

# SO 262: Expedition MANGAN 2018 mit FS SONNE

Wochenbericht Nr. 1 (2.4. – 8.4.2018)

Die Expedition MANGAN 2018 ist die neunte Fahrt der BGR in das deutsche Lizenzgebiet zur Exploration von Manganknollen. Im Fokus der diesjährigen Arbeiten stehen drei Ziele. Zum einen soll ein drittes Manganknollenfeld mit 900 Quadratkilometern Fläche und hohen Knollenbelegungsichten in 4100 Metern Wassertiefe im Osten des Lizenzgebietes erkundet werden. Weiterhin wollen wir mindestens 10 Tonnen Manganknollen für metallurgische Experimente im Technikumsmaßstab mit einer speziell dafür angefertigten Dredge entnehmen. Und in Vorbereitung auf ein umfangreiches Störungsexperiment, das für das Frühjahr 2019 im deutschen Lizenzgebiet vorgesehen ist, werden wir eine Bestandsaufnahme verschiedener Umweltparameter im Testgebiet durchführen. Dazu gehören (i) die eingehende Untersuchung der Diversität der benthischen Faunengemeinschaft, (ii) die Bestimmung der Metallkonzentrationen im Bodensee, (iii) die Verankerung von drei ADCP-Strömungsmessgeräten um die bodennahen Strömungen bis April 2019 zu erfassen sowie (iv) die Verankerung einer Sinkstofffalle um den Partikelfluss in dieser mesotrophen Ozeanregion bis April 2019 zu bestimmen. Außerdem sollen zwei Zeitreihen zur Biodiversität in Referenzgebieten fortgesetzt werden, aus denen jährlich Proben im Zeitraum von 2013 bis 2016 entnommen wurden.



Im Zuge der wirtschaftlichen Erkundung des dritten prospektiven Manganknollenfeldes wird die Beprobung des Meeresbodens mit einem Kastengreifer nach einem statistisch repräsentativen Beprobungsverfahren vorgenommen um die Gesamtmasse an Manganknollen und dessen Metallvorrat zu erfassen. Gleichzeitig sollen die Effizienz und generelle Anwendbarkeit dieses statistischen Verfahrens für die Exploration von Manganknollenfeldern überprüft werden. Die Ergebnisse dieser Ausfahrt werden einen weiteren Beitrag liefern, um dieses Rohstoffvorkommen als mögliche Metallagerstätte detailliert beurteilen zu können. Ein weiterer Schwerpunkt dieser Forschungskampagne ist die Untersuchung der Diversität der Bodenfauna durch das Deutsche Zentrum für marine Biodiversitätsforschung (DZMB) in Wilhelmshaven. Die Umweltuntersuchungen sind vertraglicher Bestandteil der Explorationslizenz und Voraussetzung für die Erteilung einer möglichen zukünftigen Abbaulizenz durch die Internationale Meeresbodenbehörde (IMB).

Neben den elf Fahrtteilnehmern der BGR sind auch sieben Biologinnen und Biologen des DZMB, ein Geologe der Jacobs University Bremen sowie zwei Wissenschaftler der Heriot Watt University in Schottland und zwei Trainees der IMB wohlbehalten nach Guayaquil (Ecuador) angereist. Am Montag, den 2. April wurde die Ankunft der Container mit dem Arbeitsmaterial in Guayaquil überprüft und mit dem Kapitän der Zeitplan für die Hafenaktivitäten besprochen. An den folgenden Tagen hat die gesamte Wissenschaftler-

Gruppe die Ladearbeiten durchgeführt und mit dem Einrichten der Labore begonnen. Am Freitag, den 6.4. lief die FS SONNE einen Tag später als geplant um 23.30 Uhr bei gutem Wetter aus dem Hafen von Guayaquil aus und befindet sich derzeit auf dem Transit zum östlichen deutschen Lizenzgebiet. Dort wird sie voraussichtlich am 13.4. ankommen. Die Verzögerung der Abfahrt wurde durch eine späte Anlieferung des Treibstoffs verursacht.

