salzdiapire, Canyons, Verwerfungen, Diskordanzen und vieles mehr), bestätigen jedoch auch, dass dieser Teil des Arbeitsgebietes nur verhältnismäßig wenig zu der Grand Banks Rutschung beigetragen hat. Insofern können wir uns zum Glück ganz auf das zentrale Arbeitsgebiet konzentrieren.

Zurzeit nehmen wir in der Nähe der ersten Kernstation weitere Proben, um die Dynamik der Turbiditströme im Grand Banks Channel besser zu verstehen. Heute Nacht wird dann mit der Seismik ein erstes Profil bis zur Schelfkante im Bereich der Grand Banks Rutschung geschossen werden.

An Bord sind alle wohlauf. Wir beobachten dabei intensiv die Wettervorhersage und hoffen, dass Hurrikan Joaquin wie zurzeit vorhergesagt südlich an uns vorbei ziehen wird.

Mit den besten Wünschen grüßt im Namen aller Fahrtteilnehmer

Sebastian Krastel

Auf See, 44°30'N, 55°05'W



Vorbereitungen des Streamer auf dem Arbeitsdeck der Maria S. Merian

FS Maria S. Merian Reise 47

Giant submarine landslides and tsunami generation capacity: the 1929 Grand Banks landslide

St. John's – Ponta Delgada

2. Wochenbericht, 04.10.15 - 11.10.15



In der zweiten Woche unserer Fahrt haben wir weitere interessante Daten aus dem Herkunftsgebiet der Grand Banks Rutschung gesammelt und können inzwischen das Ausmaß und den Ursprung der Rutschung deutlich besser eingrenzen. Der Hurrikan Joaquin ist zum Glück wie vorhergesagt südlich an uns vorbeigezogen.

Um die Bedeutung von Verwerfungen abzuschätzen, die eventuell zum Grand Banks Tsunami beigetragen haben, wollten wir in der Nacht zum 5.10. seismische Daten über diese Verwerfungen sammeln. Beim Aussetzen der Seismik zeigte sich leider, dass aufgrund von auffrischenden Winden die Bedingungen für einen sicheren Betrieb inzwischen zu schlecht waren. Insofern änderten wir unseren Plan und haben über Nacht begonnen, die Schelfkante zu kartieren. Von den distalen Ablagerungen der Grand Banks Rutschung sind grobe Sedimente beschrieben, die von der Schelfkante stammen könnten. Unsere neuen Kartierungen zeigen jedoch keine großen Abrisskanten direkt an der Schelfkante. Am 5.10. und 6.10 haben wir dann nach weiterer geophysikalischer Kartierung sehr erfolgreich Kerne über ein Gebiet mit einer Vielzahl von ca. 20-40m hohen Abrisskanten in ca. 1800 m Wassertiefe genommen. Sedimentechotdaten zeigen ausgeprägte Schuttstromablagerungen unterhalb diesen Abrisskanten, die in den Kernen eindeutig identifiziert werden konnten. Zur unserer Überraschung haben wir auch oberhalb der Abrisskanten eindeutig Schuttstromablagerungen identifizieren können (Abb. 1), die daher einen Ursprung weiter hangaufwärts haben müssen. Die Schuttstromablagerungen sind nur von sehr gering mächtigen ($\ll 5$ cm) hemipelagischen Sedimenten überlagert. Diese Schuttstromlagen sind sehr weit verbreitet und lassen sich auf den Hydroakustikprofilen gut kartieren. Es handelt sich also um einen flächig ausgedehnten Schuttstrom, der extrem jung ist. Ob es sich um Ablagerungen in Verbindungen mit dem Hangversagen von 1929 handelt, können erst weitere Laboruntersuchungen eindeutig klären.

In der Nacht von dem 5. auf den 6.10 haben wir dann die seismischen Profile über die potentiellen Verwerfungen aufgezeichnet. Eine Hypothese besagt, dass vertikale Bewegung an diesen Verwerfungen in Verbindung mit einem Hangversagen den Tsunami von 1929 ausgelöst haben könnten. Abb. 2 zeigt ein seismisches Profil, das sich von ca. 750 m bis in ca. 2000 m Wassertiefe über die postulierten Verwerfungen erstreckt. Die untere Verwerfungszone wurde in ca. 1800 m Wassertiefe am südlichen Ende des Profils postuliert. Die neuen Daten zeigen, dass sich zumindest an dieser Stelle keine Verwerfungen befinden. Stattdessen handelt es sich um eine Vielzahl von Abrisskanten, die vertikal übereinander liegen, zwischen denen sich aber auch durchgehende Reflektoren befinden, so dass eine Verwerfung ausgeschlossen werden kann. Die obere postulierte Verwerfungszone befindet sich am oberen Hang in ca. 900 m Wassertiefe. Am Meeresboden ist ein ca. 100 m hoher Versatz zu erkennen, der zumindest teilweise durch ein Hangversagen geformt wurde. Dort scheint sich auch eine Verwerfung zu befinden (Fig. 2); allerdings ist eine zusätzliche Datenbearbeitung notwendig, um die Verwerfung endgültig zu verifizieren. Bei dem in Abb. 2 gezeigten Profil handelt es sich nur um eine sehr vorläufige Bearbeitung der seismischen Daten, in die nur ein Bruchteil der aufgezeichneten Daten eingegangen ist. Insgesamt hat unser Streamer 176 Kanäle. Bei dem gezeigten Bild (Abb. 2) wurden bisher nur 5 der 176 Kanäle eingebunden.

