

MARINE MINERALISCHE ROHSTOFFE AN DER BGR

HINTERGRUND DER DEUTSCHEN EXPLORATIONS-LIZENZEN FÜR MARINE MINERALISCHE ROHSTOFFE

Durch den steigenden globalen Rohstoffbedarf und die abnehmende Qualität der bekannten Lagerstätten ist die Erschließung neuer Rohstoffquellen von zunehmender Bedeutung für die langfristige Rohstoffsicherung. Besonders interessant ist das Potenzial von marinen mineralischen Rohstoffen auf dem Meeresboden. Um die zukünftige Versorgung der deutschen Wirtschaft mit strategisch wichtigen Metallen wie Nickel, Kupfer und Kobalt zu gewährleisten, hält die BGR im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie zwei Lizenzen bei der Internationalen Meeresbodenbehörde (IMB) in Jamaika zur Erkundung von Manganknollen und Massivsulfiden. Die Lizenz zur Exploration von Manganknollen gilt von Juli 2006 bis Juli 2021 für ein Gebiet von 75.000 km² Größe im östlichen tropischen Pazifik (Abb. 1). Neben der BGR haben weitere sechs staatliche Institute und sieben private Unterneh-

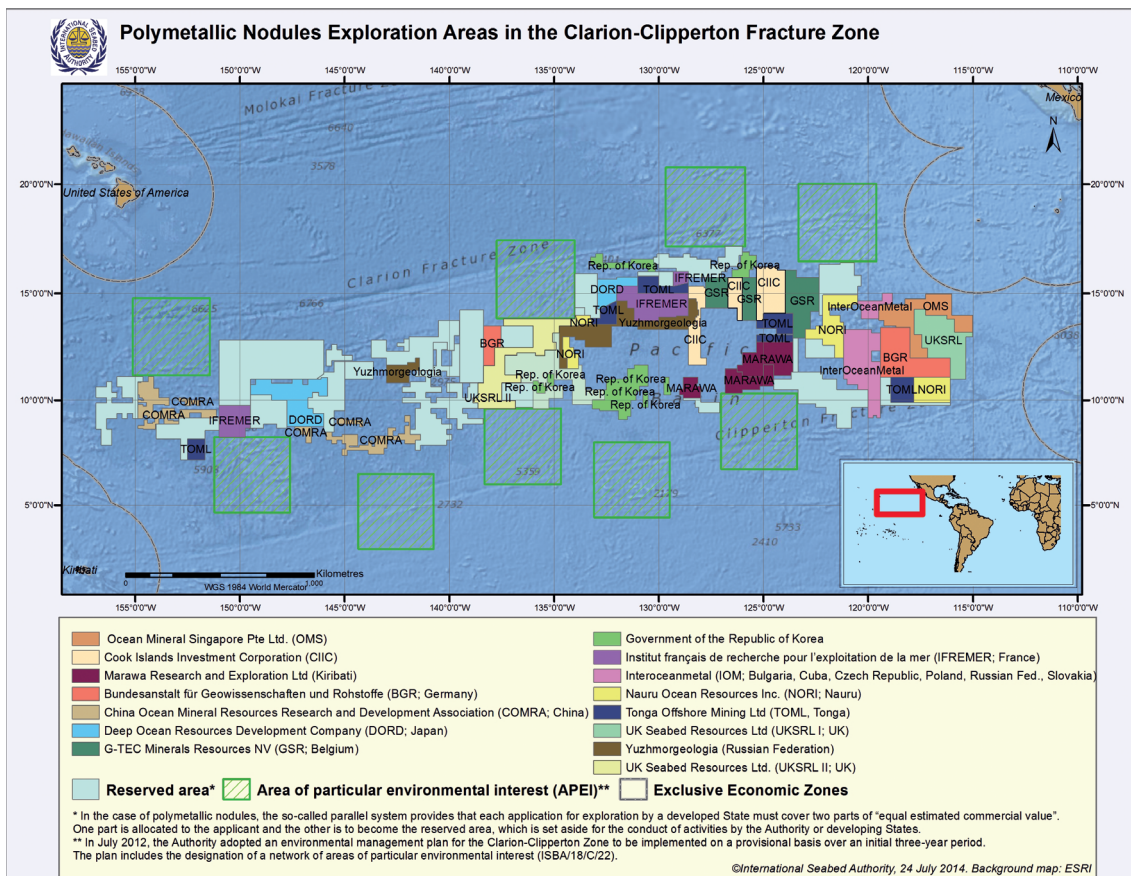


Abb. 1: Lizenzgebiete für die Manganknollen-Exploration im sog. Manganknollengürtel des Ostpazifiks. Das deutsche Erkundungslizenz ist in zwei Gebiete aufgeteilt und wird hier in orange dargestellt.

men dort Lizenzen erworben. Die Lizenz auf Massivsulfide im Indischen Ozean läuft von Mai 2015 bis Mai 2030 und sichert der Bundesrepublik Deutschland die exklusiven Explorationsrechte in einem insgesamt 10.000 km² großen Gebiet, aufgeteilt in 100 Blöcke zu jeweils 100 km² (Abb.2).

