

## SONNE Reise SO242/2, Wochenbericht I

Am Freitag den 28.08.2015 um die Mittagszeit ging die Reise SO242/2 los - genannt "DISCOL revisited". Wir verließen den Hafen von Guayaquil (Equador), zunächst für vier Stunden durch die Mangroven des Guayas Flusses und dann auf den weiten Pazifik hinaus, Richtung 07° 7' Süd und 88° 25' West.



DISCOL steht für „Disturbance and Recolonization Experiment in the South Pacific“ und ist ein einzigartiges Experiment am Meeresboden des Peru-Beckens. Es wurde in 1989 von der Tiefseeforschungsgruppe des Instituts für Hydrobiologie der Universität Hamburg unter der Federführung von Dr. Gerd Schriever und Prof. Hjalmar Thiel angelegt, um eine Wissensgrundlage für den Tiefseeumweltschutz besonders in Bezug auf den industriellen Abbau von Manganknollen zu schaffen. In einem ca. 10 Quadratkilometer großen Manganknollen-Gebiet wurden in 4150 m Wassertiefe 78 Pflugspuren gesetzt, um Umweltschäden zu simulieren wie sie durch einen Abbau von Manganknollen in der Tiefsee entstehen könnten. Die DISCOL Experimental Area DEA, besonders das circa ein Quadratkilometer große, innere Störungsgebiet, ist Ziel unserer Reise. Wir können nun - 26 Jahre später - überprüfen, ob die ökologischen Folgen einer solchen (im Verhältnis zu industriellen Maßstäben kleinen) Störung des Tiefseebodens noch sichtbar und messbar sind.



Abb1: Auf dem Weg ins Fahrtgebiet. Photo: J. Lemburg

Bevor wir in Guayaquil ablegten, konnten wir uns noch mit den Teilnehmern das ersten Abschnitts austauschen und erhielten einen ausführlichen Übersichtsvortrag von Jens Greinert, dem Fahrtleiter von SO242/1, sowie einen Berg von Daten und Karten, die uns nun bei der präzisen Beprobung der in 1989 durch Pflügen des Meeresbodens angelegten Störungsspuren helfen.

Der erste Fahrtabschnitt war sehr erfolgreich und konnte auch gleich die erste Frage zum DISCOL Experiment eindeutig beantworten: Die Pflugspuren sind noch genau zu erkennen. Es sollte also für uns dank der heutigen, präzisen Positionierung unserer videogeführten Geräte einfach werden, gestörte und ungestörte Gebiete in ihrer Sedimentologie, Geochemie, Mikrobiologie und Ökologie zu vergleichen.

Für die 40 Tiefseeforscher an Bord ist dies eine besonders spannende Aufgabe, denn auch ein Vierteljahrhundert nach DISCOL weiß man heute immer noch wenig über die Erholungsfähigkeit von Tiefsee-Lebensgemeinschaften nach Eingriffen. Für mich als Fahrtleiterin ist die Reise SO242-2 noch dazu eine aufregende Zeitreise im doppelten Sinne: Zurück in die Vergangenheit, als ich 1992 noch als Studentin an der dritten



Abb2. Besprechungsraum. Photo J. Lemburg

DISCOL-Expedition auf der „alten SONNE“ teilnahm – und nach vorne in die Zukunft, da wir nun mit dem neusten, modernsten Tiefseeforschungsschiff der Welt unterwegs sind, der „neuen SONNE“; das Deck voller Hightech-Instrumente, neuer Roboter, und Tiefsee-Beobachtungsplattformen, die als Prototypen für künftige Aufgaben des Tiefsee-Umweltschutzes erprobt werden sollen (Abb 1).



Abb. 3 OFOS Launcher. Photo J. Lemburg

Die Anreise in die DISCOL Experimental Area (DEA) war kurz - nur zwei Tage, die bis auf wenige Besprechungen des Arbeitsprogramms (Abb. 2) für den Aufbau der Labore genutzt wurden. Am 30.08. begann die Beprobung morgens mit einer CTD mit in situ Pumpen, um den Trübe-Hintergrund durch Partikel zu bestimmen, bevor wir mit Forschungsgeräten und Robotern bei der Beprobung „Staub“ aufwirbeln. Ein erstes Erkundungs-Survey mit dem OFOS – Ocean Floor Observatory System (Abb. 3) - im ungestörten Referenzgebiet ausserhalb der DEA zeigte eine relative dünne Manganknollen-Dichte, doch eine

erhebliche Vielfalt von Megafauna: Mehr als sieben Arten von bunten Seegurken, und sicher ebenso viele Seestern-Arten, verschiedene Krebse, Seeanemonen, Schwämme,



Abb. 4 Einweisung ins ROV Kiel 6000. Photo: M. Schulz

kleine flinke Tiefseequallen und riesige Xenophyophoren; schleimige, sedimentverklebende Einzeller deren Biologie immer noch rätselhaft ist; sowie verschiedene Tintenfische.

Gleich nach Ankommen setzten wir den ersten Kammerlander in das Referenzgebiet der DEA, um die „ungestörte“ Aktivität der benthischen Lebensgemeinschaft bei der Veratmung von Nahrung zu quantifizieren. Mit dem ersten Tauchgang des Tiefseeroboters Kiel 6000 (Abb. 4) begaben wir uns am

Montag den 31.8. dann in die Mitte des Störungsgebietes – und waren erstaunt, wie genau das AUV die Pflugspuren kartiert hatte, und wie deutlich die Rippelspuren des Tiefseepfluges noch zu erkennen sind. Dies ist sicher der sehr geringen Strömung in der Tiefsee von wenigen Zentimetern pro Sekunde zu verdanken.

Die Pflugspuren haben in 1989 Furchen in den Meeresboden gegraben und zwischen den Zähnen des Pfluges und an seinem Rand Sediment zusammengeschoben – genau diese Rippelstrukturen sind auch heute noch zu sehen. Zudem sind an manchen Stellen die bräunlich-flockigen Oberflächensedimente durch eher klebrigen, weißlichen Ton ersetzt; nämlich dort wo durch den Pflug tiefere Schichten aufgehäuft wurden. Diese Spuren können wir nun beproben und im Vergleich zu den ungestörten Gebieten auch solche Messungen durchführen, die in den Achtziger und Neunziger Jahren noch nicht möglich waren : zum Beispiel direkt am Meeresboden den Stoffwechsel der Tiefseetiere zu quantifizieren.



Abb. 5 – Tiefseeschönheiten im DISCOL Gebiet. Photos: H. Biebow; Y. Marcon, A. Purser AWI OFOS

Auf der Reise SO242/1 wurde mit Hilfe des AUV (Autonomen Unterwasser Vehikels) des GEOMAR das DEA Gebiet großflächig kartiert sowie mit dem Multicorer und Kastengreifer Fauna-Proben in den gestörten und ungestörten Gebieten der DEA und der außerhalb liegenden Referenzgebiete entnommen. Mit dem Tiefseeroboter (Remotely Operating Vehicle) Kiel 6000 des GEOMAR, dem neuen OFOS des AWI, sowie den Landern des MPI für Marine Mikrobiologie in Bremen können wir uns an die feinskalige Beprobung machen. Wir wollen alle Größenklassen von Lebewesen von der

mikrometer-großen Mikroben bis zur Dezimeter-großen Megafauna in ihrer Verteilung und Häufigkeit kartieren und stellen dabei immer wieder die Frage, ob wir Unterschiede zwischen den gestörten und ungestörten Bereichen des Tiefseegebietes erkennen können. Die Untersuchungen werden zudem mit den früheren DISCOL Ergebnissen von 1989-1996 verglichen, um auch zeitliche Unterschiede in der Entwicklung der Referenzgebiete und der Störungen zu erkennen. Es ist selten in der Tiefseeforschung über solche Zeitskalen vergleichende Messungen machen zu können, daher war es kein Problem das Schiff bis an den Rand mit interessierten Arbeitsgruppen zu füllen: An Bord sind Tiefseebiologen, Geochemiker, Geologen und jede Menge Ingenieure und Techniker von 12 verschiedenen Instituten aus verschiedenen europäischen Ländern im Rahmen des europäischen Projektes „Joint Programming Initiative Oceans - Ecological aspects of deep-sea mining“ zusammengekommen, das vom BMBF initiiert wurde, und vom GEOMAR (Dr. Matthias Haeckel) koordiniert wird.