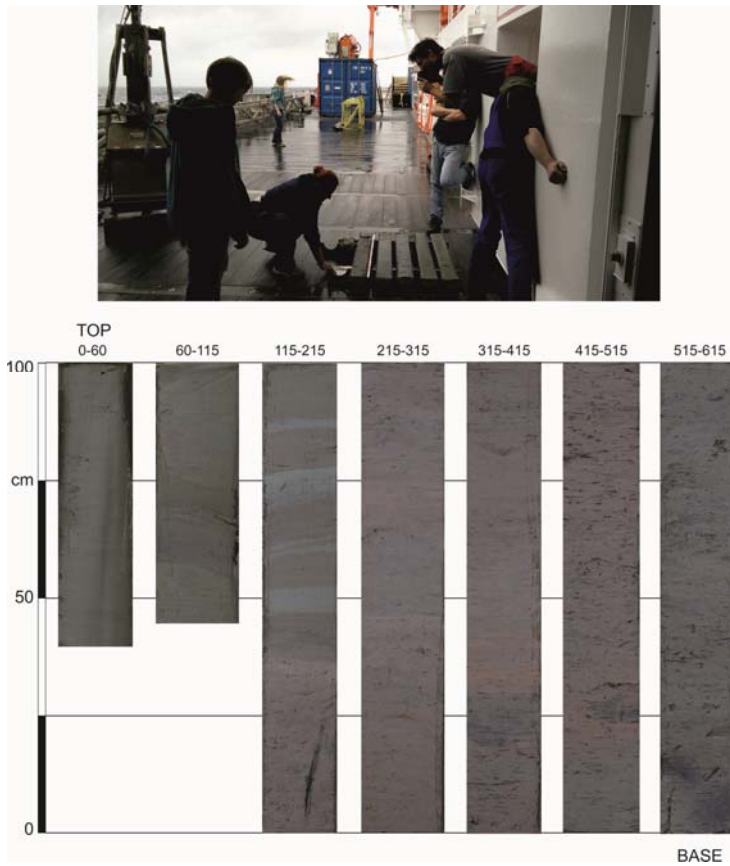


Abb. 1: Kernphotographie (oben) und das entstandene Kernphoto (unten) des Schwerelots MSM47_006-2. Im oberen Teil des Kerns sind Schuttstromabelgerungen sichtbar, die im Arbeitsgebiet unterhalb einer Kante in ca. 800 m extrem weit verbreitet sind. Sie sind nur von gering mächtigen Sedimenten überlagert (hier < 1cm) und könnten daher Ablagerungen der Grand Banks Rutschung repräsentieren.

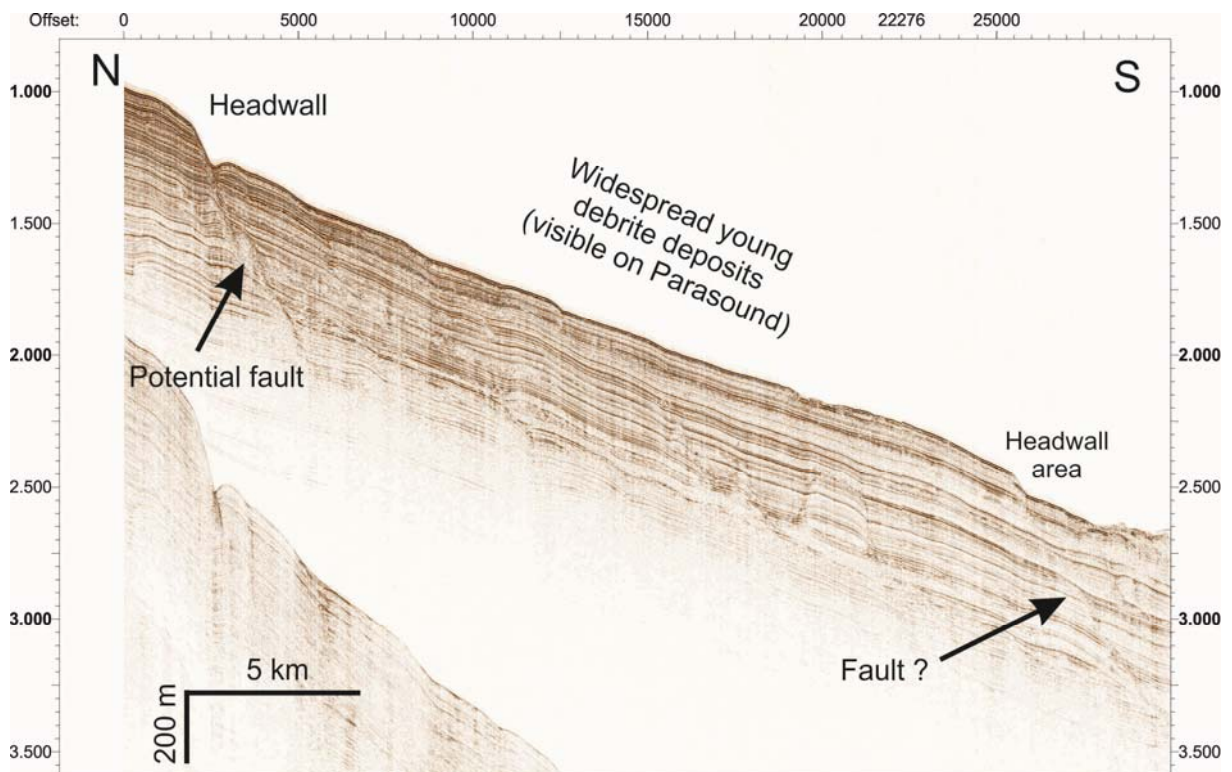


Abb. 2: Seismisches Profil über postulierte Verwerfungen.

Am 6.10. um 18:42h BZ (20:42 UTC) mussten wir unsere Stationsarbeiten unterbrechen, da es medizinisch notwendig war, den Hafen von St. John's anzulaufen, den wir am 7.12 um 13:00h BZ (15:00 UTC) erreichten. In St. John's wurde ein wissenschaftlicher Teilnehmer ausgeschifft, der inzwischen wieder wohlbehalten in Deutschland angekommen ist. Bereits um 13:48h BZ (15:48 UTC) ging es mit voller Geschwindigkeit zurück ins Arbeitsgebiet. Am 8.10 um 08:06h BZ (10:06h UTC) wurden die Stationsarbeiten mit einem kurzen hydroakustischen Profil wieder aufgenommen, um exakte Lokationen für ein CPT-Profil über eine Abbrisskante zu definieren, an der wir früher in der Woche Kerne gewonnen hatten. Gegen 10:00h begannen wir mit dem CPT-Profil. CPT steht für Cone Penetration Testing und ermöglicht die Bestimmung physikalischer Eigenschaften der Sedimente, die entscheidend sind, um die Stabilität von Sedimenten bestimmen zu können.