Am Sonntag, den 8.4. haben Besatzung und Wissenschaftler Kapitän Lutz Mallon zum 60. Geburtstag gratuliert.

Mit besten Grüßen von Bord der FS SONNE,  
Carsten Rühlemann



Foto: A. Vink

Bunkern von Treibstoff in Hafen von Guayaquil  
durch zwei von insgesamt 22 LKWs



Foto: S. Sturm

Geburtstagskind Lutz Mallon

# SO 262: Expedition MANGAN 2018 mit FS SONNE

Wochenbericht Nr. 2 (9.4. – 15.4.2018)

Seit dem Auslaufen in Guayaquil ist die FS SONNE bei meist ausgesprochen ruhiger See rund 4500 km in das östliche deutsche Lizenzgebiet gedampft. Wir haben während des Transits die Labore weiter eingerichtet sowie die Messinstrumente und Probenahmegeräte montiert, getestet und gewartet. Von den Fahrtteilnehmern haben wir eine Reihe interessanter wissenschaftlicher Vorträge zu den verschiedenen Themen gehört, die im Rahmen unserer Explorationskampagne bearbeitet werden. Durch eine sehr zügige Fahrt konnten wir das verspätete Auslaufen wettmachen und haben wie vorgesehen am Freitag um

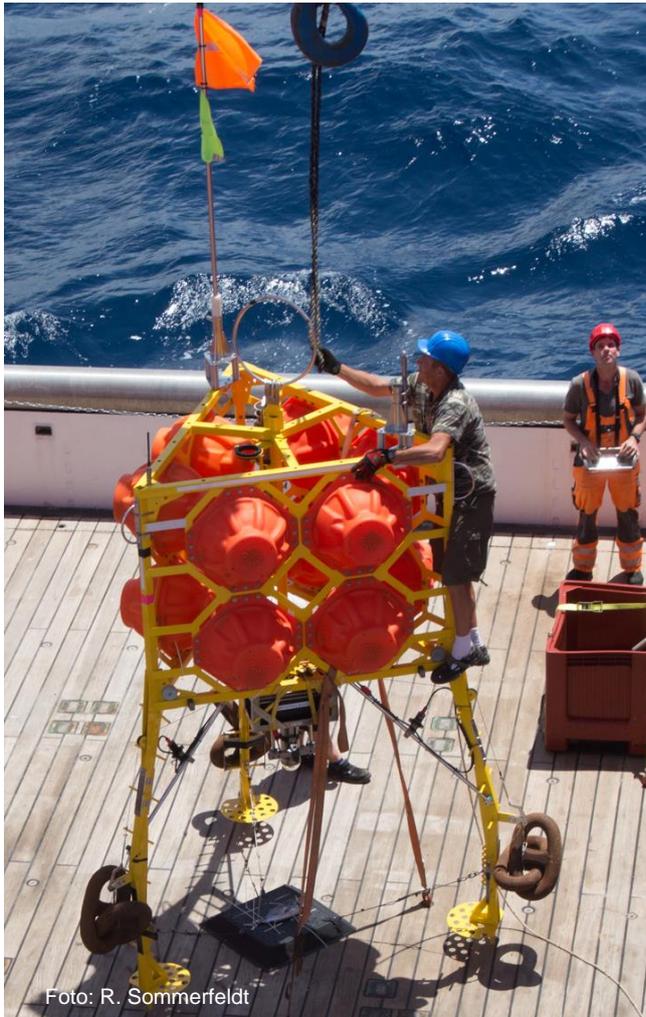


18:30 Uhr unser erstes Arbeitsgebiet erreicht. Mit dem Einsatz des Kranzwasserschöpfers und der CTD bis in 4100 Meter Wassertiefe haben wir unser 30-tägiges Arbeitsprogramm begonnen. Am Rahmen des Schöpfers ist eine sehr hochauflösende Kamera zur Bestimmung von Partikelgrößen in der Wassersäule montiert. Eine vorläufige Auswertung der Partikelverteilung in den Wasserproben mit einem Laser-basierten Messgerät zeigt, dass die Partikelkonzentrationen hier in der gesamten Wassersäule generell extrem gering sind, aber zwischen 1700 und 800 Metern (der Untergrenze des Sauerstoffminimums) signifikant erhöht. Wir befinden uns derzeit in dem Gebiet, das für den Kollektorkomponententest im kommenden Jahr vorgesehen ist. Hier beproben wir den Meeresboden mit insgesamt 25 Multicorer-Einsätzen, um den Ist-Zustand der Meiofauna zu erfassen, der dann als Basis für den Vergleich mit den abgeernteten Flächen dienen soll. Neun Einsätze haben wir bereits erfolgreich durchgeführt.