Jeden Abend besprechen wir den Fortschritt der Beprobungen und die Ergebnisse des Tages, da alle Fahrteilnehmer eng auf einander abgestimmte Experimente und Beobachtungen durchführen. Vom 1.-04.09. haben wir im Wechsel zwischen ROV, OFOS und CTD sowie mit Aussetzen von Tiefseelandern die Mikrohabitate der Pflugspuren im Westlichen Gebiet beprobt, seit Samstag wiederholen wir diese systematische Beprobung im östlichen Störungsgebiet. Bisher haben alle Forschungsgeräte gut funktioniert, das ist nicht immer so gegeben bei der Menge an empfindlicher Hightech, die wir an Bord haben. Und auch das Wetter spielt prima mit, die 2 m hohen Wellen sind kaum zu spüren. Nur die Mikrosensoren an unseren profilierenden geochemischen Modulen reiben sich hier und da an den Manganknollen, zum Nachteil für die feinen Glasnadeln.

Wir haben im Laufe der ersten Woche einen guten Rhythmus für das Arbeiten gefunden: Früh am Morgen bringt der Lift das Tiefsee-Equipment zum Meeresboden, tagsüber erfüllt uns das ROV alle Beprobungswünsche, nachts fährt das OFOS horizontal und die CTD und vertikal durch die Tiefsee. Eine wahre Freude ist die Stabilität und Positionierungsgenauigkeit der SONNE. Wenn das ROV abtaucht, landet es direkt vor unseren Messgeräten. Vorgestern konnten wir über viele Kilometer einer 10m breiten Pflugspur mit dem OFOS folgen – über 4 km unter uns. Der Wissenschaftlich-Technische Dienst der SONNE hat uns dankenswerterweise inzwischen auf allen Kammern „Tiefseefernsehen“ bereitgestellt, auch vom Bett und Schreibtisch aus kann man das ROV arbeiten sehen, oder Seegurken und Manganknollen zählen, an denen das OFOS vorbeistreicht. Auf dem neuen Forschungsschiff haben wir uns nach der ersten Woche auch schnell eingelebt. Den „alten SONNE“-Fahrern unter uns fehlt zwar die „Kegelbahn“ und der „rote Kühlschrank“, aber alle erfreuen sich an den großzügigen Kammern, dem weitläufigen Deck, den geräumigen Laboren und der tollen Sicht aus der Messe.

Wir grüßen unsere Familien, Freunde und Kollegen, alle Teilnehmer der Reise SO242-2 sind wohlauf.

Antje Boetius  
Fahrtleitung FS SONNE SO242/2

PS Weitere Berichte sind auf unserem BLOG [www.oceanblogs.org/eadsm](http://www.oceanblogs.org/eadsm) zu finden

ROV Kiel 6000 kommt aus dem Wasser. Photo J. Lemburg

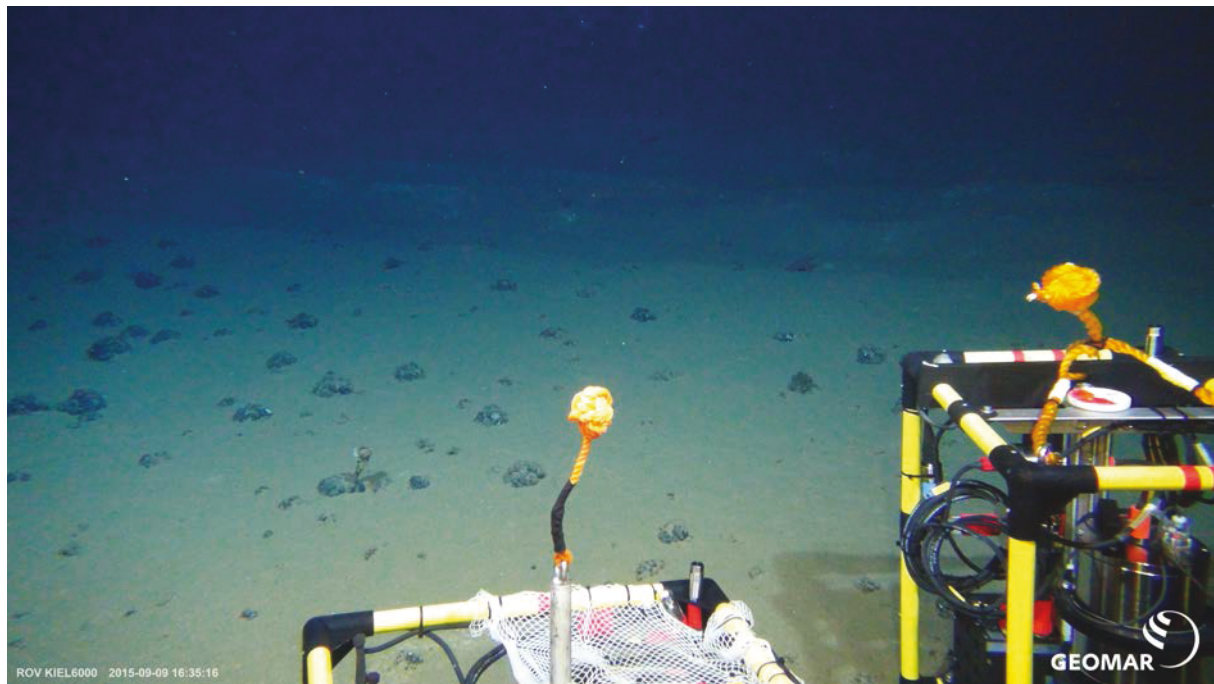


## SONNE Reise SO242/2, Wochenbericht 2

Die zweite Woche im DISCOL Gebiet verging wie im Flug – wir haben zwischen dem 7. und 14. September das zweite Beprobungsschema an den Pflugspuren von 1989 abgearbeitet und die ökotoxikologischen Experimente zur Frage der physiologischen Leistung von verschiedenen Tiefseelebewesen begonnen. Durch die Kombination von ROV und OFOS Tauchgängen sowie CTD im Tag- und Nachtwechsel gewinnen wir sehr viel Bild- und Probenmaterial aus den gestörten und ungestörten Bereichen der DISCOL Experimental Area, kurz DEA. Was bedeutet „Störung des Meeresbodens“ und was sind unsere ersten Eindrücke von den Spätfolgen 26 Jahre nach dem experimentellen Umpflügen der Manganknollen – das ist Thema dieses Wochenberichtes.



Abb 1: Im Vordergrund die benthische Kammer und der Profiler auf ungestörtem Boden mit Manganknollen, im Hintergrund die Pflugspur,



Der Einsatz des Kieler AUVs während des ersten Abschnittes hatte uns eine genaue Karte der alten Pflugspuren vermittelt (siehe Kartenausschnitt am Ende des Berichtes), so war eine der ersten Aufgaben für die Entwicklung der Beprobungsstrategie auf diesem Abschnitt die nähere Betrachtung der Pflugspuren. Im Zentrum der DEA hatte der mehrscharige Pflug<sup>1</sup> im weichen tonigen Sediment Ackerfurchen gezogen (Abb 1). Die Manganknollen wurden dabei entweder untergepflügt oder zwischen den Scharen in Reihe geordnet und mit einer Sedimentauflage bedeckt. In manchen Bereichen der Ackerfurchen kann man auch die Aufhäufung von Sedimenten aus tieferen Bodenschichten erkennen, sie scheinen weißlich in den braunen Sedimentoberflächen (Abb 2).

<sup>1</sup> <http://www.drbluhm.de/body3.html> - für mehr Informationen zum Originalexperiment und dem Tiefseepflug