Abb. 3: Aussetzen der CPT-Lanze

Die Messungen wurden gegen 18:00h unterbrochen, um in der Nacht zum 09.10. seismische Messungen in einem bisher nur lückenhaft kartierten Gebiet aufzuzeichnen. Die neuen Profile werden es ermöglichen, die bekannte Stratigraphie auch in dieses Gebiet fortzusetzen. Am 10.10. gegen 09:00h wurde die Seismik wieder geborgen und das am Tag davor unterbrochene CPT-Profil fortgesetzt. Das erste CPT Profil wurde erfolgreich gegen 15:00h abgeschlossen.

Um das Herkunftsgebiet der bereits oben beschriebenen Schuttstromablagerungen näher zu bestimmen, wurde anschließend ein Hydroakustikprofil hangaufwärts aufgezeichnet, um dann ein möglichst ungestörtes Gebiet zu beproben. In ca. 800 m Wassertiefe wurde ein derartiges Gebiet gefunden, und dort haben wir in der Tat relativ ungestörte Sedimente beprobt, die als umgelagerte Schuttstromablagerungen in tieferen Kernen zu finden sind. Insofern vermuten wir, dass die ausgeprägte Kante in ca. 900 m Wassertiefe (siehe auch Abb. 2) das Ursprungsgebiet der Schuttströme darstellt.

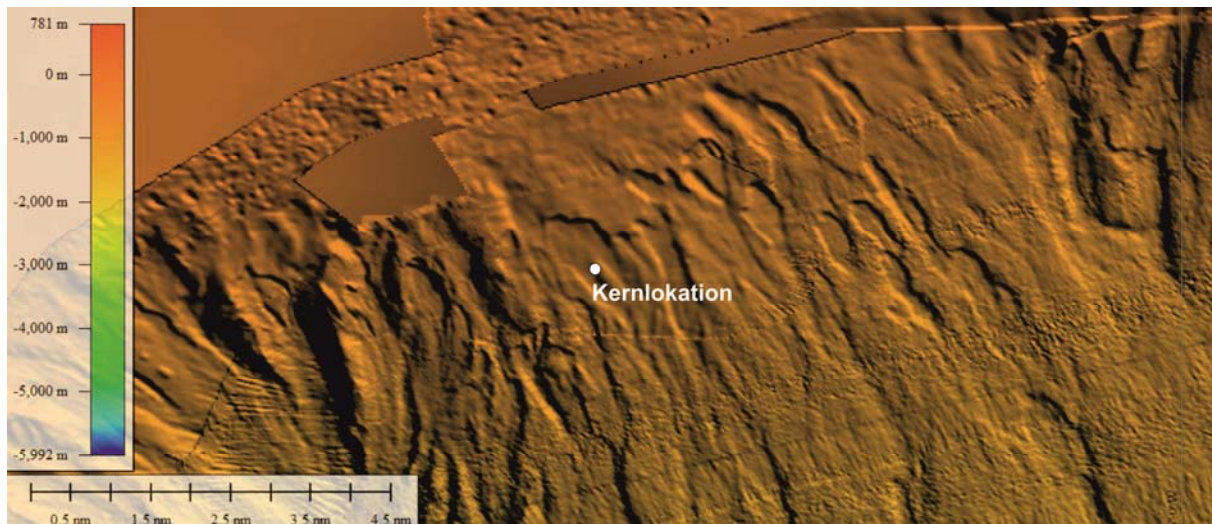


Abb. 4: Abrisskanten knapp unterhalb der Schelfkante. Der weiße Punkt zeigt eine Beprobungsstation.

Nach einem weiteren kurzen CPT-Profil setzten wir die Kartierung der Schelfkante in der französischen Wirtschaftszone von St. Pierre fort. Auch dort befinden sich keine großen Abrisskanten, aber unterhalb der Schelfkante zeigt die Bathymetrie eine Vielzahl von kleineren, frisch aussehenden Abrisskanten (Abb. 4). Die Ablagerungen unterhalb der Abrisskante haben wir an einer Lokation beprobt. Auch dort haben wir wieder Schuttstromablagerungen gefunden, die aber von mehr als 2 m mächtigen Sedimenten überlagert sind, so dass diese Abrisskanten nicht als Teil des Grand Banks Rutschung entstanden sein können. Seit dem Mittag des 10.10. befinden wir uns auf dem Weg nach Süden, um dort die distalen Ablagerungen der Grand Banks Rutschung zu untersuchen. Los ging es mit der Seismik; eine relativ hohe Dünung von der Seite hat uns zwischenzeitlich deutlich daran erinnert, dass wir uns auf einem Schiff befinden, und nicht an Land. Inzwischen kartieren wir das Gebiet mit den distalen Ablagerungen, um morgen dort mit der geologischen Probennahme zu beginnen. An Bord sind weiterhin alle wohlauf und haben heute das festliche Sonntagsessen genossen.