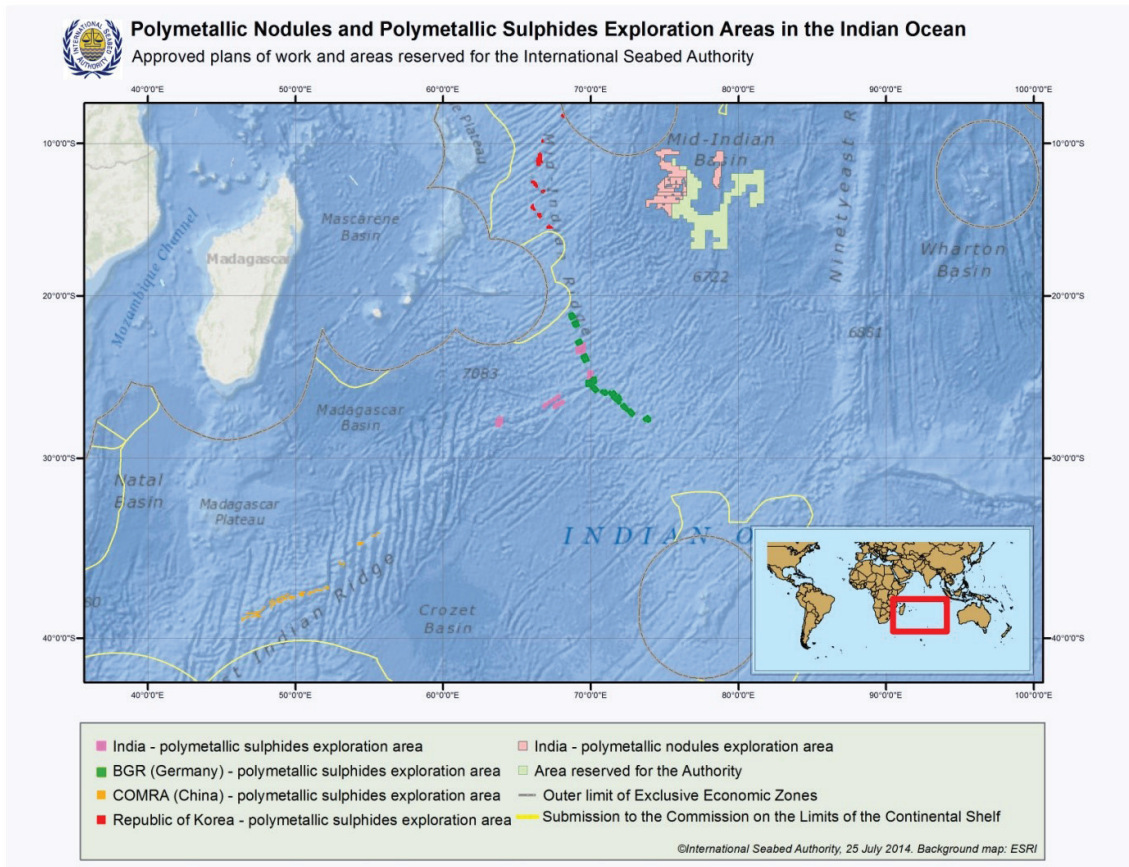


Abb. 2: Lage der deutschen Lizenzgebiete für die Massivsulfid-Exploration (dunkelgrün).

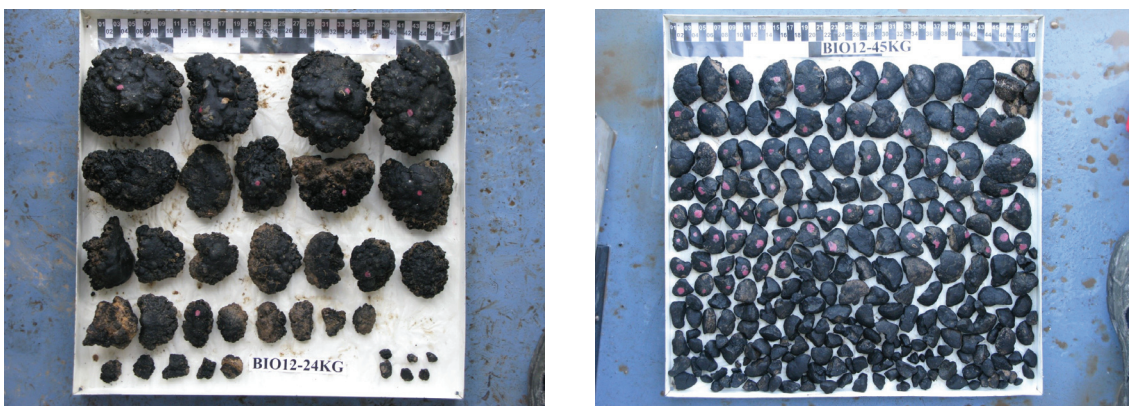


Abb. 3: Repräsentative Meeresbodenproben aus einem Feld mit dominierend mittleren bis großen Manganknollen (>4 cm Durchmesser, links) und dominierend kleinen Manganknollen (<4 cm Durchmesser, rechts). Man beachte die unterschiedliche Anzahl und Knollengrößenverteilung. Die Proben bedecken jeweils eine Meeresbodenfläche von 50 cm x 50 cm. Sie wurden mit einem sogenannten Kastengreifer genommen.

EXPLORATIONSLIZENZ MANGANKNOLLEN

Explorationsergebnisse

Manganknollen sind bis zu 15 cm große Konkretionen, die sich in den Tiefsee-Ebenen in Wassertiefen von 4.000 bis 6.000 m bilden. Sie liegen lose auf der Oberfläche des Meeresbodens und enthalten neben Mangan und Eisen auch Kupfer, Nickel und Kobalt in ähnlichen Konzentrationen wie in vielen Erzlagerstätten an Land. Zwischen 2008 und 2016 hat die BGR auf sechs Expeditionen mit Forschungsschiffen das deutsche Lizenzgebiet vermessen, beprobt und die Wirtschaftlichkeit des Vorkommens erkundet sowie die Umweltbedingungen und die Biodiversität untersucht. Im Fokus stand dabei der östliche Teil des Gebietes mit einer Fläche von rund 60.000 km², in etwa so groß wie Niedersachsen und Schleswig-Holstein zusammen. Dabei wurden zunächst die Topographie und die Beschaffenheit der Meeresbodenoberfläche erfasst. Die Vermessungsarbeiten haben gezeigt, dass es zwei unterschiedliche Arten von Knollenfeldern gibt, solche mit Knollengrößen von 4 bis 15 cm bedecken 9 % der Gesamtfläche und solche mit kleinen Knollen von 2 bis 4 cm Größe bedecken 64 % (Abb. 3). Der Rest des Lizenzgebietes besteht aus untermeerischen Vulkanen (25 %) oder Flächen ohne Knollen (2 %). Die Experten der BGR konnten anhand der Vermessung Gebiete mit einer Fläche von insgesamt 10.000 km² identifizieren, die sehr dicht mit Knollen bedeckt, topographisch flach und wirtschaftlich besonders ergiebig sind.

