

FS Maria S. Merian Reise 32

Morphologie, Dynamik und Geogefahren von submarinen Rutschungen im Bereich des Agadir Canyons, NW Afrika



Bremen - Southampton - Cádiz

1. Wochenbericht, 25.09.13 - 29.09.13

Der Agadir Canyon ist einer der größten Canyons der Welt, durch den große submarine sedimentäre Gravitationsströme in das Agadir Becken und das marokkanische Turbiditsystem transportiert werden. Während das Agadir Becken und das dazugehörige Turbiditsystem sehr gut untersucht sind, existieren fast keine Daten aus dem Agadir Canyon, der das Herkunftsgebiet der großen Turbiditströme darstellt. Die Beantwortung der Frage, warum bei einigen submarinen Hangrutschungen kohärente Blöcke auf ihrer hangabwärts gerichteten Passage bestehen bleiben, während andere Rutschungen sich komplett mischen, ist eine große wissenschaftliche Herausforderung; der Agadir Canyon bietet hervorragende Möglichkeiten, um eine Antwort auf diese Frage zu finden. Im Rahmen der Forschungsfahrt MSM32 sollen daher große Abrisskanten von Rutschungen in der Umgebung des Agadir Canyons sowie im Canyon selbst mittels akustischer Vermessung (TOBI Sidescan, Seismik, Hydroakustik) und geologischer Beprobung untersucht werden. Die Untersuchungen werden neue Erkenntnisse zu den Prozessen und zum zeitlichen Auftreten von sich sehr schnell mischenden Rutschungen sowie der resultierenden Morphologie liefern. Neben dem wissenschaftlichen Interesse sind diese Ergebnisse zur Abschätzung der mit diesen Rutschungen verbundenen Naturgefahren wichtig. Es soll auch der Einfluss von Salzdiapiren auf die Hangstabilität vor NW-Afrika untersucht werden. Weiterhin sollen die Umweltbedingungen, welche die Formation von Kaltwasser-Korallen kontrollieren, in dem wenig erkundeten Gebiet vor Marokko analysiert werden. Diese Arbeiten stellen ein wichtiges Bindeglied zu den bekannten Kaltwasser-Korallen Provinzen vor Mauretanien und im Golf von Cádiz dar.

Die Merian Fahrt MSM32 begann am 25.09.13 in Bremen, wo am Wochenende vor der Fahrt ein Open-Ship mit sehr vielen Besuchern stattgefunden hatte. Die Ausrüstung wurde bereits am 24.09 in Bremen geladen; die Großgeräte wie Schwerelot und Großkastengreifer wurden direkt nach Ankunft der wissenschaftlichen Fahrtteilnehmer/innen im Hafen aus den Containern ausgeladen. Die hochauflösende Seismik befand sich noch von der vorherigen Fahrt an Bord.

Während des Transits nach Southampton befand sich zusätzlich ein Kongsberg-Techniker an Bord, der erfolgreich eine Neu-Kalibration des EM1002 durchgeführt hat, sowie ein Hatlapa-Techniker, welcher einen neukonzipierten Einleiterdraht auf die Winde aufgespult hat. Ebenfalls waren 2 Wissenschaftlerinnen aus Oldenburg auf der Merian, die einen neuinstallierten Sensor zur verbesserten Detektion von gelöstem Öl im gereinigten Wasser des Bilgenölseparators betreut haben. Dieser Sensor wurde im Rahmen eines BMBF geförderten Vorhabens in Kooperation der Uni Oldenburg mit der Firma TriOS sowie der Reederei Briese und dem GL entwickelt; der Sensor hat seine erste Bewährungsprobe hervorragend bestanden. Am 27.09.13 um 08:30h legte die Merian in Southampton an der Pier des National Oceanography Centre (NOCS) an, um weitere Ausrüstung (TOBI-Sidescan) und zusätzliche Fahrtteilnehmer einzuschiffen und die Kurzzeit-Mitfahrer/innen (Kongsberg und Hatlapa Techniker sowie Wissenschaftlerinnen der Uni Oldenburg) wieder auszuschiffen. In



Die Merian passiert das neue britische Forschungsschiff Discovery nach Auslaufen aus Southampton. (Photo: S. Krastel)

Arbeitsgebiet vor Marokko. Die Biskaya, berüchtigt für schlechte Wetterbedingungen, war uns sehr wohl gesonnen, so dass alle Teilnehmer/innen schnell ‚ingeschaukelt‘ waren. Inzwischen befinden wir uns vor der Küste Portugals und werden vermutlich am Dienstag im Arbeitsgebiet ankommen. Wir nutzen die Zeit, um die Geräte aufzubauen und zu testen.

An Bord sind alle wohlauf und freuen sich auf das bevorstehende Forschungsprogramm. Neben den Wochenberichten werden wir von der Fahrt auch im neuen Tagebuch der Kieler Meeresforscher unter www.oceanblogs.org berichten.

Mit den besten Wünschen grüßt im Namen aller Fahrtteilnehmer

Sebastian Krastel

Auf See, 41°40'N, 10°13'W



Vorbereitungen am TOBI-Sidescan Sonar an Bord der Merian. (Photo: P. Feldens)

FS Maria S. Merian Reise 32

Morphologie, Dynamik und Geogefahren von submarinen Rutschungen im Bereich des Agadir Canyons, NW Afrika



Bremen - Southampton - Cádiz

2. Wochenbericht, 30.09.13 - 06.10.13

Am 01.10.2013 war der lange Transit nach Marokko endlich beendet und das wissenschaftliche Programm startete um 09:00h mit dem Einschalten der hydroakustischen Systeme der Merian. Am selben Tag erreichten wir gegen 15:00h unsere erste Station am Ausgang des El Hadiba Canyons. Der El Hadiba Canyon ist ein ‚kleinerer Canyon‘ ca. 40 nautische Meilen nördlich des Agadir Canyons. Klein heißt in diesem Zusammenhang, dass er immer noch eine Länge von über 200 km hat und am oberen Hang bis zu 1000 m in die umliegenden Sedimente einschneidet. Ziel war es zu überprüfen, ob einer der größten Gravitationsströme im Agadir Becken (das sogenannte Bed 5, Alter ca. 200.000 Jahre, Volumen ca. 160 km³) ganz oder teilweise durch diesen Canyon transportiert worden ist. Zunächst wurde jedoch eine CTD bis in 4230 m Tiefe gefahren, um einen Überblick über die Wassermassen zu bekommen, ein Geschwindigkeits-Tiefenprofil für die bathymetrischen Systeme zu messen und einen neu aufgespulten Draht zu testen. Zwei kurze Parasoundprofile zur Stationssuche für das Schwerlot zeigten am Rand des Canyon Bereiche mit guter Eindringung. Leider trafen wir auf extrem verfestigte Sedimente und der Kerngewinn war nur ca. 1.2 m. Im Kernfänger war eindeutig eine Erosionsfläche zu erkennen. Jüngere Sedimente müssen von dieser Lokation weg transportiert worden sein. Die Nacht zum 02.10. wurde für hydroakustische Profilierungen auf dem Weg in das erste richtige Arbeitsgebiet nördlich des Agadir-Canyons genutzt. Alte spanische Sediment-Echolotdaten zeigen mögliche Kaltwasser-Korallenriffe in diesem Gebiet. Im Rahmen der MSM32-Fahrt soll überprüft werden, ob es dort wirklich Kaltwasser-Korallenriffe gibt, und falls ja, ob es sich um lebende Korallen handelt. In diesem Gebiet kam es zu einem ersten Einsatz des TOBI-Sidescan Sonars. TOBI ist ein tiefgeschlepptes Sidescan Sonar, das mit einer Frequenz von 31 kHz arbeitet und einen 6 km-breiten Streifen auf dem Meeresboden detailliert abbildet. Die Auflösung von Strukturen am Meeresboden beträgt ca. 3 m.