Mit den besten Wünschen grüßt im Namen aller Fahrtteilnehmer

Sebastian Krastel

Auf See, 43°29'N, 55°13'W

FS Maria S. Merian Reise 47

Giant submarine landslides and tsunami generation capacity: the 1929 Grand Banks landslide

St. John's – Ponta Delgada

3. Wochenbericht, 12.10.15 - 18.10.15



Der Fokus der dritten Woche lag in unserem südlichen Arbeitsgebiet, in dem wir uns auf die Suche nach den Ablagerungen der Rutschung von 1929 gemacht haben. Das bisher abgeschätzte Volumen der Grand Banks Rutschung beträgt ca. 200 km³, wobei Ablagerungen bisher vor allem in der Sohm Tiefsee Ebene identifiziert worden sind. Allerdings konnte auch für diese Ablagerungen noch nicht der endgültige Beweis erbracht werden, dass es sich wirklich um die Ablagerung der Rutschung von 1929 handelt. Die Sohm-Tiefsee Ebene liegt nochmals 200 km weiter südlich des jetzigen Arbeitsgebietes. In Tiefsee-Ebenen geht der Hanggradient gegen null, so dass die Turbiditströme dort endgültig abgelagert werden. Um die Dynamik der Turbiditströme zu rekonstruieren, ist es notwendig, Spuren auf dem Weg zum endgültigen Ablagerungsraum zu identifizieren. Spuren können Ablagerungen sein, aber auch Erosionsstrukturen, da Turbiditströme in Abhängigkeit von ihrer Geschwindigkeit stark erosiv sein können. Insofern war unsere Strategie, Kerne in unterschiedlichen Tiefen oberhalb eines Canyons zu nehmen, der vermutlich der Haupttransportweg des Turbidites von 1929 in die Sohm Tiefsee Ebene war. Alte bathymetrische Karten zeigten in ca. 4400 m Wasser eine Verzweigung des Canyons mit einer etwa 300 m hohen morphologischen Schwelle in der Mitte, die einen potentiellen Ablagerungsraum des Turbiditstroms darstellen könnte. Die Kartierung dieses Bereich mit dem Multibeam brachte die erste große Überraschung, da sich an der postulierten Position keine Verzweigung des Canyons befindet. Stattdessen sind 2 Canyons parallel angeordnet. Abb. 1 zeigt die Karte dieses Gebietes, die wir im Laufe vergangenen Woche aufgezeichnet haben. Vom oberen Hang kommen der Eastern Channel und der Grand Banks Channel. In beiden Canyons hat es während der Rutschung von 1929 Kabelbrüche gegeben. Sie vereinigen sich zu einer großen Struktur, die sich dann wieder teilt. Diese Verzweigung ist aber viel weiter oben als bisher vermutet. Danach laufen die Canyons dann als 2 getrennte Strukturen weiter, die deutliche Unterschiede aufweisen. Im nördlichen Canyon sind zahlreiche Sedimentwellen sichtbar, die auf sehr energiereiche Turbiditströme schießen lassen. Dieser Canyon läuft dann in ca. 4800 m aus und bildet dort einen sandigen Fächer. Der südliche Canyon hat einen breiten relativ flachen Boden, in dem dann lokal teils eine sehr viel schmalere Rinne erodiert worden ist. Die Tiefe des Canyons nimmt hangabwärts ab, aber auch am südlichsten Rand unserer Kartierung ist er noch ca. 150 m tief eingeschnitten. An den Flanken der Canyons gibt es eine Vielzahl von Rutschungsstrukturen, die eine wichtige Rolle für die Canyon-Entwicklung spielen. Leider wird es dadurch auch schwieriger, zwischen den Ablagerungen von kleinskaligen Rutschungen von den Canyonwänden und großen Rutschungen vom oberen Hang zu unterscheiden.

Einen ersten Kern haben wir am 12.10. oberhalb einer Mäanderschleife genommen. Da es sich um eine ‚Außenkurve‘ handelt, sollten dort Hinweise großer Turbiditströme dokumentiert sein, da sie besonders an diesen Stellen ‚überschwappen‘ (overspill). Das Schwerelot war mit 775 cm gut gefüllt. Im unteren Teil befand sich eine erwartete Abfolge von zahlreichen rötlichen Turbiditen. Direkt an der Oberfläche befanden sich relativ feste Sedimente. Den oberen Teil des Kerns konnten wir anfangs nicht richtig interpretieren, aber durch einen Vergleich mit anderen Kernen aus dem Gebiet glauben wir inzwischen, dass ein Turbiditstrom Sedimente an dieser Position erodiert hat. Da sich diese Position 300 m oberhalb des Canyonbodens befindet, muss es sich um ein sehr großes energiereiches Ereignis gehandelt haben.

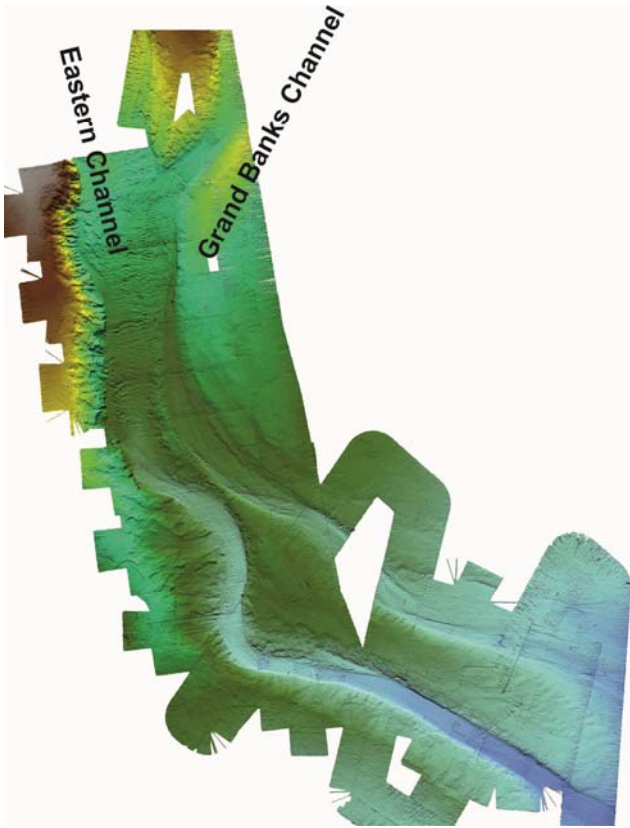


Abb. 1: Neue Multibeamkarte des südlichen Arbeitsgebiets.

