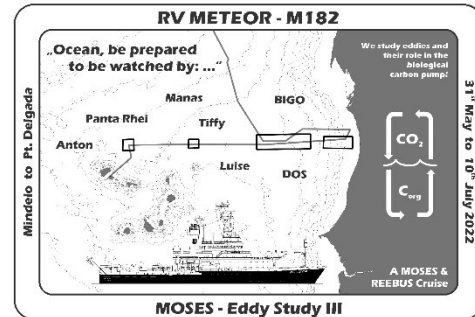


FS METEOR – M182

31.05. - 10.07.2022, Mindelo - Pt. Delgada

2. Wochenbericht

06. - 12.06.2022

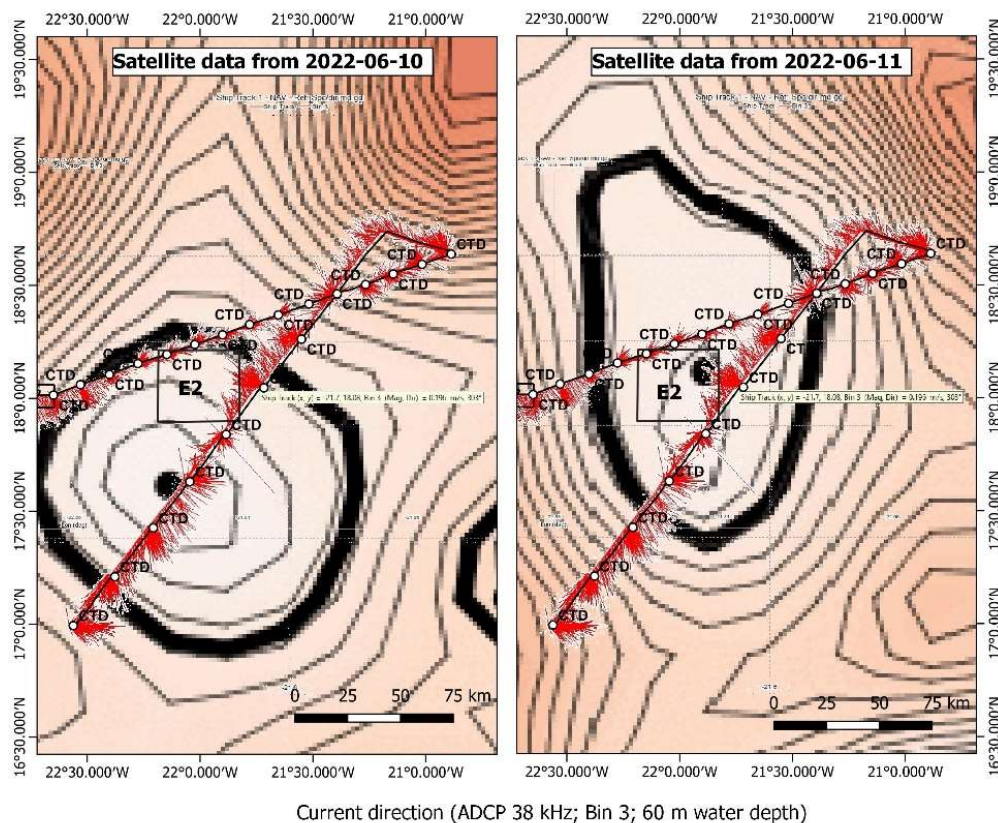


Der zweite Wochenbericht ist fällig und mehrere Wissenschaftler arbeiten daran Daten, Karten und Informationen bereitzustellen. Eine von ihnen ist Mareike Kampmeier, sie ist meine rechte Hand auf dieser Fahrt. Sie war maßgeblich an der Organisation der Fahrt beteiligt, einschließlich Containerlogistik, Dokumentation, Flüge, Hotels ... In Kiel wurde sie von Astrid Ulbrich unterstützt, die nach der Planung die Buchung von Hotels, Flügen, Taxis und Last-Minute-Sachen übernahm. Mareike unterstützt mich bei der Planung des Tagesablaufs, nimmt an den täglichen Brückenbesprechungen um 8:30 Uhr teil und kümmert sich um die Kartierung des Meeresbodens mit dem Fächerecholot. Zusammen mit Jochen Mohrmann und Karl Heger übernimmt sie die Nachtschichten, wenn wir den Meeresboden kartieren. Karl und Jochen sind die "data cruncher" und Datenmanager auf der Fahrt. Sie sind von der DeepSea Monitoring Gruppe des GEOMAR und haben eine Reihe von großen Computern für photogrammetrische Rekonstruktionen und 4D-Visualisierung an Bord gebracht.

