

Marine Mineralische Rohstoffe an der BGR

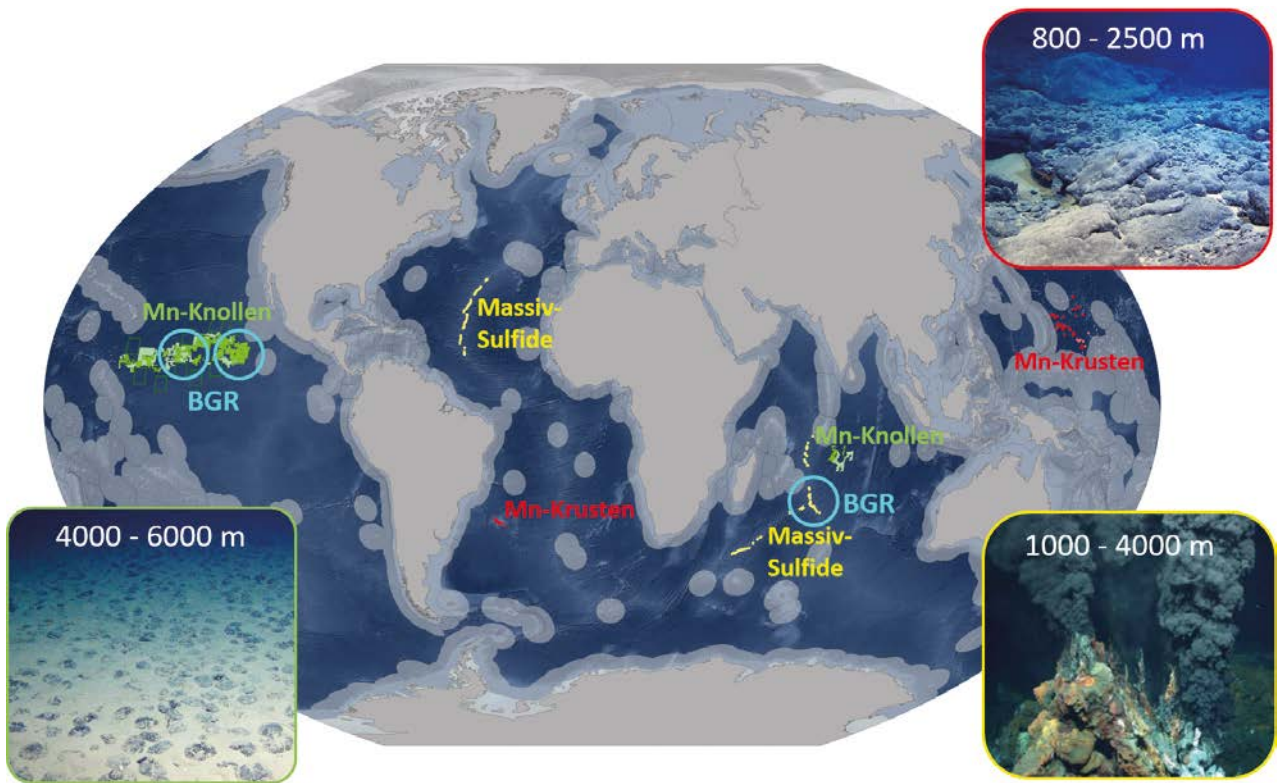


Abb.1: Explorationsgebiete mariner mineralischer Rohstoffe in internationalen Gewässern. Grau markierte Flächen spiegeln Ausschließliche Wirtschaftszonen innerhalb der 200 Seemeilen Grenze wider. BGR-Lizenzgebiete sind eingekreist.

Die Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) hält im Auftrag der Bundesregierung zwei Explorationslizenzen bei der Internationalen Meeresbodenbehörde (IMB) in Jamaika zur Erkundung von Manganknollen und Massivsulfiden. Die Manganknollen-Lizenz für ein Gebiet von 75.000 km² Größe, aufgeteilt in ein östliches Gebiet von 60.000 km² und ein westliches Gebiet von 15.000 km², im östlichen äquatorialen Pazifik gilt seit Juli 2006 bis aktuell Juli 2026. Die Erkundungslizenz für Massivsulfidvorkommen im Indischen Ozean läuft seit Mai 2015 bis Mai 2030 und gilt für ein Gebiet von insgesamt 10.000 km², aufgeteilt in 100 Blöcke zu

jeweils 100 km² (siehe Abb. 1). Beide Lizenzen sichern der Bundesrepublik Deutschland die exklusiven Rechte zur Erkundung dieser Gebiete und sie ermöglichen eine zielgerichtete Mitgestaltung anspruchsvoller internationaler Regelwerke und Standards für einen umweltverträglichen Tiefseebergbau. Seit 2016 informiert die BGR in einem jährlichen Newsletter über die aktuellen Ergebnisse dieser Erkundungsarbeiten. Der diesjährige Newsletter informiert über die Expedition der BGR in den Manganknollengürtel im östlichen Zentralpazifik, die im April/Mai diesen Jahres durchgeführt wurde, um Biodiversität und Rohstoffvorkommen zu untersuchen;

über die anstehenden Explorationsfahrten im Indischen Ozean; über den Stand der Erarbeitung der Abbauregularien und neusten Entwicklungen bei der letzten Ratssitzung der IMB; über BGR-Beteiligung und Durchführung von Workshops und Konferenzen zu Tiefseebergbau und dessen möglichen Umweltauswirkungen; und über die Entwicklung neuer Forschungsansätze, um die in den Tiefsee-Erzen enthaltenen Metalle möglichst umweltverträglich zu gewinnen.

Expedition in das BGR-Explorationsgebiet für Manganknollen

Die BGR hat vom 9. April bis 20. Mai 2023 die sechswöchige Expedition MANGAN 2023 mit dem US-amerikanischen Forschungsschiff KILO MOANA in ihr Explorationsgebiet für Manganknollen in der Clarion-Clipperton-Zone im Ostpazifik durchgeführt. Neben den neun Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern der BGR waren auch vier Biologinnen und ein Biologe der Integrated Environmental Solutions GmbH (INES) in Wilhelmshaven sowie vier Trainees der Internationalen Meeresbodenbehörde aus Argentinien, Jamaika und Kenia an Bord.