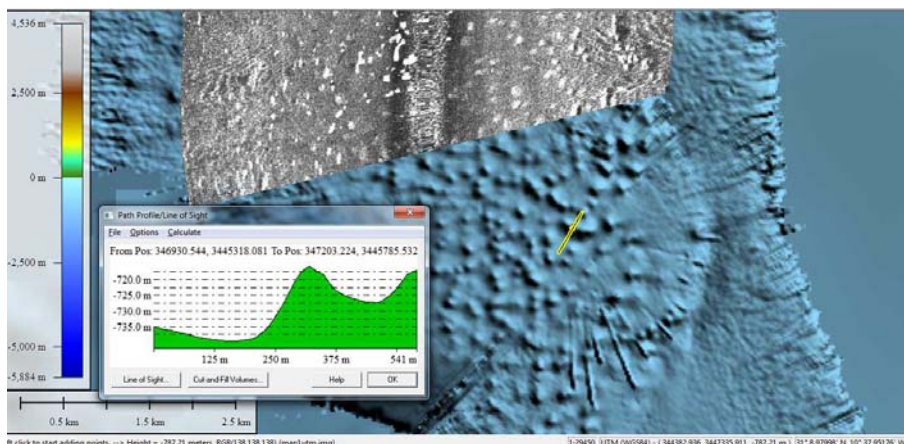


Abb. 1: TOBI und bathymetrische Daten zeigen zahlreiche kleine Hügel auf dem Meeresboden. Einer dieser Hügel (siehe eingefügtes Profil) wurde mit einem Großkastengreifer beprobt (siehe Abb. 2).

Der erste TOBI-Einsatz verlief problemlos und brachte viel-versprechende Daten. Der Meeresboden im ausgewählten Gebiet ist in Wassertiefen zwischen ca. 580 m und 900 m von kleinen Hügeln übersät. Dies ist ein typischer Tiefenbereich für Kaltwasserkorallen im Atlantischen Ozean. Einzelne Hügel haben einen Durchmesser von bis zu 300 m und eine Höhe von 15 m (Abb. 1). Einer dieser Hügel wurde mittels eines Großkastengreifers (GKG) beprobt. Eine optimale Positionierung des GKG war durch den Einsatz von *Posidonia* gegeben. Der Kastengreifer kam zu einem Drittel gefüllt zurück und schon außen waren zahlreiche tote *Lophelia pertusa* zu erkennen. Zu unserer großen Freude befanden sich im Kasten auch lebende Kaltwasser-Korallen (Abb. 2). Unseres Wissens nach ist dies der erste Fund von lebenden Kaltwasser-Korallen vor der Küste Marokkos außerhalb des Golfs von Cádiz. Insofern stellen sie ein wichtiges Bindeglied zwischen den bekannten Funden im Golf von Cádiz im Norden und vor der Küste Mauretaniens im Süden dar. Um die hydrographischen Bedingungen für die Korallen zu erfassen, wurde an gleicher Stelle eine Rosette/CTD gefahren. Wir werden im späteren Verlauf der Reise zu dieser Station zurückkehren, um eine Jo-Jo-CTD über einen vollen Tidenzyklus zu fahren.



Abb 2: Links: Begeisterung am Großkastengreifer, in dem sich lebende *Lophelia pertusa* (rechts) befinden.

In der Nacht zum 3.10. kreuzten wir erstmals den Agadir-Canyon, um anschließend große Massenumlagerungen südlich des Canyons zu kartieren. Vereinzelt verfügbare Parasound-Daten deuten in diesem Gebiet große Rutschungsablagerungen an. Am 03.10. nahmen wir an zwei Stationen Proben mittels Schwerelot und Großkastengreifer. Die erste Station lag innerhalb der Rutschungsablagerungen, während die akustischen Daten ungestörte Sedimente für die zweite Station abbildeten. Zu unserer Überraschung war der Kerngewinn an der potentiellen Rutschungsstation mit 7,70 m deutlich größer als an der ungestörten Station (ca. 3.30 m). Trotz des klaren akustischen Bildes haben wir in den Sedimenten des Rutschungskerns keine eindeutigen Hinweise auf umgelagertes Material gefunden. Eventuell handelt es sich um große gerutschte Blöcke, deren interne Struktur intakt geblieben ist. Nach der Beendigung der Stationen haben wir 2 lange seismische Profile von ca. 3000 m Wassertiefe bis an die Schelfkante aufgezeichnet. Diese Profile zeigen neben den oberflächennahen Rutschkörpern auch viele große sediment-bedeckte Rutschkörper. Zudem treten zahlreiche Diapire auf, die Ausgangspunkt für kleinere Rutschungen sind. Die seismischen Profile zeigen ebenfalls, dass es einen Haupttransportweg für Rutschungen in den Agadir-Canyon gibt.

Um das Herkunftsgebiet dieser großen Massenumlagerungen zu finden, begannen wir am 05.10. morgens Teile des Hanges systematisch mit den hydroakustischen Systemen der Meri-an zu kartieren. Die bathymetrischen Daten zeigen ein komplexes Muster aus Massenumlage-

rungen mit vielen internen Abrisskanten, kleineren Kanälen und unterschiedlichen Erscheinungsbildern der umgelagerten Sedimente. Die Echtzeitanalyse der Daten erlaubte es uns, die Lage der Abrisskante immer weiter einzugrenzen und am 06.10 im Laufe des Vormittags passierten wir zum ersten Mal die gesuchte Hauptabbrisskante, die teilweise über 150 m hoch ist. Das komplexe Muster deutet auf ein mehrstufiges Versagen des Hanges hin. Vermutlich stammen viele der Sedimente im Agadir-Becken ursprünglich aus diesem Gebiet. Um die Rutschungsablagerungen näher zu charakterisieren, nehmen wir zurzeit erste Schwerelote direkt unterhalb der Abrisskante. Ab morgen sollen dann die Rutschungsablagerungen detailliert mittels TOBI und Seismik vermessen werden.

An Bord geht es allen gut. Wir genießen die Wärme, das gute Essen, und insbesondere die vielversprechenden ersten wissenschaftlichen Ergebnisse.