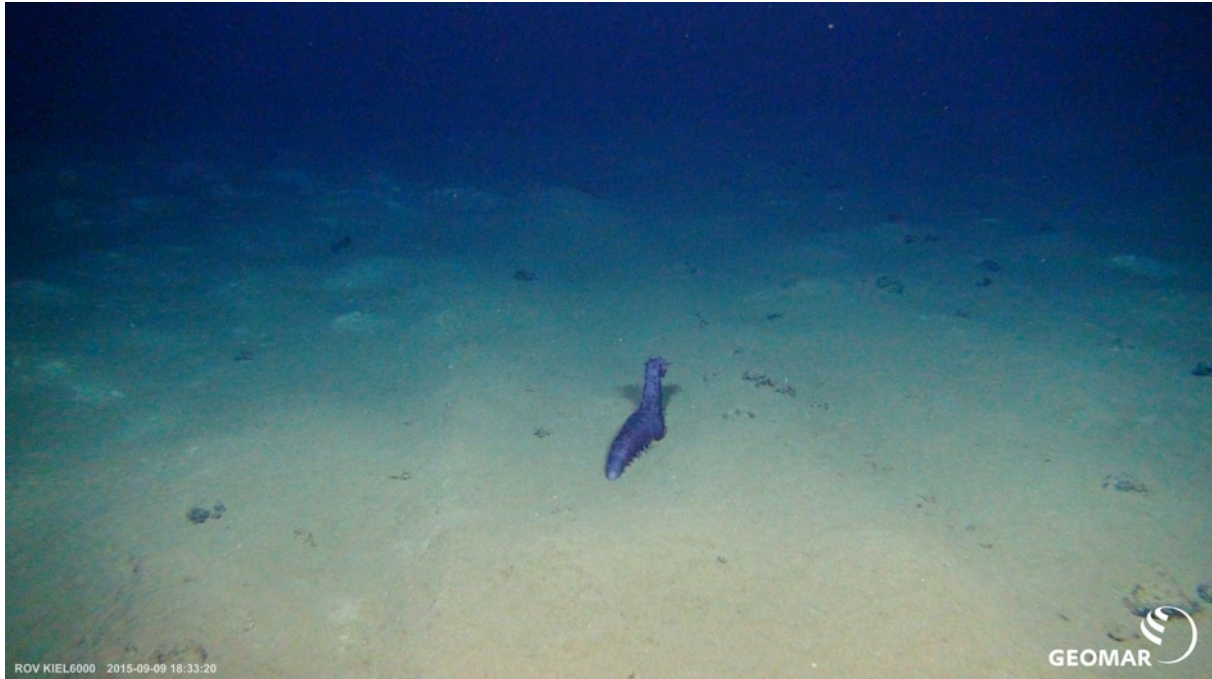
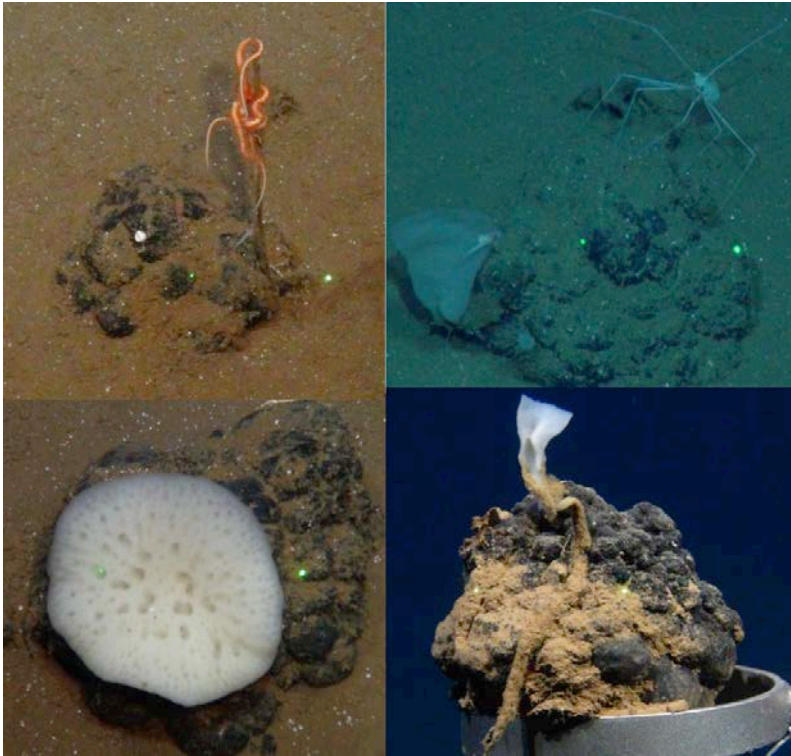


Abb 2: Seegurke vor Pflugspuren. Die weisslichen Hügel zeigen Aufwürfe von tiefen Sedimentschichten an.

Wir haben uns zwei Flächen vorgenommen, wo mehrere der Pflugspuren zusammenlaufen (Karte unten). Hier konnten wir mit dem ROV Sedimentkerne aus den Rippeln und Furchen wie auch den umgewälzten Sedimenten gewinnen und auch „neben der Spur“ auf ungestörtem Sediment Proben erhalten (Abb. 3). Es gilt eine Reihe von Messungen in diesen Mikrohabitaten durchzuführen: Wir wollen wissen, ob sich die Ablagerung und Remineralisierung von organischen Material verändert hat, wie sich die Zahlen und Artenvielfalt von Kleinstlebewesen als wesentliche Basis der Tiefseeeahrungsnetze unterscheiden und ob die größere Fauna wie Schwämme, Seeanemonen, Korallen, Seegurken, Seesterne, verschiedene Würmer, Krebse und Fische auch heute noch auf die Spuren reagieren. Es scheint logisch, dass das Unterpflügen der Manganknollen den Lebensraum für solche Organismen beeinträchtigt, die sich auf Manganknollen als Substrat spezialisiert haben. Viele von ihnen sind „sessil“, soll heißen, festsitzend an den Knollen, wie zum Beispiel Schwämme, Korallen, und Seelilien (gestielte Seesterne). Aber ist dies wichtig für die Stoffwechselprozesse in der Tiefsee und wie verändert dies die Artenvielfalt? Während erster Teil der Frage nur durch aufwändige biogeochemische *in situ* Messungen zu quantifizieren ist - zum Beispiel bestimmen wir die Sauerstoffzehrung einzelner Manganknollen und ihres Aufwuchses - können wir für die Frage der Vielfalt durch die vielen Bilder von ROV und OFOS schon optisch ein Muster erkennen. Es sind nicht nur die Manganknollen-verhafteten Lebewesen (Abb. 3), die nicht mehr in den Pflugspuren zu finden sind, sondern auch eine hohe Zahl von Arten, die sich an die festsitzende Fauna anheften - so wie Bäume im Wald vielfältig besiedelt sind von anderen Pflanzen, Insekten und Vögeln - so sind auch in der Tiefsee zum Beispiel Schwämme, Korallen oder Seelilien Habitate für viele andere Arten. Zum Beispiel Haarsterne, Tiefseeasseln, Flohkrebse klammern sich viel häufiger an die gestielten Lebewesen als sie alleine auf dem Tiefseeschlamm vorkommen. Und auch von unten sind Manganknollen besiedelt -

wenn wir sie hochheben, um sie in die „Knollenkammer“ zu überführen - wo wir die Stoffumsätze an den Manganknollen messen - sehen wir eine Vielzahl von Wurmröhren, kleine Schwämme und auch sehr oft Haarsterne - zudem ist die Knolle von Biofilmen überzogen (Abb. 3).

Abb. 3: Tiefseefauna auf Manganknollen.  
Bildquelle: ROV Kiel 6000, GEOMAR



Für mich als Geomikrobiologin ist dabei eines der erstaunlichsten Ergebnisse bisher, dass sogar die Einzeller noch nach 26 Jahren deutlich messbar unterschiedliche Umsatzleistungen zeigen – und zwar besonders dort wo das Oberflächensediment durch den Pflug abgetragen wurde. Sie verarbeiten wesentlich weniger organisches Material und sie atmen weniger (Abb. 4). Ob sie einfach nicht zu ihrer normalen „ungestörten“ Populationsdichte zurückgekommen sind,

werden wir erst nach mikroskopischen und molekularbiologischen Untersuchungen in unseren Laboratorien nach der Reise wissen. Hier müssen wir diese ersten vorläufigen Ergebnissen durch mehrfache Wiederholung der Messungen bestätigen – es ist geplant insgesamt auf der Reise drei solcher Störungsfelder hochauflösend zu beproben, sowie auch eine ganz frische Störung vergleichend zu betrachten. Pro Feld brauchen wir 4-5 Tage, dabei fahren beide Tiefsee-Lifts unsere Messgeräte aus 4150 m Wassertiefe hoch

Abb 4. Der Profiler mit Mikrosensoren misst die Atmungsleistung von Mikroorganismen in gestörten Sedimenten am Meeresboden.





und runter, und das ROV arbeitet 12 Stunden am Tag; die Nacht ist dem Wasserschöpfer, den in situ Pumpen, dem OFOS und ab und zu mal dem Parasound vorbehalten. Man erkennt die Tag-Nacht Schichten dabei ganz einfach daran, dass manche Wissenschaftler und Techniker schon typisch äquatorial-pazifische Bräunung angenommen haben und andere noch recht blass um die Nase sind, aber nicht minder zufrieden mit der bisher hervorragenden wissenschaftlichen Ausbeute.

Wir grüßen unsere Familien, Freunde und Kollegen, alle Teilnehmer der Reise S0242-2 sind wohlauf und sehr zufrieden und satt nach einem schönen BBQ-Abendessen an Deck bei Sonnenuntergang - denn zum Bergfest an diesem Sonntag haben die beiden Köche und die Stewards uns besonders hervorragend bewirtet.