Die Fahrt begann und endete in Honolulu und war die elfte Expedition in das Gebiet seit 2008. Im Mittelpunkt der diesjährigen Seekampagne standen die bislang wenig untersuchten Bereiche des westlichen und des 2.000 km entfernten östlichen Teils des Explorationsgebietes. In den vergangenen Jahren haben wir uns im Wesentlichen auf drei wirtschaftlich interessante Gebiete mit hohen Knollenbelegungs-dichten im östlichen Gebiet konzentriert sowie auf ein Areal, das als "Preservation Reference Zone" in Frage kommt. Die vier Gebiete zusammen umfassen etwa 5.000 Quadratkilometer. Von der restlichen Fläche des 60.000 km² großen östlichen Teils und des 15.000 km² großen westlichen Teils des Explorationsgebietes gab es bisher nur wenige Daten zu Fauna und Knollenverteilung. Mit dieser Expedition haben wir die Datenlücke verringert. Während der 23 Arbeitstage wurden neun ausgewählte Areale hinsichtlich der Biodiversität und der Knollen-vorkommen untersucht. Sieben Tage haben wir im westlichen Teil des Explorationsgebietes gearbeitet und 16 Tage im östlichen Teil. Dabei haben wir auf

insgesamt 98 Stationen unsere verschiedenen Probenahmegeräte und den Videoschlitten eingesetzt.

Im Fokus unserer Arbeiten stand die Untersuchung der am Meeresboden in 4 bis 5 Kilometern Wassertiefe lebenden Tiere, die Zusammensetzung der Lebensgemeinschaften und Häufigkeiten der verschiedenen Arten sowie ihre geographische Verbreitung und der Genfluss. Diese Daten dienen der Bestimmung der Biodiversität unter natürlichen Umweltbedingungen und der Abschätzung der Auswirkungen eines zukünftigen Tiefseebergbaus. So soll die Frage beantwortet werden, ob bestimmte Tierarten aus benachbarten Regionen nach einem Abbau wieder einwandern könnten. Gleichzeitig dienen diese Daten der Überprüfung der Qualität numerischer Modelle zur Habitatverteilung und zur regionalen Verteilung verschiedener benthischer Taxa. Die Umweltuntersuchungen sind vertraglicher Bestandteil der Explorationslizenz und Voraussetzung für die Erteilung einer möglichen zukünftigen Abbaulizenz.

Erste Ergebnisse zur Häufigkeit und Verteilung der Megafauna (Tiere größer als 1 cm) auf den Fotos vom Meeresboden zeigen, dass Seegurken die Lebensgemeinschaft im westlichen Teil des Explorationsgebietes dominieren, während es im Osten die Schlangensterne sind. Außerdem haben wir beobachtet, dass die Anzahl der Tiere pro Fläche im Westen nur etwa halb so groß ist wie im Osten. Dies passt ausgezeichnet zu unseren bislang vorliegenden Erkenntnissen und ist auf die deutlich niedrigeren Nährstoff- und Phytoplankton-Konzentrationen im Westen zurückzuführen. Die Primärproduktion im Oberflächenwasser bildet die Grundlage für die Nahrungszufuhr zum Meeresboden. Von der oben gebildeten organischen Masse erreicht jedoch letztlich nur etwa ein Prozent die Tiefsee. Der Rest wird bereits in flacheren Wassertiefen von Tieren gefressen oder von Mikroorganismen abgebaut.

Neben den biologischen Untersuchungen liefern die mit dem Kastengreifer entnommenen Proben zusätzliche Daten zum Manganknollenvorkommen. Damit werden statistische Modelle zur Verteilung der Knollengrößen und der Knollenbelegungs-dichten für beide Teilgebiete überprüft. Die Ergebnisse ermöglichen eine zuverlässigere und

Stellungnahme zum Thema Radioaktivität von Manganknollen

In einer aktuellen Publikation wird auf die natürliche Radioaktivität von Manganknollen und mögliche Gesundheitsrisiken bei einem unsachgemäßen Umgang mit den Knollen im Labor, wie auch bei der großtechnischen Verarbeitung der Knollen im Rahmen eines möglichen zukünftigen Tiefseebergbaus hingewiesen (Volz et al. 2023, Scientific Reports).

Forschungseinrichtungen in Deutschland und weltweit befassen sich seit langer Zeit mit der wissenschaftlichen Untersuchung von Manganknollen. In der Strategiegruppe „Marine Mineralische Ressourcen“ des Konsortiums Deutsche Meeresforschung (KDM) sind führende Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus den deutschen Forschungseinrichtungen in regelmäßigem Austausch zu allen Themen in Verbindung mit den mineralischen Ressourcen der Tiefsee.

Da die o.g. Publikation in Fachkreisen und in der Öffentlichkeit zu Verunsicherung bezüglich der Gesundheitsgefahren beim Umgang mit Manganknollen geführt hat, nimmt die Strategiegruppe, wie folgt, Stellung zum Thema „Radioaktivität in Manganknollen“:

Manganknollen gehören zu den natürlich vorkommenden radioaktiven Stoffen. Die Radioaktivität von Manganknollen ist seit mehr als 100 Jahren bekannt und wird wissenschaftlich u.a. zur Altersdatierung genutzt. Messungen der Gammastrahlung von Manganknollen wurden in den vergangenen Jahren, bspw. an der BGR, durchgeführt, ohne dass Werte gemessen wurden, die besondere strahlenschutztechnische Maßnahmen erforderlich machen. Die Publikation von Volz et al. (2023) weist jetzt auf mögliche Gesundheitsgefahren durch die natürliche Radioaktivität von Manganknollen hin, indem sie die Aktivitätskonzentrationen von verschiedenen Alphastrahlern in Relation zu den derzeit gültigen Freigrenzen für Radioaktivität setzt. Für eine Bewertung der Gesundheitsrisiken ist nach deutscher Strahlenschutzverordnung jedoch nicht die spezifische Aktivität in Verbindung mit „Freigrenzen“ relevant, wie sie in der o. g. Studie herangezogen wurde, sondern die effektive Körperdosis unter realistischen Expositionsszenarien. Natürliche Radioaktivität tritt in

vielen Lebensbereichen auf, z. B. durch kosmische und terrestrische Strahlung, z. B. in Gebieten mit erhöhten Anteilen an granitischen Gesteinen oder in verschiedenen Lebensmitteln. Nur eine erhöhte Körperdosis stellt eine Gesundheitsgefahr dar und erfordert spezifische Strahlenschutzmaßnahmen.