Abschätzung des Rohstoffpotenzials

Die Gesamtmenge der Knollen im östlichen Lizenzgebiet beträgt rund 750 Mio. t Nassgewicht mit teilweise hohen Belegungsdichten zwischen 15 und 30 kg Nassgewicht pro m². Die wirtschaftlich interessanten Felder von 10.000 km² Fläche enthalten etwa 175 Mio. t Manganknollen und würden etwa sechs Jahrzehnte Tiefseebergbau bei einer Fördermenge von 3 Mio. t pro Jahr ermöglichen. In diesen Knollen sind insgesamt 1,7 Mio. t Nickel, 1,5 Mio. t Kupfer und 0,25 Mio. t Kobalt enthalten und zusätzlich etwa 40 Mio. t Mangan, die – ein geeignetes metallurgisches Verfahren zur Gewinnung der Metalle vorausgesetzt – erheblich zum Wert der Knollen beitragen. Ein Zehntel dieser Fläche (1.000 km²) wurde detailliert beprobt und nach dem JORC-Standard als „wahrscheinliche Ressourcen“ („*indicated resource*“) eingestuft. Die Tonnage in diesen 1.000 km² beträgt 14 Mio. t Knollen. Im häufigsten Teil des Gebietes haben wir 230 km² Fläche mit 90 Kastengreifern-Einsätzen dicht beprobt (5 Mio. t Knollen) und die Hälfte davon mit einem BGR-eigenen tiefgeschleppten Fächerecholot in 1-Meter-Auflösung kartiert.

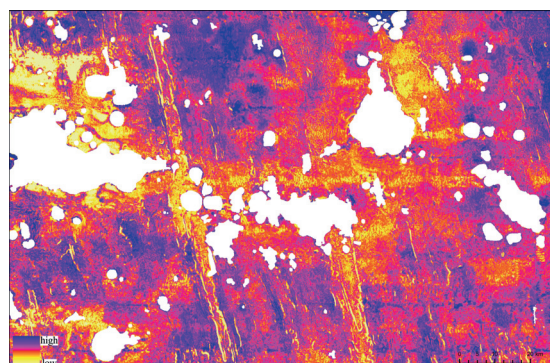
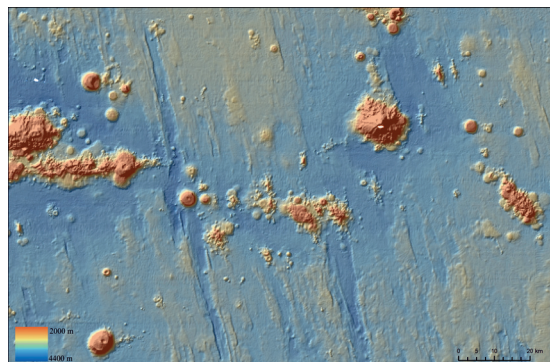


Abb. 4: Typische Meeresbodenmorphologie im deutschen Lizenzgebiet mit dem Auftreten von Tiefseeebenen und untermeerischen Bergen (sog. Seamounts). Letztere können sich zu Gebirgsregionen vereinen, die die Größe des Karwendelgebirges in den Alpen erreichen (oberes Bild). Die Erstellung von Vorhersagekarten der Manganknollenbelegungsdichte (in kg/m²) ist ein wesentliches Ergebnis der Explorationsarbeiten (unteres Bild). Beide Bilder zeigen den gleichen Kartenausschnitt.

MIDAS „MANAGING IMPACTS OF DEEP-SEA RESOURCE EXPLOITATION“

(www.eu-midas.net)

MIDAS ist ein europäisches Kooperationsprojekt mit 32 Partnern aus Forschung und Industrie, das durch das 7. Rahmenforschungsprogramm der Europäischen Kommission für 3 Jahre gefördert wird (Projektbeginn: November 2013). Im Rahmen dieses Projektes werden Umweltbeeinträchtigungen untersucht, die durch einen zukünftigen Tiefseebergbau entstehen können, und Lösungsansätze für einen umweltverträglichen Abbau entwickelt. Die Schwerpunkte der Forschungsarbeiten sind (1) das Ausmaß möglicher physischer Beeinträchtigungen, (2) die Dynamik der Suspensionsfahne, (3) die Freisetzung toxischer Substanzen und (4) die potenziellen Auswirkungen auf die Tiefsee-Ökosysteme. Die Ergebnisse sollen die Entwicklung von Strategien und Richtlinien der EU und der IMB zum nachhaltigen Umweltschutz und Umweltmanagement unterstützen.

JPI-OCEANS „ECOLOGICAL ASPECTS OF DEEP-SEA MINING“ (www.jpi-oceans.eu/ecological-aspects-deep-sea-mining)

Dieses europäische Forschungsprojekt mit dreieinhalb Jahren Laufzeit (Projektbeginn: Januar 2015) wird im Rahmen der „Joint Programming Initiative – Oceans“ zusammen mit 25 Partnern aus 11 Ländern durchgeführt und auf deutscher Seite durch das BMBF finanziert. Das übergeordnete Ziel des Projektes ist es, das Risiko eines möglichen zukünftigen Tiefseebergbaus für das Ökosystem zu beurteilen. Dafür werden die Prozesse, das Ausmaß und die Dauer von Störungs- und Erholungsphasen in einem Manganknollengebiet im Peru Becken (Südost-Pazifik) untersucht, das vor 25 Jahren künstlich gestört wurde. Außerdem wird im Gebiet der heutigen Manganknollenexploration im Nordostpazifik das Potenzial der Wiederbesiedlung einzelner Arten nach einer zukünftigen Störung erforscht. Die Ergebnisse schaffen eine verbesserte Grundlage für die Evaluierung, das Monitoring und das Minimieren von Umweltschäden durch zukünftige Eingriffe in die Tiefsee.