Antje Boetius

Fahrtleitung FS SONNE S0242/2

PS Weitere Berichte sind auf unserem BLOG [www.oceanblogs.org/eadsm](http://www.oceanblogs.org/eadsm) zu finden

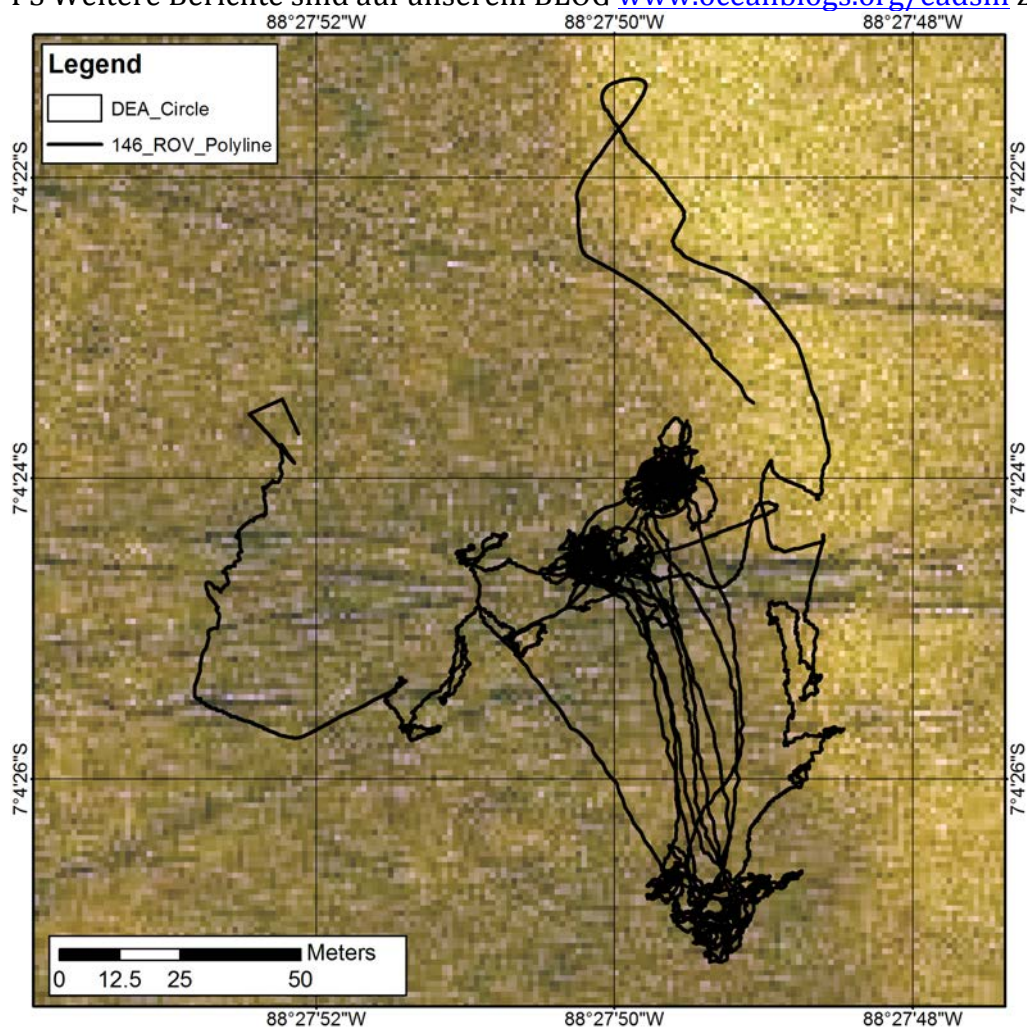


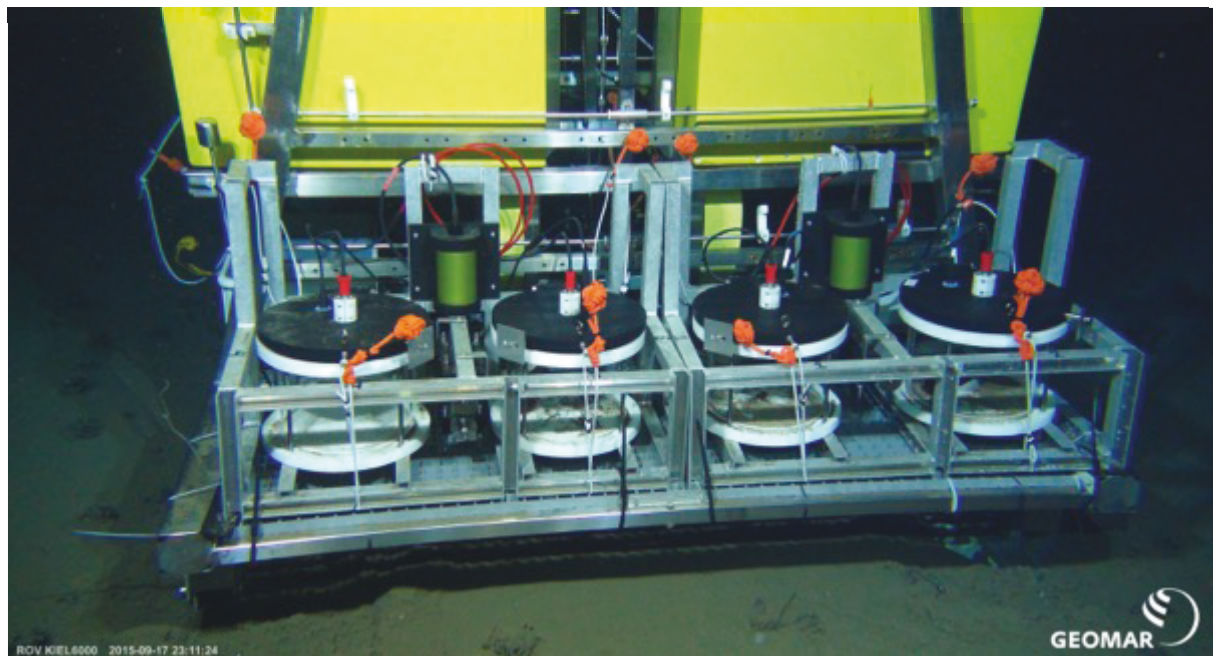
Abb. 5 – Kunst oder ROV ? In Schwarz die zurückgelegte Strecke des ROV während eines Tauchgangs, für eine Folge von Messungen. Die schwarzen Knäule sind die Orte wo der Tiefseelift aufgestellt ist oder unsere Messungen hauptsächlich stattfinden – innerhalb und ausserhalb der Pflugspuren, die im Hintergrund als braune Streifen zu erkennen sind, wie vom Sidescan-Sonar des AUV vermessen.

## SONNE Reise SO242/2, Wochenbericht 3

Nun ist die dritte Woche um – vom 14. bis 20. September standen im Vordergrund Tauchgänge im DISCOL-Gebiet für Experimente zur Verteilung, dem Verhalten und der Stoffwechsellistung von Tiefseelebewesen. Um die möglichen Auswirkungen von Tiefseebergbau auf die vielfältigen Tiere am Meeresboden zu untersuchen, muss man Daten zum Verhalten der Schlüsselarten gewinnen. Es ist auch notwendig zu bestimmen, wie die Störung der natürlichen Schichten des Bodens die Aktivität von Mikroorganismen beeinflusst, da diese wichtige Funktionen im Nahrungsnetz einnehmen. Zum Beispiel sind viele Tiere davon abhängig, essentielle Fettsäuren, die von Bakterien des Meeresbodens produziert werden, mit ihrer Nahrung aufzunehmen. Zu diesen Fragen der Auswirkung von möglichen Störungen des Artengefüges und Nahrungsnetzes durch Tiefseebergbau-ähnliche Aktivitäten arbeiten verschiedene europäische Forschergruppen zusammen. Sie konnten sich im Rahmen des Forschungsprogrammes JPIO Oceans über nationale Förderung in ihren Ländern zur Teilnahme an der Ausfahrt bewerben – es sind Biologen von englischen, belgischen, norwegischen und holländischen Laboren dabei. Sie nutzen die Fähigkeiten des ROV KIEL 6000, um direkt am Meeresboden mit den Tiefseetieren Versuche zu machen.