Die Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) hat anlässlich der o. g. Publikation bei einem unabhängigen akkreditierten radiologischen Labor eine umfangreiche Studie zur Untersuchung der Strahlenbelastung bei typischen Laborarbeiten mit Manganknollen und bei der Lagerung von Knollen in geschlossenen Räumen beauftragt. Diese Untersuchungen werden vom Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) wissenschaftlich begleitet.

Bei der Untersuchung werden die Alpha- und Gamma-Strahler sowie die Radonbelastung gemessen und die Wirkung der ionisierenden Strahlung der Manganknollen auf Organe, sowohl von außen wie auch beim Inhalieren einbezogen. Eine erste Auswertung nach Abschluss der Messungen zeigt, dass die effektive Körperdosis bei einer Arbeitszeit mit Manganknollen von 8 Stunden pro Tag und 250 Arbeitstagen unter dem Wert von 1 Millisievert pro Jahr liegt, ab dem eine Person gemäß §5 (7) Strahlenschutzgesetz als beruflich exponierte Person gilt.

Diese ersten Ergebnisse zeigen, dass bei Anwendung von Standard-Arbeitsschutzmaßnahmen beim Umgang mit Manganknollen im Rahmen von Forschungsarbeiten, bspw. eine ausreichende Belüftung, das Tragen von Handschuhen und Mundschutz, Händewaschen und Arbeiten unter Abzug bei Staubentwicklung, keine Gefahr für Menschen besteht. Die BGR wird die Studie nach Abschluss veröffentlichen.

Diese Stellungnahme wurde wortgleich von der Strategiegruppe „Marine Mineralische Ressourcen“ des Konsortiums Deutsche Meeresforschung (KDM), online am 02. Oktober 2023 unter <https://www.deutsche-meeresforschung.de/stellungnahme-der-strategiegruppe-marine-mineralische-rohstoffe/> veröffentlicht.

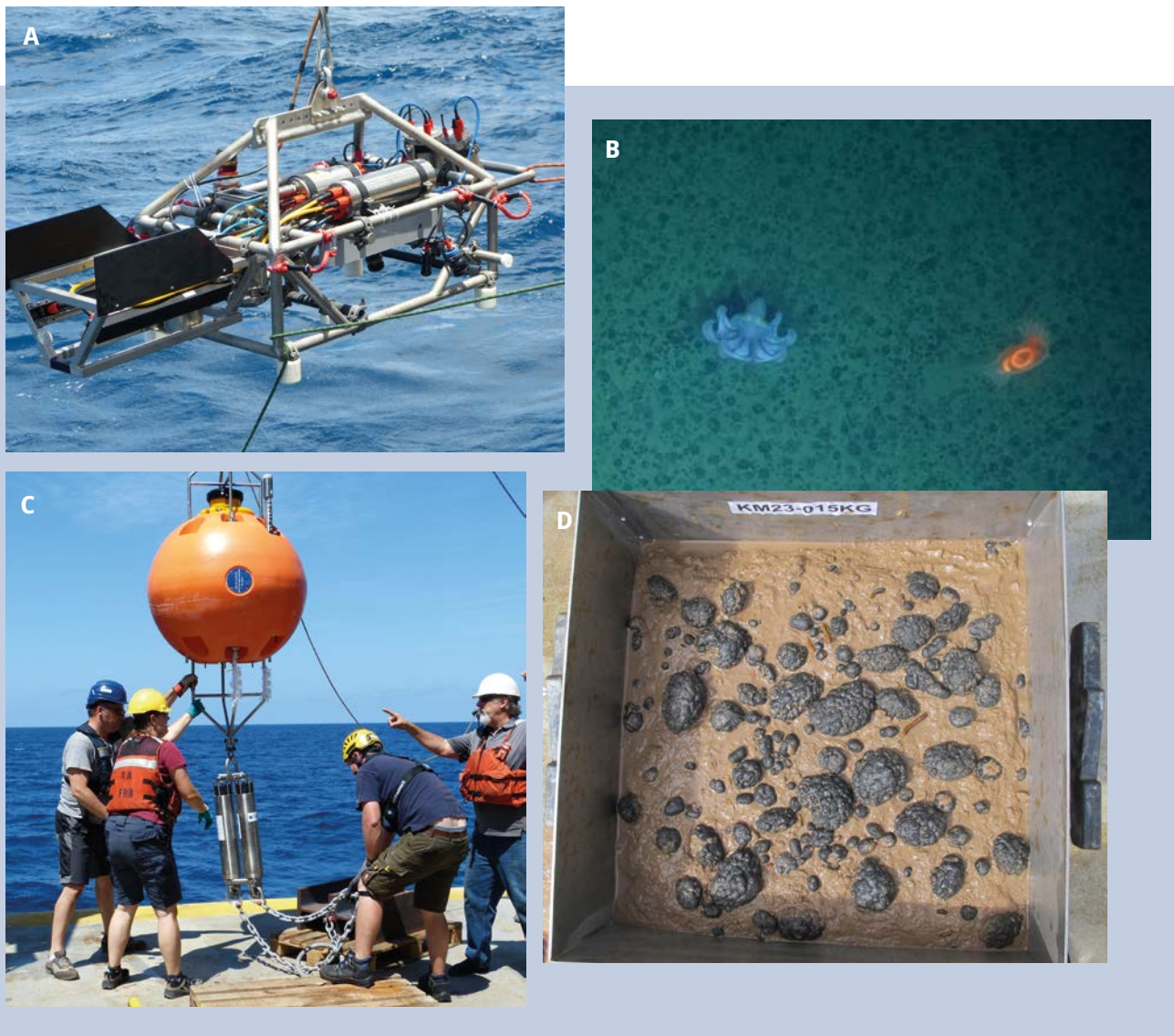


Abb.2: (A) Ausbringen des Videoschlittens, (B) Oktopus und pelagische Seegurke, (C) Aussetzen einer 5 Meter langen Verankerung mit Passivsamplern und Strömungsmesser im Auftriebskörper, (D) Oberflächenansicht einer 50 x 50 cm Kastengreiferprobe mit in situ auf dem Sediment aufliegenden Manganknollen und Wurmröhren (© BGR).

detailliertere Beurteilung des Rohstoffvorkommens als potentielle zukünftige Metallagerstätte.