Am Samstag haben wir zwei Verankerungen mit ADCP-Strömungssensoren und Trübungsmessern zügig in der Nähe des Testgebietes ausgesetzt. Mit diesen Geräten werden wir ein Jahr lang die Geschwindigkeit und Richtung der Bodenströmung sowie die Konzentration von suspendierten Partikeln messen. Dies ist eine grundlegende Voraussetzung zur Modellierung der Drift einer Suspensionswolke, die bei dem Komponententest erzeugt wird, die aber auch bei einem möglichen zukünftigen Meeresbergbau entstehen würde. Des Weiteren haben wir einen Lander eingesetzt, mit dem wir über 24 Stunden hinweg mit rund 150 zwei-minütigen Videos die Aasfresser erfasst haben, die am und in der Nähe des Meeresbodens leben. Als Köder diente ein kleiner Thunfisch, den wir vor anderthalb Wochen auf dem Fischmarkt in Guayaquil gekauft haben. Mit dem Multinetz haben wir heute Morgen Plankton aus der gesamten Wassersäule entnommen, von 4000 Metern bis zur Wasseroberfläche. Überraschend haben wir auch in der Sauerstoffminimumzone, die von 100 bis 800 Meter Wassertiefe reicht, einige lebende Organismen gefunden. Die Erfassung der Daten zur Biodiversität benthischer und pelagischer Organismen wird von der Internationalen Meeresbodenbehörde im Rahmen der

Exploration der Manganknollenfelder vertraglich gefordert. Zurzeit setzen wir die Dredge ein, mit der wir heute Nacht zwei Massenproben nehmen wollen, um bereits einen Teil der insgesamt 10 Tonnen Manganknollen für metallurgische Versuche zu gewinnen.

Mit besten Grüßen von Bord der FS SONNE,  
Carsten Rühlemann



Vorbereitung des Anonyx-Landers für die Verankerung am Meeresboden



Thunfisch während und nach seinem Einsatz als Köder

# SO 262: Expedition MANGAN 2018 mit FS SONNE

Wochenbericht Nr. 3 (16.4. – 22.4.2018)

In der vergangenen Woche haben wir das Gebiet ausführlich beprobt, das für den Kollektorkomponententest im kommenden Jahr vorgesehen ist und im nordöstlichen Teil des deutschen Lizenzgebietes liegt. An insgesamt 26 Lokationen haben wir mit dem Multicorer in einem 4 x 5 Kilometer großen Areal rund um das Testgebiet Sedimente entnommen um den Ist-Zustand der Meiofauna und Parameter wie die organische Kohlenstoffkonzentration und Korngrößenverteilung detailliert zu erfassen. An vier dieser Multicorer-Stationen haben wir außerdem Porenwasser für eine geochemische Analyse der Metallkonzentrationen gewonnen, für die die Datengrundlage in unserem Lizenzgebiet bislang nur äußerst spärlich ist. Mit diesen Messungen wollen wir abschätzen, ob ein erhöhter Metallfluss vom Sediment in die Wassersäule im Zuge eines möglichen zukünftigen Abbaus zu erwarten wäre. Des Weiteren haben wir den Lander zur Untersuchung der Aasfresser (Tiefseefische, Amphipoden) viermal eingesetzt. Insgesamt zeigen die Videoaufnahmen, dass hier eine umfangreiche Anzahl und Diversität vorzufinden sind. Die Dredge hat zwar noch nicht die erhofften Mengen Manganknollen an Deck gebracht. Dennoch haben wir immerhin bereits 1,2 Tonnen für einen metallurgischen Versuch im Technikumsmaßstab gewonnen.