Arbeit der letzten Woche

In der Nacht vom 5. auf den 6. Juni ließen wir einen XOFOS tauchen, der kurz nach Mitternacht wieder an Deck eintraf. Wir nutzten die Nacht, um weitere bathymetrische Daten zu sammeln, bevor wir einen BIGO-Einsatz (Station M182_30-1) am Standort E1-Hügel starteten. Ein TV-MUC folgte auf der Spitze des Hügels, von wo aus wir auch eine XOFOS-Spur bergab in Richtung NNE starteten. Obwohl wir hofften, auf den teilweise steileren Hängen mehr Fauna zu sehen, ähnelte der Meeresboden eher der Abyssal-Ebene der Umgebung und zeigte sogar noch weniger biologische Aktivität. Am Ende des XOFOS-Einsatzes war ein Multinetz das letzte Gerät des Tages, bevor wir eine weitere Fächerecholot-Vermessung starteten, bis wir um 9:04 Uhr morgens wieder am Standort E1 waren. Da das Schwerelot die letzte Station auf E1 war, begannen wir mit der Bergung von zwei LBL-Transpondern, die für die AUV-Navigation ausgebracht worden waren und verbrachten mehrere Stunden damit, die USBL-Navigation für die kleinen AUVs ANTON und LUISE zu testen. Nach dem Abendessen ging das XOFOS ins Wasser, um den Meeresboden zu erkunden, gefolgt von einer Fächerecholotkartierung und der Fahrt nach Mindelo, um die benötigten AUV-Ersatzteile und O-Ringe zu besorgen. Nach der erfolgreichen Übergabe kehrten wir nach Norden zurück, um in der Nacht ein Multinetz bei CVOO zu nehmen, gefolgt von einer langen Fächerecholotaufnahme in Richtung Osten und dem Beginn des Eddy-Jagd CTD-Transekts. Satellitenbilder zeigten eine Anomalie der Meeresoberfläche, die auf einen Wirbel etwa im Bereich von E2 hinwies. Der vermeintliche Wirbel hatte einen Durchmesser von 115 km mal 180 km und war damit ziemlich groß. Wir planten einen Transekt in nordöstlicher Richtung mit 15 CTDs alle 8 nm, um die gesamte Ausdehnung zu erfassen, wobei wir neben den CTD-Stationen auch das schiffsgestützte ADCP verwendeten.