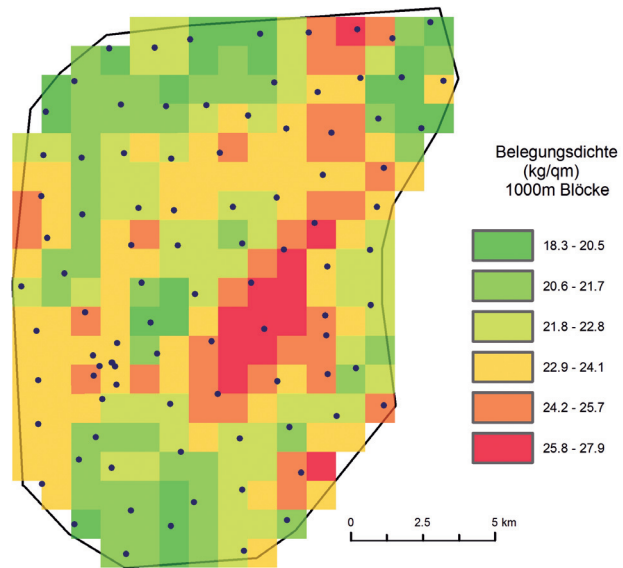


Abb. 5: Verteilung der Manganknollenbelegungsichte in 1.000 m x 1.000 m großen Abbaublöcken in einem Teilgebiet des deutschen Lizenzgebietes. Es wird ersichtlich, dass die Belegung mit Manganknollen im Durchschnitt in den Blöcken nicht unter 18 kg/m² (Nassgewicht) sinkt. Der mittlere relative Fehler der Vorratsberechnung liegt bei 16 %.

Begleitende Umweltuntersuchungen

Auf unseren Expeditionen haben wir auch intensive Umweltuntersuchungen zur Biodiversität, Porenwasserchemie, Sedimentologie und Ozeanographie durchgeführt, mit Unterstützung durch große deutsche und internationale Forschungseinrichtungen (z. B. mit dem Deutschen Zentrum für Marine Biodiversitätsforschung in Wilhelmshaven, dem Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung in Bremerhaven, dem Geomar-Forschungszentrum in Kiel und der Universität Bremen), mit denen wir über Aufträge und im Rahmen von nationalen und EU-Forschungsprojekten kooperieren. So wird zurzeit im Rahmen der europäischen Forschungsverbünde MIDAS (Managing Impacts of Deep Sea Resource Exploitation) und JPIO (Ecological Aspects of Deep-Sea Mining innerhalb der Joint Programme Initiative Oceans) mit Hilfe numerischer Modelle die Ausbreitung von Suspensionsfahnen im Lizenzgebiet untersucht. Weiterhin haben wir zwei Referenzgebiete ausgewiesen als Voraussetzung für einen Kollektortest und einen möglichen zukünftigen Abbau. In diesen beiden Gebieten haben wir detaillierte Untersuchungen zur Gemeinschaft und geografischen Reichweite der Bodenlebewesen, zu den Strömungsrichtungen und Geschwindigkeiten des Bodenwassers sowie der che-

mischen Zusammensetzung des Porenwassers und der Sedimente durchgeführt.

Technologische Herausforderungen für einen Tiefseebergbau

Die technologischen Herausforderungen für einen Tiefseebergbau liegen in den außergewöhnlichen Umweltbedingungen der Tiefsee. In Wassertiefen von 4.000 bis 5.000 m mit einem Druck von 400 bis 500 bar und Temperaturen von 1 bis 2 °C sollen die Abbaugeräte über einen langen Zeitraum von mehreren Jahren bis Jahrzehnten hinweg zuverlässig und wartungsarm arbeiten. Zum anderen sollen die technischen Eingriffe in die Tiefseelumwelt möglichst gering sein. Hierbei kommt es vor allem darauf an, die Verbreitung von Suspensionswolken durch den feinkörnigen Schlamm des Meeresbodens während des Abbaus der Manganknollen so gering wie möglich zu halten. Neben den technischen Herausforderungen sind auch die geschätzten Investitionskosten von 1 bis 1,5 Mrd. Euro und die Betriebskosten 200 bis 400 Mio. Euro pro Jahr eine Hürde für die zeitnahe Umsetzung des Tiefseebergbaus. Auch wenn diese Beträge in der Größenordnung von großen Bergbauprojekten an Land liegen, muss man jedoch beachten, dass die Abbau- und Aufbereitungstechnologie für den marinen Bergbau noch nicht etabliert sind. Deshalb werden die Entwicklung und der Test von technischen Komponenten dringend benötigt. In zwei europäischen Forschungsprojekten, Blue Mining und Blue Nodules, werden derzeit solche Komponenten entwickelt. Im Rahmen eines zukünftigen Tiefseebergbaus gibt es zahlreiche Geschäftsfelder für deutsche, auch klein- und mittelständige, Unternehmen, die sich nicht nur auf die Abbautechnologie selbst beziehen, sondern auch auf ein kontinuierliches Umweltmonitoring in deren Umfeld.