Am Dienstag haben wir eine Verankerung mit Sinkstofffalle, Strömungsmessern und Trübungssensoren in 3600 Metern Wassertiefe für Bestimmung des natürlichen Partikelflusses über ein Jahr hinweg ausgebracht. Solche Daten werden von der Internationalen Meeresbodenbehörde angefordert um die Hintergrundwerte des Partikelflusses zu bestimmen. Sie dienen als Basis, um einen Eintrag von Schwebfracht aus einem möglichen zukünftigen Tiefseebergbau sowie die Toleranzen der benthischen Fauna besser beurteilen zu können. Den "Marine Snow Catcher" zur Analyse der Schwebstoffe in der photischen Zone haben wir zweimal eingesetzt. Mit dem Videoschlitten der BGR haben wir auf zwei zehn Kilometer langen Profilen die Belegung mit Manganknollen und deren Größenverteilung sowie die Diversität der Megafauna untersucht. Während des Absenkens des Schlittens schwamm uns in 200 Metern Wassertiefe, in der Sauerstoffminimumzone ( $O_2$ -Konzentration von 0,05 ml/l), überraschend ein Hai vor die Kamera. Und am Freitag hat uns ein neugieriger etwa vier Meter langer Zwergwal für einige Stunden begleitet. Zurzeit befinden wir uns in der "Impact Reference Zone" des ersten Arbeitsgebietes und setzen den Epibenthoschlitten ein. Dieses Gebiet dient der Untersuchung der Auswirkungen eines möglichen zukünftigen Abbaus der Manganknollen im Vergleich mit der "Preservation Reference Zone", die wir in den kommenden Wochen ebenfalls untersuchen werden. In beiden Gebieten haben wir bereits zwischen 2013 und 2016 Zeitreihen der Zusammensetzung der benthischen Lebensgemeinschaften erhoben, die wir jetzt fortsetzen wollen. Neben diesen Untersuchungen bestimmen wir auf Bitte

des Max-Planck-Instituts für Meteorologie in Hamburg täglich die optische Dichte der Atmosphäre (Aerosole) in dieser Region, für die es bislang kaum Daten gibt. Da die Luft hier sehr klar ist, dient das Gebiet als Referenz unter anderem zur Kalibrierung der Umweltsatelliten der NASA.

Mit besten Grüßen von Bord der FS SONNE,  
Carsten Rühlemann



Foto: Christine Mae Edullantes

Einholen der Dredge nach Einsatz in 4100 Metern Wassertiefe.



Foto: Carsten Rühlemann



Foto: Simone Sturm

Oben: Manganknolle (12 cm); unten: Einholen des Multicorers.

# SO 262: Expedition MANGAN 2018 mit FS SONNE

Wochenbericht Nr. 4 (23.4. – 29.4.2018)

Samstagnachmittag haben wir die Arbeiten im ersten Gebiet beendet und sind 40 Seemeilen nach Osten in unser zweites Arbeitsgebiet gedampft, wo wir zurzeit ein Manganknollenfeld mit dem Kastengreifer in Abständen von drei Kilometern beproben. Zu Beginn der letzten Woche haben wir in der "Impact Reference Zone" den Videoschlitten eingesetzt um auf einem kurzen Profil die Resuspension von Sedimenten zu untersuchen. Während der FS SONNE-Expedition SO-239 haben Kollegen vom Geomar im Frühjahr 2015 dieselbe Lokation mit der Kamera eines autonomen Unterwasserfahrzeugs (AUV) kartiert. In der Zusammenschau der Fotos haben die Forscher erkannt, dass die aufgewirbelten Sedimente, die ein Epibenthoschlitten kurz zuvor erzeugt hat, sich innerhalb von etwa 40 Metern nördlich und 100 Metern südlich der Spur wieder abgesetzt hatten und die Manganknollen bedeckten (siehe mittlere Abbildung). Untersuchungen zur Aggregation von Sedimentpartikeln im Labor der Jacobs University Bremen haben anschließend ergeben, dass solche wiederabgelagerten Partikel bei Strömungsgeschwindigkeiten oberhalb von 8 cm/s erneut aufgewirbelt werden und verdriften können. Natürlich abgelagerte Sedimente hingegen werden in dieser Region auch bei Strömungsgeschwindigkeiten bis 15 cm/s nicht resuspendiert.