Anschließend haben wir bis zum 14.10. seismische Profile über die beiden Canyons aufgezeichnet. Ein Beispiel eines Profils ist in Abb. 2 gezeigt. Dort sieht man die beiden tief eingeschnittenen Canyons. Zwischen den beiden Canyons befinden sich weitgehend gut stratifizierte Ablagerungen, die vermutlich vor allem aus sogenannten Overspill Turbiditen bestehen. Die Untergrundstrukturen außerhalb der Kanäle haben einen deutlich anderen Aufbau. So sieht man dort z.B. mächtige transparente Lagen mit einer rauen Oberfläche, die wir als Rutschungen interpretieren. Da diese Rutschungen nicht zwischen den Canyons abgelagert worden sind, müssen die Canyons schon lange existieren. Was die Lage der Canyons genau kontrolliert, bleibt mit nur vorläufig bearbeiteten Daten noch etwas unklar. Eine erste Analyse lässt aber vermuten, dass die Verzweigung der Canyons tiefere strukturelle Ursachen hat.

Am 15. und 16.10. haben wir dann basierend auf den hydroakustischen Daten an mehreren Stellen Kerne genommen. Alle Kerne zeigen im unteren Teil rötliche Turbidite, die vermutlich im Glazial abgelagert worden sind, als durch den Laurentian Channel (ein glazial geformtes Tal auf dem Schelf) zahlreiche Sedimente eingetragen worden sind. Darüber befinden sich rötliche und grünliche Turbidite, die fast immer als Paar auftauchen. Sie stammen vermutlich aus unterschiedlichen Herkunftsgebieten (Grand Banks Valley und Eastern Channel). Darüber befinden sich relativ ungestörte grünlich-gräuliche Sedimente, die vermutlich im Holozän abgelagert worden sind. Wie bereits für den ersten Kern in dem südlichen Arbeitsgebiet beschrieben, ist der oberste Bereich der Kerne nicht leicht zu interpretieren. Deutlich sichtbar ist eine Oxidationszone. Darüber befindet sich wiederum eine gering mächtige (<10 cm) sehr weiche Lage mit einer anderen Farbe (bräunlich), die auch größere Korngrößen beinhaltet (Feinsand). In einem Großkastengreifer waren an der Basis dieser Lage kleine Sandlinsen sichtbar. Unsere jetzige Arbeitshypothese ist, dass es sich bei dem Sediment oberhalb der Oxidationszone um Ablagerungen des Turbidits von 1929 handelt. Die Verteilung dieser Lage werden wir in der kommenden Woche weiter untersuchen, um unsere Hypothese zu überprüfen.