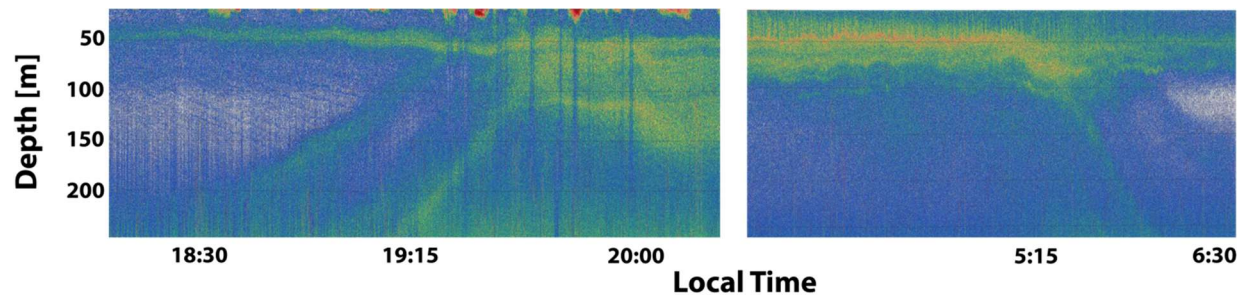
Ein ADCP ist ein hydroakustisches Instrument, das vier akustische Strahlen gleichzeitig aussendet und beim Empfang von Echos aus der Wassersäule die Richtung und Geschwindigkeit der Wassermasse anhand der durch den Doppler-Effekt verursachten Frequenzverschiebung des empfangenen Signals berechnet (daher der Name Acoustic Doppler Current Profiler = ADCP). Das ADCP ist somit in der Lage, die Strömungsrichtungen bis zu 800 m Wassertiefe für 32 m mächtige Schichten anzuzeigen. In einem Wirbel sollten die Strömungsrichtungen entweder im oder gegen den Uhrzeigersinn verlaufen, mit schnelleren Geschwindigkeiten nach außen zum Rand hin. Wir führten einen zweiten CTD-Abschnitt in SW-Richtung durch das potenziell verschobene Wirbelzentrum durch. Die gesamten CTD-Probenahmen und die dazwischen liegenden Fahrten dauerten bis zum 12. Juni um 7:00 Uhr morgens. Um die Strömungsrichtung des Eddys zu bestätigen, fuhren wir auf einem ADCP-Transekt nach Norden in Richtung E2 und konnten die Rotation des Eddys gegen den Uhrzeigersinn und seine wahrscheinliche Kernposition bestätigen. Wir erreichten E2 am 12. Juni um 17:00 Uhr und stzten das Schwerelot ein. Wir sind jetzt zurück am Eddy-Kern und haben gerade eine CTD eingesetzt, um das Gebiet zu beproben, bevor wir das XOFOS einsetzen, um die kleinen Tiere in den oberen 900 m der Wassersäule zu untersuchen.



Die Hintergrundkarte zeigt Isolinien der Meeresoberflächenhöhe aus Satellitendaten. Wirbelstrukturen sind durch Depressionen oder Anstiege der Meeresoberflächenhöhe erkennbar. Unser Kandidat ist ein zyklonischer Wirbel, der eine Depression verursacht. Darüber wurden gemessene Strömungsrichtungen geplottet, die veranschaulichen, dass der Wirbel gegen den Uhrzeigersinn rotiert. Der ganze Wirbel an sich bewegt sich ebenfalls und verändert seine Form während unserer Messungen.

Erste Ergebnisse von den Wissenschaftlern

Wassersäulen-Biologie: In der letzten Woche erhielten wir erste Daten vom Einstrahlecholot, welche die Biomassenverteilung in der Wassersäule sowie die tägliche vertikale Wanderung von Zooplankton und Nekton zeigten. Pelagische Krebstiere, gelatinöses Zooplankton, Fische und Kopffüßer begannen am frühen Abend an die Meeresoberfläche zu wandern. Die ersten Echogramme (eine grafische Darstellung der empfangenen Rückstreuung) zeigten, dass die Wanderung in zwei verschiedenen Pulsen erfolgte. Die Größe der wandernden Organismen, das Vorhandensein von Fressfeinden und interspezifische Unterschiede im Wanderungsverhalten könnten eine Rolle für den genauen Zeitpunkt des Auf- und Abstiegs spielen.



Vertikale tägliche Migration von pelagischen Organismen, dargestellt mit einem Einstrahl-Echolot.

Wir haben auch unsere Beprobungen mit dem Multinetz fortgesetzt, das uns hilft, die vertikale Struktur der Gemeinschaften zu quantifizieren und sie mit unseren optischen Geräten und dem Echolot zu vergleichen. Unser Plan für die kommenden Wochen ist es, Multinetz-Profile innerhalb des Kerns einer wirbelartigen Struktur durchzuführen und die vertikale Struktur und Vielfalt mit unseren Proben außerhalb der wirbelartigen Struktur zu vergleichen.