Aufbereitung und Metallurgie

Für die Manganknollen existiert noch kein metallurgisches Aufbereitungsverfahren im industriellen Maßstab. Aufbereitung verursacht nach übereinstimmenden Schätzungen verschiedener Studien den größten Anteil an den Investitions- und Betriebskosten für einen Tiefseebergbau. Die Entwicklung einer energieeffizienten Verfahrensweise wäre deshalb besonders lohnenswert. Prinzipiell kommen drei Verfahren sowie deren Kombinationen in Frage (pyrometallurgisch, hydrometallurgisch, Biolaugung). Die RWTH Aachen arbeitet zurzeit im Auftrag der BGR an einem sogenannten „Zero-Waste“-Konzept zur Aufbereitung von Manganknollen. Ziel dieses Konzeptes soll es sein, die Knollen in ihrer Gänze einer ökonomischen Verwertung zuzuführen. Damit würde nicht nur die Aufhaldung des Aufbereitungsrestes und damit weiterer enormer Flächenverbrauch an Land verhindert, sondern der ökologische „Fußab-

BLUE MINING (www.bluemining.eu)

Blue Mining ist ein europäisches Kooperationsprojekt, das durch das 7. Rahmenforschungsprogramm der Europäischen Kommission für 4 Jahre gefördert wird (Projektbeginn: Februar 2014). Das Konsortium besteht aus 15 Partnern von Forschungseinrichtungen und der Industrie aus sechs europäischen Ländern und adressiert alle Aspekte der Wertschöpfungskette eines zukünftigen Bergbaus auf Manganknollen und Massivsulfide aus der Tiefsee. Aspekte der Exploration, der Lagerstättenmodellierung und der Förderung aus bis zu 5.000 m Wassertiefe werden ebenso betrachtet wie Fragen zum rechtlichen Rahmen und zum Management eines solchen Bergbauprojektes. Wesentliches Ziel ist die Entwicklung von Fördertechnologien bis zum „Technology Readiness Level“ 6.

BLUE NODULES (www.blue-nodules.eu)

Blue Nodules ist ein europäisches Kooperationsprojekt, das durch das Rahmenforschungsprogramm „Horizon 2020“ der Europäischen Kommission für vier Jahre gefördert wird (Projektbeginn: Februar 2016). Das Konsortium besteht aus 14 Partnern von Forschungseinrichtungen und der Industrie aus neun europäischen Ländern mit dem vorrangigen Ziel, einen automatisierten und möglichst umweltschonenden Kollektor für den Abbau von 2 Mio. t Manganknollen jährlich aus 4.000 bis 6.000 m Wassertiefe bis zum „Technology Readiness Level“ 6 zu entwickeln.

druck“ eines zukünftigen Tiefseebergbaus deutlich verringert. Andere Lizenznehmer, hier insbesondere die staatlichen Konsortien aus Indien, Südkorea und Japan, arbeiten ebenfalls aktiv an der Erstellung eines Aufbereitungsprozesses für die Manganknollen.

Rechtlicher Rahmen für einen Tiefseebergbau

Den rechtlichen Rahmen für einen Tiefseebergbau bietet das Internationale Seerechtsübereinkommen (SRÜ) von 1994, in dessen Rahmen u.a. die Internationale Meeresbodenbehörde (IMB) geschaffen wurde. Die IMB reguliert und überwacht alle Aktivitäten zur wirtschaftlichen Nutzung des Meeresbodens und dessen Untergrundes jenseits der Grenzen nationaler Hoheitsbefugnisse. Zurzeit werden die Regularien für einen Abbau von Manganknollen von der IMB erarbeitet, ein erster *Entwurf wurde im Anschluss an die Jahresversammlung 2016 veröffentlicht*. Einen guten Überblick über den rechtlichen Rahmen für einen Tiefseebergbau bieten die Veröffentlichungen von Prof. Dr. Uwe Jenisch (siehe Links und Quellen).

Zukünftige Arbeiten

Die Explorationsarbeiten auf Manganknollen im deutschen Lizenzgebiet sind so weit fortgeschritten, dass ein Pilot-Mining-Test durchgeführt werden kann. Da bei einem solchen Test eine Fläche von mehr als 10.000 m² bearbeitet wird, muss gemäß den Regularien der IMB eine Umweltverträglichkeitsprüfung ein Jahr vor dem Test vorgelegt werden. Die in den Teilgebieten durchgeführten detaillierten Erkundungsarbeiten hinsichtlich Topographie, Knollenbelegung, Ressourcenabschätzung und Umweltbedingungen sind eine wichtige Voraussetzung für die Durchführung einer solchen Prüfung. Sowohl bei der Entwicklung der Abbautechnologie als auch bei der Durchführung des Abbautests ergeben sich gute Möglichkeiten für die deutsche Industrie für neue Geschäftsfelder. Das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie strebt die Flankierung der technischen Entwicklung durch eine finanzielle Förderung an.

EXPLORATIONSLIZENZ MASSIVSULFIDE

Seit 2011 erkundet die BGR auch polymetallische Sulfide im Indischen Ozean. Die vierjährigen Prospektionsarbeiten mündeten in einer Explorationslizenz, die im Mai 2015 gemeinsam vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), der *Internationalen Meeresbodenbehörde* (IMB) und der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) *unterzeichnet* wurde. Damit sichert sich die Bundesrepublik Deutschland für 15 Jahre die exklusiven Explorationsrechte in einem 10.000 km² großen Gebiet im *Indischen Ozean*. Ziel der Exploration ist es zum einen, mit Hilfe moderner rohstoffgeologischer Explorationstechniken Metallsulfidvorkommen am Meeresboden zu identifizieren und zu bewerten. Zum anderen bestehen 50 % der Arbeiten aus Untersuchungen zum Schutz und Erhalt der marinen Umwelt, wie es der Umweltmanagementplan der Meeresbodenbehörde erfordert.

Bisherige Arbeiten

In der Prospektions-Phase von 2011 bis 2014 wurde ein etwa 60.000 km² großes Gebiet entlang des Zentralindischen und Südostindischen Rückensystems bathymetrisch kartiert. Gleichzeitig wurden bereits zahlreiche Meeresboden-Proben geborgen, die zum einen eine genaue Charakterisierung der damals bereits bekannten Vererzungsgebiete, gleichzeitig aber auch wichtige Informationen über die Wirtsgesteine liefern. Neben magnetischen und gravimetrischen Vermessungen fanden auch intensi-

ve Untersuchungen der hydrothermalen und umgebenden Fauna sowie die physikalische und geochemische Charakterisierung der Wassersäule statt.