Weiterhin haben wir drei Verankerungen mit Strömungsmessern geborgen, die wir zwei Jahre zuvor im östlichen Gebiet in 4.100 Metern Wassertiefe ausgesetzt haben, um Geschwindigkeit und Richtung der Bodenströmung in stündlicher Auflösung zu messen. Diese im Jahr 2013 begonnene Datenzeitreihe bildet die Grundlage für numerische Modellierungen von Strömungsregime und Partikeltransport. Die Verankerungen wurden zur Fortsetzung

der Datenreihe wieder ausgesetzt. Eine davon, die mit mehreren Passivsamplern bestückt war, haben wir nach 9 Tagen kurz eingeholt, bevor sie wieder verankert wurde. Die Passivsammler, die sich während dieser Zeit drei Meter über dem Meeresboden in 4.100 Metern Wassertiefe befanden, nehmen über molekulare Diffusion auf ein Absorbens die im Meerwasser gelösten, biologisch verfügbaren Metallionen auf. Damit wollen wir die Konzentrationen von Spurenmetallen untersuchen, die im Bodenwasser gelöst sind. Diese Daten werden Aufschluss über den natürlichen Zustand des Bodenwassers geben

und ermöglichen uns einen Vergleich mit der zukünftigen Situation nach einem eventuellen Beginn des Abbaus der Manganknollen.

Die Explorationsfahrt INDEX2023/SO300 in den Indischen Ozean

Vom 04.09. bis 20.11.2023 führt die BGR mit dem Forschungsschiff „Sonne“ die diesjährige Explorationskampagne in den Indischen Ozean durch. Bei der elfwöchigen Kampagne wird die BGR von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern der Universitäten Hamburg, Kiel und Sudbury (Kanada) sowie vom GEOMAR – Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel und dem Deutschen Zentrum für Biodiversitätsforschung am Senckenberg-Institut in Wilhelmshaven unterstützt. Außerdem nehmen sechs Trainees an der Explorationskampagne teil. Die BGR kommt damit ihrer Verpflichtung zur Ausbildung von jungen Wissenschaftlern aus Entwicklungsländern im Rahmen der Explorationsverträge mit der Internationalen Meeresbodenbehörde nach.

Ein erster Fahrtabschnitt im September 2023 widmet sich geophysikalischen Untersuchungen des Untergrundes, welche die dreidimensionale Ausdehnung der linsenförmigen Sulfidvorkommen im Meeresboden abbilden. Im zweiten Abschnitt im Oktober/November stehen Umweltuntersuchungen und die Suche nach neuen Sulfidvorkommen im Vordergrund. Hierbei kommt auch der kanadische Unterwasserroboter ROPOS zum Einsatz, mit dem gezielte Probennahmen möglich sind und auch flache Bohrungen am Meeresboden abgeteuft werden. Es ist die bereits neunte Explorationskampagne der BGR im Indischen Ozean nach Unterzeichnung des Lizenzvertrages mit der Internationalen Meeresbodenbehörde im Mai 2015.

Darüber hinaus handelt es sich bei der bevorstehenden Forschungsfahrt um die dreihundertste Fahrt mit dem Forschungsschiff „Sonne“ (im Dienst seit 2014) und seines Vorgängerschiffs gleichen Namens (1977 bis 2014). Das Schiff ist weltweit im Einsatz mit Schwerpunkt im Pazifik und Indik und ist zur Zeit eines der modernsten und leistungsfähigsten Forschungsschiffe weltweit.



Abb.3: Einsatz des Multisensor-Systems Golden Eye der BGR zur Messung von elektrischen und magnetischen Eigenschaften des Meeresbodens von Bord des Forschungsschiffes „Sonne“ in 2019 (© BGR).

Die 28. Jahrestagung des Rats der Internationalen Meeresbodenbehörde

Hintergrund

Die Debatte über den Tiefseebergbau wurde in den vergangenen Jahren zunehmend intensiver geführt. Politiker, WissenschaftlerInnen, Umweltschützer, Tiefseebergbauunternehmen, die Medien und die breite Öffentlichkeit verfolgen die Arbeit der Internationalen Meeresbodenbehörde (IMB) mit wachsendem Interesse, da die Kontroverse über die kommerzielle Nutzung von Bodenschätzen aus der Tiefsee ins Rampenlicht rückt. Die Befürworter des Bergbaus verweisen auf eine nachhaltige Versorgung mit Mangan, Nickel, Kupfer und Kobalt und betonen, dass der Abbau mariner Rohstoffe für eine weltweite Energiewende notwendig sei, während sie gleichzeitig auf umweltschädliche Praktiken im Landbergbau hinweisen. Die Gegner des marinen Bergbaus betonen hingegen die Notwendigkeit, den Ozean zu schützen, der bereits mit Umweltproblemen wie Verschmutzung, Verlust der biologischen Vielfalt und Klimawandel konfrontiert ist, und die noch unvollständig erforschten Tiefsee-Ökosysteme weiter zu untersuchen, bevor Bergbauaktivitäten

“4th Symposium on Massive Sulfide and Manganese Nodule Exploration and Environmental Studies” in Hannover (Mai 2023)