Mit den besten Wünschen grüßt im Namen aller Fahrtteilnehmer

Sebastian Krastel

Auf See, 29°15'N, 10°40'W

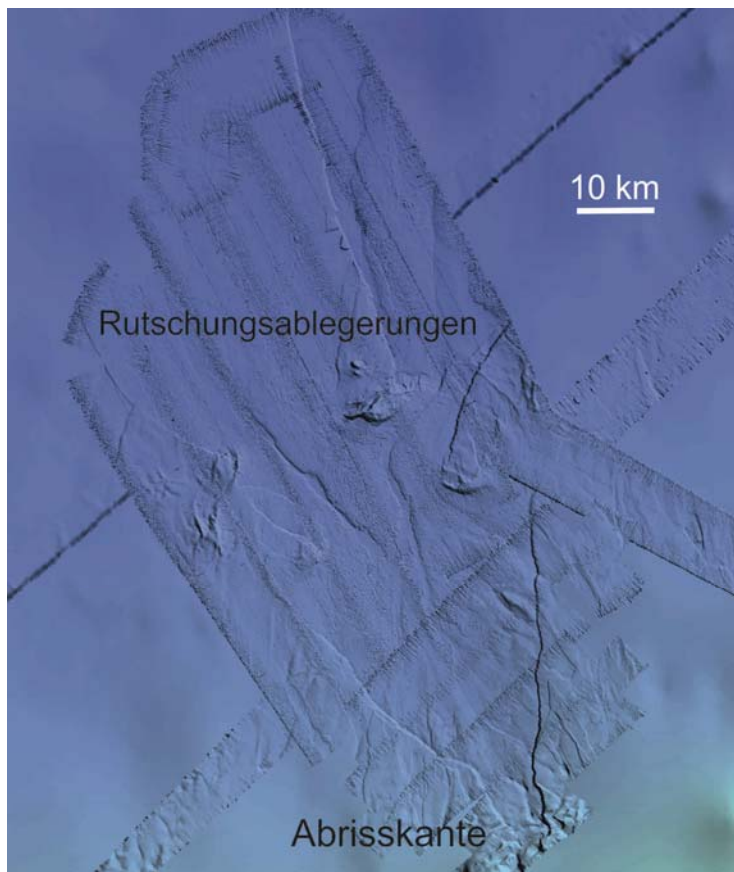


Abb. 3: Neue bathymetrische Karte eines Rutschungskomplexes südlich des Agadir Canyons .

FS Maria S. Merian Reise 32

Morphologie, Dynamik und Geogefahren von submarinen Rutschungen im Bereich des Agadir Canyons, NW Afrika



Bremen - Southampton - Cádiz

3. Wochenbericht, 06.10.13 - 13.10.13

Eine arbeitsreiche Woche liegt hinter uns, die uns aber auch viele neue Erkenntnisse gebracht hat. Die Kartierungen der letzten Woche haben deutlich gezeigt, dass das Herkunftsgebiet der in den Agadir Canyon einlaufenden großen Rutschungen ca. 150 km südlich des Canyons liegt. Das komplexe Muster von bis zu 100 m-hohen Abrisskanten zeigt, dass es sich um ein mehrstufiges Hangversagen handelt. Die Abrisskanten liegen teils in nur 500 m Wassertiefe. Hangrutschungen in diesen Wassertiefen sind dafür bekannt, in der Vergangenheit Tsunamis ausgelöst zu haben. Im oberen Bereich des Agadir Canyons selbst finden dagegen nur vergleichsweise kleine Rutschungen statt.

Im Laufe des Nachmittages des 6.10, nahmen wir drei Schwerelote unterhalb einer der Hauptabbrisskanten. Auf den Rutschungsablagerungen liegen relativ mächtige ungestörte hemipelagische Sedimente, was die hydroakustischen Daten so nicht vermuten ließen. Im letzten Kern des Tages waren aber in einer Kerntiefe von ca. 5,70 m eindeutig debritische Ablagerungen über einer basalen Scherfläche zu finden. Die Nacht wurde für weitere hydroakustische Messungen im Bereich der Abrisskante verwendet, um am Morgen des 7.10. TOBI zur Kartierung des Rutschungskomplexes auszubringen. Einzelne Komponenten des TOBIs ließen sich jedoch nicht ansprechen, so dass das Gerät wieder geborgen werden musste. Ein Software-Fehler wurde als mögliche Ursache identifiziert, so dass TOBI am Nachmittag erneut ausgebracht wurde. Es ließen sich jedoch wiederum einzelne Komponenten nicht ansprechen und weitere fielen nach und nach aus, so dass ein Einsatz nicht möglich war. Nachdem TOBI wiederum an Bord war, wurden mittels drei weiterer Schwerelote erfolgreich verschiedene basale Rutschungsflächen beprobt. Da diese stratigraphisch in unterschiedlichen Tiefen liegen und teils deutlich jünger als die am Vortag beprobten Rutschungsflächen sind, konnte durch die Kerne bestätigt werden, dass es zu einem mehrstufigen Hangversagen gekommen ist. Eine der spannenden Aufgaben im Labor wird es nun sein, die einzelnen Ereignisse zu datieren, um sie dann mit Turbiditen im Agadir-Becken korrelieren zu können. In der Nacht zum 08.10. wurden seismische Daten über die Abrisskante aufgezeichnet. Erste Analysen zeigen, dass direkt unterhalb der Hauptabbrisskante zahlreiche Diapire liegen und die Lage der Rutschungen möglicherweise kontrollieren. Die seismischen Messungen wurden bis zum Abend des 8.10. fortgesetzt.

In der Zwischenzeit wurde eine Leckage in einem der Druckgehäuse des TOBIs als Fehler identifiziert; da umfangreiche Arbeiten zur Reparatur notwendig waren, verließen wir zunächst das Herkunftsgebiet der Rutschungen, um deren Haupttransportweg weiter zu kartieren und die Rutschungsablagerungen selbst zu beproben. Die Daten zeigen eindeutig den Haupttransportweg des Rutschungsmaterials in den Canyon (Abb. 1). Wir vermuten, dass sich das Fließverhalten der Rutschungen bei Eintritt in den Canyon ändert und es dabei zu sogenannten Flow-Transformationen kommt, deren Untersuchung eines der Hauptziele der Fahrt ist. Die Kartierungen wurden am Nachmittag des 09.10. unterbrochen, um das reparierte TOBI-Druckgehäuse auf Dichtigkeit zu prüfen, indem es an der CTD befestigt auf etwa 2500 Meter Tiefe gebracht wurde. Dieser Test war erfolgreich und das TOBI-Team konnte damit beginnen, die einzelnen Komponenten wieder an das TOBI-Fahrzeug zu bauen. Die Nacht

wurde zur Kartierung des Agadir-Canyons seewärts der Eintrittsstelle der großen Rutschungen genutzt, um so die geplanten TOBI-Messungen in diesem Gebiet vorzubereiten. Dabei sieht man bereits auf den hydroakustischen Daten einen zentralen Einschnitt und Hinweise auf unterschiedliches Fließverhalten der Sedimentströme im Agadir-Canyon.