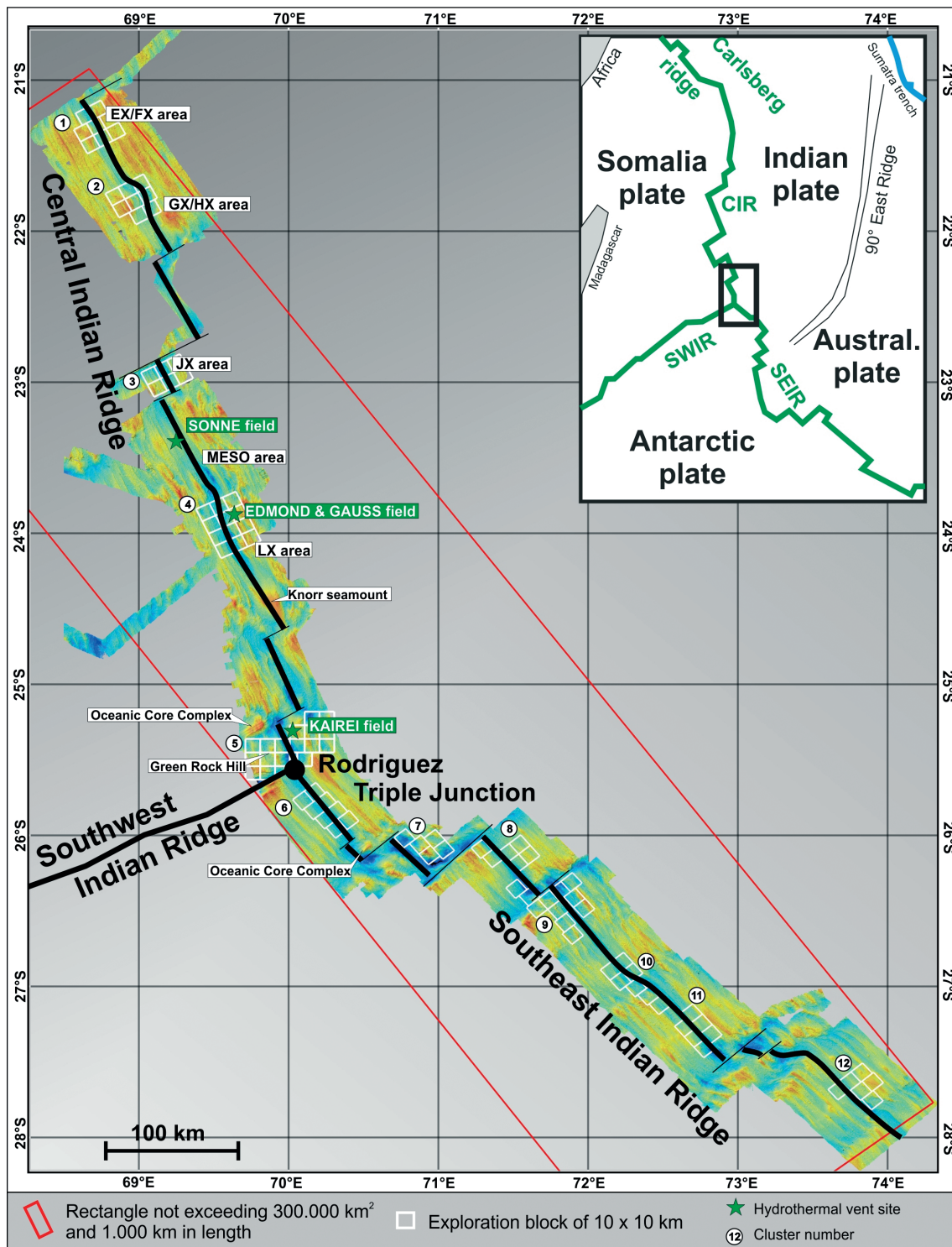


Abb. 6: Im Rahmen der Prospektion vermessenes Gebiet entlang des Zentralindischen und Südostindischen Rückens. Die deutschen Explorationsgebiete sind in einhundert 10 x 10 km große Blöcke verteilt (weiße Quadrate), die zusammen 12 Cluster bilden.

Die Erkenntnisse aus der Prospektionsphase münden seit 2014 in die Weiterentwicklung und Spezialisierung der Explorationstechniken. So wird mit einem tiefgeschleppten System (Golden Eye) der Meeresboden auf seine elektomagnetischen Eigenschaften untersucht. Weiterhin kommt ein neuentwickeltes tiefgeschlepptes Fächerecholot (HOMESIDE) mit sehr hoher Auflösung zum Einsatz, um die Meeresbodentopographie im Zentimeter-Maßstab zu vermessen. Ein geschleppter Sensorschlitten ermöglicht zusätzlich das Auffinden von Anomalien in der Wassersäulenchemie und liefert so zusätzliche Indikationen für hydrothermale Aktivität am Meeresboden. Die Probennahme wird durch den verstärkten Einsatz von Unterwasser-Robotern (ROV, remotely operated vehicle) stetig besser und effizienter. Die Entwicklung und der Einsatz von Unterwasser-Werkzeugen erfolgt in enger Zusammenarbeit mit internationalen Partnern aus Industrie und Forschung.

Von November 2015 bis Februar 2016 nahmen insgesamt sechs Trainees im Rahmen des *Ausbildungsprogramms für Entwicklungsländer* als Repräsentanten der IMB an den Explorationsfahrten teil, das Programm sieht in den kommenden Monaten weitere Besuche in Deutschland vor

Erste Ressourcenabschätzung

Die Massivsulfide weisen hohe Gehalte von Kupfer, Zink und Blei auf und sind teilweise gold- und silberführend. Daneben enthalten sie Spurenelemente wie Indium, Germanium, Antimon, Selen oder Tellur, die in vielen Technologiebereichen unverzichtbar sind. Entlang des Zentralindischen Rückens waren bislang drei Massivsulfid-Vorkommen bekannt, die größte davon die MESO-Zone mit einer Größe von etwa 1.500 x 400 m. Seit 2014 werden auf BGR-Fahrten immer weitere Vererzungen am Meeresboden entdeckt (ALPHA 1000 x 600 m, EGS 1200 x 200 m und PELAGIA 400 x 100 m). Um konkrete Aussagen über die Tonnagen machen zu können, fehlen momentan noch Informationen über den tieferen Untergrund. Dennoch liefert ein Vergleich mit erbohrten Vorkommen (z. B. Solwara oder TAG Mound) für die größeren Vererzungen (> 50.000 m²) Werte von etwa 1 bis 3 Mio. t Massivsulfide pro Vorkommen. Einzelne Vorkommen treten oft in einem mittleren Abstand von etwa 11 – 13 km zueinander entlang des Zentralindischen Rückens auf. Damit stellen die marinen Vorkommen von polymetallischen Sulfiden aus jetziger Sicht eine Option zur Diversifizierung von Rohstoffquellen dar.