Am 24. und 25. Mai 2023 fand in den Räumlichkeiten der BGR in Hannover das vierte Symposium für Massivsulfid- und Manganknollen-Exploration und Umweltverträglichkeitsstudien (MSMNE) in Verbindung mit einem BGR-Statusseminar zur Rohstoffforschung statt. Die anderthalbtägige MSMNE-Veranstaltung wurde 2017 ins Leben gerufen, um im Jahresrhythmus Interessensgruppen aus Forschung und Industrie des Tiefseebergbaus über aktuelle Entwicklungen zu informieren, die in der BGR im Zusammenhang mit ihren vertraglichen Verpflichtungen zur Erkundung von Massivsulfid- (Seafloor Massive Sulfides – SMS) und Manganknollenlagerstätten (Poly-Metallic Nodules – PMN) im Indischen bzw. Pazifischen Ozean durchgeführt wird. Das Symposium konnte aufgrund der Covid-19-Pandemie zwischen 2020 und 2022 nicht stattfinden und wurde in diesem Jahr in Form von 25 Vorträgen wiederaufgenommen, die ein breites Spektrum an Themen zum aktuellen Stand der Erkundungsarbeiten der BGR abdeckten. Dazu gehörten lokale bis regionale geologische, hydroakustische und magnetische Untersuchungen aktiver und inaktiver Hydrothermalquellen, neue Technologien zur Probenahme für SMS-Lagerstätten, die Erfassung von Umweltbasisdaten einschließlich biologischer Daten, erste Ergebnisse von PMN-Kollektortests und deren Umweltverträglichkeitsüberwachung sowie mögliche Wege für die PMN-Metallurgie und Aufbereitung.

Das Symposium wurde in englischer Sprache und im Hybridformat abgehalten, um eine Fernteilnahme zu ermöglichen. Es war mit 36 Teilnehmern die persönlich anwesend waren, und weiteren ca. 45 Teilnehmern, die online an jedem der Symposiumstage teilnahmen, gut besucht. Es gab zahlreiche positive Rückmeldungen und ein fünftes MSMNE-Symposium, vielleicht mit einer größeren interaktiven Komponente, ist für Mai/Juni 2024 in der BGR geplant.

genehmigt werden. In diesem Zusammenhang werden die Forderungen nach einem Verbot des Abbaus mineralischer Rohstoffe aus der Tiefsee beziehungsweise einem Moratorium oder einer vorsorglichen Pause lauter.

In dem Bestreben, die Ausarbeitung der Vorschriften zu beschleunigen und mit der kommerziellen Nutzung zu beginnen, aktivierte Nauru im Juni 2021 die "Zwei-Jahres-Regel", die besagt, dass der Rat die Verabschiedung der einschlägigen Regeln, Vorschriften und Verfahren innerhalb von zwei Jahren abschließen muss. Die Zweijahresfrist lief am 9. Juli 2023 ab, so dass die Diskussion über mögliche Wege und Auswirkungen zu den von der Öffentlichkeit am meisten erwarteten Beratungen des ISA-Rates gehörte.

Der Rat der IMB trat für den zweiten Teil seiner 28. Jahrestagung vom 10. bis 21. Juli 2023 in Kingston, Jamaika, mit mehr als 150 Delegierten und BeobachterInnen zusammen, darunter VertreterInnen von 32 der 36 Ratsmitglieder. Die Verhandlungen der Abbauregularien waren wie in den vergangenen Jahren der zentrale Punkt der Tagesordnung. Darüber hinaus wurden die Zweijahresregel und die Inbetriebnahme des Unternehmens der IMB (the Enterprise) diskutiert.

Abbauregularien

Der Rat erzielte Fortschritte bei den Verhandlungen über den Entwurf der Abbauregularien in einem informellen Rahmen in vier Arbeitsgruppen zu i) einem Finanzmodell und Zahlungsmechanismus für den Tiefseebergbau, ii) dem Schutz der Meeresumwelt, iii) der Inspektion, Einhaltung und Durchsetzung der Vorschriften und iv) institutionellen Fragen. Die verbleibenden Regularien wurden im „Text des Präsidenten“ zusammengefasst und im Plenum verhandelt. Zum Abschluss der Sitzung verabschiedete der Rat einen Zeitplan für die Verhandlungen bis zum Juli 2024, der die Fortsetzung der Arbeit der informellen Arbeitsgruppen zwischen den Sitzungen und letztmalige schriftliche Änderungsvorschläge bis zum 15. September 2023 vorsieht. Außerdem erklärte der Rat seine Absicht, das Regelwerk im

Jahr 2025 zu verabschieden. Die Frage ist damit nun eher, wann - und nicht ob - der kommerzielle Abbau von Manganknollen beginnen wird.

Für die Fortsetzung der Verhandlungen und zur Steigerung der Effizienz wird zum dritten Teil der Jahressitzung, die im November 2023 stattfindet, eine Revision der Regulierungsentwürfe mit allen bisherigen Änderungsvorschlägen der Ratsmitglieder und anderen Interessengruppen vorgelegt. Nach Abschluss der Novembersitzung soll dann für das Jahr 2024 eine überarbeitete und gestraffte Version präsentiert werden, in der Überschneidungen, Doppelungen oder Rechtslücken identifiziert sind.

Zweijahresregel

In Fortsetzung seiner Beratungen zur Zwei-Jahres-Regel konnte der Rat weder einen Konsens über ein gemeinsames Verständnis dieser Regel erzielen noch ein Verfahren mit Leitlinien oder Anweisungen zur Bewertung beschließen, für den Fall, dass noch vor Verabschiedung der Regularien ein Antrag auf Abbau eingereicht wird.

Sponsorstaaten mit Lizenznehmern, die Anträge auf Abbau einreichen wollen, können nach dem Seerechtsübereinkommen beim Rat die Fertigstellung und Annahme der Abbauregularien innerhalb von zwei Jahren beantragen und haben – falls dies nicht gelingt – gegebenenfalls Anspruch auf eine vorläufige Genehmigung zum Abbau. Diese Klausel wurde in das Durchführungsübereinkommen von 1994 aufgenommen, das die Seerechtskonvention ergänzt, um unangemessene Verzögerungen und Verschleppungstaktiken im Gesetzgebungsprozess zu verhindern und einen zügigen Übergang von der Explorations- in die Abbauphase einzuleiten.

Ende Juni 2021 hat die Regierung von Nauru die Meeresbodenbehörde darüber informiert, die Zwei-Jahres-Regel in Anspruch zu nehmen, da das dort ansässige Unternehmen Nauru Ocean Resources Inc. (NORI) plant, einen Antrag auf Abbau einzureichen, allerdings ohne ein konkretes Datum dafür zu nennen. Der Zweijahreszeitraum endete am 9. Juli 2023, bislang ist jedoch kein Antrag auf Abbau eingegangen.