Die ersten Testtauchgänge mit einer neuen vorwärtsgerichteten Stereokamera, die auf dem OFOS-System montiert ist, waren eine Herausforderung, aber erfolgreich. Wir haben verschiedene Einstellungen getestet und die Positionierung der Kamera und der LED-Leuchten festgelegt. So konnten wir die ersten horizontalen Transekte in Tiefen von 25 bis 900 m bei Tag und bei Nacht durchführen. Wir sahen viele sehr aufregende gallertartige Organismen, die wir mit dem Netz übersehen hätten - "koloniale" Quallen, Siphonophoren genannt, und andere Quallen, Pfeilwürmer (Chaetognatha) und Kammquallen (Ctenophora), von denen einige bekannt, aber noch nicht beschrieben sind (siehe Abbildung unten). Diese cydippiden Ctenophoren haben Tentakel, die die Länge ihres Körpers um ein Vielfaches überschreiten und ausgestreckt sind, um auf Beute zu lauern, die sie umgehen. Die genaue Fressposition lässt sich nur durch Beobachtungen vor Ort rekonstruieren. Näher an der Meeresoberfläche sahen wir weitere Fische, Garnelen und große Mengen an Krill. Wir freuen uns auf die nächste Woche, in der wir weitere horizontale Transekte in und außerhalb der wirbelartigen Struktur durchführen werden, um unsere anderen Proben zu ergänzen.