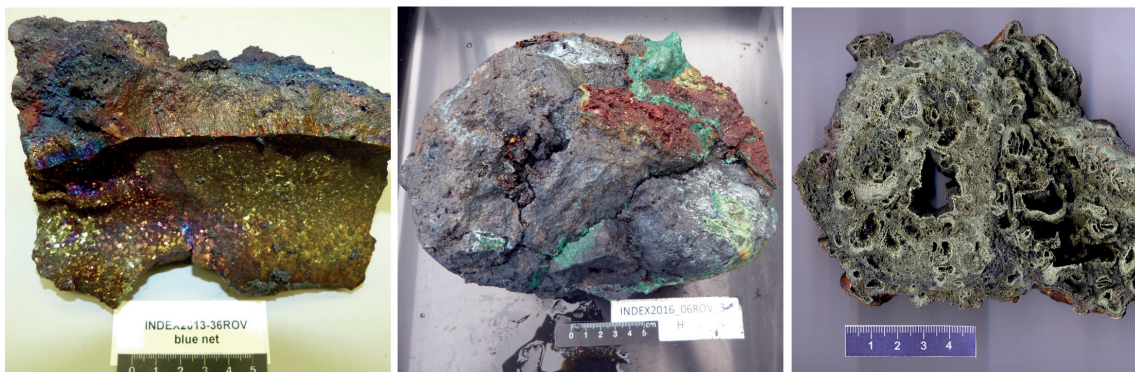


Abb. 7: Während der Prospektion geborgene Massivsulfide in unterschiedlicher Ausbildung. (Links: Bruchstück eines aktiven Hydrothermalaustrittes. Mitte: knollig ausgebildetes Sulfid-Erz mit Kruste. Rechts: Gesägte Probe einer erloschenen, inaktiven Austrittsstelle).

Explorationstechniken

Für die Erkundung des Meeresbodens verwendet die BGR moderne Methoden der Exploration auf dem aktuellen Stand der Technik. So kommt seit 2015 das Golden Eye zum Einsatz, ein tiefgeschlepptes Gerät, welches Ströme in den Meeresboden induziert und aus dem resultierenden, elektromagnetischen Signal Rückschlüsse auf die Beschaffenheit des Meeresbodens zulässt. Damit können Verzugsbereiche am Meeresboden auch unter Sedimentbedeckung kartiert werden. Ebenfalls seit 2015 vermisst die BGR die Topographie des Meeresbodens mit dem tiefgeschleppten, hochauflösenden Bathymetrie-Gerät HOMESIDE. Es dient der genauen Erfassung der Oberflächengestalt des Meeresbodens im Dezimeter-Bereich. Dadurch können die physikalischen Eigenschaften und die strukturelle Ausbildung des Meeresbodens erfasst und so auf potentielle Verzugszonen geschlossen werden. Zusätzlich wird die Wassersäule kartographiert und Schwebstoffe oder Fische detektiert. Eine Erweiterung mit einem Magnetik-Sensor ist in 2016 geplant. Für eine gezielte Probennahme steht ein Fernseh-Greifer zur Verfügung, der auch größere Probennahmen bis 2 Tonnen ermöglicht. Als weitere BGR-Geräte kommen unter anderem Fernseh-Schlitten, Schwerelote und Multicorer (Sedimentproben), Wärmestrom-Sonden, Sedimentfallen, am Boden verankerte Strömungsmesser und durch die Wassersäule geschleppte Multi-Sensorschlitten zum Einsatz. Die drei letzteren dienen hauptsächlich zur Charakterisierung der bislang unbekanntenen Lebensbedingungen in Meeresbodennähe.

Zur gezielten Probennahme von geologischen und biologischen Proben benutzt die BGR regelmäßig auch Unterwasser-Roboter (ROV – remotely operated vehicle). Dazu bestanden und bestehen zahlreiche internationale Kooperationen z. B. mit GEOMAR (KIEL 6000), dem kanadischen Zentrum für Unterwasserforschung CSSF (ROPOS) und zuletzt dem französischen Meeresforschungsinstitut IFREMER (VICTOR 6000). Der Einsatz der Tauchroboter ist sehr effizient, da kleine geo- und biologische Proben sehr gezielt gesammelt werden können. Für die kommende Explorationsfahrt Ende 2016 ist auch der erstmalige Einsatz eines autonom Arbeitenden Unterwasserroboters (AUV – autonomous underwater vehicle) geplant.

Alle gewonnen Daten, auch Datensätze, die in späterer Laborarbeit z. B. zur Geochemie anfallen, werden an der BGR in einem geographischen Informationssystem (GIS) erfasst, aufbereitet und bewertet. Auf Grundlage der räumlichen Analyse dieser Datensätze werden Modelle erstellt, die unter Berücksichtigung wichtiger Bildungsfaktoren wie z. B. Wassertiefe, Fluid-Wegsamkeiten, Entfernung zu anderen Sulfid-Bereichen und zur Grabenachse Rückschlüsse auf die Lage und Verbreitung weiterer aktiver und inaktiver Erzkommen liefern. Diese können in späteren Fahrten verifiziert und gegebenenfalls beprobt werden.