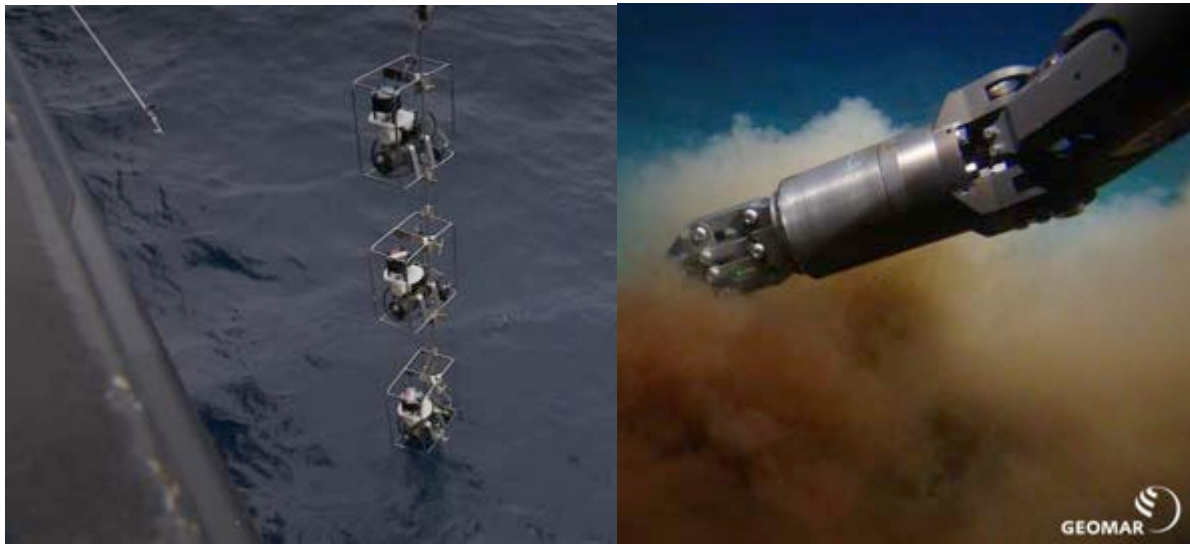
*Abb 1. Der Tiefseelift hat vier Respirationskammern des englischen Forschungsinstitutes NOC zum Meeresboden gebracht, in denen nun Seegurken inkubiert sind, um ihre Atmung zu messen.*



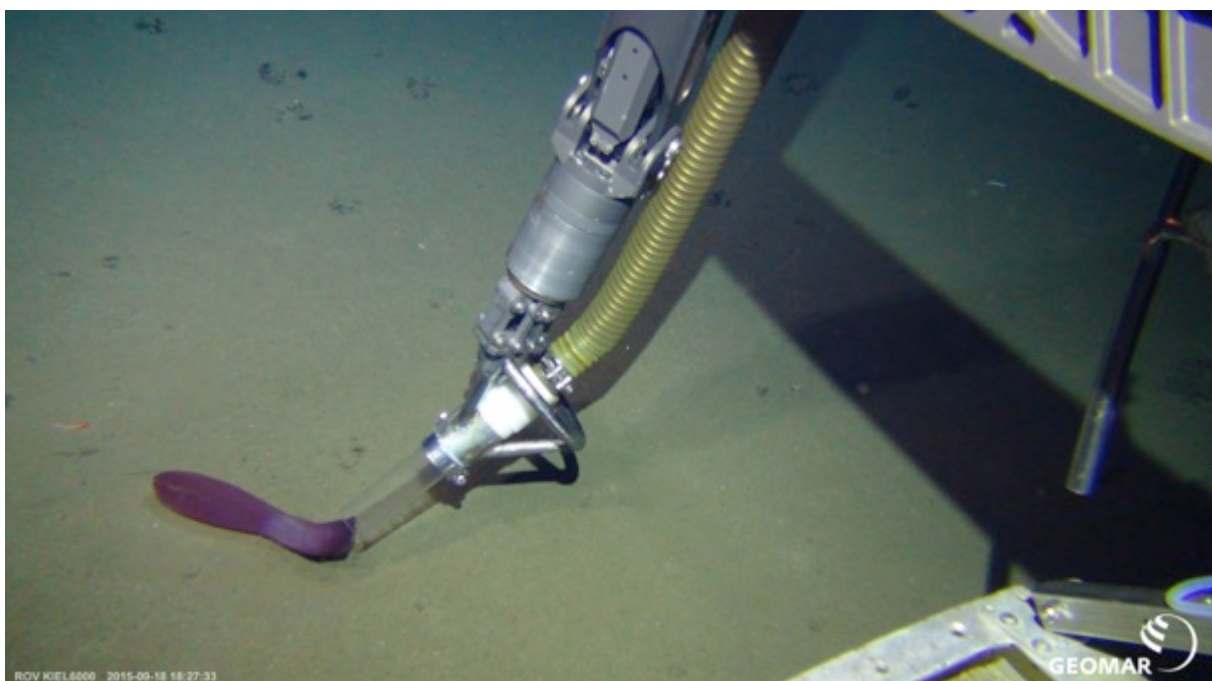
So gab es letzte Woche jeden Tag einen Tauchgang – um 04:00 morgens wurden die Inkubatoren mittels Tiefseefahrstuhl am Meeresboden abgesetzt (Abb. 1), von 8.30 bis 20:00 wurde getaucht, nachts wurden andere Geräte eingesetzt wie Wasserschöpfer, Multicorer, OFOS-Schlitten, und die Freifall-Kammern messen nebenher parallel zu den Schiffstationen. Nur am Samstag stand der Roboter einmal still, weil wir die Zeit für die

biogeochemische und mikrobiologische Beprobungen der Trübeschicht im Bodenwasser mittels in situ Pumpen-Profilen brauchten (Abb. 2).

*Abb 2: Tiefsee – in situ Pumpen des MPI für Marine Mikrobiologie filtrieren Bodenwasser wenige Meter über dem Meeresboden, um die natürliche Trübewolke im DISCOL Gebiet zu quantifizieren, im Vergleich zu den durch die Forschungsarbeiten entstehende Trübung. Solche Zahlen sind wichtig, um "Grenzwerte" für mögliche Störungen durch industrielle Aktivität festlegen zu können. Bildquelle: Links: Manfred Schulz; Rechts: ROV KIEL 6000*

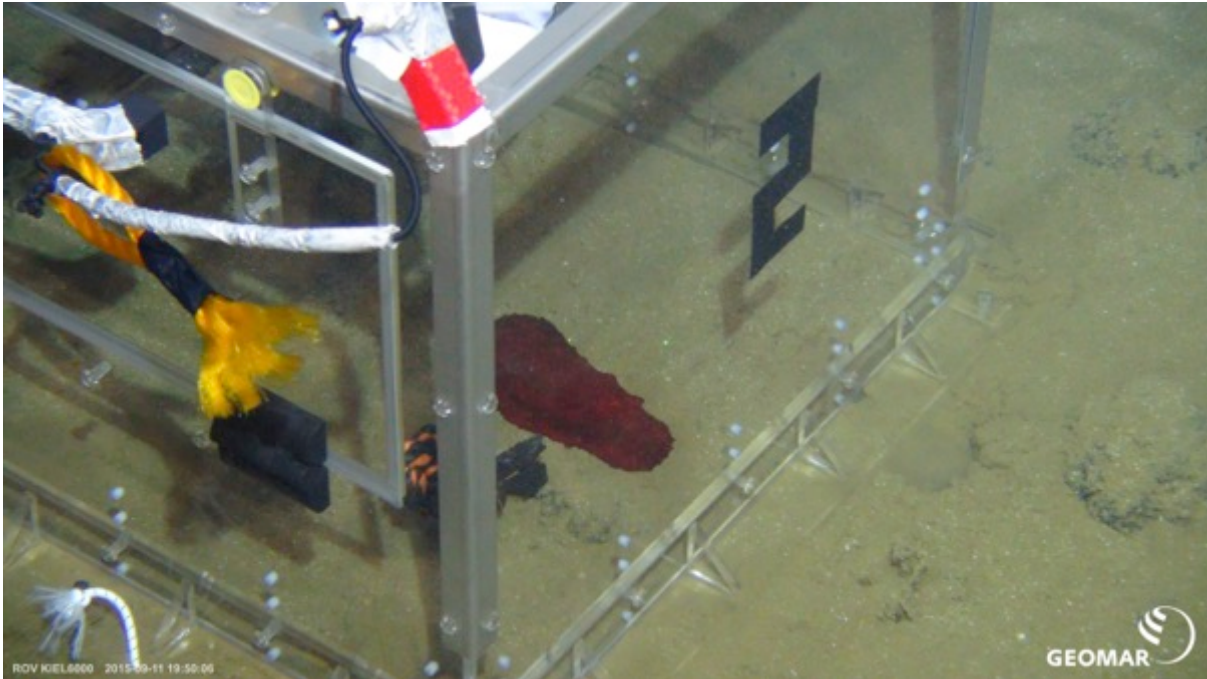


Im Forschungsgebiet DEA kommen viele verschiedene Seegurken vor. Sie sind eine Art „Staubsauger der Tiefsee“ und grasen die Oberflächensedimente ab (Abb. 3). Eine Frage ist, ob die Umwälzung der Sedimente und damit einhergehende Erhöhung der Konzentrationen von Metallen die Leistung dieser Tiere verändern könnte. Dazu werden verschiedene Arten von Experimenten durchgeführt:



*Abb. 3: Eine freundliche Seegurke stellt sich freiwillig der Forschung zur Verfügung. Durch vorsichtiges Ansaugen können die Tiere zu den Inkubatoren verbracht werden. Bildquelle: ROV Kiel 6000, GEOMAR*

Die Atmung (Sauerstoffverbrauch) der Seegurken ist ein Anzeiger für ihren Stoffumsatz. Sie werden in Inkubatoren (Abb. 4) eingeschlossen, mit oder ohne Futter, mit und ohne Sediment, auf gestörten oder ungestörten Flächen. In einigen Experimenten wird Kupfersulfat zugegeben, um die Konzentration der Metalle zu erhöhen - wie das im Falle des Manganknollen-Abbaus geschehen könnte. Damit kann die Toxizität für einzelne Arten von Tiefseelebewesen untersucht werden.



*Abb 4. Seegurken-Gehege am Meeresboden. Die sogenannte „CUBE“ des holländischen Forschungsinstitutes NIOZ ist eine Inkubationskammer für physiologische Experimente mit Tiefseetieren am Meeresboden. Bildquelle: ROV Kiel 6000, GEOMAR*

Neben den Experimenten an verschiedenen Seegurkenarten finden auch Untersuchungen an den Kleinstlebewesen im Meeresboden statt, der sogenannten Meiofauna (nur mit dem Binokular identifizierbare Organismen, die kleiner als 1 mm Körperlänge sind). Diese kleinen Bodenbewohner sind ebenfalls sehr wichtig für das Nahrungsnetz – sie tragen zur Zersetzung des organischen Materials bei und haben verschiedene Interaktionen mit den Bakterien. Ein sehr interessantes Experiment ist die Wirkung des Ausbringens von zerkleinerten Manganknollen auf die Meiofauna (Universität Gent, Belgien). Weiterhin interessiert uns die Leistung der Organismen in und an den Knollen selber. Dazu führen wir eine Reihe von Versuchen durch, bei denen wir Stoffumsätze im Meeresboden mit und ohne Knollenbedeckung messen, und die Atmungsleistung einzelner Knollen samt ihrer anheftenden Lebewesen untersuchen (Abb. 5). Solche Experimente wurden bisher noch nicht durchgeführt, weil man die Tiefseetiere leider nicht lebend bergen kann, um sie dann auf dem Schiff oder zuhause unter Laborbedingungen zu untersuchen. Fast alle Tiefseetiere sterben, wenn man sie an die Oberfläche holt; nur bei den Bakterien können wir auch auf dem Schiff Experimente durchführen.

*Abb. 5: Eine Manganknolle mit Aufwuchs wird in die Knollen-Kammer verbracht, wo sie mehrere Tage inkubiert wird um Sauerstoffzehrung zu messen. Bildquelle: ROV Kiel 6000, GEOMAR*



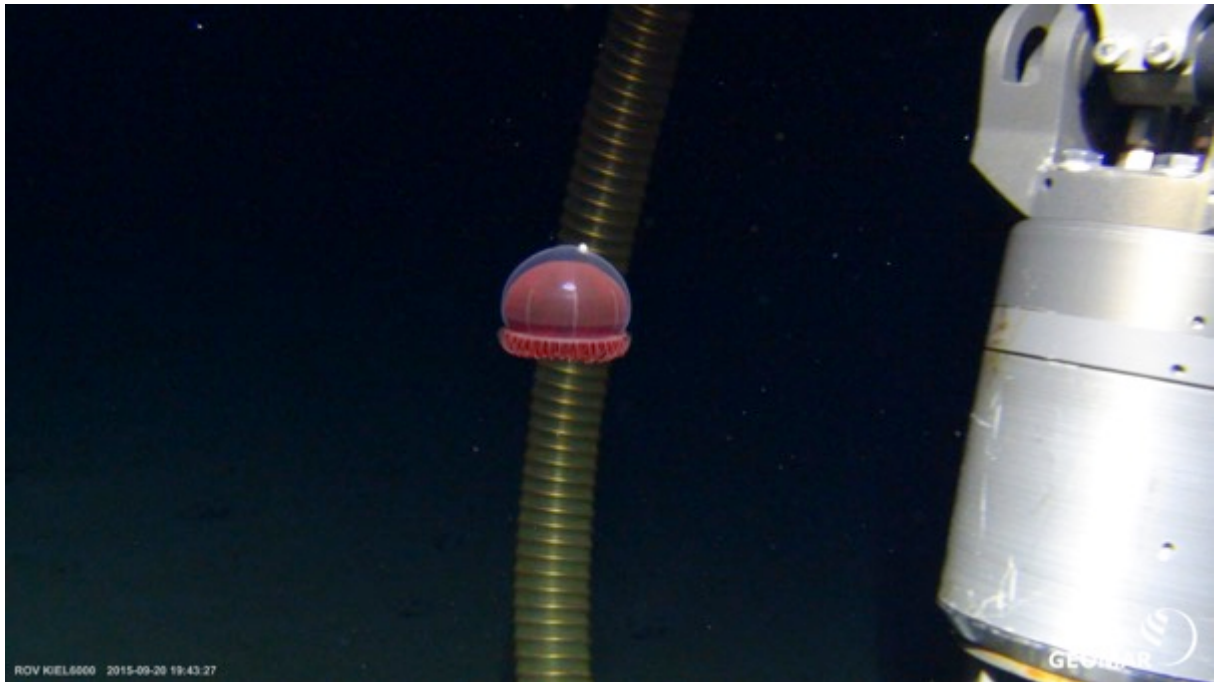
Wenn wir also etwas über die vielfältigen Tiere und ihre Reaktionen auf Störungen ihrer Umwelt wissen wollen, müssen wir zu ihnen hinabtauchen und die Experimente direkt in der Tiefsee machen. Wir freuen uns jeden Tag darüber, dass dies nun technisch möglich ist, dank des Tiefseeroboters. Es ist für alle beeindruckend, mit diesen fremdartigen Lebewesen direkt am Meeresboden zu arbeiten und ihre Bewegungen und ihr Verhalten kennenzulernen.

Für die Experimente haben wir dabei eng verschränkte Zeitpläne, damit wir jede Stunde des Tauchgangs effizient ausnutzen. Der Roboter - gesteuert von dem achtköpfigen Team unermüdlicher ROV Piloten - dreht dann für uns an kleinen Schrauben, setzt Käfige und Messgeräte um, öffnet Türchen, fängt Krebschen, Seegurken und Seesterne und streut Nahrung oder metallhaltige Sedimente aus kleinen Döschen in verschiedene Inkubationsgefäße. Weil das alles so gut und routiniert vonstatten geht und wir fantastisch klare, hochauflösende Bilder dabei gewinnen, vergisst man manchmal, dass wir 4150 m darüber sitzen, hoch und trocken auf dem Schiff – und das wir die ersten Daten zu den metabolischen Funktionen der Tiere von den Manganknollenfeldern erhalten, die uns helfen können, mögliche Wirkungen des Manganknollenabbaus auf die Leistungsfähigkeit einzelner Arten und funktioneller Gruppen am Meeresboden abzuschätzen.