Um diese empirischen Untersuchungen zu verifizieren haben wir die in 2015 mit dem AUV kartierte Region mit unserem Videoschlitten erneut kartiert. Tatsächlich konnten wir wiederabgelagerte Sedimente nur in unmittelbarer Umgebung der Spur finden (siehe untere Abbildung) während bereits in wenigen Dezimetern Entfernung die mit Manganknollen bedeckten Bereiche des Meeresbodens wieder frei von solchen Sedimenten waren. Daraus folgt, dass eine nur wenige Millimeter bis Zentimeter mächtige Sedimentablagerung des Meeresbodens, wie sie durch einen möglichen zukünftigen Abbau eventuell verursacht wird, wieder resuspendieren und verdriften kann. Grund dafür sind sehr wahrscheinlich ozeanische Wirbel (Eddies) mit Durchmessern von rund 100 Kilometern, die von der mexikanischen Küste kommend langsam westwärts ziehen und mehrfach jährlich über das deutsche Lizenzgebiet hinwegziehen. Für einige Tage bis Wochen sind dann die Strömungsgeschwindigkeit des Bodenwassers von durchschnittlich 3 cm/s auf bis zu 12 cm/s erhöht und wirbeln die resuspendierten und erneut abgelagerten Sedimente wieder auf.

Auch die sich an den Videoschlitten-Einsatz anschließende biologische Probenahme mit dem Epibenthoschlitten und dem Multicorer in der "Impact Reference Zone" verlief sehr erfolgreich. Mit diesen Geräten konnten wir die Zeitreihe zur Biodiversität, die wir zwischen

2013 und 2016 begonnen haben, fortsetzen und haben nun einen einzigartigen Datensatz über fünf Jahre aus dem Manganknollengürtel vorliegen.

Auch unsere Anstrengungen, eine Massenprobe der Manganknollen zu gewinnen, waren schließlich von Erfolg gekrönt. Nach den anfänglich eher bescheidenen Mengen haben wir die Dredge mit einem zweiten Netz versehen um die Maschenweite zu verringern und haben unsere Dredgetechnik angepasst. So konnten wir zwischen Mittwoch und Samstag mit nur neun Dredgezügen weitere zehn Tonnen Knollen entnehmen und haben jetzt insgesamt 11,5 Tonnen für die geplanten metallurgischen Experimente im Technikumsmaßstab im Container. Mit diesem nächsten Schritt soll im kommenden Jahr das "Zero-Waste"-Verfahren für die Gewinnung der Metalle aus den Knollen nach den anfänglichen Entwicklungsarbeiten im Labor auf eine neue Stufe gehoben werden.