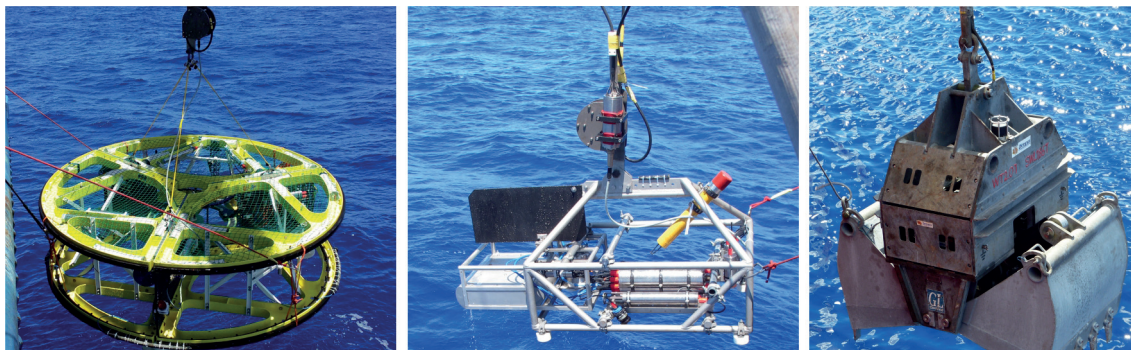


Abb. 8: Einige Geräte der BGR zur Erkundung des Meeresbodens nach Sulfiderzen (Links: Golden Eye. Mitte: HOMESIDE. Rechts: TV-Greifer).

Technologische Herausforderungen

Die Massivsulfid-Vorkommen liegen in einer Wassertiefe zwischen 2.700 und 4.000 m. Eine besondere Herausforderung ist die Entwicklung von innovativer und umweltschonender Technologie, die für einen potentiellen Abbau, Transport und Aufbereitung der Erze geeignet ist. Der Bundesverband der Deutschen Industrie (BDI) betont in seinem *Positionspapier zum Tiefseebergbau* die Chancen, die sich für die Bundesrepublik Deutschland als Exportnation bietet: „Sollte es gelingen, die umweltschonende Förderung von marinen Rohstoffen in einem wirtschaftlichen Gesamtprozess abzubilden und eventuell sogar die Technologieführerschaft zu erlangen, würde dies der deutschen Industrie im internationalen Wettbewerb um Rohstoffe zu einer besonderen Stellung verhelfen“. Die Firma *Nautilus Minerals* exploriert erfolgreich vor den Küsten von Papua Neu Guinea, Fidschi, Tonga und Vanuatu. Nautilus entwickelt und baut bereits gemeinsam mit *Solid Machine Dynamics (SMD)* in England erste Geräte zum Tiefseebergbau. SMD wurde im vergangenen Jahr von einem großen chinesischen Transportunternehmen aufgekauft. Doch auch deutsche Firmen nehmen die Herausforderung an. Ein Beispiel neben anderen Mitgliedern der *Deep Sea Mining Alliance (DSMA)* ist die *BAUER Maschinen GmbH*, die unter wissenschaftlicher Begleitung erfolgreich an der Entwicklung eines vertikalen Bohrgerätes arbeitet, das für größere Wassertiefen geeignet ist.

TERMINE • TAGUNGEN • WORKSHOPS

MIDAS: open meeting
(Oktober 2016)

BMW-Workshop
(13. Dezember 2016)

UMC in Deutschland
(Oktober 2017)

Deep-sea Mining Summit
(November 2016)

**UBA/ISA-Workshop zu
Umwelt-Regularien**
(Januar 2017)

LINKS UND QUELLEN

BGR Manganknollen-Exploration: <http://www.bgr.bund.de/DE/Themen/MarineRohstoffforschung/Meeresforschung/Projekte/Mineralische-Rohstoffe/Laufend/manganknollen-exploration.html?nn=1547804>

BGR Massivsulfid-Exploration: http://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Min_rohstoffe/Projekte/Meeresforschung-Projekte-laufend/Index2011-2013.html?nn=1547804

BGR Pressemitteilungen: http://www.bgr.bund.de/DE/Gemeinsames/Oeffentlichkeitsarbeit/Pressemitteilungen/BGR/bgr_bmwi_2015-05-06_lizenzvertrag_exploration.html?nn=5601686

INTERNATIONALE MEERESBODENBEHÖRDE: <https://www.isa.org.jm/>

Positionspapier des BDI zum Tiefseebergbau: http://bdi.eu/media/presse/publikationen/energie-und-rohstoffe/BDI_Positionspapier_Tiefseebergbau.pdf

<https://www.bauer.de/>

www.nautilusminerals.com

ISA: Regulations on Exploration of Mineral Resources in the Area: <https://www.isa.org.jm/legal-instruments/ongoing-development-regulations-exploitation-mineral-resources-area#Working Draft>

LITERATUR

JENISCH, U. (2010): Renaissance des Meeresbodens – mineralische Rohstoffe und Seerecht, NordÖR, Heft 10/2010, S. 373-382

JENISCH, U. (2013): Tiefseebergbau – Lizenzvergabe und Umweltschutz, Natur und Recht, Vol. 35, 841-854

RÜHLEMANN, C. UND KNODT, S. (2015): Manganese nodule exploration & exploitation from the deep ocean. Journal of Ocean Technology, 10: 1-9.

WIEDICKE, M. et al. (2012): Marine mineralische Rohstoffe der Tiefsee - Chance und Herausforderung, Commodity Top News: Fakten, Analysen, wirtschaftliche Hintergrundinformationen, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover, Vol. 40, 10 pp.

IMPRESSUM

Herausgeber:

© **Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover, Oktober 2016**

B1.2 Geologie der mineralischen Rohstoffe

B1.4 Marine Rohstofferkundung

Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR)

Stilleweg 2

30655 Hannover

E-Mail: mineralische-rohstoffe@bgr.de

www.bgr.bund.de