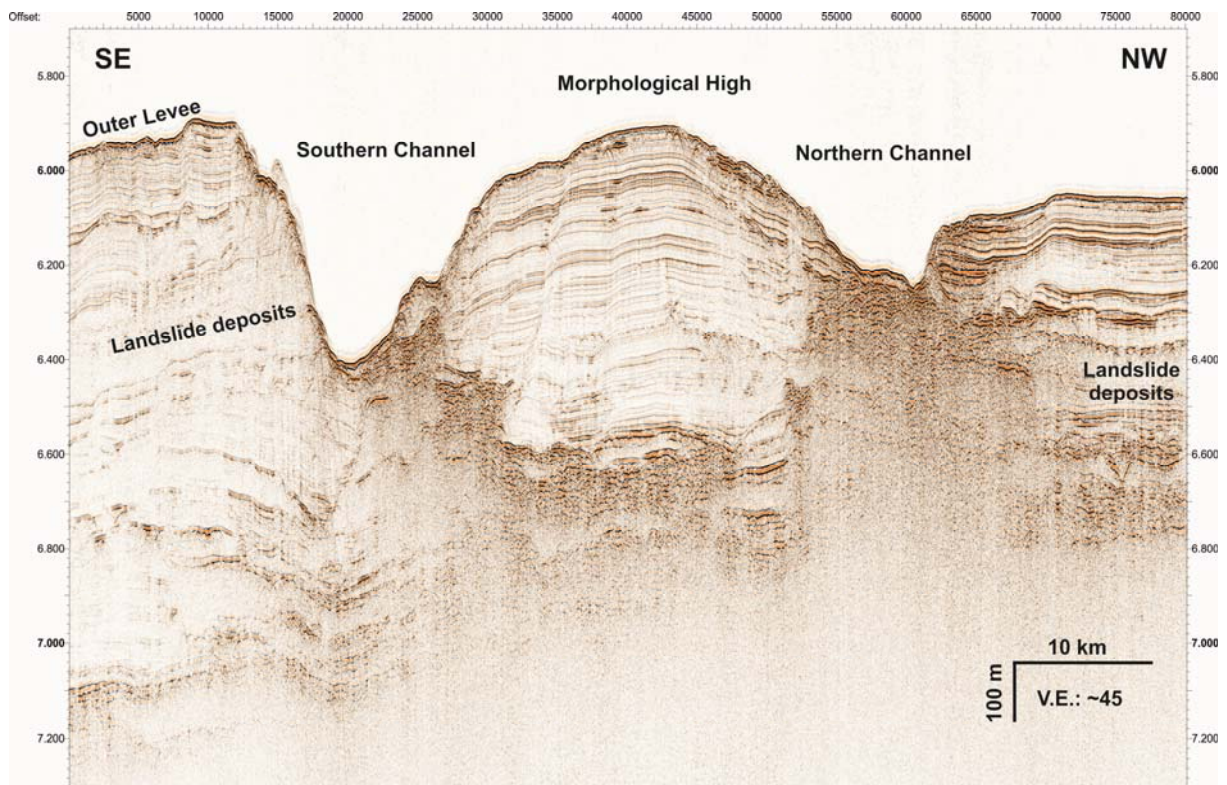


Abb. 2: Seismisches Profil über die Canyon-Strukturen

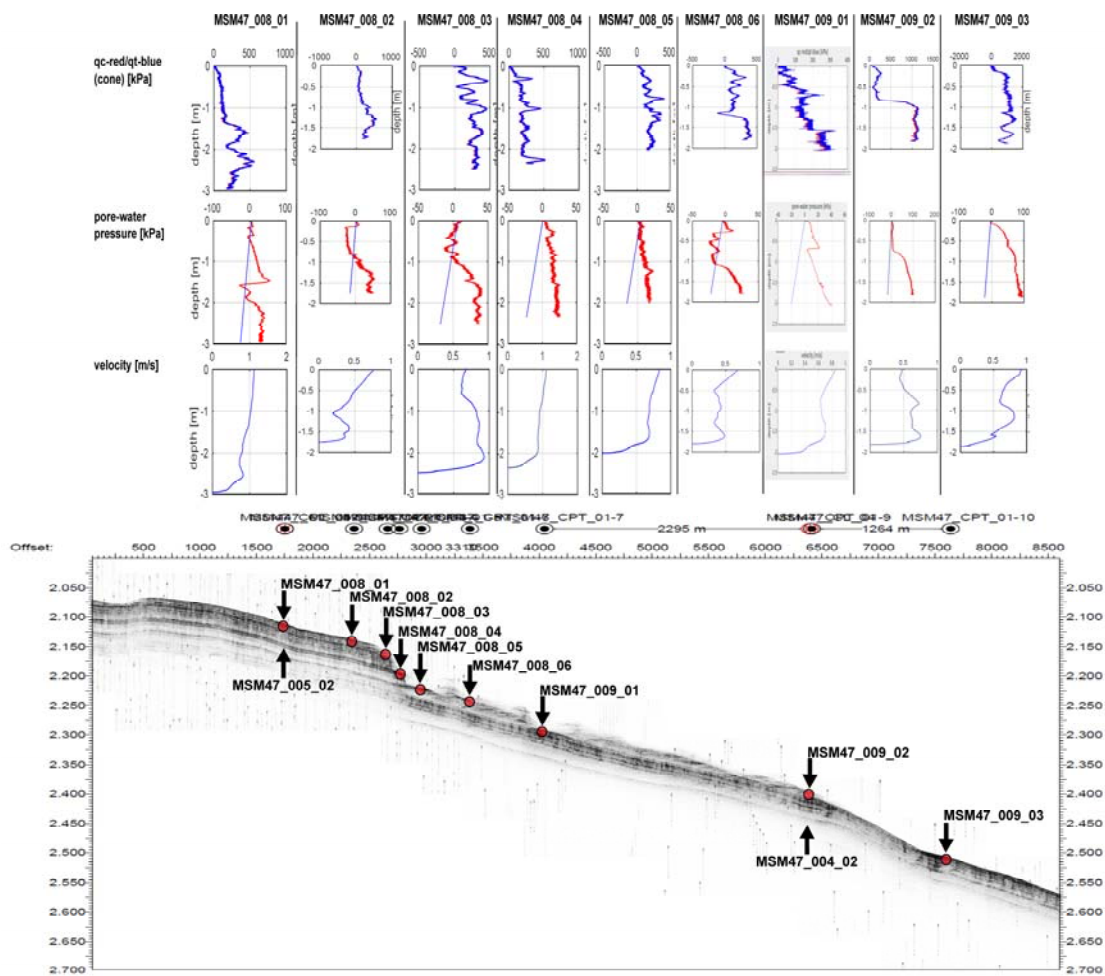


Abb. 3: CPT Transect über eine Abrisskante und die darunter liegenden Rutschungsablagerungen.

In den letzten beiden Tagen haben wir weitere hydroakustische und seismische Daten über die Canyons gesammelt. Zurzeit vervollständigen wir ein langes Seismikprofil, das die beiden Arbeitsgebiete verbindet.

In der Zwischenzeit haben wir auch die CPT-Daten (Cone Penetrating Testing) vorläufig ausgewertet, die wir bereits in der Vorwoche aufgezeichnet hatten. Abb. 3 zeigt die Messpunkte entlang eines Transekt der so gelegt wurde, dass unterschiedliche Sedimentstrukturen entlang des Profils geotechnisch erfasst werden konnten. So wurden beispielsweise die Messpunkte MSM47_008_06 und MSM47_009_01 so platziert, dass sie zum einen die Rutschmasse und zum anderen eine mögliche Gleitfläche penetrieren. Alle Penetrationen des Sedimentes waren erfolgreich und die Daten sehen vielversprechend aus. Die primären Parameter (Spitzenwiderstand, Porendruck und Eindringgeschwindigkeit) konnten inzwischen untereinander und mit den Kernlogs teilweise korreliert werden. Besonders interessant ist der Messpunkt MSM47_009_01, der einen ausgeprägten Sprung in ca. 70 cm Tiefe zeigt. Vermutlich haben wir dort die Gleitfläche erreicht, die wir somit nach weiteren Analysen im Labor geotechnisch charakterisieren können.

An Bord ist die Stimmung weiterhin gut. Das Wetter ist wechselhaft. Wechselhaft bedeutet auch, dass wir teils über 20°C und Sonne haben, womit wir in diesem Seegebiet um diese Jahreszeit nicht gerechnet haben.