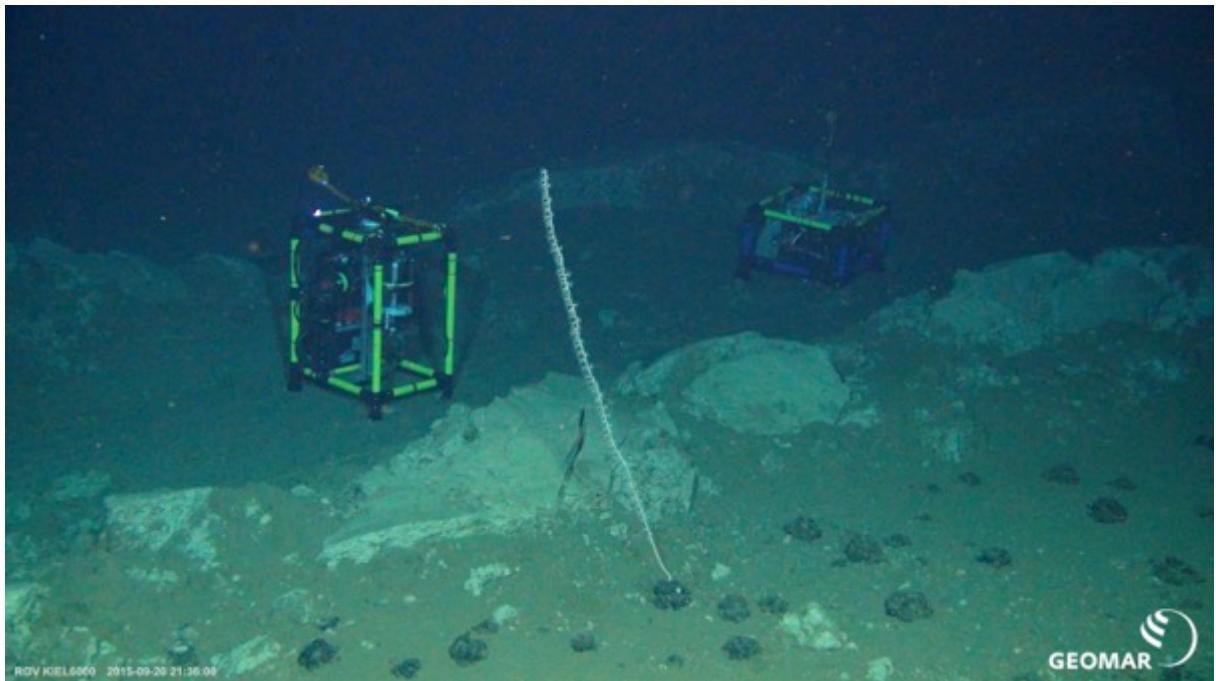
Wir grüßen unsere Familien, Freunde und Kollegen. Alle Teilnehmer der Reise SO242-2 sind wohlauf und sehr fleißig.

Antje Boetius  
Fahrtleitung FS SONNE SO242/2

PS Weitere Berichte sind auf unserem BLOG [www.oceanblogs.org/eadsm](http://www.oceanblogs.org/eadsm) zu finden.



*Besuch einer hübschen Tiefseequalle – im DISCOL Gebiet gibt es nur recht kleine, ca 2-5 cm große Quallenarten, die dafür recht hübsch in verschiedenen rot bis lila Tönen daher kommen. Quelle: ROV Kiel 6000, GEOMAR*



*In situ Messungen an einer frischen Pflugspur des Epibenthischen Schlittens (Abschnitt 242-1). Quelle: ROV Kiel 6000, GEOMAR*

## SONNE Reise SO242/2, Wochenbericht IV

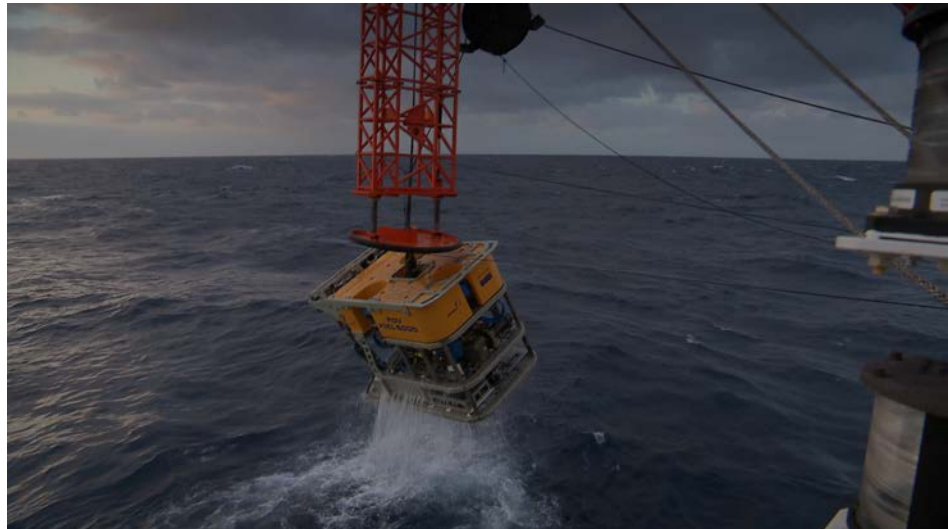
Es ist Sonntag der 27. September, die Stationsarbeiten neigen sich dem Ende zu, übermorgen dampfen wir ab. Eben ging der 22. ROV Tauchgang zu Ende, die wissenschaftlichen Arbeiten am Meeresboden sind damit fast abgeschlossen. Jetzt warten wir auf das ROV und die beiden „Tiefseefahrstühle“ mit unseren Proben, Experimenten und in situ Geräten vom letzten Tauchgebiet in der DEA, dort wo 1989 zuerst ein 12 m breiter Pflug eingesetzt wurde. Nachdem wir die ganze Reise über weitgehend gutes Wetter hatten, ist es nun zu Ende schwierig geworden: der seit Tagen starke Wind hat die Wellen inzwischen auf fast 4 Meter aufgebaut. Gestern konnten wir wegen der ungünstigen Wind- und Wetterverhältnisse nicht tauchen und haben deshalb andere Arbeiten vorgezogen, wie den sogenannten BoBo (Bottom Boundary) Lander des NIOZ zu bergen (Abb 1).



Abb. 1: Der BoBo Lander (NIOZ) ist zurück – Er hat über beide Abschnitte SO242/1 und /2 hinweg gemessen. Bildquelle: M. Schulz

Der BoBo Lander zeichnet hydrographische Daten über die Bodenwassergrenzschicht auf wie die Strömungsrichtung, Geschwindigkeit und Trübe des Wassers. Am Tiefseeboden stehen seit zwei Tagen in 4150 m Wassertiefe eine Reihe von Experimenten und wertvollen Geräten, die wir nicht hier lassen wollen - auch wenn wir gerade beschlossen haben, einen weiteren Fahrtantrag für 2029 zu stellen: „DISCOL REVISITED - 40 years after“. Zu dieser Zeit wird das für viele von uns an Bord dann vielleicht die letzte Forschungsreise vor der Pensionierung, doch es wird sich auch dann lohnen, noch einmal nachzuschauen, was aus den DISCOL Pflugspuren geworden ist und wie sich unser nagelneues Forschungsschiff SONNE entwickelt hat. „Neue Schiffe müssen sich eine Seele verdienen“ sagt die Mannschaft an Bord.

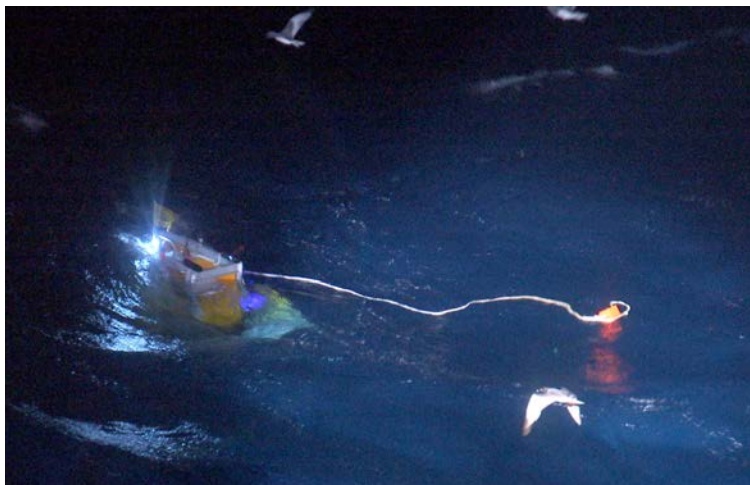
Doch nun ist gerade der Tiefseeroboter KIEL 6000 pünktlich zum Sonnenuntergang heil zurück gekehrt, mit Seegurken, Sedimentkernen, Manganknollen, Wasserproben und Datenloggern.



*Abb. 2 Schnappschuss des spannenden Moments: ROV wird aus dem Wasser gehoben und sofort gesichert. Bildquelle: M. Schulz*

Glücklicherweise waren die Wellenperioden lang genug,

damit das ROV sicher zwischen zwei Wellenbergen an Deck gehievt werden konnte. Ein großer Teller hält es fest und gleich Schiffsbewegungen aus, wenn es hoch oben durch den Heckgalgen des Schiffes schwebt (Abb. 2).