Mit den besten Grüßen von Bord der FS SONNE,  
Carsten Rühlemann

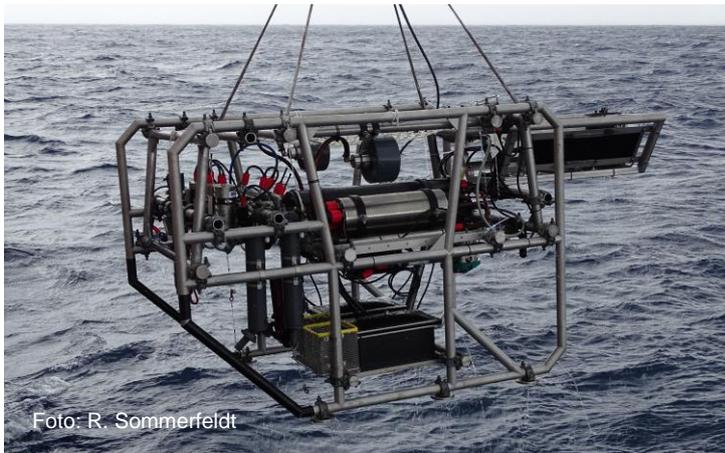
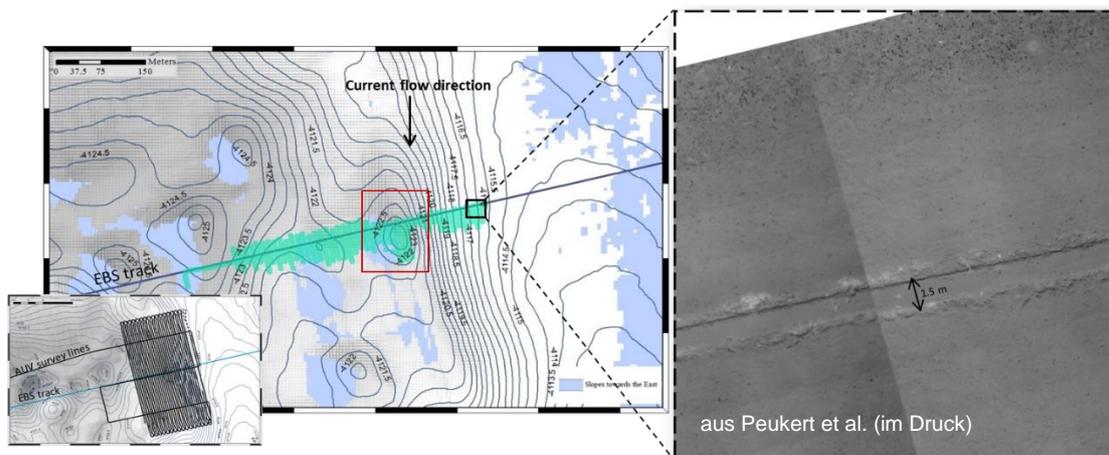


Foto: R. Sommerfeldt



Foto: S. Sturm



aus Peukert et al. (im Druck)

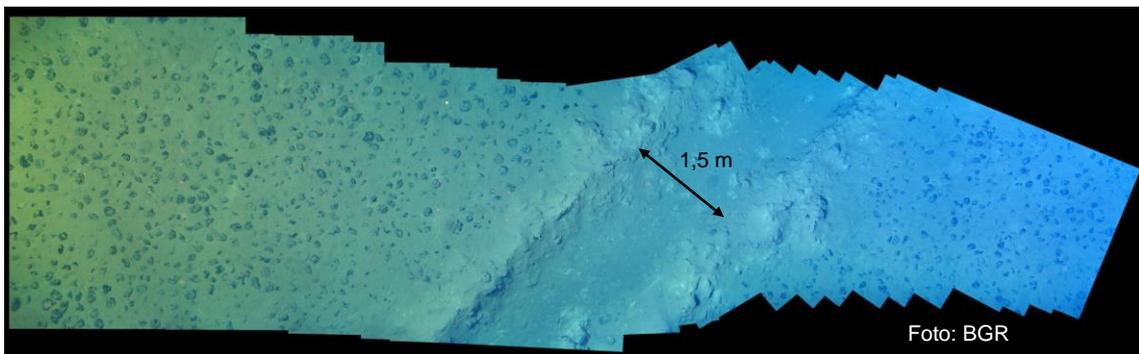


Foto: BGR

Links oben: Einholen des Videoschlittens nach Einsatz in 4100 Metern Wassertiefe. Rechts oben: "Mission accomplished", Annemiek Vink auf der Ausbeute von 1,1 Tonnen Knollen des letzten Dredgezuges. Mitte, links: der in 2015 durchgeführte EBS-Zug (blaue Linie) mit dem in hellgrün dargestellten Gebiet, in dem Knollen durch abgesetztes Sediment bedeckt wurden. Mitte, rechts: Fotomosaik der Spur (Peukert et al., im Druck). Unten: Fotomosaik eines Manganknollenfeldes mit derselben Spur des EBS von 2015, zusammengestellt von H. Wedemeyer. Die Knollen nahe der Spur des Schlittens waren vor drei Jahren noch von einer dünnen Sedimentschicht bedeckt (siehe Mitte).