Mit den besten Wünschen grüßt im Namen aller Fahrtteilnehmer

Sebastian Krastel

Auf See, 43°05'N, 55°00'W

FS Maria S. Merian Reise 47

Giant submarine landslides and tsunami generation capacity: the 1929 Grand Banks landslide

St. John's – Ponta Delgada

4. Wochenbericht, 19.10.15 - 25.10.15



In der vierten und letzten Woche der Forschungsfahrt MSM47 haben wir zahlreiche weitere Daten gesammelt, die uns helfen werden, die Grand Banks Rutschung von 1929 und den damit verbundenen Tsunami zu verstehen. Nachdem wir am 19.10. früh morgens die Seismik eingeholt hatten, wollten wir ein Kernprofil über den Southern Channel aufnehmen (siehe Abb. 1 und 2 für Lage), den wir nach den Untersuchungen in den Vorwochen als Haupttransportweg für den Turbiditstrom von 1929 ansehen. Ein erster Kern ca. 170 m oberhalb des Canyon-Bodens zeigte direkt an der Oberfläche eine ca. 60 cm mächtige Lage extrem wasserreicher Sedimente, die wir schon in anderen Kernen als Turbidit von 1929 identifiziert hatten. Ein zweiter Kern auf einer Terrasse ca. 80 m oberhalb des Canyon-Bodens erbrachte kaum Kerngewinn, enthielt aber direkt an der Oberfläche grobe Kiese, die den stark erosiven unteren energiereicheren Teil des Turbiditstroms dokumentieren. Wir hatten weitere Kerne in diesem Bereich geplant, mussten die Aktivitäten aufgrund des zunehmenden Windes jedoch vorerst unterbrechen. Da für den kommenden Tag im nördlichen Arbeitsgebiet bessere Bedingungen vorher gesagt waren, sammelten wir in der Nacht auf den 20.10. ein hydroakustisches Profil in dieses Gebiet, mit dem wir Lücken in der Bathymetrie gefüllt haben.

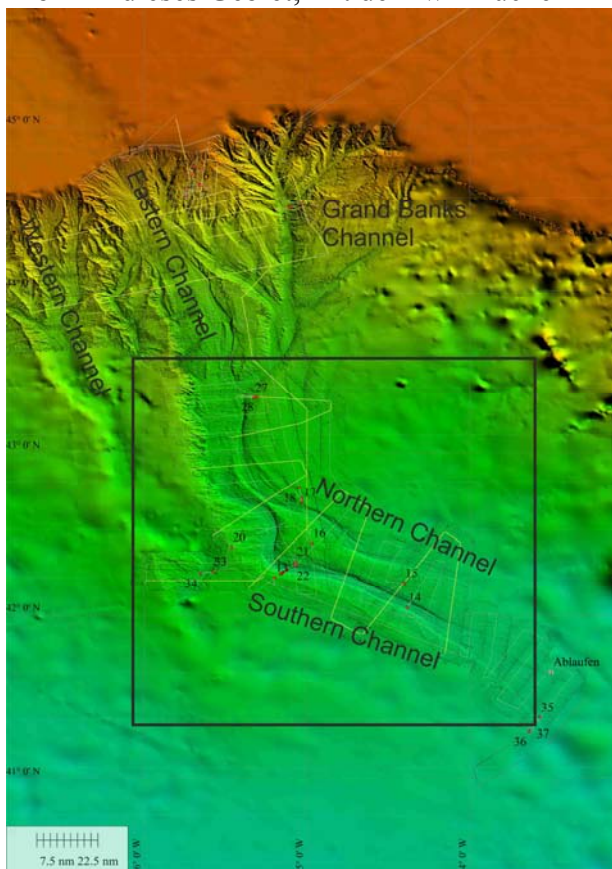


Abb. 1: Übersichtskarte der Fahrtroute der MSM47. Das schwarze Quadrat zeigt den Ausschnitt der Abb. 2.

In dem nördlichen Arbeitsgebiet haben wir weitere geotechnische Untersuchungen durchgeführt, um die Stabilität der Sedimente besser zu verstehen. Einen ersten Kern haben wir unterhalb einer Abrisskante in ca. 1000m Wassertiefe gewonnen. Dieser zeigte Schuttstrom-Ablagerungen, die allerdings nicht bis an die Oberfläche reichen und daher alt sein müssen. Ein weiterer Kern östlich von dieser Position in ähnlicher Wassertiefe enthält einen weiteren Schuttstrom direkt an der Sedimentoberfläche, so dass die Abrisskante während des Bebens von 1929 vermutlich nur teilweise reaktiviert worden ist. Einen weiteren Kern wollten wir an einer bereits vorher beprobten Stelle duplizieren, um dann am ganzen Kern in den Laboren unserer Heimatinstitute geotechnische Experimente durchzuführen. Dieser Kern liegt in einem Bereich ungestörter Sedimente, und repräsentiert damit die Eigenschaften der Sedimente vor dem Hangversagen. Die Lokation des Kerns mussten wir allerdings ca. 300 m verlegen, da genau auf der zu duplizierenden Kernposition ein Fischerboot lag. Anschließend haben wir vom ungestörten Bereich in den Rutschungsbe-

reich ein CPT-Profil gemessen. Abgeschlossen wurden die Arbeiten im nördlichen Arbeitsgebiet mit dem Duplizieren eines weiteren Kerns für geotechnische Messungen, in dem wir bereits in der ersten Woche der Fahrt eine Rutschfläche identifiziert hatten.

In der Nacht auf den 21.10. fand ein kurzer Transit zu einem Profil statt, das knapp unterhalb des Punktes liegt, an dem sich der Grand Banks Channel und der Eastern Channel zu einer Struktur vereinigen (siehe Abb. 1, 2 für Lage). Dort haben wir wiederum oberhalb des Canyon-Bodens Kerne genommen. In einem Großkastengreifer ca. 180 m oberhalb des Canyon-Bodens befanden sich Sande und Kiese, die Teil des Turbidits von 1929 sind. Etwas weiter entfernt vom Canyon konnten wir mit einem Schwerelot auch die Basis des Turbidits sowie die unterliegenden Sedimente beproben. Da wir durch vorherige Kerne die Stratigraphie der oberen Sedimente inzwischen gut kennen, kann an dieser Stelle rekonstruiert werden, wieviel Sediment durch den Turbiditstrom erodiert worden ist. Gefolgt wurden die geologischen Arbeiten durch seismische Profilmessungen. Auf den Profilen sind zahlreiche teils extrem große ältere Rutschungen sowie kleinere Kanäle zu erkennen.