*Abb. 3 Der Tiefsee-Fahrstuhl taucht vor dem Schiff auf: im Dunkeln sieht man gut seine Blitze, die Schwimmleine vereinfacht die Aufnahme per Hakenwurf. Bildquelle: Manfred Schulz*

Jetzt ist auch der erste der beiden Tiefsee-Fahrstühle aufgetaucht (Abb. 3) und blinkt voraus, das Meer ist in Vollmondlicht getaucht. Im Dunkeln sehen die Wellen nicht so hoch aus. Alle atmen auf, als der Fahrstuhl mit den vier benthischen Kammern des MPI für Marine Mikrobiologie sicher an Deck steht. Es folgt der zweite Fahrstuhl: er bringt die Respirations-kammern mit Seegurken zurück – auch die letzten fehlenden Meeresboden-Proben werden nun gleich in Empfang genommen.

In der vergangenen Woche haben wir täglich im zentralen Gebiet der DEA – DISCOL Experimental Area – getaucht, um die vierte Sequenz von Beobachtungen und Messungen an den Pflugspuren durchzuführen (Abb. 4). Man nennt das wissenschaftlich trocken „Replikation“ – für die Aussagekraft unserer Ergebnisse ist es dabei sehr wichtig, dass wir die Vergleichsmessungen von gestörten und ungestörten Gebieten mehrfach an verschiedenen Gebieten der DEA wiederholen können, um die kleinräumige Heterogenität von Proben von Faktoren wie der Störung unterscheiden zu können. In der Tiefseeforschung kommen solche im hohen Maße abgestimmten



multidisziplinären Experimentanordnungen noch viel zu selten vor. Technisch sind sie inzwischen möglich. Das zeigen Fahrten wie diese, auf der wir moderne Roboter, *in situ* Sensorikmodule, und klassische Geräte mit bildgebenden Verfahren kombinieren konnten. Doch dafür braucht es eine erhebliche Investition an Schiffszeit, Personen- und Forschungsmittel. Daher kommt es selten vor, dass 80 Wissenschaftler über 2 Monate in einem 1 Quadratkilometer großen Tiefsee-Forschungsgebiet zusammenarbeiten können. Eine wichtige Anschluss-Frage ist daher, ob und wie Untersuchungen zum Zustand und der Erholung eines Tiefsee-Ökosystem nach möglichen industriellen Eingriffen kostengünstig, effizient und standardisiert durchgeführt werden können. Die Ergebnisse der Reise 242 tragen dabei auch direkt zu solchen und anderen Aufgaben des EU Projektes „MIDAS – Managing Impacts of Deep-Sea Resource exploitation“ bei.

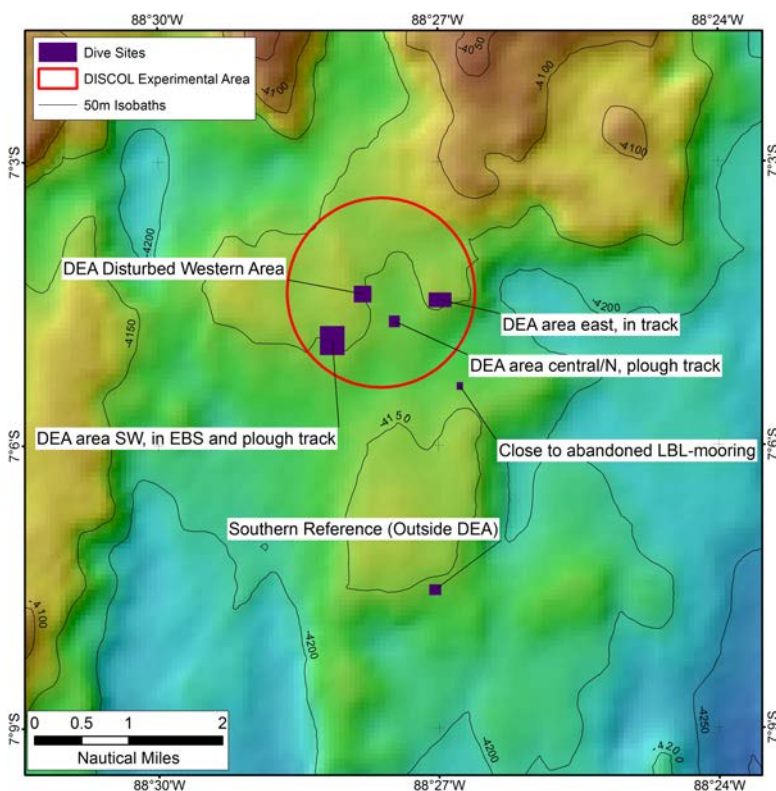


Abb. 4 Im roten Zirkel liegt das DEA Gebiet im Peru-Becken mit unseren wesentlichen Arbeitsgebieten. Quelle: S. Roessler FIFLAX

Mit dem letzten Tauchgang in der vierten Woche der Reise haben wir nun die lange Liste unserer Tauchpläne und Probenwünsche praktisch vollständig abgearbeitet. Es bleiben noch 36 Stunden, um die letzten Geräte zu bergen. Morgen hoffen wir auf Wetterbesserung, um eine liegengeliebene Transponder-Verankerung für das AUV des vorherigen Abschnitts S0242/1 aufzunehmen. Dann fehlen noch einige weitere Kammerlander und Verankerungen, die wir auslösen und bergen müssen – ein letztes OFOS wird über den Tiefseegrund geschleppt. Am Dienstag den 29. August werden wir um 08:00 Bordzeit abdampfen – es sind 2 Tage bis Guayaquil und bis

dahin alles muss wieder eingepackt und nach Hause geschickt werden - und das Schiff so sauber geputzt werden wie wir es vorgefunden haben. Zuhause wird es auch immer noch viel zu tun geben für die wissenschaftliche Auswertung, wenn die Proben angekommen sind: geochemische und biochemische Messungen, Sequenzierungen der Vielfalt und Funktion von Mikroorganismen, DNA Datenbanken und taxonomische Bestimmungen der Tiere, Auszählungen der Tiefseefotographien Datenmodellierung. Und das ist dann auch erst der erste Schritt hin zu der Bewertung der Ergebnisse für Fragen des Tiefseemweltschutzes und der Beurteilung der Chancen und Risiken für das nachhaltige Management von Tiefsee-Ressourcen. Doch jetzt ist es zunächst ein sehr schönes Gefühl, auf die Fahrt zurück zu schauen und zu wissen, dass alle Arbeitsgruppen zu fast 100% ihren ursprünglichen Arbeitsplan umsetzen konnten. Dafür bedanken wir uns sehr herzlich bei Kapitän Oliver Meyer und seiner Crew, dem ROV & Tiefsee-Fahrstuhl Team des GEOMAR und unseren Technikern - sowie auch allen anderen, die

im Hintergrund dafür sorgen, dass die Forschungsschiffe fahren und dass man auf ihnen gut forschen kann. Bedanken wollen wir uns an dieser Stelle auch bei unserem Projektkoordinator Dr. Matthias Haeckel vom GEOMAR. Er hat dieses Jahr alle drei Fahrten des Programmes „Joint Programming Initiative Oceans - Ecological aspects of deep-sea mining“ mitgemacht und feiert übermorgen auch noch seinen Geburtstag mit uns an Bord. Es war für alle Teilnehmer sehr spannend, die neue SONNE kennenzulernen (Abb. 5). Wir hoffen, dass wir wiederkommen können –gerne auch eher als in 2029 zu „DISCOL REVISITED - 40 years after“. Zu guter Letzt schicken wir herzliche Grüße an Dr. Gerd Schriever und Prof. Dr. Hjalmar Thiel, die sich seit über dreißig Jahren für die wissenschaftlichen Grundlagen des Tiefseeumweltschutzes einsetzen und das DISCOL Experiment initiiert haben, an dem heute wieder neue Generationen von Studierenden forschen (Abb. 6).



*Abb. 6 JUB-Umweltwissenschaftlerin Seinab Bohsung und AWI-Doktorandin Sophie Paul im Kühlraum der SONNE.  
Bildquelle: M. Schulz*

Mit diesem letzten Wochenbericht der Reise SO242/2 grüßen wir herzlich unsere Familien, Freunde und Kollegen, alle Teilnehmer der Reise SO242-2 sind wohlauf und freuen sich auf die Heimkehr. Antje Boetius  
Fahrtleitung SONNE  
SO242/2- Weitere Berichte sind auf [www.oceanblogs.org/ea\\_dsm](http://www.oceanblogs.org/ea_dsm) zu finden



*Abb. 5 Highlight der Vierten Woche der „DISCOL-Revisited Tour“ SO242-2 – Bootstour um das Schiff für Außenaufnahmen bei schönem Wetter. Bildquelle: J. Lemburg*