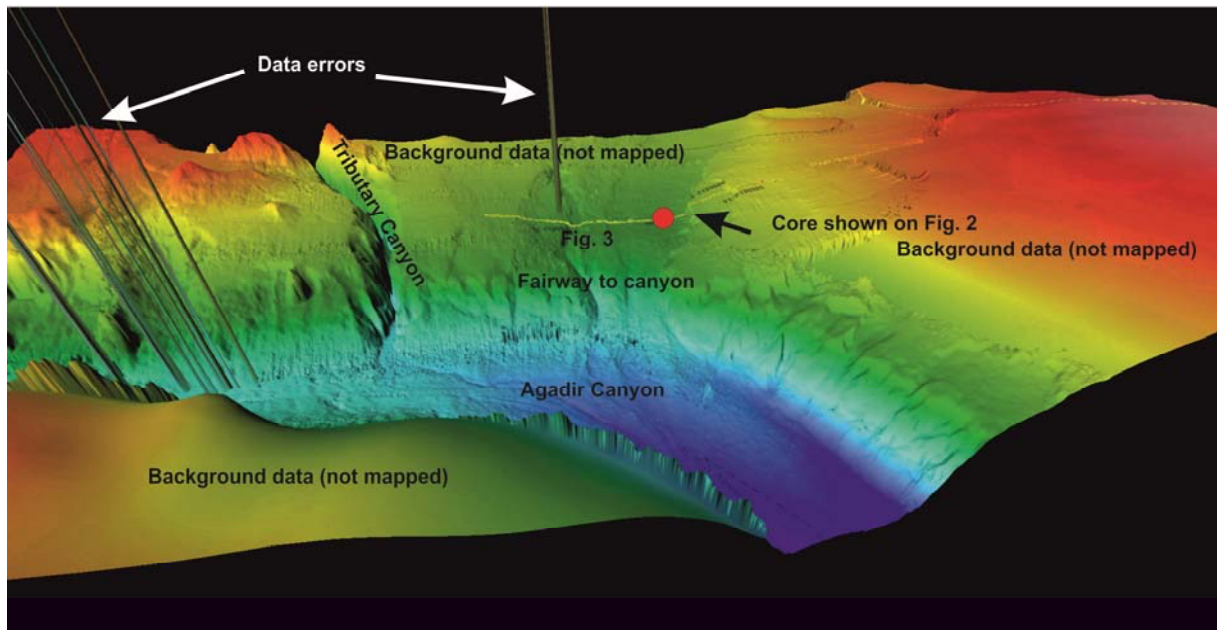


Abb 1: 3D-bathymetrische Karte des Haupttransportweges des Rutschungsmaterials in den Agadir Canyon. Dieser Bereich wird zurzeit mittels TOBI kartiert.

MSM32-14-1 (10m GC) Targeted blocky slide debris in lower fairway of Agadir Slide. Core contains 6.0m of hemipelagite overlying a clast-supported muddy debrite with sheared layers of multi-coloured background sediments and capped with a bypassing turbidite sand with erosive clasts at base.

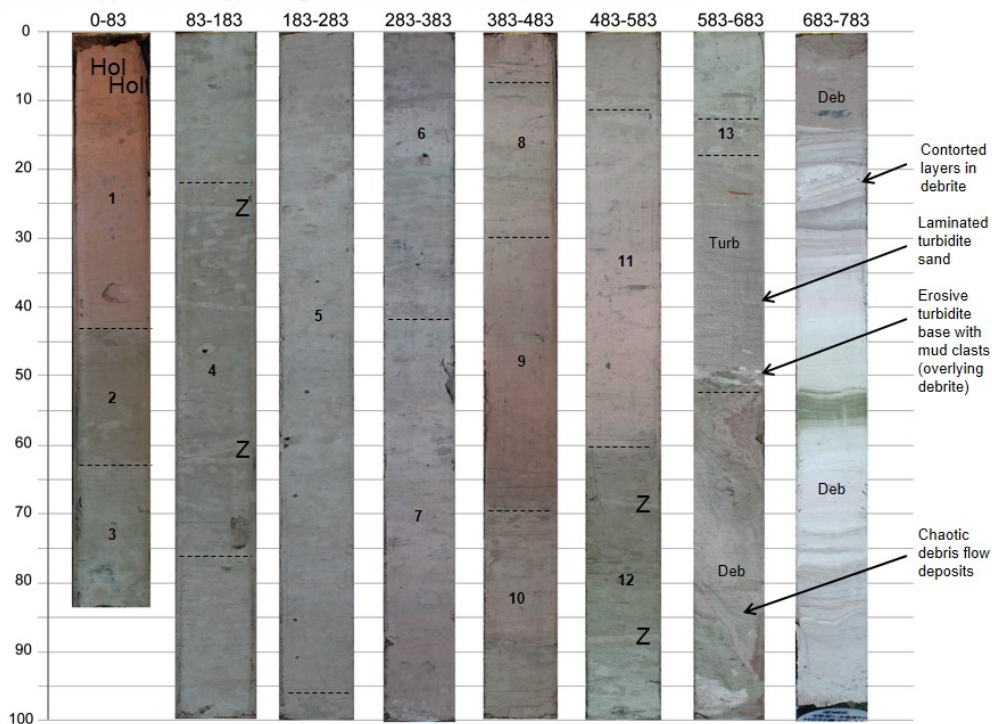


Abb. 2: Kernphoto des Kerns MSM32-14-1. Im Bereich von ca. 6,3 – 7,8 m ist ein Debrüt (Schuttstrom) zu erkennen, der von einem Turbidit überlagert wird. Siehe Abb. 1 für Lage des Kerns.

Am Morgen des 10.10. wurden zunächst 2 Schwerelotkerne im Bereich des Haupttransportweges sowie ein Referenzkern aus ungestörten Sedimenten genommen. Die Kerne sind zwischen 8 und 9 m lang. Die beiden Rutschungskerne zeigen in ca. 6 m Sediment-Tiefe wunderschöne Schuttstromablagerungen; an einer Lokation liegt direkt oberhalb des Schuttstroms ein ca. 30 cm mächtiger Turbidit (Abb. 2). Der genetische Zusammenhang zwischen diesen beiden Strukturen sowie ihr Alter kann erst im Labor untersucht werden.

Nach der erfolgreichen Beprobung wurde am Nachmittag das reparierte TOBI ausgesetzt. Während unmittelbar nach dem Aussetzen alles OK schien, traten ab ca. 500 m Tauchtiefe zahlreiche Störungen in den Daten auf, so dass das Instrument wiederum geborgen werden mussten. Diesmal konnte der Fehler sehr schnell lokalisiert werden; das Kabel zwischen dem Instrument und dem Depressor war angebrochen und musste ausgetauscht werden.

In der Zwischenzeit sammelten wir seismische Daten über den Canyon und den Haupttransportweg der Rutschungsablagerungen. Die seismischen Daten belegen eindrucksvoll, dass der Transportweg schon seit langer Zeit aktiv ist. Er schneidet sich tief (bis zu 500 m) in die umgebenen ungestörten Sedimente ein (Abb. 3). Damit ist unsere Hypothese bestätigt, dass es sich um den zentralen Transportweg für Sedimente vom Kontinentahang in das Agadir Becken handelt. Weiterhin zeigen die seismische Daten mächtige Schuttstromablagerungen im Canyon sowie wiederum zahlreiche Diapire. Von den Flanken der Diapire gehen zahlreiche kleinere Rutschungen ab.