Angesichts der Möglichkeit eines nur unzureichend geregelten Tiefseebergbaus hat sich eine zunehmende Zahl von Staaten der von Deutschland vertretenen Position einer „precautionary pause“ angeschlossen. Mittlerweile fordern 21 von 167 Signaturstaaten des Seerechts solch eine „vorsorgliche Pause“ beziehungsweise ein Moratorium oder, wie Frankreich, gar ein vollständiges Verbot des Abbaus in internationalen Gewässern, hauptsächlich aus der Gruppe der westlichen und anderen Staaten (WEOG). Darunter ist auch Kanada, wo das Unternehmen „The Metals Company“, die Muttergesellschaft von NORI, seinen Sitz hat. Dabei handelt es sich jedoch um nationale Moratorien, die ausschließlich für Unternehmen aus den betreffenden Staaten gelten. Der Beschluss eines internationalen Moratoriums, das für alle Lizenznehmer gelten würde, ist hingegen äußerst unwahrscheinlich, da dies eine Änderung des Seerechtsübereinkommens erfordert und die Mehrheitsverhältnisse im Rat und in der Versammlung der IMB dafür nicht ausreichen. Rechtssicherheit für alle Beteiligten wird wohl nur eine zügige Weiterverhandlung und Verabschiedung der Abbauregularien bieten.



Abb.4: Ratssitzung der Internationalen Meeresbodenbehörde in Kingston, Jamaika im Juli 2023 (©IISD Earth Negotiations Bulletin).

Workshop zu ökotoxikologischen Umweltauswirkungen eines möglichen Tiefseebergbaus

Vom 11. bis 13. April 2023 richtete die BGR gemeinsam mit dem europäischen Forschungsprojekt *MiningImpact* einen internationalen wissenschaftlichen Workshop zum Thema Ökotoxikologie und Tiefseebergbau aus. Das Verständnis der ökotoxikologischen Risiken eines Tiefseebergbaus und die Umsetzung der Erkenntnisse in eine angemessene Politikberatung ist eine komplexe Herausforderung. Der Workshop wurde hybrid organisiert, neben Experten-Vorträgen als Überblick wurden vertiefende Diskussionsrunden zu unterschiedlichen Themen und Fragestellungen durchgeführt. Das Ziel des Workshops war das Zusammenführen des aktuellen Wissensstandes und die Diskussion der nächsten Schritte auf dem Weg zu einem integrierten Verständnis und einer Bewertung der ökotoxischen Gefahren im Zusammenhang mit Tiefseebergbau. Etwa 50 Teilnehmer, darunter Wissenschaftler verschiedener Fachdisziplinen, Mitglieder der Rechts- und Fachkommission der Internationalen Meeresbodenbehörde (IMB) und andere Interessengruppen diskutierten über aktuelle wissenschaftliche Erkenntnisse, Herausforderungen bei der Ableitung von Schwellenwerten im Rahmen von Umweltregulierungen, und mögliche Handlungsempfehlungen.

Konkret wurde in Expertenrunden über mögliche Methoden zur Bewertung der Toxizität sowie sinnvolle Ansätze zur Zuweisung von Toxizitätsgrenzwerten für den Abbau mariner mineralischer Rohstoffe in frühen und späteren Phasen einer Regulierung beraten. Es wurde unter anderem auch die Verknüpfung der

Toxizität mit anderen Auswirkungen eines Abbaus erörtert (z.B. durch die Ausbreitung und Ablagerung abbaubedingter Partikelwolken), die zu kumulativen und/oder synergetischen Auswirkungen auf die Gesundheit der Ökosysteme und die biologische Vielfalt führen können.

Der Workshop machte deutlich, wie schwierig es ist, das Risiko toxischer Schäden in der Tiefsee und die damit verbundenen Folgen für das Ökosystem zu bewerten. Aus den intensiven Diskussionen ging eindeutig hervor, dass es derzeit keine ausreichenden wissenschaftlichen Erkenntnisse und kein ausreichendes Verständnis des Ökosystems gibt, um eine Reihe von definitiven toxikologischen Schwellenwerten abzuleiten, die eine Schädigung der Tiefseemwelt verhindern können. In Anbetracht der begrenzten Kenntnisse wird daher empfohlen, insgesamt ein Vorsorge-Prinzip in Betracht zu ziehen. Dies kann auf Grundlage von existierenden Basisdaten, allgemeinen Informationen über toxische Auswirkungen von Metallen auf marine Flachwasserorganismen und bestehenden rechtlichen Rahmenbedingungen (z. B. nationale Wasserqualitäts-Standards für Küstengewässer) erfolgen. Im Zuge der Weiterentwicklung des marinen Bergbaus und der Ausweitung des wissenschaftlichen Verständnisses könnten dann differenziertere Schwellenwertdefinitionen sowie standortspezifische Erwägungen ausgearbeitet werden. Die Ergebnisse und Empfehlungen des Workshops werden zurzeit in einem Bericht zusammengefasst.

Das Unternehmen (the Enterprise)

Der Rat genehmigte außerdem die Schaffung des Postens eines Interims-Generaldirektors des Unternehmens (the Enterprise) und den Nachtragshaushalt für 2023-2024 zur Deckung der damit verbundenen Kosten. "The Enterprise" ist ein autonomes operatives Organ der IMB, das die Behörde in die Lage versetzen soll, selber Tiefseebergbau durchzuführen und darüber Einnahmen zu erzielen, die dann vor allem Entwicklungsländern zugutekom-

men sollen. Es wird als wichtiges Element für die Umsetzung des gemeinsamen Erbes der Menschheit angesehen, wurde jedoch aufgrund verschiedener noch offener Fragen bisher nicht gegründet. So müssen zum Beispiel noch ein Rahmen für Joint Ventures entwickelt und Möglichkeiten zur Mobilisierung der erforderlichen Finanzmittel geprüft werden. Angesichts des sich abzeichnenden Übergangs in die Abbauphase wächst nun der Druck auf die IMB, diese Fragen zu klären und das Unternehmen bald einsatzbereit zu machen.