Abb. 2: Vorläufige Karte der akustischen Rückstreuung im südlichen Arbeitsgebiet. Helle Farben deuten auf grobkörnige Sedimente hin. Die roten Punkte zeigen die Lage der Kernstationen.

Am 22.10. haben wir das früher in der Woche abgebrochene Kernprofil über den Southern Channel fortgesetzt. Durch Kerne auf beiden Seiten des Canyons werden wir den Aufbau des Turbiditstroms an dieser Lokationen sehr genau rekonstruieren können, um so z.B. Volumendurchflussraten zu berechnen. Höhepunkt des Transekts war ein Großkastengreifer direkt am Canyon-Boden. Zu unserer großen Überraschung gibt es im Canyon Bereiche geringer Rückstreuung (Abb. 2), die im Sedimentecholot aber einen harten Oberflächenreflektor aufweisen. Dies deutet auf gering mächtige weiche Sedimente oberhalb einer Kies/Sandlage hin, die wir eigentlich im Canyon erwarten. Der Großkastengreifer aus diesem Bereich kam bis an den Rand gefüllt an Deck (Abb. 3). In dem Großkastengreifer befanden sich ca. 60 cm extrem weiche Sedimente oberhalb einer Sandlage. Die weichen Sedimente verhalten sich fast wie Wasser und stellen den oberen Teil des Turbidits von 1929 dar. Damit ist es uns gelungen, das Profil eines mächtigen Turbidits aufzuzeichnen, der erst vor gut 80 Jahren abgelagert wurde und daher noch nicht konsolidiert ist. Da am Canyon-Boden im Regelfall nur der größte Teil abgelagert wird, ist das Vorhandensein der extrem weichen und wassereichen Oberflä-

chensedimente überraschend. Vermutlich werden diese wassereichen Sedimente nur in Bereichen abgelagert, an denen der Canyon-Boden sehr flache Hanggradienten aufweist.



Abb. 3: Großkastengreifer mit Ablagerungen der Turbidites von 1929. Photo: Aggeliki Georgiopoulou

Um den Einfluss des Western Channels besser abschätzen zu können, haben wir in der Nacht zum und am Morgen des 23.09. ein seismisches Profil über den Western Channel aufgezeichnet. Dieses Profil zeigt mächtige Schuttstrom-Ablagerungen im Western Channel und ein sehr gut ausgeprägtes Levee im Süden; der Western Channel ist allerdings nicht so tief eingeschnitten ist wie die anderen Kanäle. An zwei Geologie-Stationen haben wir auch im Western Channel den Turbidit von 1929 identifizieren können.

Um die Ablagerungen der Rutschung von 1929 auch im distalen Bereich zu beproben, haben wir anschließend den Southern Channel hydroakustisch weiter vermessen (Abb. 2) In knapp 5000 m Wassertiefe weitet er sich signifikant und in der Rückstreukarte werden Fließstrukturen sichtbar. Auch hier haben wir wiederum versucht Kerne zu gewinnen. In diesem Bereich wird jedoch vor allem sehr grobes Material abgelagert. In einem Schwerelot haben wir direkt an der Oberfläche eine ca. 40 cm mächtige Kieslage gefunden (Abb. 4), die eindeutig zeigt, dass in diesem Bereich die Energie nicht mehr ausreichend ist, um alle groben Partikel im Turbiditstrom weiter zu transportieren. Nach der Beprobung wollten wir heute noch ein seismisches Profil über den distalen Bereich des Southern Channels aufzeichnen. Dies war allerdings aufgrund der Wetterbedingungen (insbesondere ein hoher Schwell) nicht mehr möglich. Nach einigen zusätzlichen hydroakustischen Profilen, befinden wir uns seit heute um 16:42h auf den Transit zu den Azoren, wo unsere Reise am 30.10. enden wird. Auf dem Weg werden wir nur ca. 30 nautische Meilen entfernt an der Untergangsstelle der Titanic vorbei kommen, aber bei zurzeit fast 22°C Wassertemperaturen müssen wir uns vor Eisbergen nicht fürchten.



Abb. 4: Kiese im Liner eines Schwerelotes.

Auch wenn es direkt nach Abschluss einer Fahrt immer zu früh ist, ein detailliertes Fazit zu ziehen, können wir bereits jetzt sagen, dass wir mit den gewonnenen Daten außerordentlich zufrieden sind und die wesentlichen Ziele der Fahrt erreicht wurden. Die Kombination aus hydroakustischen, seismischen, sedimentologischen und geotechnischen Daten hat uns bereits an Bord eine Vielzahl von spannenden Erkenntnissen über die Grand Banks Rutschung von 1929 erbracht. Wir können das Volumen und die Dynamik der Rutschung deutlich besser rekonstruieren. Wir haben wertvolle geotechnische Parameter aufgezeichnet, um die Stabilität der Sedimente zu charakterisieren. Wir können Tsunami-Modellierern neue Daten zur Verfügung stellen, um zu verstehen, warum diese flache und räumlich ausgedehnte Rutschung einen Tsunami ausgelöst hat. Dazu liegen vor uns arbeitsreiche und spannende Jahre, um alle Daten auszuwerten.

Die Fahrt wäre nicht ohne die hervorragende Unterstützung der Besatzung möglich gewesen. Alle Fahrtteilnehmer/innen bedanken sich bei Kapitän Schmidt und der Besatzung für die freundliche Aufnahme und die tolle Unterstützung auf der Maria S. Merian. Ob es mal wieder eine sehr kurzfristige Änderung des Plans war, die Unterstützung von Deck und der Maschine oder das sehr gute Essen; Ihr habt durch Euren großen Einsatz und viel Flexibilität alles möglich und damit die Fahrt zu einem Erfolg gemacht. Vielen Dank! Wir kommen gerne wieder.

Mit den besten Wünschen grüßt im Namen aller Fahrtteilnehmer

Sebastian Krastel

Auf See, 41°22'N, 52°44'W