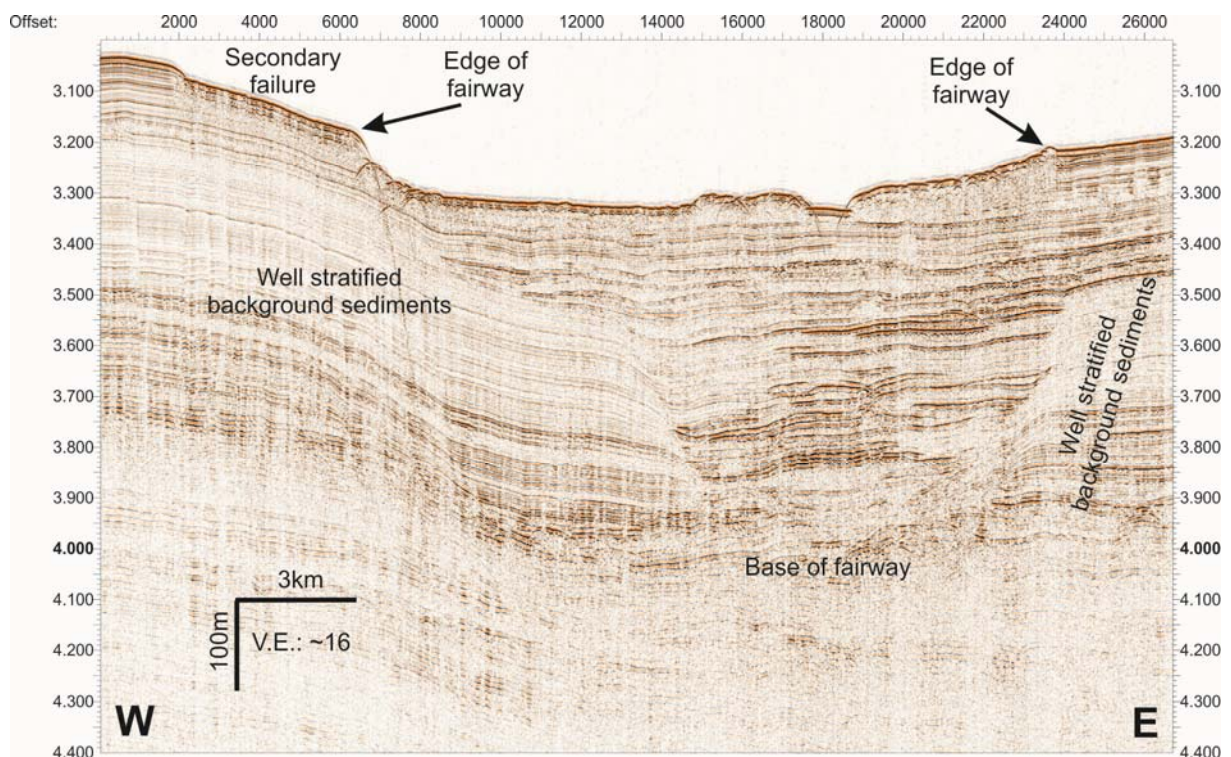


Abb. 3: Seismisches Profil über den Haupttransportweg der Rutschungen in den Agadir Canyon. Dieser Transportweg ist schon seit langer Zeit aktiv und war bis zu 500 m in das umgebene Sediment eingeschnitten. Siehe Abb. 1 für Lage des Profils.

Nach Beendigung der seismischen Messungen wurde am Morgen des 12.10. wiederum TOBI ausgesetzt. Diesmal funktionierte das Gerät einwandfrei. Seit dem 12.10. sammeln wir nun Sidescan-Daten von dem Boden des Agadir-Canyons und eine erste Sichtung der Daten deutet

bereits an, dass sich das Transportmuster im Canyon signifikant ändert. Parallel zu dem Sidescan läuft auch die Airgun-Seismik. Über erste Ergebnisse der kombinierte Sidescan- und Seismik-Messungen werden wir nächste Woche berichten.

An Bord sind nach wie vor alle wohlauf.

Es grüßt im Namen aller Fahrtteilnehmer,

Sebastian Krastel

Auf See, 31°15'N, 12°00'W

FS Maria S. Merian Reise 32

Morphologie, Dynamik und Geogefahren von submarinen Rutschungen im Bereich des Agadir Canyons, NW Afrika



Bremen - Southampton - Cádiz

4. Wochenbericht, 13.10.13 - 20.10.13

Am 12.10.2013 hatten wir eine kombinierte TOBI- und Seismik Vermessung begonnen, um das Fließverhalten von Massenströmen im Agadir Canyon zu untersuchen. Geplant waren zwei parallele Profile entlang des Canyon-Bodens, gefolgt von einem Profil über das Eintrittsgebiet der Massenströme in den Canyon, der ca. 10 km breit ist. Das erste Canyon-Profil konnte bis zum Abend des 13.10. wie geplant abgefahren werden. Auf dem Gegenprofil war es aufgrund starker Strömungen nicht mehr möglich, die Seismik parallel zum TOBI zu schleppen. Zusätzlich frischte am 14.10. der Wind zunehmend auf und erreicht am Abend des 14.10. im Mittel Beaufort 7. Da Wind und Strom direkt von der Seite kamen, war es trotz der hervorragenden Manövrierbarkeit der Merian nicht mehr möglich, bei 2.5 Knoten den durch den Canyon vorgegebenen Kurs zu halten. Insofern wurde die TOBI-Vermessung an diesem Punkt abgebrochen. Die Bergung des Gerätes in Dunkelheit und bei sich zunehmend aufbauender See wurde von der Mannschaft extrem professionell gehandhabt. Die Nacht auf den 15.10. wurde dann für seismische Messungen über den Canyon genutzt. Die kombinierten akustischen Daten geben uns einen sehr detaillierten Einblick in die Prozesse am Canyon-Boden. Die Seismik (Abb. 1) zeigt den tief-ingeschnittenen Canyon. Am Canyon-Boden befinden sich mehrere bis zu 80 m mächtige transparente Einheiten, die wir als Schuttströme interpretieren.

Die TOBI Daten zeigen ein komplexes Bild von Ablagerungen am Boden des Agadir-Canyons. An manchen Stellen dominieren sandige Ablagerungen (hohe Rückstreuung), während andere Bereiche durch tonige Schuttströme und Hintergrundsedimente charakterisiert sind (geringe Rückstreuung). Ein axialer Kanal stellt den Haupttransportweg für sandige Turbiditströme dar. Die TOBI-Daten zeigen ebenfalls, dass zahlreiche kleinere Rutschungen von der Seite in den Canyon gelangen.

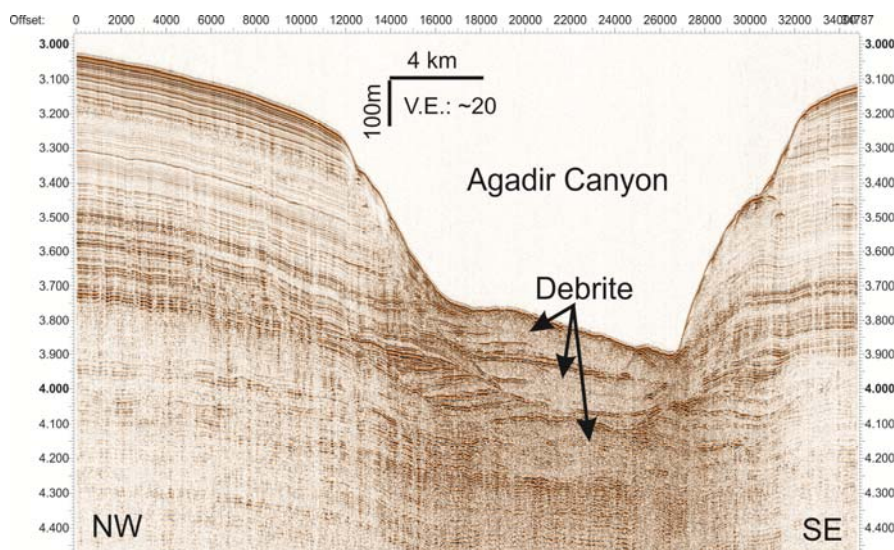


Abb. 1: Seismisches Profil über den Agadir Canyon. Mächtige Schuttströme (Debrite) befinden sich am Canyon-Boden.