Schlussfolgerung

Die Mitgliedsstaaten der IMB sind in der Frage des Tiefseebergbaus nach wie vor geteilter Meinung. Während einige auf eine zügige Verabschiedung der Abbauregularien drängen, zögern andere die Verhandlungen hinaus, weil sie befürchten, dass der Abbau die Ökosysteme der Tiefsee irreparabel schädigen und zu einem dauerhaften Verlust der biologischen Vielfalt führen würde. Wieder andere sehen offenbar die Konkurrenz für ihren heimischen Landbergbau kritisch. Während der Sitzung der Versammlung der IMB, die auf die des Rates folgte, wurde die Diskussion über einen von Chile, Costa Rica, Frankreich, Palau und Vanuatu eingebrachten Vorschlag, ein Moratorium für den Tiefseebergbau zu verhängen, bis entsprechende Vorschriften erlassen sind, von China blockiert. Im Gegenzug wurden die Bemühungen Chinas, Norwegens, Naurus, Mexikos und Großbritanniens, eine feste Frist für die Verabschiedung der Abbauregularien zu setzen, von den Gegnern vereitelt. Die anhaltende Ungewissheit bei der IMB wird den Tiefseebergbau aber wohl nicht aufhalten, da mehrere Länder, darunter Norwegen, Japan und die Cookinseln, Vorschriften für die Gewinnung von Tiefseerohstoffen in ihren jeweiligen Ausschließlichen Wirtschaftszonen vorantreiben.

Gewinnung von Wertmetallen aus Marinen Erzen – Aktuelle Entwicklungen

Im Newsletter letzten Jahres hatten wir über verschiedene Projekte berichtet, welche sich mit der Gewinnung der in den Manganknollen enthaltenen Wertmetalle beschäftigen. Im Vordergrund für dieses Jahr steht dabei die Feststoffchlorierung, ein Prozess der an der Technischen Universität Bergakademie Freiberg (TUBAF) entwickelt und für die Anwendung auf Manganknollen in einem Vergabeprojekt untersucht wird.

Aufbereitung von Manganknollen per Feststoffchlorierung

Anfang des Jahres startete, nach den vielversprechenden Vorversuchen letztes Jahr, das Vergabeprojekt zur Entwicklung eines Aufbereitungsverfahrens auf Basis der an der TUBAF entwickelten Feststoffchlorierung. Untersucht wird hierbei der gesamte Weg von der Rohknolle über den Aufschluss der Minerale und Lösung der Wertmetalle bis hin zur selektiven Abscheidung einzelner Metalle um diese in verkaufsfähige Metallkonzentrate zu überführen. Dabei ist ein Anspruch dieses Verfahren möglichst umweltschonend zu gestalten. Die Vorteile

Marine mineralische Rohstoffe Session bei der GeoBerlin 2023

Vom 3. bis zum 7. September 2023 fand die Jahrestagung der Deutschen Geologische Gesellschaft und der Geologischen Vereinigung (DGGV) statt. Im Rahmen der GeoBerlin wurde die Gründung der Preussischen Geologischen Landesanstalt, der Vorgängerin der BGR, vor 150 Jahren als auch das 175-jährige Bestehen der DGGV gefeiert. Unter dem Motto "Geosciences Beyond Boundaries – Research, Society, Future" gab es eine Vielzahl von wissenschaftlichen Beiträgen aus dem gesamten Themenfeld der Geowissenschaften. Der Arbeitsbereich Marine Geologie / Exploration beteiligte sich mit einer eigenen Session zum Thema „Marine mineral deposits: Formation, exploration, and environmental impacts of human activities“, welche einen Einblick in die Exploration mineralischer Rohstoffvorkommen in der Tiefsee, die Erforschung möglicher Umwelt Risiken, als auch technische und sozial-politische Entwicklungen gegeben hat. Neben Poster- und mündlichen Beiträgen, unter anderem zur Genese von pyrit-reichen Schwarzen Rauchern am Mittelatlantischen Rücken, der Etablierung von Passivsamplern zum marinen Umweltmonitoring und der Präsentation einer neuen europäischen marinen Rohstoffdatenbank, gab es auch einen umfassenden Keynote-Vortrag mit dem Thema „Advancements in Deep-Sea Mineral Exploration and Legal Aspects of Deep-Sea Mining“.

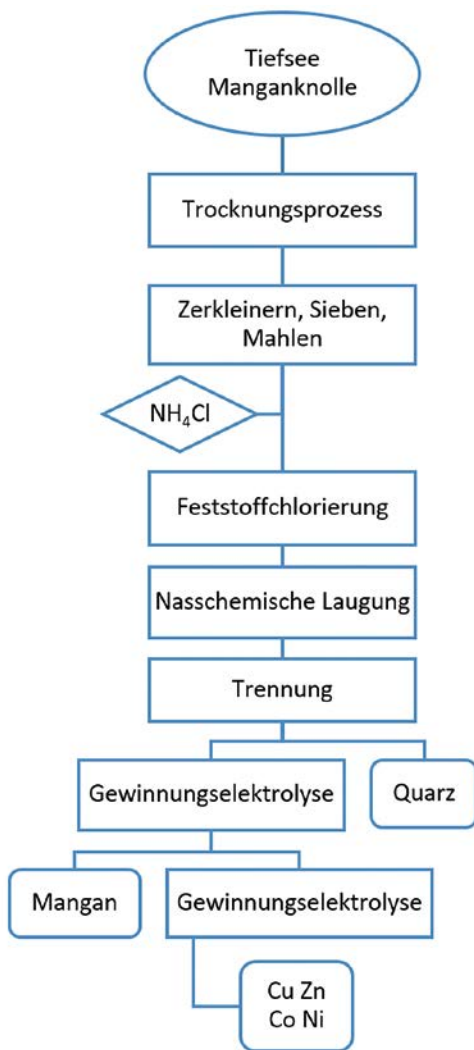


Abb.5: Fließdiagramm der Aufbereitung von Manganknollen.

der Feststoffchlorierung sind hierbei zum einen der Einsatz eines ungefährlichen Ausgangsstoffes (Ammoniumchlorid, NH_4Cl , bekannt als Salmiak in den gleichnamigen Pastillen), moderate Temperaturen im Vergleich zu pyrometallurgische Ansätzen, das Vermeiden saurer Abwässer, sowie die Rückgewinnung ungenutzter Reaktionsmittel. Für die Herstellung von Metallkonzentraten wird die Gewinnungselektrolyse untersucht, bei der sich durch Potentialunterschiede einzelne Metalle aus der Lösung heraus an Elektroden abscheiden. Dieser Ansatz ist zum Beispiel in der Kupfergewinnung das Standardverfahren zur Herstellung hochreinen Kathodenkupfers.