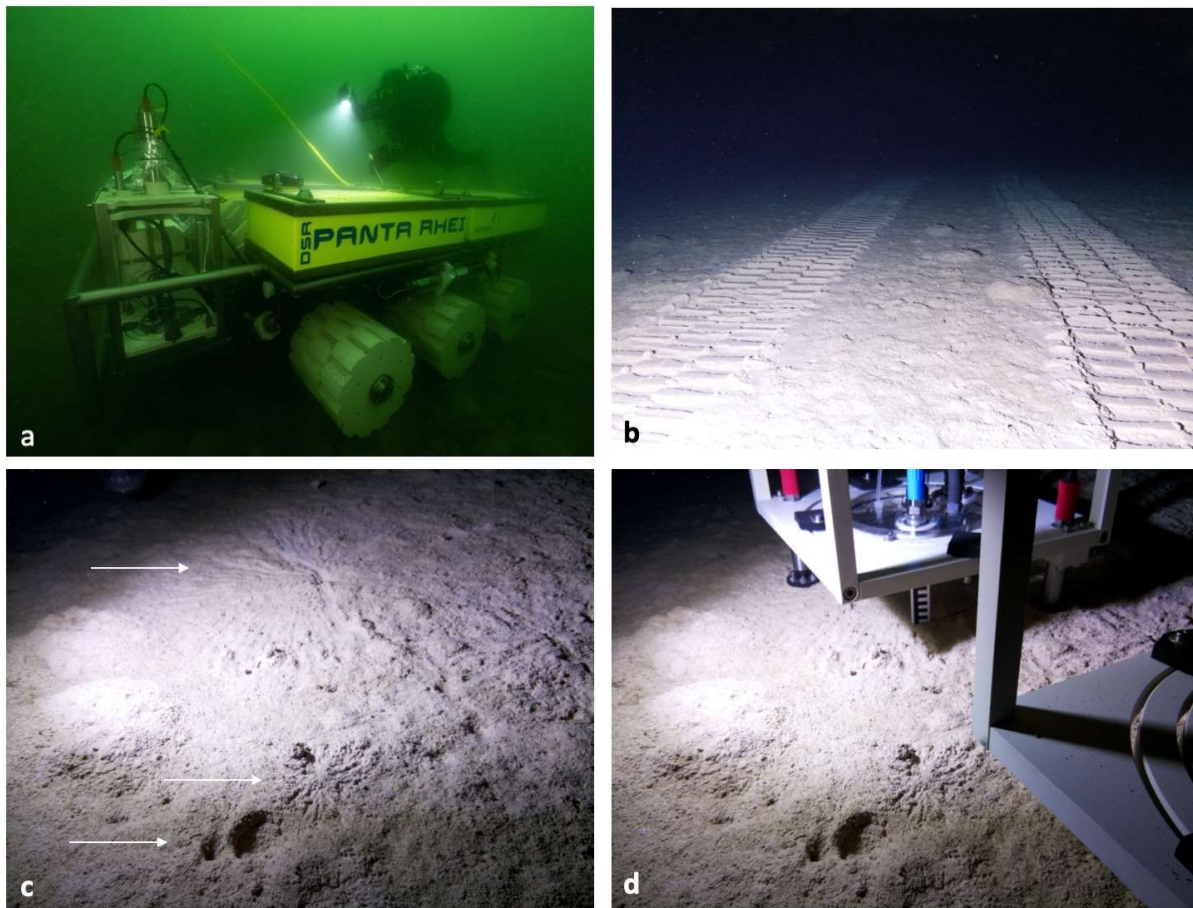


Impressionen aus dem pelagischen Transekt.

Benthische chemische Flüsse: In den vergangenen Tagen haben wir erfolgreich in situ Messungen der benthischen Gesamtsauerstoffaufnahme (TOU) an der Station E1 in einer Wassertiefe von ca. 3700 m durchgeführt. Ziel ist es, die Atmung aller infaunalen Organismen (Bakterien, Protozoen, Meiofauna, Makrofauna) im Sediment zu bestimmen und den organischen Kohlenstoffumsatz des benthischen Ökosystems der Tiefsee entlang eines Tiefenabschnitts zu ermitteln. Zweitens werden diese Messungen durchgeführt, um die Auswirkung der erhöhten Exportproduktion während der Passage produktiver mesoskaliger Wirbel auf den Kohlenstoffumsatz in Tiefseesedimenten vor Kap Verde zu klären. Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Messung der Variabilität des benthischen Kohlenstoffumsatzes in Abhängigkeit von der Topographie des Meeresbodens, die in Wechselwirkung mit den Strömungen die Ablagerung von partikulärem organischem Kohlenstoff stark beeinflusst.

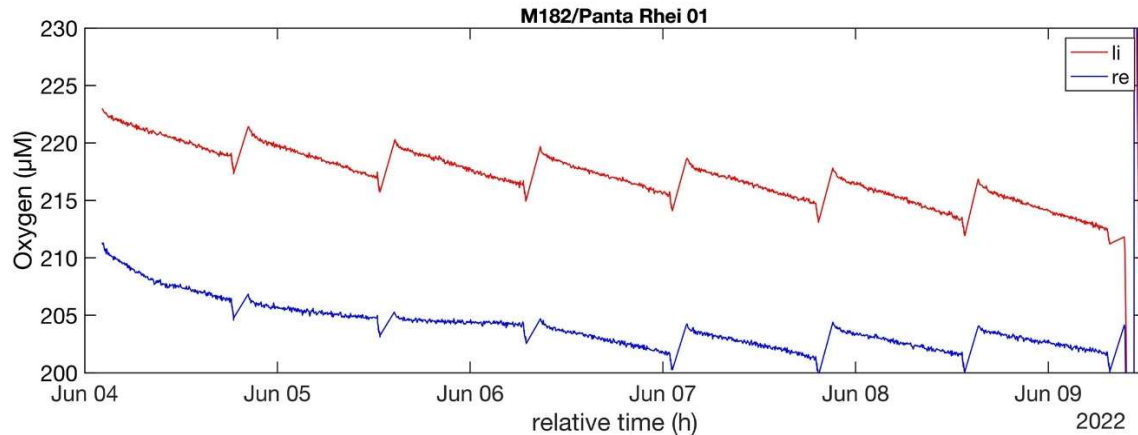
Zur Durchführung von Messungen der Meeresbodenatmung wurde neben den etablierten GEOMAR-Landersystemen BIGO-I und BIGO-II (Biogeochemical Observatory) erstmals der neu entwickelte Deep-Sea Rover (DSR) Panta Rhei eingesetzt. Dieses radgetriebene Fahrzeug, das im Rahmen der vom BMBF und der Helmholtz-Gemeinschaft geförderten Projekte MOSES und ARCHES entwickelt wurde, bewegt sich langsam am Meeresboden vorwärts und führt wiederholt TOU-Messungen in speziellen benthischen

Flusskammern durch. Neben den Flusskammern, die das Herzstück des Rovers darstellen, beherbergt er Sensoren zur Messung der physikalischen Eigenschaften des Bodenwassers sowie des Strömungsregimes.