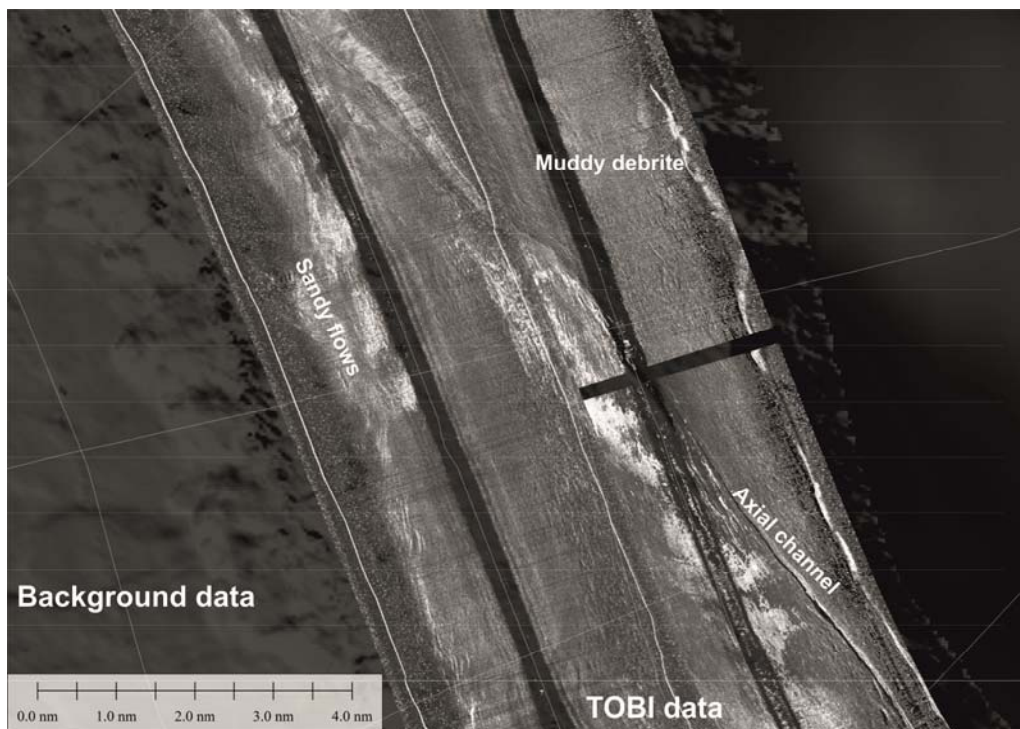


Abb. 2: TOBI Daten vom Boden des Agadir-Canyons.

Basierend auf den neuen Daten wurden vom 15. – 17.10. zahlreiche Kerne in verschiedenen Bereichen des Canyons genommen. Nachts wurden die seismischen und hydroakustischen Daten komplementiert. Am 15.10. beprobten wir den Bereich des Canyons, in dem große Rutschungen seitlich in den Canyon eintreten. Die Kerne zeigen, dass sandige Turbidite insbesondere aus dem oberen Bereich des Canyons selbst kommen, während die seitlich eintretenden Rutschungen beim Eintritt in den Canyon Bestand haben und sich noch nicht mit Seewasser durchmischen, d.h. noch keine Turbidite bilden. Die Turbidite aus dem oberen Bereich des Canyons sind jedoch zu klein, um die großen Turbidit-Ablagerungen im Agadir-Becken zu erklären. Insofern verfolgten wir die Rutschungssedimente weiter den Canyon hinunter. Dabei überquerten wir am 16.10. eine in den akustischen Daten deutlich sichtbare Grenze: Ein erster Kern an dieser Grenze brachte zwar nur ca. 2 m Kerngewinn, zeigte aber Schuttstrom- Ablagerungen mit fast senkrecht stehenden Klasten unterhalb von ca. 50 cm mächtigen hemipelagischen Hintergrundsedimenten. Dabei könnte es sich um einen ‚ausfrierenden Schuttstrom‘ handeln, der hier zum Stillstand gekommen ist. Am nächsten Tag (17.10.) zeigte ein Kern nur ca. knapp 10 km entfernt von dem vorherigen Kern keine Anzeichen für klassische Schuttstrom-Ablagerungen, aber ein gut durchmischtes Material, das auch Fragmente vom Schelf und Korallenstücke enthält. Dies deutet drauf hin, dass der Schuttstrom sich in diesem Bereich in einen Turbidit umwandelt und es zu einer sogenannten ‚Flow-Transformation‘ kommt. Dies passiert zu unserer großen Überraschung erst ca. 350 km von der Quelle der Rutschungen entfernt; auf diesem Weg tritt der Schuttstrom nach ca. 200 km in den Canyon ein und bewegt sich dann im Canyon für weitere 150 km ohne dass Mischungsprozesse auftreten. Die Transformation tritt in einem Bereich auf, in dem sich der Gradient des Canyons ändert. Ob dies Zufall ist oder im kausalem Zusammenhang zur Transformation steht, werden erst spätere Untersuchungen im Labor zeigen.

Am 17.10. um 16:00h machten wir uns auf den Weg zurück in das erste Arbeitsgebiet, um die Abrisskante der Rutschung mit TOBI zu vermessen. Der Weg dorthin wurde genutzt, um Lücken in der bathymetrischen Karte zu füllen. Auch das verspätete Bergfest wurde auf dem

Transit mit einem Grillabend an Deck gefeiert; wie immer wurden wir von der Küchencrew bestens versorgt.

Am Abend des 18.10. wurde TOBI gemeinsam mit der Seismik bei optimalen Wetterbedingungen ausgesetzt, um zwei ca. 50 Seemeilen lange Profile über die Abrisskante und den oberen Rutschungsbereich aufzuzeichnen. TOBI zeigt in diesem Bereich relativ geringe, homogene Rückstreuwerte, was vermutlich an einer ca. 6 m mächtigen ungestörten Sedimentschicht oberhalb der Rutschungsablagerungen liegt. Die Seismik zeigt im Bereich der Abrisskante ein stufenförmiges Muster aus einer Reihe von rotierten Blöcken. Da die TOBI-Daten in dem Gebiet der Abrisskante im Vergleich zu den bathymetrischen Daten keine nennenswert neuen Informationen erbrachten, brachen wir den TOBI-Survey am Abend des 19.10. ab. Die Nacht wurde für weitere seismische Messung über die Rutschung genutzt. Am 20.10. hatten wir dann einen dicht gedrängten Geologie-Tag mit insgesamt 5 Kernstationen. Die ersten drei Kerne sind inzwischen geöffnet und der Transect zeigt einen extrem interessanten Übergang von Schuttstrom-Ablagerungen über leicht deformierte Schichten zu ungestörten Sedimenten (Abb. 3). Diese Kerne werden eine detaillierte Rekonstruktion des Fließverhaltens des Schuttstromes in diesem Bereich ermöglichen. Morgen werden wir einen letzten Kern im Bereich der Rutschung nehmen, bevor wir uns dann Richtung Schelf bewegen, um den Sedimenttransport vom Schelf in den oberen Bereich des Canyon zu untersuchen.



Abb 3: Intensive Diskussion der Kerne (links) die den Übergang von einem Schuttstrom (unten rechts) über leicht deformierte Sedimente (oben rechts) zu ungestörten Hintergrund-Sedimenten zeigen (mitte rechts). Photos: Heiko Jähmlich und Russell Wynn.



Abb. 4: Schildkröte (*Caretta caretta*) im Arbeitsgebiet. Photo: Russell Wynn.

Das extrem ruhige Wetter der letzten Tage ermöglichte es uns auch, eine Vielzahl von Schildkröten (*Caretta caretta*) zu beobachten, die insbesondere in der Mittagszeit an der Oberfläche sind (Abb. 4). Die Vielzahl der Schildkröten deutet auf einen bisher wenig bekannten Migrationspfad dieser faszinierenden Tiere hin.