Nach der Feststoffchlorierung zum Auflösen der Manganknollen, werden die Metalle unter Zugabe von Schwefelsäure und Wasserstoffperoxid in Lösung gebracht um sie anschließend elektrolytisch zu trennen. Es wurde ein Elektrolysesystem aufgebaut, um durch Variation des Elektrodenpotentials, des pH-Werts und des Elektrodenmaterials die enthaltenen Wertmetalle Mn, Cu, Ni und Co/Zn vollständig abzuscheiden (Abb. 5). Als Elektrodenmaterial werden Edelstahl-, Aluminium-, Blei- und Platinelektroden untersucht. Das gleichzeitige Abscheiden aller Wertelemente durch Einsatz unterschiedlicher Elektrodenmaterialien ist möglich, bedarf allerdings weiterer Elektrolyseversuche mit Charakterisierung der abgeschiedenen metallischen Schichten und Niederschläge.

Termine

05.12.23 - 07.12.23

Deep Sea Minerals Konferenz
(Bergen, Norwegen)

15.07.24 - 26.07.24

IMB 29. Ratssitzung II
(Kingston, Jamaika)

28.10.24 - 08.11.24

IMB 29. Ratssitzung III
(Kingston, Jamaika)

18.03.24 - 29.03.24

IMB 29. Ratssitzung I
(Kingston, Jamaika)

29.07.24 - 02.08.24

IMB 29. Versammlung
(Kingston, Jamaika)

14.09.24 - 21.09.24

Underwater Minerals Conference
2024 (Rarotonga, Cookinseln)

14.04.24 - 19.04.24

European Geoscience Union (EGU),
General Assembly (Wien, Österreich)

18.08.24 - 23.08.24

Goldschmidt Konferenz
(Chicago, USA)

Literatur/Veröffentlichungen mit BGR-Beteiligung

MARINO, E., GONZALEZ, F.J., KUHN, T., MADUREIRA, P., SOMOZA, L., MEDIALDEA, T., LOBATO, A., MIGUEL, C., REYES, J., OESER, M. (2023): Factors controlling rare earth element plus yttrium enrichment in Fe–Mn crusts from Canary Islands Seamounts (NE Central Atlantic). *Marine Geology* 464, 107144. <https://doi.org/10.1016/j.margeo.2023.107144>.

UHLENKOTT, K., SIMON-LLEDÓ, E., VINK, A., MARTÍNEZ ARBIZU, P. (2023): Habitat heterogeneity enhances megafaunal biodiversity at bathymetric elevations in the Clarion Clipperton Fracture Zone. *Marine Biodiversity* 53, 55, <https://doi.org/10.1007/s12526-023-01346-z>.

KAISER, S., CHRISTODOULOU, M., JANSSEN, A., KIHARA, T.C., MOHRBECK, I., PASOTTI, F., SCHNURR, S., VINK, A., MARTINEZ ARBIZU, P. (2023): Diversity, distribution and composition of abyssal benthic Isopoda in a region proposed for deep-seafloor mining of polymetallic nodules: a synthesis. *Marine Biodiversity* 53, 30, <https://doi.org/10.1007/s12526-023-01335-2>.

FRITZ, B., HEIDAK, P., VASTERS, J., KUHN, T., FRANKEN, G., SCHMIDT, M. (2023): Life cycle impact on climate change caused by metal production from deep-sea manganese nodules versus land-based deposits. *Resources, Conservation & Recycling* 193, 106976 <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2023.106976>

UHLENKOTT, K., MEYN, K., VINK, A., MARTÍNEZ ARBIZU, P. (2023): A review of Megafauna diversity and abundance in an exploration area for polymetallic nodules in the eastern part of the Clarion Clipperton Zone (North East Pacific), and implications for potential future deep-sea mining in this area. *Marine Biodiversity* 53, 22, <https://doi.org/10.1007/s12526-022-01326-9>.

MÜLLER, H., SCHWALENBERG, K., BARCKHAUSEN, U., KUHN, T. (2023): Erkundung polymetallischer Massivsulfide im Indischen Ozean: Herausforderungen für die marine Magnetik und Elektromagnetik in der Tiefsee. In: *Mitteilungen, Deutsche Geophysikalische Gesellschaft: Sonderband, 1/2023, 3-16. ISSN 0947.1944.*

ROSSEL, S. UHLENKOTT, K., PETERS, J., VINK, A., MARTÍNEZ ARBIZU, P. (2022): Evaluating species richness using proteomic fingerprinting and DNA barcoding – a case study on meiobenthic copepods from the Clarion Clipperton Fracture Zone. *Marine Biodiversity* 52, 67, <https://doi.org/10.1007/s12526-022-01307-y>.

VINK, A., AIGNER, T., BARDENHAGEN, M., BARZ, J., BOURIAT, A., CHARLET, F., DE STIGTER, H., GAZIS, I., GOOSSENS, J., HAECKEL, M., HAGEDORN, D., HEGER, K., JANSSEN, F., KEFEL, O., LUONGO, G., MASCHMANN, N., MOHRMANN, J., MOLARI, M., ROSSEL, S., RÜHLEMANN, C., SCHMIDT, K., SEVILGEN, D., STOCKS, M., STRATMANN, T., UHLENKOTT, K., YAPAN, B. (2022): MANGAN 2021 Cruise Report: Independent scientific monitoring of two collector tests in the BGR and GSR contract areas for the exploration of polymetallic nodules in the equatorial NE Pacific. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover, 363 pp. DOI: 10.25928/hw7d-fs42

Impressum

Stand: November 2023

B1.4 Marine Rohstofferkundung
Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR)
Stilleweg 2
30655 Hannover

E-Mail: mineralische-rohstoffe@bgr.de
www.bgr.bund.de