(a) Erste Tests des DSR Panta Rhei in der Ostsee. An der Vorderseite des Rovers befinden sich zwei Fluxkammern zur Bestimmung der TOU. (b) Der Rover wurde an der Station E1 vor den Kapverden in einer Wassertiefe von 3600 m ausgesetzt. Nach dem Absetzen des DSR Panta Rhei auf dem Meeresboden verließ er seinen Landeplatz. Das Foto zeigt den Blick nach hinten, wo die Radspuren zu sehen sind. (c) Unberührte Tiefseesedimente vor der Strömungsmessung. Spuren von Tieren (Pfeile) sind an der Sedimentoberfläche leicht zu erkennen. (d) Dieselbe Sedimentoberfläche wie in (c), aber mit eingesetzter Fluxkammer zur Bestimmung des TOU.

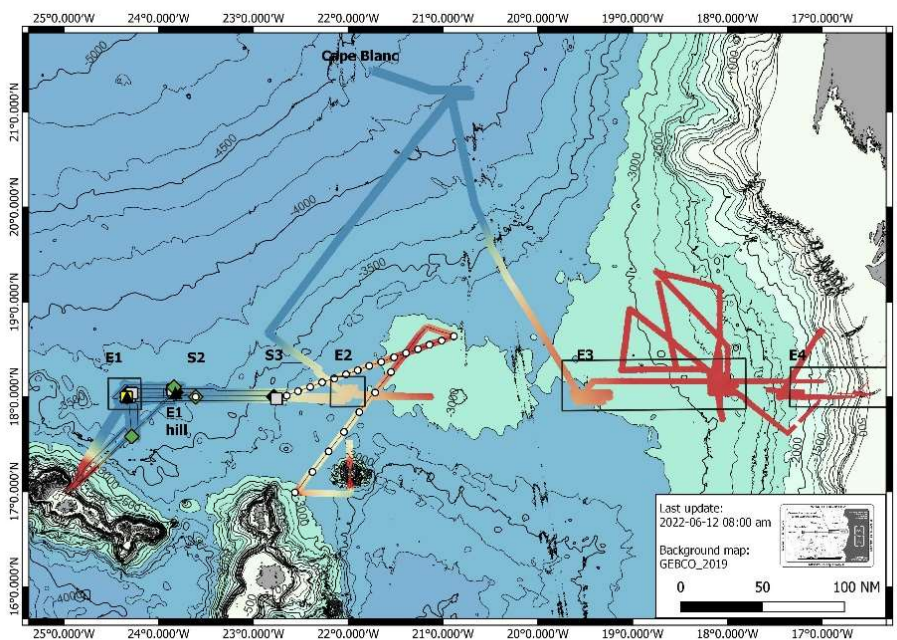
Der Rover hat sein Messprogramm erfolgreich abgeschlossen und sieben Mal die Flusskammern in das Sediment eingeführt um verschiedene Strukturen des Meeresbodens zu beproben. Da sich der Rover nach jeder Messung um 70 cm vorwärts bewegt, traf er bei jeder Flussmessung auf absolut ungestörte, unberührte Sedimente, was präzise Flussbestimmungen ermöglichte. Die folgende Abbildung zeigt den Sauerstoff-Zeitverlauf während des gesamten Einsatzes von Panta Rhei. Anhand der wiederholt abfallenden Sauerstoffkonzentration sind die sieben TOU-Messungen in der linken und rechten Fluxkammer leicht zu erkennen. Zwischen den Messungen werden die Fluxkammern aus dem Sediment genommen und mit Meerwasser gespült.