Die Stimmung an Bord ist nach wie vor prima und alle sind gespannt, was die nächste (und letzte Woche) noch bringen wird

Es grüßt im Namen aller Fahrtteilnehmer,

Sebastian Krastel

Auf See, 30°02'N, 11°46'W

FS Maria S. Merian Reise 32

Morphologie, Dynamik und Geogefahren von submarinen Rutschungen im Bereich des Agadir Canyons, NW Afrika



Bremen - Southampton - Cádiz

5. und letzter Wochenbericht, 20.10.13 - 27.10.13

Nachdem wir am 20.10. fünf Kerne im Bereich von Rutschungsablagerungen südlich des Agadir Canyons genommen hatten, zeigten seismische Messungen in der Nacht das stufenförmige Auftreten von Abrisskanten. Diese Abrisskanten sind die Ausgangspunkte der Rutschungsablagerungen, und fallen hier mit ausgeprägten Sedimentwellen im Untergrund zusammen. Sedimentwellen und Konturite sind dafür bekannt, potentiell instabil zu sein. Die Verteilung von Sedimentwellen scheint die Lage der einzelnen Abrisskanten in unserem Arbeitsgebiet zu kontrollieren. Da einzelne Abrisskanten über 100 m hoch sind und auch in relativ geringen Wassertiefen von deutlich unter 1000 m auftreten, haben die Rutschungen möglicherweise Tsunamis in der Vergangenheit ausgelöst. Unsere Arbeiten an der Abrisskante des Rutschungskomplexes beendeten wir am 21.10. morgens mit einer Kernstation unmittelbar unterhalb einer der Abrisskanten, da dort die Gleitfläche der Rutschung mit unserem Schwerelot erreicht werden konnte. Der Kern zeigt in einer Tiefe von ca. 1 m einen deutlichen Wechsel von hemipelagischem zu sehr stark konsolidiertem Material, das die Gleitfläche darstellt.

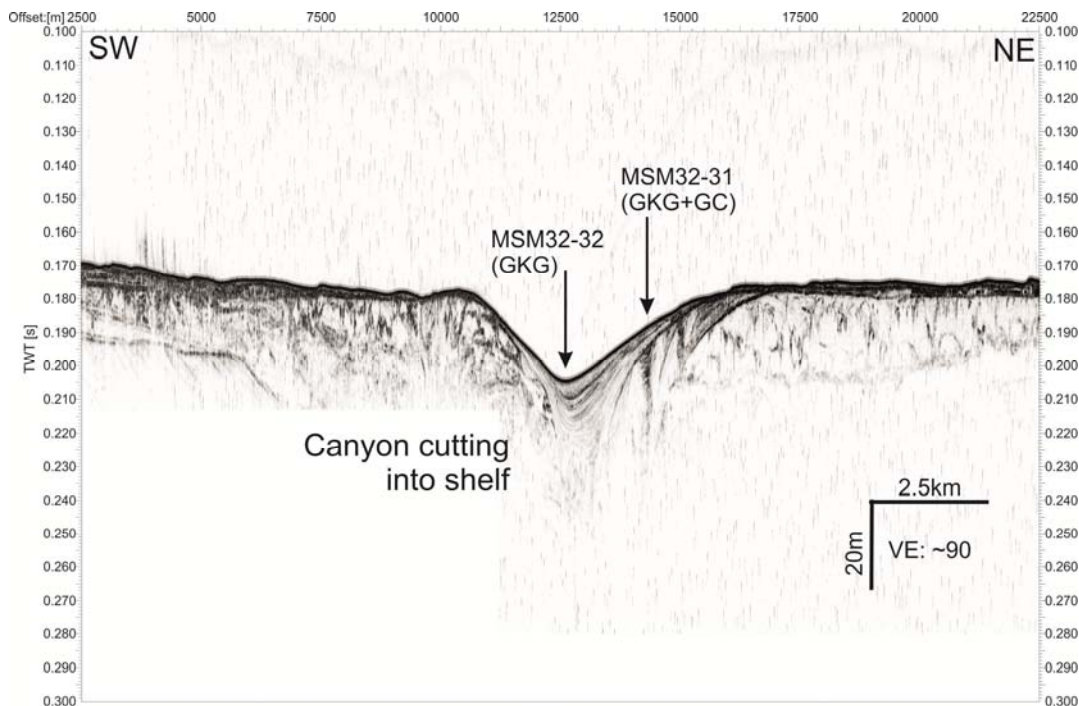


Abb. 1: Parasound Profil im Bereich eines Canyons, der in den Schelf einschneidet.

Die nächsten drei Tage arbeiteten wir vor allem auf dem Schelf, um den Sedimenttransport in das Agadir-Canyon-System zu untersuchen. Hydroakustische Profile zeigen einen variablen Aufbau des Schelfs mit zahlreichen anstehenden Basement-Strukturen, einem relativ schwach ausgebildeten Mudbelt und einigen Bereiche mit Sedimentwellen. Generell befinden sich auf dem Schelf wenig quartäre Sedimente. Gekippte und verfaltete Basementstrukturen stehen an vielen Stellen direkt am Meeresboden an. Es gibt keine eingeschnittenen Täler, die zu Zeiten von Meeresspiegeltiefständen direkte Sedimenttransportwege zum Hang gewesen sind. Eine

Ausnahme bildet ein Neben-Canyon des Agadir-Canyons, der ca. 100 km südlich das Hauptcanyons in den Schelf einschneidet (Abb. 1). Zwar lässt sich auch dieser Einschnitt nicht bis an die Küste verfolgen, er stellt jedoch eine Falle für junge Sedimente dar. Vier Großkastengreifer in diesem Bereich zeigen, dass es sich bei den Sedimenten vor allem um feine Sande handelt, die sich nicht mit dem Schwerelot beproben lassen. Ein Schwerelot in ca. 800 m Wassertiefe in der Achse des Canyons erbrachte zwar nur ca. 1.5 m Kerngewinn; Turbidite in diesem Kern zeigen jedoch an, dass in der jüngeren Vergangenheit Sedimente durch diesen Canyon in das Agadir-Canyon-System transportiert worden sind. Daher entschlossen wir uns, den Canyon in der Nacht auf den 24.10. mittels der hydroakustischen Systeme der Merian zu kartieren. Der Verlauf des Canyons ist ganz wesentlich durch Diapire kontrolliert. Der 24.10. wurde für weitere geologische Beprobungen auf dem Schelf genutzt. Der bereits erwähnte Mudbelt breitet sich vor allem vor der Mündung des Sous-Rivers nach Norden aus, zeigt allerdings nur eine Mächtigkeit von knapp 5 m. Er reicht nicht bis zum Agadir-Canyon, der ca. 50 km nördlich der Mündung des Flusses liegt. Der Schelfbereich oberhalb des Agadir Canyons ist fast frei von jüngeren Sedimenten, was darauf hindeutet, dass der Canyon zurzeit nicht aktiv ist. Die Arbeiten auf dem Schelf endeten am späten Abend des 24.10.

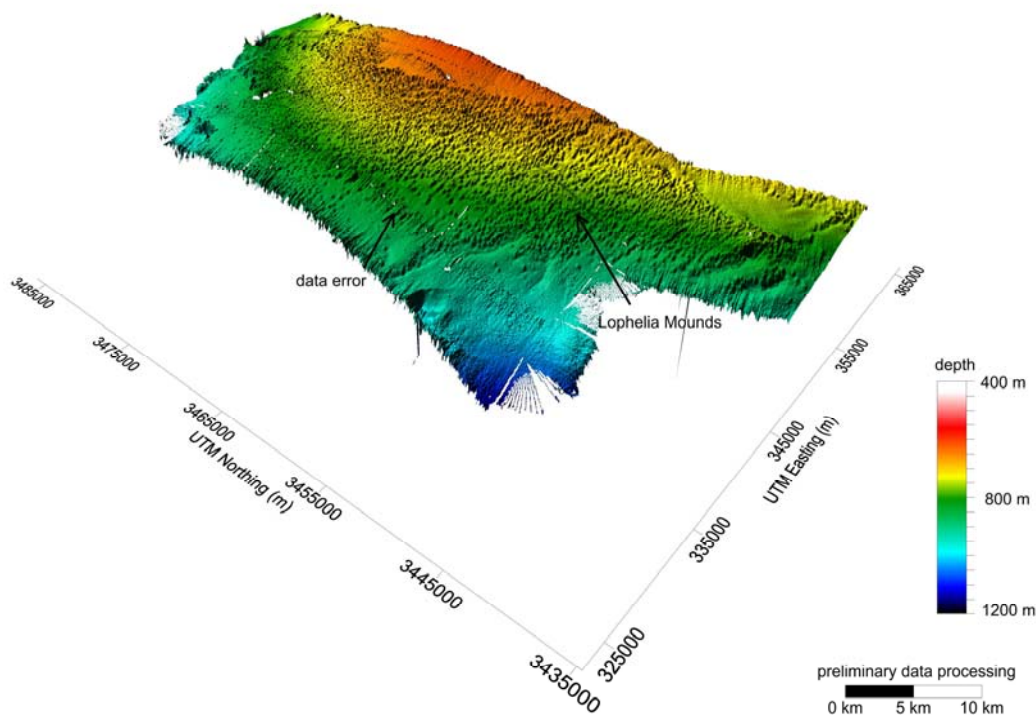


Abb. 2: Bathymetrische Karte des Kaltwasser-Korallengebiets.

Das folgende Arbeitsgebiet war der Bereich von Kaltwasserkorallen, in dem wir bereits zu Beginn der Fahrt eine einzelne Probe genommen hatten. Zusätzliche bathymetrische Daten (Abb. 2) zeigen, dass ein Gebiet von ca. 400 km² in Wassertiefen zwischen 650 m und 850 m mit Hügeln von bis zu 15 m Höhe übersät ist. Über das Gebiet verteilt wurden 6 Großkastengreifer genommen. Nachdem sich in den ersten 4 Kästen nur tote Lophelien befanden, befanden sich in den beiden letzten Kästen auch zahlreiche lebende Kaltwasserkorallen *Lophelia pertusa* (Abb. 3). Das ist als großer Erfolg zu verzeichnen, zumal wir ohne bildgebende Gerätschaften unterwegs sind und uns ‚nur‘ auf das geophysikalische Datenmaterial berufen haben, um die Positionen für die Großkastengreifer festzulegen. An der Stelle mit der größten Artenvielfalt haben wir daraufhin eine Jo-Jo-CTD gefahren, d.h. eine stündlich wiederholte CTD über einen Zeitraum von 13 Stunden. Mit diesen Wiederholungen sind wir nach Auswertung aller Daten imstande, einen vollen

Tidezyklus zu analysieren. Alle anderen zuvor mit dem Großkastengreifer beprobten Stationen haben wir im Anschluss abermals angefahren und jeweils ein einzelnes CTD-Profil gefahren, um die unterschiedlichen Wassermassen über den Lophelien untersuchen zu können. Nach der Datenanalyse – Abb. 4 zeigt als Beispiel ein Profil aus unserem Datensatz – wird es uns möglich sein, die Unterschiede der hydro-geophysikalischen Parameter zwischen den toten und den lebenden *Lophelia pertusa* heraus zu arbeiten.



Abb. 3: Der Inhalt des Großkastengreifers mit artenreicher Vielfalt und lebenden *Lophelia pertusa*.

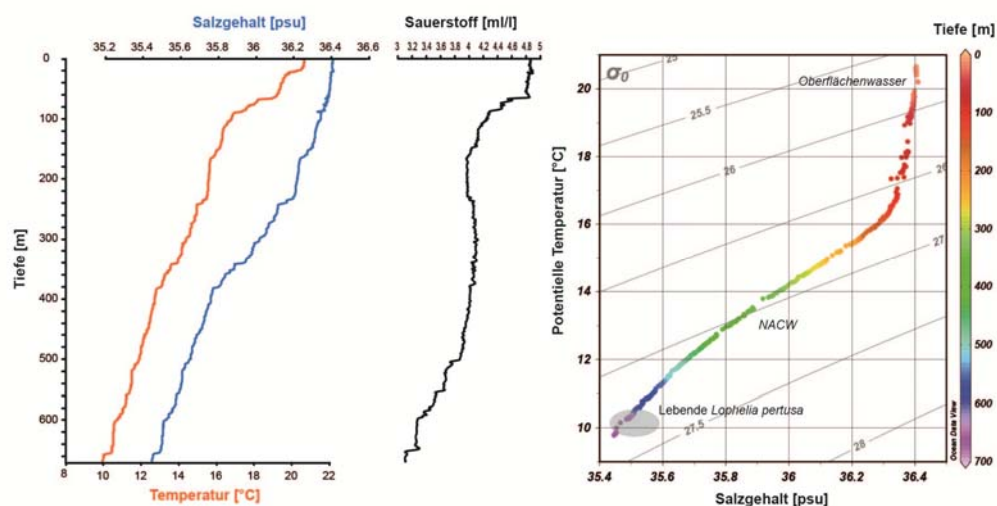


Abb. 4: CTD-Profil (Temperatur, Salzgehalt, Sauerstoff) und ein T-S-Diagramm zum obigen Kastengreifer (NACW = North Atlantic Current Water).

Die Zeit bis zum Ablauf werden wir nutzen, um weitere Daten und Proben vom Agadir Canyon zu sammeln. Eine Station heute Morgen zeigte grobe turbiditsche Ablagerungen ca. 400 m oberhalb des Canyon-Bodens. Dabei muss es sich um extrem große und energiereiche Turbidit-Ströme gehandelt haben. Morgen um 22:00h werden wir uns auf den relativ kurzen Transit nach Cádiz machen, wo wir am 30.10. um 08:00h einlaufen werden.

Da die Fahrt nun fast vorbei ist, ist es Zeit, ein erstes kurzes Fazit zu ziehen. Die Maria S. Merian Fahrt MSM32 kann als voller Erfolg gewertet werden. Wir haben zu allen Fragestellungen vielversprechende Daten gesammelt, teils sogar mehr als wir uns erhofft haben. Die Kombination aus akustischen und geologischen Daten wird es uns ermöglichen, die Morphologie, die Dynamik und die damit verbundenen Geogefahren im Agadir Canyon System detailliert zu untersuchen.

Dies 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 Merian. Ob es mal wieder eine kurzfristige Änderung des Plans war, der Wunsch nur 2.5 statt 2.8 Knoten zu fahren, oder das Lieblingsessen zum Mittag: Ihr habt durch Euren großen Einsatz und viel Flexibilität alles möglich und damit die Fahrt zu einem Erfolg gemacht. Vielen Dank!

Es grüßt im Namen aller Fahrtteilnehmer,

Sebastian Krastel

Auf See, 31°15'N, 11°50'W