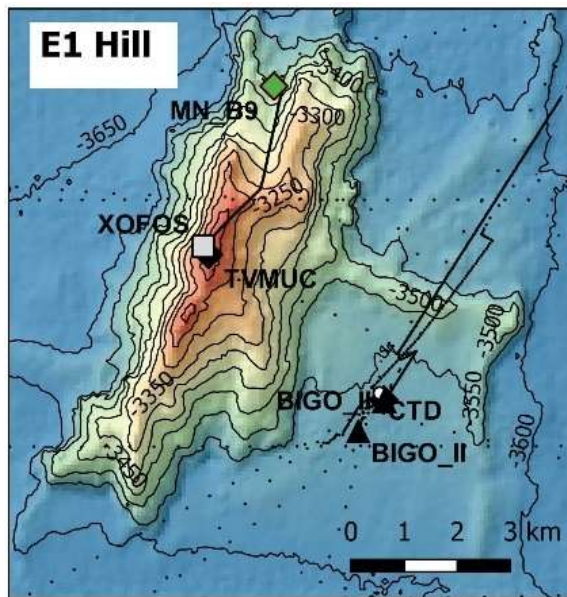
Zeitlicher Verlauf der Sauerstoffkonzentration in der linken (li) und rechten (re) Strömungskammer der DSR Panta Rhei.

Wir hoffen sehr, dass im weiteren Verlauf der Fahrt weitere erfolgreiche Einsätze des DSR Panta Rhei durchgeführt werden können. Gegen Ende der Fahrt ist geplant, den Rover für ein halbes Jahr einzusetzen, um Veränderungen der Respiration der Sedimentgemeinschaft am Meeresboden als Reaktion auf den Durchgang eines produktiven Wirbels an der Meeresoberfläche zu bestimmen.

Fächerecholotkartierung und Stationskarten: In der letzten Woche haben wir einige schöne Karten von den Gebieten erstellt, die wir beprobt haben, insbesondere von dem Gebiet zwischen E1 und E2; siehe Beispiele unten. Dank der kürzlich erfolgten Erneuerung des EM122 Tiefseefächerecholots sind wir in der Lage, bathymetrische Daten von sehr guter Qualität zu erfassen. In fast 4 km Wassertiefe ist der Meeresboden hauptsächlich flach und weist nur einige vereinzelte topografische Merkmale auf.



Überblick über das Forschungsgebiet mit bathymetrischen Daten von M182 und M156 (Eddy-I). Das Gebiet erstreckt sich zwischen den Kap Verden und Mauretanien entlang des 18. Breitengrads. Vor geplante Stationen sind E1 – E4 mit zwischengeschalteten CTD Stationen (S1 – S10).



Zwischen E1 und S2 entdeckten wir einen 350 m hohen Unterwasserrücken (E1-Hügel).

Nach der Erfassung verarbeiten wir die bathymetrischen Daten indem wir sie von akustischen Artefakten bereinigen und direkt Karten erstellen. Diese Daten sind wichtig für die Planung der nächsten Stationen für unsere benthische Ausrüstung. Um herauszufinden, ob diese Unterwassereigenschaften verschiedene Arten von Lebensräumen für die Tiefseefauna bieten, haben wir Videountersuchungen mit unserem XOFOS (X-tended OFOS) über flache Ebenen, den Kamm und den Kammhang durchgeführt. Die benthische Fauna mag auf den ersten Blick nicht spektakulär sein, aber je länger wir den Meeresboden beobachten, desto mehr Bioturbation und Arten von Lebensspuren können wir entdecken. Auch wenn wir diese Tiere nicht sehen können, registrieren wir ihre Spuren, die sie im Sediment hinterlassen. In der Literatur werden diese Nahrungsstrukturen und Höhlen zwar beschrieben, jedoch sind ihre Bewohner größtenteils noch unbekannt. Dennoch sehen wir Unterschiede zwischen verschiedenen Gebieten und werden diese mit den lokalen geochemischen Eigenschaften im Sediment vergleichen, um die Stoffflüsse und die Fähigkeit zur Aufnahme und Speicherung von Kohlenstoff zu verstehen. Nach dem XOFOS-Tauchgang geht die Arbeit mit der Verarbeitung der Videoaufnahmen und der Erstellung von Fotomosaiken weiter, die es uns ermöglichen, die Bioturbation und die Tiefseefauna zu quantifizieren und die Datenbasis für weitere Analysen zu bilden.

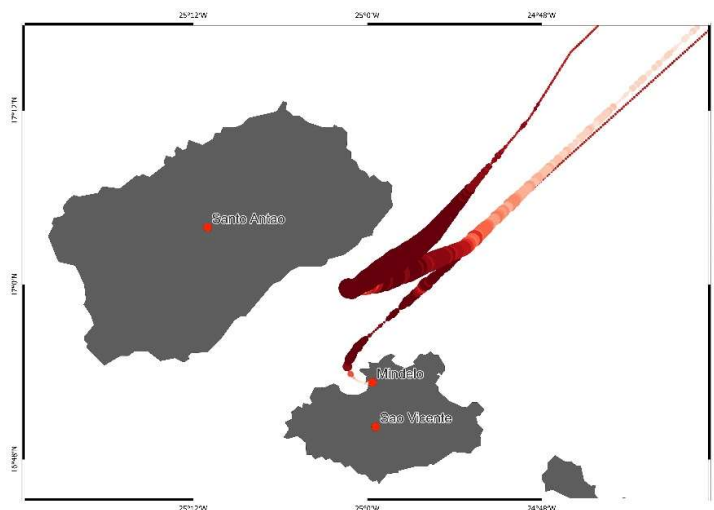
Wenn die Dinge gut laufen

Kurz nach Beginn der Fahrt stellten wir fest, dass ein O-Ring von Tiffies INS beschädigt war und wir Ersatz brauchten. Ein studentischer Helfer aus Kiel reiste nach Mindelo und mit der Hilfe von Cordula Zenk (Geomar-seitige Verwaltungsdirektorin des OSCM Instituts in Mindelo) erklärte sich die Küstenwache bereit, die O-Ringe und Ersatzteile zum Schiff zu liefern. Wir trafen uns am 8. Juni um 17:30 Uhr zwischen den Inseln Sao Vicente und Santo Antao und übergaben erfolgreich die Pakete und ein kleines Dankeschön an die Küstenwache auf dem kleinen Schiff. Während der Annäherung an das kleine Schiff nahm der Wind stark zu und verursachte Windböen von bis zu 10 Beaufort aus nördlichen Richtungen. Dies, so erklärte uns der DWD-Wettermann an Bord, war auf ein sehr lokales Wetterphänomen auf der Leeseite der Inseln

zurückzuführen, das ein kleines Tiefdruckgebiet erzeugte, wodurch der Wind auffrischte. Gut für uns, dass es sich um ein sehr lokales Phänomen handelte und die nächste Station am CVOO-Standort wie geplant durchgeführt werden konnte.



Übergabe von Ersatzteilen auf See durch die Kap Verdische Küstenwache.



Erhöhte Windgeschwindigkeit während der Zeit der Ersatzteilübergabe. Große rote Kreise weisen auf höhere Windgeschwindigkeiten hin.

Aktuell läuft die 74. Station und das AUV Tiffy absolviert dank der O-Ring Lieferung endlich ihren ersten Tauchgang. Das Wetter hat sich im Vergleich zu letzter Woche etwas gebessert und es gibt nur noch selten Fälle von Seekrankheit unter der wissenschaftlichen Crew. Die 2 Tage in denen der Wirbel via CTD und ADCP vermessen wurde diente allen (bis auf dem CTD Team, das engagiert durchgearbeitet hat) als kleine Erholungspause, die zur Gerätevorbereitung und zur Entspannung im schiffseigenen Whirlpool genutzt wurde. So sind alle gut für das kommende Programm gewappnet, das den Wirbel in den nächsten Tagen mit sämtlichen, uns zur Verfügung stehenden Methoden, vermessen, beproben und beobachten wird.

Mit den besten Grüßen von allen Beteiligten,

Jens Greinert

GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel