

Bund für
Umwelt und
Naturschutz
Deutschland



positionen

67

Tiefseebergbau

Inhalt

Zusammenfassung	3
1 Einleitung	4
2 Die Tiefsee	5
2.1 Biotope der Tiefsee	5
2.1.1 Sensitivität gegenüber Störungen (Risiken)	6
2.2 Minerale der Tiefsee	7
2.2.1 Manganknollen	7
2.2.2 Polymetallische Krusten	9
2.2.3 Massivsulfide	9
3 Mineralische Rohstoffe	10
3.1 Einsatz der Rohstoffe	11
3.2 Gewinnung der Rohstoffe	12
4 Rechtsrahmen	13
5 Der geplante Abbau	16
6 Risiken	17
7 Interessenlage	19
7.1 Forschung und Industrie	19
7.2 Zivilgesellschaft	20
8 Alternativen	22
9 Fazit	24
10 BUND-Forderungen	26
11 Quellen	27

Danksagung

Wir danken folgenden Personen für die Bereitstellung der Bilder und Abbildungen:

Titelfoto: GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung, Kiel · Bild 1 und 2: Prof. Dr. Antje Boetius; Alfred-Wegener-Institut, Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung, Bremerhaven · Bild 3: Dr. Volker Rotmeyer; MARUM – Zentrum für Marine Umweltwissenschaften, Universität Bremen · Bild 4: Prof. Dr. Wolfgang Bach; MARUM – Zentrum für Marine Umweltwissenschaften, Universität Bremen · Bild 5: Jan Steffen; GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung, Kiel · Bild 6: Björn Völlmar; Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover · Bild 7 und 8: Jonathan Mesulam · Abbildung 1: Jan Lehmköster; maribus gGmbH, Hamburg · Abbildung 2: Bernhard Mergenschroer; VISUELL – Büro für visuelle Kommunikation, Aachen · Abbildung 3: Jan Lehmköster; maribus gGmbH, Hamburg

Zusammenfassung

Die Tiefsee gehört zu den letzten vom Menschen weitgehend unberührten und unerforschten Ökosystemen der Erde. Doch mit der weltweit steigenden Suche nach neuen Rohstoffquellen rücken die mineralischen Rohstoffe der Tiefsee in Manganknollen, polymetallischen Krusten und Massivsulfiden zunehmend in den Fokus. Aktuell sind zahlreiche Explorations- und Forschungsprojekte zum Einstieg in den Tiefseebergbau in Planung.

Ohne Wissen über diese Ökosysteme sowie über ihre Bedeutung für globale Prozesse ist die Rohstoffförderung in der Tiefsee nicht zu verantworten. Der Tiefseebergbau birgt enorme ökologische Risiken, da eine große Anzahl der ältesten und sensibelsten Ökosysteme der Erde negativ beeinflusst oder dauerhaft zerstört werden würde.

Der ungehemmte Verbrauch endlicher Ressourcen und ein steigender Bedarf an primären mineralischen Rohstoffen sind nicht zukunftsfähig. Der Tiefseebergbau ist angesichts der ökologischen Risiken und sozialen Probleme keine vertretbare Lösung. Wenn wir eine nachhaltige Gesellschaft gestalten wollen, um der Erde und kommenden Generationen eine Zukunft zu ermöglichen, muss der Verbrauch mineralischer Ressourcen massiv eingeschränkt werden. Der verbleibende Bedarf primärer Rohstoffe kann und muss durch eine Kreislaufwirtschaft, welche Recycling und Urban Mining einschließt, Laufzeitverlängerung von Geräten, Reparaturfreundlichkeit, Shared Economy-Konzepte und Substitution reduziert werden. Diese Alternativen sind mit sehr viel geringeren ökologischen Kosten verbunden. Sowohl der Import primärer terrestrischer Mineralien, die unter den derzeit herrschenden fatalen Bedingungen produziert werden, als auch ein möglicher Tiefseebergbau stellen eine Externalisierung der ökologischen und sozialen Folgen unseres Konsums und Energiebedarfs dar.

Daraus und vor dem Hintergrund der auch von Deutschland umzusetzenden UN-Ziele für nachhal-

tige Entwicklung (Sustainable Development Goals) ergibt sich, dass ein genereller Stopp aller Tiefseebergbauaktivitäten zwingend notwendig ist. Der BUND fordert daher die Bundesregierung auf, im europäischen und internationalen Kontext die Anstrengungen zum Schutz der Meere und Ozeane deutlich zu verstärken. Hierzu zählen:

- Alle Vorhaben und politischen Initiativen zum Abbau mineralischer Ressourcen in der Tiefsee zu stoppen. Dies umfasst die sofortige Beendigung der wirtschaftlichen Förderpolitik des Tiefseebergbaus.
- Sich stärker als bisher für die Ausweisung von Meeresschutzgebieten mit effektiven Managementstrategien und Nullnutzungszonen auf Basis transparenter und partizipativer Verfahren einzusetzen, statt den Tiefseebergbau zu fördern.
- Das Vorsorgeprinzip bei allen meeresbezogenen Aktivitäten konsequent zu beachten.
- Den Ausbau unabhängiger Meeresforschung hinsichtlich Erhalt und Schutz der marinen Umwelt zu fördern und die Ergebnisse öffentlich zugänglich zu machen.
- Die deutschen Erkundungslizenzen ruhen zu lassen und keine Abbaulizenzen zu beantragen.

Der BUND fordert von der Bundesregierung den Einstieg in eine nachhaltige Rohstoff- und Ressourcenwirtschaft anstelle der Förderung des Tiefseebergbaus.

1 Einleitung

Die Tiefsee ist neben der Antarktis eine der letzten wahren und großen Wildnisse unseres Planeten. Die Lebensräume, ihre Bewohner und die Wechselwirkungen in den Ökosystemen sind weitgehend unbekannt. Die Zahl der unerforschten Tiefseearten wird auf einige Millionen geschätzt.

Auf dem Grund der Ozeane lagern große Mengen an mineralischen Rohstoffen. Mangan, Kupfer, Silber, Gold und seltene Erden sind in verschiedenen geologischen Formen gebunden und finden sich auf und im Meeresgrund in ausgedehnten Regionen. Mehrere Staaten planen daher Vorhaben zur Erschließung der Tiefsee als Rohstoffquelle. Bisher findet der Abbau mineralischer Rohstoffe dort nicht statt, doch es wurden bereits Lizenzen zur Erkundung des Tiefseebodens für Gebiete erteilt, die zusammen der Größe Europas entsprechen.

Aufgrund der technologischen Entwicklungen und der damit verbundenen verbesserten Erschließungsmöglichkeiten haben sich auch die Aktivitäten Deutschlands und der EU in Richtung Tiefseebergbau in den letzten Jahren verstärkt. Der Tiefseebergbau ist Teil der europäischen „Blue Growth Strategy“ und auch auf nationaler Ebene spielen strategische Interessen eine Rolle.

Im Auftrag der Bundesregierung führt die Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) Erkundungen zu marinen mineralischen Rohstoffen in den zwei deutschen Lizenzgebieten im Pazifik und Indischen Ozean durch. Für die Erschließung von Rohstoffressourcen auf eigenen marinen Claims wird argumentiert, dass die Importabhängigkeit Deutschlands reduziert werden soll.

Darüber hinaus ist Deutschland Partner in mehreren europäisch geförderten Forschungsprojekten mit dem Ziel der Erforschung der ökologischen Folgen des Tiefseebergbaus (u. a. MIDAS, JPI-Oceans „MiningImpact“) und ist an Projekten zur Entwicklung von För-

dertechnik (Blue Mining, Blue Nodules) sowie durch national geförderte Projekte aktiv an der Entwicklung dieses Industriezweiges beteiligt. Diese Vorhaben sind einer breiten Öffentlichkeit noch weitgehend unbekannt.

Der Tiefseebergbau birgt gewaltige ökologische Risiken, die bisher weder hinreichend erforscht und verstanden sind noch die notwendige Beachtung bei den geplanten Aktivitäten zur Förderung von Rohstoffen aus der Tiefsee finden.

Im Folgenden stellen wir die Lagerstätten und ihre Umgebung vor und erläutern die Gewinnung und Verwendung mineralischer Rohstoffe. Die aktuellen Aktivitäten zum Tiefseebergbau und die damit verbundenen möglichen Folgen werden dargestellt und Alternativen aufgezeigt.

2 Die Tiefsee

Es gibt keine einheitliche Definition des Begriffes Tiefsee. Im Allgemeinen wird der Bereich ab einer Meerestiefe von 200 bis 800 Metern als Tiefsee bezeichnet. Die Tiefsee ist der größte Lebensraum unseres Planeten und umfasst mehr als 70 Prozent des globalen Ozeanvolumens. Die in einer Meerestiefe von 1.000 Metern und mehr liegenden Bereiche entsprechen etwa 62 Prozent der gesamten Erdoberfläche. Es wird geschätzt, dass der Tiefseeboden fast 80 Prozent der gesamten Biomasse der marinen Bodenzone enthält (Thurber et al., 2014).

Die Geschichte der Tiefseeforschung ist relativ jung, da die herrschenden extremen Bedingungen enorme technische und logistische Anforderungen mit sich bringen. Bis heute wurden weltweit deutlich weniger als 1 Prozent des Meeresbodens unter 1.000 Meter Wassertiefe erforscht (Heinrich-Böll-Stiftung, 2017). Die Tiefseeforschung steht bei der Erkundung der komplexen Ökosysteme noch ganz am Anfang.

2.1 Biotope der Tiefsee

In der Tiefsee gibt es kein Licht, es herrschen fast überall niedrige Temperaturen von -1 bis $+4$ Grad Celsius und ein immenser Druck. Bei einer Wassertiefe von 1.000 Metern ist der Druck hundertmal so hoch wie an der Oberfläche. Hier lebt eine sehr spezialisierte Tierwelt. In tausenden Metern Tiefe kommen beispielsweise Korallen, Seesterne, Oktopusse und Schwämme vor. Beim Abbau von Tiefseeressourcen würden auch Habitate zerstört, inklusive der daran angepassten Arten. Da die Lebensgemeinschaften der Tiefsee bisher nicht anthropogenen Störungen ausgesetzt sind, weiß man nicht, ob sie diese kompensieren können und es ist unbekannt, ob sie sich regenerieren (Boetius, 2015; Boetius & Haeckel, 2018).

Manganknollenfelder: Ein neu entdeckter Tiefseekrake laicht nur an Schwämmen, die auf Manganknollen vorkommen. Es ist wahrscheinlich, dass die Brutzeit über Jahre dauert (Purser et al., 2016).

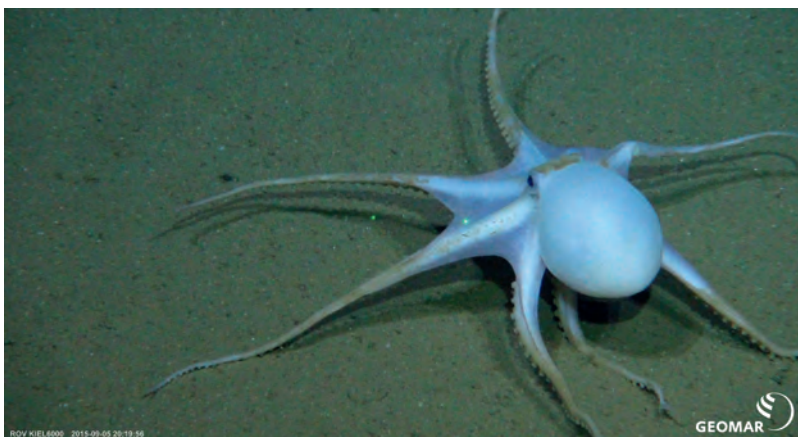


Bild 1 und Bild 2: Tiefseekrake Cirrate Octopus, „Caspar“ (links: © GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel, JPIO S0242-2; rechts: © Alfred-Wegener-Institut, Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung Bremerhaven, JPIO S0242-2)

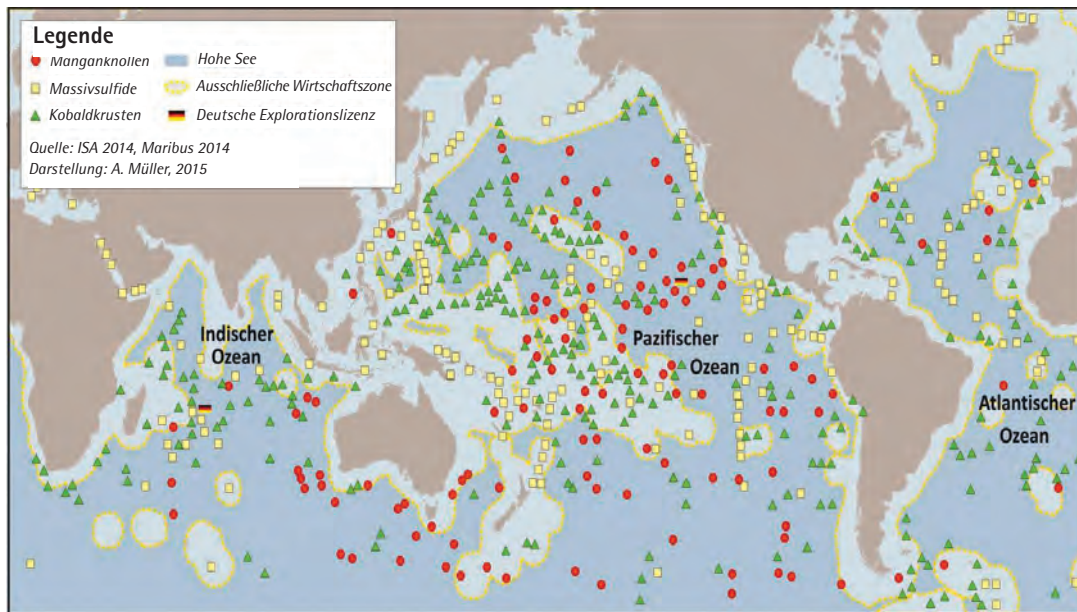


Abbildung 1: Globale Verteilung mariner mineralischer Rohstoffe (© maribus gGmbH, 2014)

Seeberge (Seamounts): Auf Seebergen finden sich Kaltwasserkorallen, die bis zu tausend Jahre alt werden können. Aufgrund eines großen Nahrungsangebotes kommen auch Haie oder Thunfische an Seebergen zum Teil in großer Zahl vor – so beispielsweise im Südwestpazifik (maribus gGmbH, 2014).

Hydrothermalquellen (Schwarze Raucher): Auch Hydrothermalquellen bilden die Grundlage für Oasen der Tiefsee, da sich hier vielfältiges Leben in einzigartigen Ökosystemen findet. Garnelen, Schnecken und Krebse leben in ausgeklügelten Symbiosen mit Bakterien, die statt Sonnenlicht und pflanzlicher Produktion chemische Prozesse als Energiequelle nutzen.

2.1.1 Sensitivität gegenüber Störungen (Risiken)

Die Biodiversität der Tiefsee ist besonders empfindlich, da hier oft einer geringen Anzahl von Individuen eine große Artenvielfalt gegenübersteht. Jedes Habitat ist

unterschiedlich und viele Arten sind selten oder gar einzigartig. Dabei sind sie oft wenig mobil. Die Arten, die auf sehr spezielle Umgebungsbedingungen angewiesen sind, brauchen für ihre Verbreitung ein Netz von Lebensräumen.

Ein Abbau mineralischer Ressourcen reißt Lücken in dieses Habitatnetz und könnte damit zum Aussterben seltener Arten führen. In der Tiefsee läuft die Zeit vollkommen anders als an Land. Äußerst langsame Wachstums- und Regenerationsprozesse bestimmen den Lebensraum. Die Sedimentationsrate¹ liegt in der Tiefsee unter 1 Millimeter in tausend Jahren, im Watt sind es im gleichen Zeitraum 2 bis 3 Meter. Somit sind die Folgen von Eingriffen noch lange spürbar. Die Organismen produzieren nur wenige Nachkommen. Dadurch sind sie besonders sensibel und gefährdet. Sterben die Elterntiere, kann sich der Bestand kaum erholen (maribus gGmbH, 2014). Auch aufgrund der langsamen Regenerationsprozesse ist der Lebensraum

¹ Die Sedimentationsrate bezeichnet die Geschwindigkeit der Ablagerung von Einträgen aus der Wassersäule.

anthropogenen Eingriffen gegenüber sehr verletzlich. 1989 pflügten deutsche Forscher im Pazifik 10 km² Meeresboden versuchsweise um. Sie wollten untersuchen, was Tiefseebergbau in diesen fragilen Lebensgemeinschaften anrichtet. 26 Jahre später war bei einer Expedition im selben Gebiet zu erkennen, dass sich das umgepflügte Gebiet nicht erholt hatte und mit dem ursprünglichen Ökosystem nicht mehr zu vergleichen war (Schrader, 2016).

Die Auswirkungen eines industriellen Tiefseebergbaus wären somit um ein Vielfaches verheerender als dieser vergleichsweise kleine Eingriff zu Forschungszwecken. Berechnungen zufolge müssten pro Unternehmung jährlich 3 Millionen Tonnen Manganknollen gefördert werden damit sie wirtschaftlich wäre. Je nach Knollenzahl und -größe pro Fläche kommt diese Menge in einem Gebiet von ungefähr 425 km² vor (Madureira et al., 2016). Rechnet man mit geringen Verlusten bei dem Abbau der Knollen, so würde jeder einzelne Lizenznehmer in jahrzehntelangen Abbauunternehmungen pro Woche mindestens ein Gebiet von der Größe des beschriebenen Testgebietes zerstören.

2.2 Minerale der Tiefsee

Mineralische Rohstoffe kommen in der Tiefsee in verschiedenen Formen vor. Sie sind in Manganknollen, polymetallischen Krusten (Kobaltkrusten) und Massivsulfiden gebunden (s. Abbildung 1).

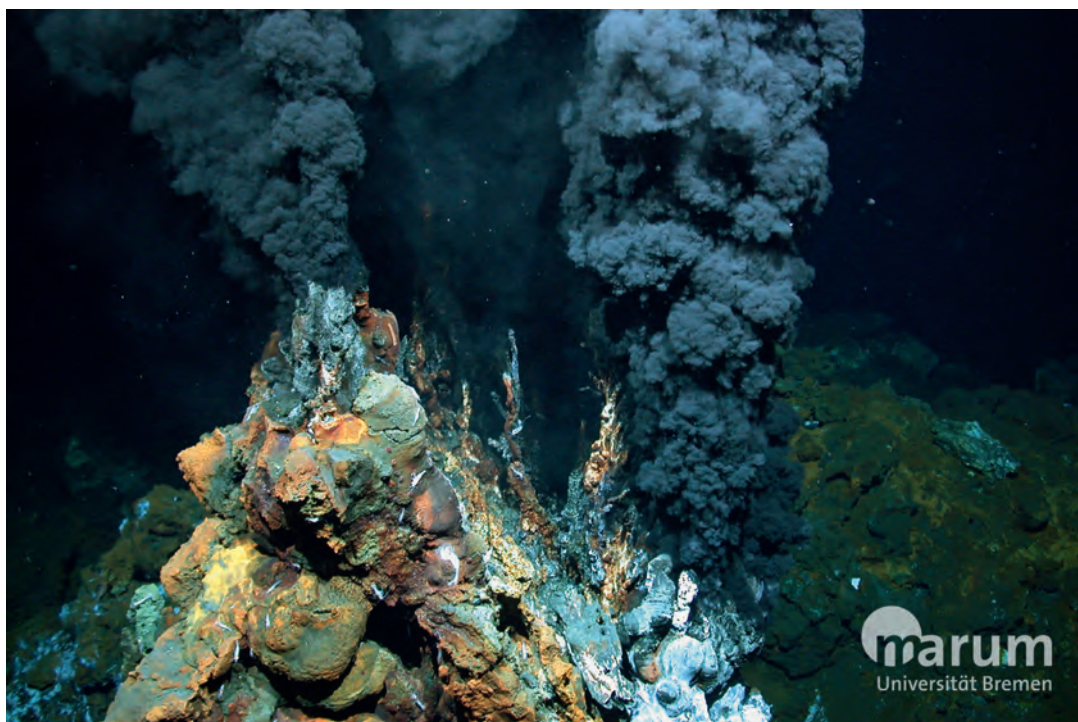
Die Vorkommen sind in sehr langsamen Wachstumsprozessen von bis zu 30 Millionen Jahren entstanden. So unterschiedlich die Vorkommen sind, so unterschiedlich ist auch die Fauna, die dort angesiedelt ist. Auf Massivsulfiden finden sich vollkommen andere marine Lebensgemeinschaften als auf Manganknollenfeldern oder polymetallischen Krusten.

Seltene Erden

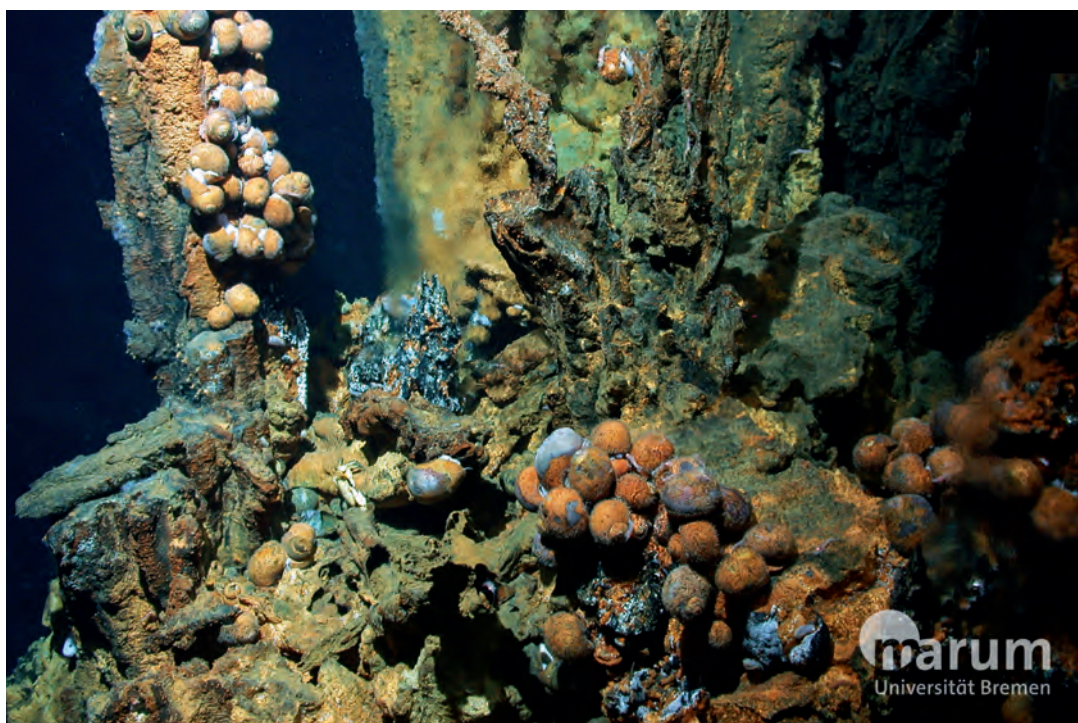
Metalle der Seltenen Erden werden heute in der Herstellung vieler Konsumgüter (z. B. Computer, LCD-Bildschirme und Digitalkameras) und in Windkraftanlagen, Elektroautos und Energiesparlampen eingesetzt. Die verwendete Bezeichnung Seltene Erden ist missverständlich. Der Name stammt aus der Zeit der Entdeckung dieser Elemente und beruht auf der Tatsache, dass sie zuerst in seltenen Mineralien gefunden wurden und nicht darauf, dass sie selten vorkommen. Thulium, das seltenste stabile Element der Metalle der Seltenen Erden, ist immer noch häufiger vorhanden als Gold oder Platin. Da die Metalle nur in sehr kleinen Mengen in verstreuten Mineralien vorkommen erfolgt die Gewinnung meist als Nebenprodukt durch die chemische Aufbereitung bei der Gewinnung anderer, stärker konzentriert vorliegender Metalle aus deren Erzen (Wikipedia, 2018).

2.2.1 Manganknollen

Manganknollen sind kartoffelähnliche Klumpen, die bis zu 27 Prozent aus dem Metall Mangan bestehen. Sie wachsen um etwa 5 Millimeter in einer Million Jahren und sind in Tiefen zwischen 4.000 und 6.000 Metern auf dem Meeresboden zu finden. Andere Elemente wie Kupfer, Kobalt, Zink und Nickel sind mit 0,2 bis 1 Prozent enthalten, der Eisenanteil liegt bei 15 Prozent. Sie kommen in vielen Meeresgebieten vor, die Größe und Anzahl der vorgefundenen Knollen variiert dabei stark (maribus gGmbH, 2014). Eine industrielle Gewinnung der Rohstoffe aus Manganknollen durch Verhüttung findet derzeit aus technischen und wirtschaftlichen Gründen nicht statt. Das weltweit größte bekannte Knollengebiet ist die Clarion-Clipperton-Zone (CCZ) im Pazifik mit einer Größe von 9 Millionen Quadratkilometern. Wie die meisten Manganknollenvorkommen liegt sie in den internationalen Gewässern der hohen See.



*Bild 3: Schwarzer
Raucher (© MARUM –
Zentrum für Marine
Umweltwissenschaften,
Universität Bremen)*



*Bild 4:
Lebensgemeinschaft an
Hydrothermalquelle
(© MARUM – Zentrum
für Marine Umwelt-
wissenschaften,
Universität Bremen)*

2.2.2 Polymetallische Krusten

Polymetallische Krusten, auch Kobaltkrusten genannt, sind harte, metallhaltige Schichten des Meeresbodens. Sie bilden sich auf den Felshängen von untermeerischen Vulkanen, so genannten Seebergen. Diese Krusten entstehen ähnlich wie Manganknollen, indem sich im Laufe von Jahrmillionen Metallverbindungen aus dem Wasser auf dem Gestein ablagern. Expert*innen schätzen, dass es weltweit mindestens 33.000 Seeberge gibt. Die genaue Zahl ist nicht bekannt und erst wenige Seeberge wurden genauer untersucht (maribus gGmbH, 2014). Im Unterschied zu den Manganknollen, die auf dem Meeresgrund liegen, sind polymetallische Krusten fest mit dem Untergrund verbunden und müssten für einen Abbau abgespalten werden.

Die meisten bisher bekannten ergiebigen Krustenvorkommen liegen nicht in internationalen Gewässern, sondern in den Hoheitsgebieten von Anrainerstaaten.

2.2.3 Massivsulfide

Massivsulfide entstehen an heißen ozeanischen Quellen, aus denen mit Sulfiden angereichertes, bis zu 400 Grad Celsius warmes Wasser aus dem Untergrund ins

Meer strömt. Viele chemische Elemente sind in Massivsulfiden oft nur in geringen Mengen enthalten, dafür finden sich teilweise Gold- und Silberkonzentrationen, welche die Konzentration in Landvorkommen übertreffen (maribus gGmbH, 2014).

Hydrothermalquellen entstehen dadurch, dass durch Spalten am Meeresboden Meerwasser bis zu mehrere Tausend Meter tief in den Untergrund eindringt. Das Meerwasser wird in der Tiefe durch vulkanische Aktivität auf bis zu rund 400 Grad Celsius aufgeheizt und löst Metalle und Schwefel aus dem umgebenden Vulkangestein bis es durch die Quellen wieder ins Meer strömt (maribus gGmbH, 2014). Dort entstehen dann durch Ausfällungen schwefelhaltige Erze, so genannte Massivsulfide, wobei sich oft schornsteinartige Strukturen bilden. Diese werden schwarze Raucher genannt, da das austretende Wasser durch die Mineralien meist schwarz gefärbt ist.

Hydrothermalfelder finden sich sowohl in internationalen Gewässern als auch in Hoheitsgewässern von Anrainerstaaten. Forscher schätzen, dass es weltweit rund 90.000 Hydrothermalquellen geben könnte. Vermutlich enthalten aber nicht alle wertvolle Metalle (maribus gGmbH, 2014).

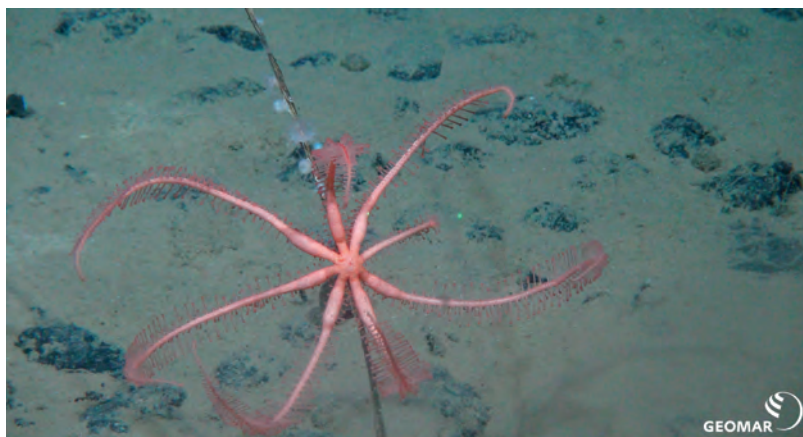


Bild 5: Seestern in einem Manganknollenfeld (© ROV-Team; GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel)



Bild 6: Eine durchgeschnittene Manganknolle (© Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe)

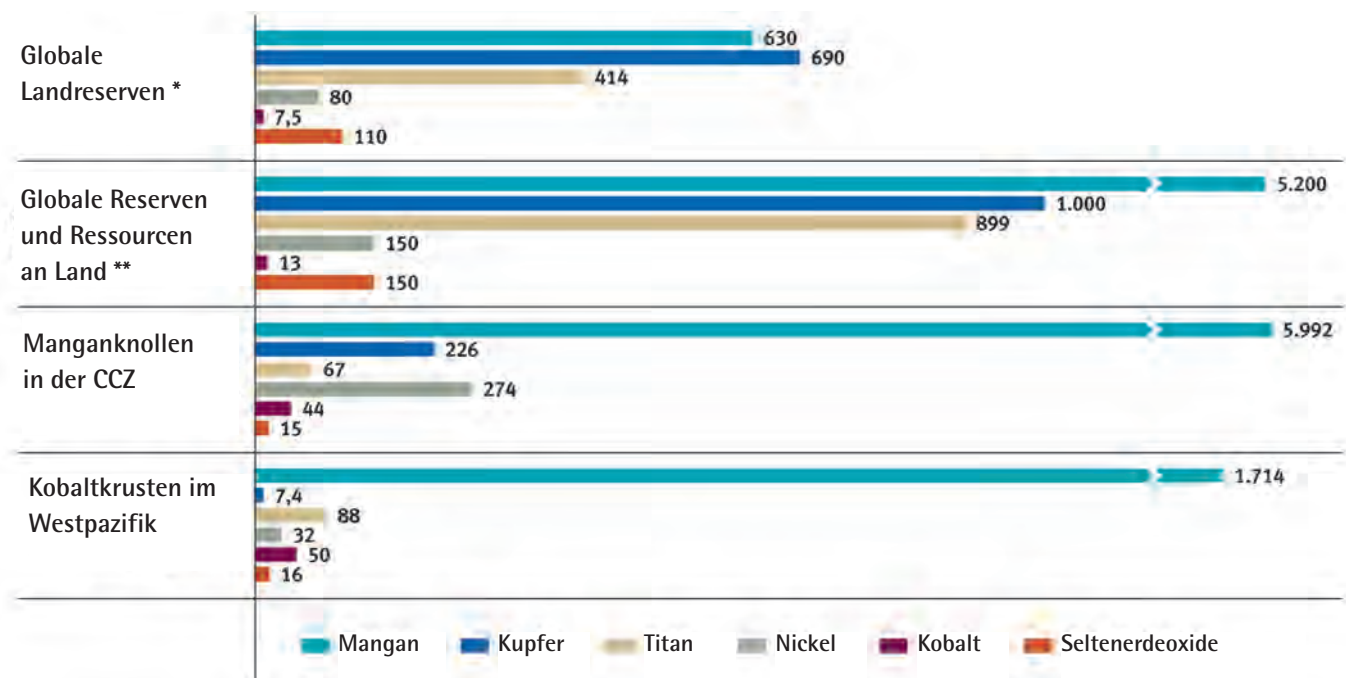
3 Mineralische Rohstoffe

Die folgende Abbildung 2 zeigt die globalen terrestrischen Rohstoffvorkommen im Vergleich mit ausgewählten marinen Vorkommen. Diese dürfen dabei nicht als Reserven eingeordnet werden, da sie noch nicht technisch-wirtschaftlich gefördert werden können. Sie sind als Ressourcen einzustufen.

Die Abbildung 2 zeigt, dass die terrestrischen Reserven, also die momentan wirtschaftlich abbaubaren Ressourcen, noch sehr groß sind. Zum Beispiel belaufen sich die globalen Reserven an seltenen Erden auf 110 Millionen Tonnen. Seit 2011 förderten die sieben

größten abbauenden Staaten jährlich zusammen genommen etwa 0,1 Prozent der globalen wirtschaftlich abbaubaren Ressourcen (US Geological Survey, 2013, 2015, 2017b). Die globale Fördermenge an Kobalt, welches u.a. für die Produktion von Lithium-Ionen Akkus verwendet wird, betrug 2016 1,8 Prozent der Reserven (US Geological Survey, 2017a). So kann der globale Rohstoffhunger an seltenen Erden und anderen Mineralien noch auf lange Sicht durch terrestrische Vorkommen gedeckt werden, selbst wenn er nicht durch ökonomische und technologische Innovationen eingedämmt werden sollte. Die Gewinn-

Metallgehalte in Millionen Tonnen (Manganknollen und Kobaltkrusten)



* Reserven sind Vorkommen, die nachgewiesen und nach dem heutigen Stand der Technik wirtschaftlich abbaubar sind.

** Ressourcen sind Vorkommen, die noch nicht sicher ausgewiesen sind oder gegenwärtig noch nicht technisch-wirtschaftlich gefördert werden können.

Quelle: Maribus gGmbH 2014 (Hrsg.), Seite 67 und 75, Grafische Darstellung: VISUELL, Aachen

Abbildung 2: Vergleich terrestrischer und ausgewählter mariner Rohstoffvorkommen (© Misereor)

nung ist oft mit einer geringen Effizienz und großen Abraumengen verbunden. Eine Reduzierung des Bedarfs ist notwendig, da der terrestrische Bergbau immense negative ökologische Auswirkungen hat und die Folgen eines marinen Bergbaus noch nicht einmal abschätzbar sind.

3.1 Einsatz der Rohstoffe

Mineralische Rohstoffe, insbesondere seltene Erden, finden sich unter anderem in Smartphones, Laptops, Displays, LEDs, Windkraftanlagen, Solarzellen, Elektroautos, Akkus und seit neuestem auch in vernetzten

Heizkörpern oder Waschmaschinen (s. Tabelle 1). Sie werden vor allem in der Industrie, in der Produktion von Konsumelektronik, im Sektor der erneuerbaren Energien und der elektrifizierten Mobilität verwendet. Momentan wird durch die globale ökonomische Entwicklung, dem momentanen Stand der Technik, der ansteigenden Nachfrage bei Konsumelektronik und durch den industriellen Wandel (Industrie 4.0 und so genanntes Green Growth) ein großer Bedarf an Metallen in Zukunftstechnologien² prognostiziert. Zukunftsstrategien wie die Verzahnung industrieller Produktion mit moderner Informations- und Kom-

Element	Verwendung	Vorkommen
<i>Cadmium (Cd)</i>	<i>Akkus, Solarzellen</i>	<i>MS</i>
<i>Eisen (Fe)</i>	<i>Stahl, Industriemagnete</i>	<i>MK, PK</i>
<i>Gallium (Ga)</i>	<i>LEDs, Solarzellen</i>	<i>MS</i>
<i>Germanium (Ge)</i>	<i>Smartphones, Solarzellen</i>	<i>MS</i>
<i>Gold (Au)</i>	<i>Wertanlage, Schmuck, Elektroindustrie</i>	<i>MS</i>
<i>Indium (In)</i>	<i>Displays, Legierungen, Fotovoltaik</i>	<i>MS</i>
<i>Kobalt (Co)</i>	<i>verschleiß- und wärmefeste Stähle</i>	<i>MK, PK</i>
<i>Kupfer (Cu)</i>	<i>Stromkabel, Elektromotoren, Baugewerbe, Windkraftanlagen</i>	<i>MK, MS</i>
<i>Lithium (Li)</i>	<i>Akkus, Luft- und Raumfahrttechnik</i>	<i>MK</i>
<i>Mangan (Mn)</i>	<i>rostfreie Stähle, LEDs</i>	<i>MK, PK</i>
<i>Molybdän (Mo)</i>	<i>Stahl</i>	<i>MK</i>
<i>Nickel (Ni)</i>	<i>Korrosionsschutz, rostfreie Stähle</i>	<i>MK, PK</i>
<i>Platin (Pt)</i>	<i>Abgaskatalysatoren, Schmuck, Metallbeschichtungen</i>	<i>PK, MS</i>
<i>Selen (Se)</i>	<i>Halbleiter- und Stahlherstellung, Düngemittel</i>	<i>MS</i>
<i>Seltenerdmetalle</i>	<i>Dauermagnete, Akkus, LEDs, Windkraftanlagen</i>	<i>MK, PK</i>
<i>Silber (Ag)</i>	<i>Wertanlage, Schmuck, chem. Industrie (Katalysator)</i>	<i>MS</i>
<i>Tellur (Te)</i>	<i>Rostfreie Stähle, Halbleiter, Fotodioden</i>	<i>PK, MS</i>
<i>Zinn (Sn)</i>	<i>Bronzebestandteil, LEDs, Displays</i>	<i>MK, MS</i>

Tabelle 1: Verwendung von mineralischen Rohstoffen und Art der marinen Lagerstätten: Manganknollen (MK), polymetallische Krusten (PK), Massivsulfide (MS) (Daten u. a. aus maribus gGmbH, 2014)

² „Technologie, von der man annimmt, dass sie die Zukunft maßgeblich bestimmen wird“; abgerufen am 25.1.17 von <http://de.thefreedictionary.com/Zukunftstechnologien>

munikationstechnik sowie der Energiewandel zur Dekarbonisierung aller Wirtschafts- und Lebensbereiche führt bei dem derzeitigen Umgang mit den Ressourcen zu einer wachsenden Nachfrage nach mineralischen Rohstoffen und seltenen Erden.

3.2 Gewinnung der Rohstoffe

Mineralische Rohstoffe lassen sich durch Recycling (Sekundärrohstoffe) und durch Bergbau (Primärrohstoffe) gewinnen. Die heute im Landbergbau geförderten Erze zur Gewinnung von Kupfer haben meist eine geringe Konzentration von 1 Prozent oder weniger. Somit werden für die Gewinnung gewaltige Landmassen abgebaut und der Aufwand der Verhüttung einschließlich des Energie- und Wasserverbrauchs ist immens. Seltene Erden kommen in terrestrischen Vorkommen nur in geringen Konzentrationen in Erzen vor. In Manganknollen finden sich zum Teil höhere Konzentrationen. Für die Extraktion von Metallen sind unterschiedliche Prozesstechniken³ entwickelt und erprobt worden, die allerdings nur in Forschungsprojekten untersucht worden sind und deren technische Realisierbarkeit und Wirtschaftlichkeit weitgehend unbekannt ist. Der Abbau von seltenen Erden an Land erfolgt über Säuren, mit denen die Metalle aus den Bohrlöchern gewaschen werden. Dabei bleibt der vergiftete Schlamm zurück und es fallen große Mengen toxischer Rückstände an. Zusätzlich zu dieser Gefahr für die Umwelt besteht ein permanentes Risiko für das Austreten von Radioaktivität, da viele Vorkommen seltener Erden radioaktive Substanzen enthalten.

Das BUND Hintergrundpapier „Ressourcenschutz ist mehr als Rohstoffeffizienz“ befasst sich unter anderem mit diesem Thema. Es wird festgestellt, dass der Bergbau und die Aufbereitung von Erzen weltweit zu den größten Einzelquellen von Umweltgiften gehören (Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V., 2015). Der Sachverständigenrat Umwelt (SRU) warnt in seinem Umweltgutachten „Verantwortung in einer

begrenzten Welt“ davor, dass der Explorationsdruck in ökologisch sensiblen Regionen steigt (Sachverständigenrat für Umweltfragen, 2012). Dazu gehört mit der Tiefsee ein großer, bisher relativ unberührter Teil unseres Planeten.

Da der Abbau mineralischer Rohstoffe immer mit erheblichen ökologischen Auswirkungen und Risiken verbunden ist, sollte auch bei energiesparenden Technologien wie LEDs und bei der alternativen Energieerzeugung der Ressourcenbedarf bei der Herstellung nicht außer Acht gelassen werden. Statt die CO₂-Einsparung isoliert zu betrachten, spielt vielmehr der gesamte „ökologische Rucksack“ eine Rolle. Im Landbergbau werden mineralische Rohstoffe aufgrund hoher ökologischer und sozialer Standards und der damit verbundenen Kosten nur selten in Ländern des globalen Nordens gefördert. Stattdessen findet der Abbau oft in Ländern statt, in denen die sozialen und ökologischen Bedingungen kritisch sind. Mancher sieht nun den Tiefseebergbau als Lösung, um die Probleme an Land zu umgehen. Dabei ist aber zu bedenken, dass die ökologischen Risiken nicht einschätzbar sind. Die Technologien zum Abbau und der Verhüttung stehen erst am Anfang der Entwicklung. Der ökologische Schaden durch Bergbau kann nur eingedämmt werden, wenn der Verbrauch der Primärrohstoffe durch konsequentes Recycling und Substitution⁴ reduziert wird.

³ z. B. die DeepSea Venture-, Cuprion- oder INCO-Prozesstechniken (Pophanken et al., 2013)

⁴ Substitution bezeichnet die Ersetzung oder Reduzierung knapper bzw. ökonomisch oder ökologisch kritischer Rohstoffe bei der Herstellung von Industriegütern. Sie kann durch den Einsatz anderer Technologien und durch verstärkten Kapitaleinsatz erreicht werden, was aber unter den derzeitigen Rahmenbedingungen nicht ausreichend gemacht wird.

4 Rechtsrahmen

Die Regeln für alle Meeresnutzungen wie Schifffahrt, Fischerei, Erdgas- und Erdölförderung sowie für die Meeresforschung und den Umweltschutz werden durch das Seerechtsübereinkommen der Vereinten Nationen (SRÜ), das größte völkerrechtliche Gesetzeswerk, festgelegt. Es gilt für alle unterzeichnenden Staaten, einschließlich der Binnenländer. Allerdings fehlen unter den Mitgliedstaaten einige einflussreiche Staaten, wie z. B. die USA. Das Abkommen teilt das Meer in verschiedene Rechtszonen auf. Je nachdem, wo sich Rohstoffvorkommen befinden, gelten unterschiedliche Regeln für die Erkundung (Exploration) und die mögliche Förderung. Auch ein möglicher Tiefseebergbau wird durch das SRÜ geregelt. Momentan werden die Abbauregularien für mineralische Ressourcen bei der Internationalen Meeresbodenbehörde entwickelt.

Das Seerechtsübereinkommen der Vereinten Nationen (SRÜ), englisch „United Nations Convention on the Law of the Sea“ (UNCLOS), ist ein internationales Abkommen des Seevölkerrechts, das die Meere in rechtliche Bereiche aufteilt und die Befugnisse der Staaten insbesondere zur Nutzung regelt. Das SRÜ trat 1994 in Kraft und gilt als „Verfassung der Meere“. Das SRÜ definiert die Ozeane als gemeinsames Erbe der Menschheit als Ganzer. Das Übereinkommen besagt, dass die Nutzung der Meere gerecht aufgeteilt und der ökologische Lebensraum der Ozeane geschützt werden müssen. Es propagiert einen ökonomischen und technologischen Ausgleich zwischen Industrie- und Entwicklungsländern und einen Schutz der Meere gegenüber anthropogenen Schäden.

Mit dem Seerechtsübereinkommen wurden mehrere internationale Institutionen geschaffen:

- Internationaler Seegerichtshof mit Sitz in Hamburg, Deutschland

- Internationale Meeresbodenbehörde, IMB (engl. International Seabed Authority, ISA) mit Sitz in Kingston, Jamaika
- Kommission zur Begrenzung des Festlandsockels, Zusammentreten in der Regel in New York, USA

Das Übereinkommen unterscheidet folgende Meeresgebiete (s. Abbildung 3):

- Küstenmeer, 12 Seemeilen von der Küste
- Ausschließliche Wirtschaftszone (AWZ), 200 Seemeilen
- Festlandsockel
- Hohe See

Die Hoheitsbefugnisse eines Staates nehmen dabei mit zunehmender Entfernung von der Küste ab. Die ersten drei Zonen unterliegen der Souveränität des Küstenstaates, im Gebiet der hohen See ist die Internationale Meeresbodenbehörde (IMB) zuständig.

Aufgrund von geologischen Gegebenheiten des Festlandsockels kann der Einflussbereich eines Küstenstaates erweitert werden. Da im Festlandsockel häufig Lagerstätten von Erdöl und Erdgas sowie Gashydrate, Kobaltkrusten und Massivsulfide vorkommen, haben viele Staaten ein Interesse, ihr Meeresgebiet zu vergrößern. Sie müssen die Erweiterung der Länderbefugnisse bei der Festlandsockelkommission in New York beantragen. Zurzeit werden die Besitzverhältnisse über alles, was sich im Ozean befindet und verkaufen lässt, gründlich auf den Kopf gestellt. Kritiker sprechen von der „zweiten großen Kolonisationswelle“ unseres Planeten, die fast unbemerkt von der Öffentlichkeit stattfindet (Jenisch, 2015).

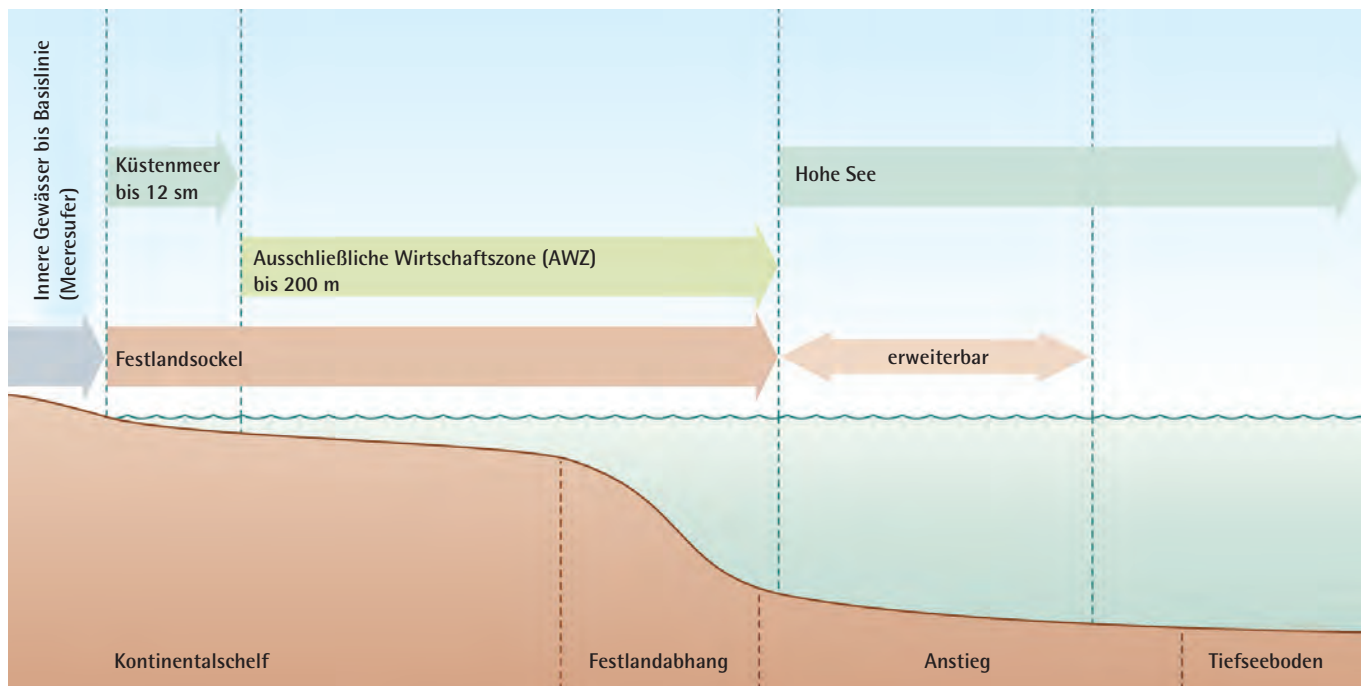


Abbildung 3: Seerechtszonen (© maribus gGmbH, 2014)

Die IMB hat ihren Sitz in Jamaika. Sie ist eine kleine Behörde mit knapp 40 Mitarbeiter*innen aus verschiedenen Ländern. In jährlichen Sitzungen treffen sich zusätzlich die Versammlung der Mitgliedsstaaten (Assembly) sowie der Rat (Council) als Exekutivorgan, unterstützt von der Finanzkommission und der einflussreichen rechtlichen und technischen Kommission. Die Behörde verwaltet den Meeresboden jenseits der Grenzen des Bereichs nationaler Hoheitsbefugnisse, die hohe See, was in etwa 50 Prozent der Erdoberfläche entspricht (Jenisch, 2015). Damit hat die Behörde einen enormen Einfluss auf die Zukunft unseres Planeten.

Bei der Bewältigung der enormen Aufgaben der Meeresbodenbehörde treten erhebliche Defizite auf. In der jüngsten Zeit legten Studien im Auftrag der IMB und

unabhängiger Forschungsinstitute Mängel bei Transparenz und Partizipationsmöglichkeiten dar. Bei der rechtlichen und technischen Kommission der Behörde, welche die Regularien für die Erkundung und den Tiefseebergbau festlegt, wurden Probleme bezüglich der Unparteilichkeit und der Kapazitäten festgestellt (Christiansen et al., 2016; Johnson et al., 2016).

Die IMB vergibt Lizenzen für die Erkundung und eventuell zukünftig auch für die Ausbeutung spezieller Meeresgebiete. Sie ist auch für die Überwachung der Tätigkeiten am Tiefseeboden zuständig. Im Zeitraum von 2001 bis 2017 hat die IMB insgesamt 27 Explorationslizenzen vergeben. Sie erteilte 17 Lizenzen für eine Fläche von jeweils 75.000 km² für die Erkundung von Manganknollen, 4 Lizenzen für jeweils 3.000 km² für die Erkundung von Mangankrusten und

6 Lizenzen für die Erkundung von Massivsulfiden (jeweils 10.000 km²) (Umweltbundesamt, 2017). Die Lizenzen laufen über 15 Jahre, danach können sie um 5 Jahre verlängert oder eine Abbaulizenz kann beantragt werden. Dazu kann am Ende der Exploration ein „Pilot-Mining-Test“ stattfinden, um die Durchführung des Bergbaus am Tiefseeboden zu testen.

Momentan gibt es dafür bei den meisten Lizenznehmern keine ausgereiften Gerätschaften und die Abbauregulierungen sind bei der Seebodenbehörde noch in der Entwicklung (Christiansen et al., 2016). So wurden bisher noch keine Abbaulizenzen vergeben.

Die Höhe und die Verwendung der Abbaugebühren werden bei der Meeresbodenbehörde verhandelt. Ob Tiefseebergbau wirtschaftlich sein wird, hängt auch davon ab, ob die Lizenzgebühren die ökologischen Risiken berücksichtigen und in welchem Maße Umweltauflagen implementiert werden. Da die ökologischen Risiken nicht bekannt sind, können sie allerdings nicht realistisch in die Lizenzgebühren eingepreist werden. Darüber hinaus sieht das Seerecht Kompensationszahlungen für rohstoffexportierende Staaten vor, die durch die Konkurrenz der aus der Tiefsee geförderten Ressourcen Einbußen erleiden. Diese Zahlungen müssten auch aus den Gebühren finanziert werden. Wenn die Explorationslizenz nicht verlängert und auch keine Abbaulizenz beantragt wird, läuft sie aus. Deutschland hält zwei Explorationslizenzen, eine für ein Manganknollengebiet im Pazifik, bei dem die Erkundung bis 2021 läuft und eine für ein Gebiet mit Massivsulfiden, die bis 2029 datiert ist (Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, 2016a, 2016c). Zusammen nehmen die beiden Gebiete 85.000 km² ein, das entspricht der Fläche Österreichs.

Tiefseebergbau kann aber nicht nur in dem Gebiet jenseits der Grenzen des Bereichs nationaler Hoheitsbefugnisse stattfinden. Mineralische Ressourcen fin-

den sich auch in den ausschließlichen Wirtschaftszonen von Küstenländern. Meist sind dies kleine Pazifikstaaten, von denen einige Mängel bei demokratischen Prozessen haben. So werden Entscheidungen der Regierungen häufig gegen den Willen der Bevölkerung getroffen und Menschenrechte verletzt (Barcham, 2007). Zum Beispiel lag Papua Neuguinea 2017 auf Rang 140 von 180 Staaten im Korruptionswahrnehmungsindex von Transparency International, ein Zeichen für ein hohes Maß an Korruption (Transparency International, 2017). In Papua Neuguinea wurden schon zahlreiche Lizenzen für den Tiefseebergbau vergeben.

5 Der geplante Abbau

Bereits 1978, vor in Kraft treten des Seerechtsübereinkommens, hat ein internationales Konsortium, an dem auch deutsche Unternehmen beteiligt waren, mehrere Hundert Tonnen Manganknollen aus dem 5.000 Meter tiefen Pazifik gehoben. Umweltschützer*innen befürchteten auch damals, dass die Sammelmaschinen erhebliche Schäden auf dem Tiefseeboden anrichten und protestierten (Pluta, 2016).

Das Bergbauvorhaben in der Tiefsee, welches am weitesten fortgeschritten ist, ist in der ausschließlichen Wirtschaftszone von Papua Neuguinea geplant. Das kanadische Unternehmen Nautilus Minerals Inc. strebt an, Massivsulfide, die Gold, Silber und Kupfer enthalten, aus 1,6 km Tiefe abzubauen (Nautilus Minerals, 2018). Das Gebiet des Pilotprojektes liegt nur 30 km von der Küste entfernt. Somit sind gravierende Folgen für die sehr auf Fischerei angewiesene Bevölkerung zu erwarten (Luick, 2012; solwaramining.org, o.J.).

Abgesehen von den Plänen in Papua Neuguinea wird die Gesamtzahl der Bergbauvorhaben innerhalb von AWZ-Gebieten auf 25 geschätzt (Jenisch, 2015). In Deutschland und der EU gibt es Bestrebungen in der nächsten Zeit einen „Pilot-Mining-Test“ durchzuführen. Dieser könnte im Pazifik, im indischen Ozean oder nah der Azoren stattfinden. Die Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) schreibt in ihrem Newsletter vom Oktober 2016:

*„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 (internationale Meeresbodenbehörde, die Verfasser*innen) eine Umweltverträglichkeitsprüfung ein Jahr vor dem Test vorgelegt werden. Die in den Teilgebieten durchgeführten detaillierten Erkundungsarbeiten hinsichtlich Topogra-*

phie, 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.“ (Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, 2016b, S. 6)

Neben dem Einsatz von Tiefseebaggern, wie sie für den Abbau vor der Küste Papua Neuguineas entwickelt wurden, gibt es Pläne, weniger invasive Techniken zu entwickeln. Es ist aber fraglich, ob sich solche Konzepte technisch und wirtschaftlich durchsetzen werden, wenn einmal der Weg für den kommerziellen Tiefseebergbau geebnet ist. Außerdem sind auch die mineralischen Vorkommen selbst Grundlage für den Lebensraum sessiler und mobiler Fauna. Ein weiteres zentrales Problem ist der immens hohe technische und logistische Aufwand für das Monitoring von ökologischen Folgewirkungen und Schäden.

6 Risiken

Unser Wissen über die Tiefsee und deren Einfluss auf globale Prozesse ist derzeit noch sehr gering. Die renommierte Ozeanforscherin Sylvia Earle schreibt in ihrem Artikel „Deep Sea Mining: An Invisible Land Grab“:

„Die Rolle des Lebens in der Tiefsee bezüglich des Kohlendioxidkreislaufes ist kaum verstanden. Der Einfluss des mikrobiellen Systems, das erst kürzlich entdeckt wurde, und die vielfältigen Ökosysteme in der Wassersäule und im Meeresboden müssen erst noch tiefgehend erforscht werden. Wie könnte ein Arzt die internen Funktionen eines Patienten verstehen, wenn er nur die Haut eines Patienten sehen oder nur kleine Stichproben des Körperinnern nehmen könnte?“ (Earle, 2016) (Übersetzung S. Buhmann)

Ebenso fehlen vertiefte Erkenntnisse über die Auswirkungen einer Rohstoffförderung auf Ökosysteme und Lebensgemeinschaften in der Tiefsee. Obwohl sich die für einen Abbau benötigten Technologien noch in der Entwicklung befinden und somit auch mögliche Folgen spekulativ sind, kann man bereits von bestehender Ressourcenförderung von Öl, Gas, Diamanten und Sand im Meer Rückschlüsse auf die Umwelteinflüsse ziehen. Neben chronischen Ölverschmutzungen entstehen beim Meeresbergbau Trübungsfahnen und Kraterlandschaften, wodurch es zur Bildung von sauerstoffarmen „Totwasserbereichen“ kommen kann. Die Resuspension von Sedimentpartikeln in den Trübungsfahnen führt häufig zur Freisetzung von Nährstoffen, wodurch der Sauerstoffgehalt abnimmt. Darüber hinaus wirken tiefe Abbaulöcher als Sedimentfallen für Detritus und Pflanzenreste und weisen in ihren tieferen Bereichen (unterhalb von 7 m im Meeresboden) anoxische Bedingungen auf (von Nordheim & Boedeker, 1998).

Durch einen geplanten Rohstoffabbau in der Tiefsee würde eine große Anzahl der ältesten und sensiblen Ökosysteme der Erde direkt beeinflusst oder gar

dauerhaft zerstört. Manganknollenfelder entstehen in Millionen von Jahren und selbst die Sedimente des Tiefseebodens brauchen aufgrund der niedrigen Sedimentationsrate in der Clarion-Clipperton-Zone Millionen von Jahren für den biochemischen Wiederaufbau von einem Zentimeter. Der Meeresboden würde durch die Förderanlagen umgegraben und somit der Lebensraum und alle darin vorkommenden Arten vernichtet. Die Folgen der Eingriffe werden dadurch verschärft, dass viele Gemeinschaften des Meeresbodens räumlich isoliert sind, viele Arten sehr langsam wachsen und sich stark unterscheiden, wodurch eine Wiederbesiedlung durch gleiche Artengemeinschaften sehr unwahrscheinlich ist. Es ist davon auszugehen, dass die meisten der verursachten Schäden weiträumig und irreversibel sein werden. Dazu kommt, dass sich das reichste Leben in den Gebieten findet, wo die Manganknollendichte am höchsten ist und die somit am interessantesten für die Ausbeutung sind.

Neben den direkten Auswirkungen durch die Entnahme der Hartsubstrate birgt der Tiefseebergbau auch viele weitere Gefahren. Es ist zu erwarten, dass gravierende ökologische Eingriffe mit dem Tiefseebergbau und der Förderung des abgebauten Materials einhergehen. Dazu gehören langlebige Sedimentwolken in der Wassersäule, der Transfer von nährstoffreichem Tiefenwasser in höhere Meeresschichten und die Freisetzung von toxischen Stoffen. Sedimentwolken können abhängig von Partikelgröße und Strömung auch fern des eigentlichen Fördergebiets noch Auswirkungen auf das Leben im Meer nehmen. Korallen, Schwämme und andere filtrierende Arten in der Tiefsee würden von Sedimenten bedeckt, könnten sich nicht mehr ernähren und würden absterben. Ebenso würden Hartsubstrate wie zum Beispiel Steine, Muschelschalen und Manganknollen bedeckt werden, die für eine Wiederbesiedlung durch Larven benötigt werden. Durch eine erhöhte Eintrübung der euphotischen Wassersäule kann es zu Änderungen der Primärproduktion kommen und damit zur Veränderung

ganzer Nahrungsketten. Sedimentwolken können somit auch in oberen Wasserschichten zu einem veränderten Wanderverhalten von Meeressäugern, Haien und Meeresschildkröten führen, oder für sie essentielle Habitate vernichten und deren Fortbestand gefährden. Durch das Aussterben einer Art können die Funktionen der Ökosysteme so gestört werden, dass sie komplett zusammenbrechen.

Durch das Zurückpumpen von nährstoffreichem Tiefseewasser in die Wassersäule wären küstennahe Ökosysteme und solche im offenen Meer betroffen. Wie zum Beispiel im Gebiet des Pilotprojektes Solwara 1, das nur 30 km von der Küste von Papua-Neuguinea entfernt ist (solwaramining.org, o.J.). Durch eine erhöhte Nährstoffkonzentration kann es zu Algenblüten kommen und in deren Folge zu sauerstoffarmen und toxischen Bedingungen, die zu einem Massensterben führen können. Im Prozesswasser können auch Schwermetalle enthalten sein, die die Entwicklung von Embryos, Larven und Juvenilen der Meereslebewesen beeinträchtigen. Schwermetalle lagern sich entlang der Nahrungskette an und werden schlussendlich auch von Menschen konsumiert. Weitere Risiken für die Meeresumwelt ergeben sich aus dem Lärm und dem Lichteintrag, der bei der Erkundung sowie dem Abbau entsteht und durch eine Zunahme des Schiffsverkehrs und dessen Gefahren wie zum Beispiel Kollisionen und Leckagen.

Der Tiefseebergbau hat nicht nur negative Auswirkungen auf marine Ökosysteme, sondern bedroht auch die Lebensgrundlagen der Bevölkerung in den Anrainergebieten. Dezimierte Fischbestände gefährden das Auskommen und die Kultur von Fischern und ganzer Gemeinschaften. Kontaminierte Rückstände, die bei der Aufbereitung der Rohstoffe an Land entstehen, können küstennahe Ökosysteme verseuchen und die Gesundheit und Nahrungsgrundlage der Menschen aufs Spiel setzen. Eine zerstörte Umwelt würde ferner zu einem Rückgang des Tourismus in

den betroffenen Gebieten führen, wodurch eine der meist wenigen Einnahmequellen wegbrechen würde. Somit erhöht der Tiefseebergbau nicht nur die bereits bestehende Belastung der Meere durch Schifffahrt, Klimawandel, Fischerei, Aquakultur und Energiegewinnung, er hat auch unkalkulierbare Folgen für viele Menschen.

7 Interessenlage

7.1 Forschung und Industrie

Im April 2014 gründete sich die „DeepSea Mining Alliance“ in Hamburg mit vornehmlich Mitgliedern aus der Industrie. In ihrem Interesse lag es von Beginn an, eine gemeinsame Plattform für Partner aus Industrie und Forschung zu bieten. Inzwischen sind einige Forschungsinstitute beigetreten. Nach eigener Aussage sind die Hauptziele der Allianz die Forcierung der Entwicklung von Tiefseebergbau-Projekten in Deutschland und international, die Unterstützung von Innovations-, Forschungs- und Entwicklungsprojekten, eine enge Zusammenarbeit mit führenden Forschungsinstituten unter besonderer Berücksichtigung aller umweltrelevanten Aspekte und die Erstellung einer „Strategie-Roadmap“ mit dem vorläufigen Zielpunkt der Durchführung eines „Pilot-Mining-Tests“ (DeepSea Mining Alliance, 2018). Die europäische Wissenschaft ist stark in die Erkundung der lizenzierten Gebiete eingebunden. Einerseits wird dadurch wichtiges Grundlagenwissen über die Tiefsee gewonnen und andererseits wird so ein großer Teil der Vorarbeit für einen möglichen Abbau durch öffentliche Gelder finanziert. Seit 2011 läuft das „Deep Sea Minerals Project“, welches eine Zusammenarbeit zwischen der Pacific Community (SPC) und der Europäischen Union ist. In dem Projekt geht es um die Gesetzgebung und das Management bezüglich mineralischer Ressourcen in den ausschließlichen Wirtschaftszonen der pazifischen Mitgliedstaaten. Das „Deep Sea Minerals Project“ hat 15 pazifische Inselstaaten als Mitglieder: die Cook Islands, Mikronesien, Fidschi, Kiribati, Marshall Islands, Nauru, Niue, Palau, Papua New Guinea, Samoa, Solomon Islands, Timor Leste, Tonga, Tuvalu und Vanuatu.

Im November 2016 wurde die Finanzierung eines Deutschen Maritimen Zentrums (DMZ) in Hamburg beschlossen. In der Pressemitteilung der CDU/CSU Fraktion im Bundestag heißt es: „Für die erste Phase werden über 3 Jahre insgesamt 9 Mio. € bereitgestellt. Die Einrichtung soll das erstklassige Know-

how zahlreicher maritimer Forschungsinstitute an einer Stelle praxisnah für die Industrie zusammenfassen und so strategisch in Wettbewerbsvorteile für den Standort Deutschland umsetzen.“ (Kruse, 2016)

In der europäischen Union ist ein möglicher Tiefseebergbau Teil der Blue Growth Strategie. 2015 unterzeichneten die französische und die deutsche Regierung sowie Industriepartner aus Frankreich und Deutschland ein „Memorandum of Understanding“ zur weiteren Zusammenarbeit im Tiefseebergbau. Oft werden Probleme beim terrestrischen Bergbau als Argument für den Tiefseebergbau angebracht. Neben abnehmender Effizienz und darum einem steigenden Anteil von Abraum könnte die stärker werdende Sensibilität der Verbraucher*innen hinsichtlich der Herstellungsbedingungen mineralischer Rohstoffe den Tiefseebergbau als Alternative erscheinen lassen. Es ist zu befürchten, dass die Industrie wünschenswerte Zertifizierungen sozialer und ökologischer Standards im terrestrischen Bergbau aus ökonomischen Gründen ablehnt und den Tiefseebergbau als Alternative dazu propagiert. Bei den primären Metallrohstoffen ist Deutschland fast vollkommen importabhängig. Von daher spielen neben ökonomischen Interessen sicherlich strategische Überlegungen eine große Rolle, wenn es darum geht, den Tiefseebergbau voranzutreiben.

Neben den wirtschaftlichen gibt es auch andere Motive, in der Tiefsee nach wertvollen Metallen zu suchen. Der Geologe Dr. Sven Petersen wird dazu folgendermaßen in einem Artikel erwähnt: „Die Länder haben eventuell ein geostrategisches und kein wirtschaftliches Interesse, sagt Petersen. Sie könnten auf diese Weise versuchen, die Rohstoffzufuhr für die heimische Industrie zu sichern, ohne sich von anderen Ländern abhängig zu machen. Für eine Tiefseebergbaulizenz muss eine Regierung nämlich nicht mit einer anderen Regierung, sondern mit einer UN-Behörde verhandeln.“ (Pluta, 2016)



Bild 7 und 8: Fischer in Papua Neuguinea (© Jonathan Mesulam)

Die deutsche Tiefseebergbau Lobby nennt oft das Argument, dass sie diejenigen seien, die den Tiefseebergbau auf die sauberste Weise durchführen würden im Gegensatz zu asiatischen Unternehmen. Einerseits kann man dieses hinterfragen, wenn man Umwelt-skandale deutscher Unternehmen im Ausland in Betracht zieht. Andererseits wird ein deutscher oder europäischer Tiefseebergbau den asiatischen nicht verhindern, sondern müsste mit ihm ökonomisch konkurrieren, was auf Kosten der ökologischen Standards gehen könnte. Die Weltbank sieht den Tiefseebergbau als einen Fokus für die ökonomische Entwicklung der jeweiligen Regionen.

7.2 Zivilgesellschaft

Es gibt eine starke Widerstandsbewegung in Papua Neuguinea und anderen Pazifikstaaten, die versucht, den marinen Lebensraum vor den Bergbauvorhaben zu bewahren. Die Kritiker werden auch von Seiten der Wissenschaft unterstützt. Die Ozeanografin Cindy Van Dover, die an Vorstudien in Papua Neuguinea beteiligt war, sagt, dass es unmöglich ist, die Folgen vorauszusagen. Außerdem bezweifelt sie, dass die Regierung,

welche zu 15 Prozent an dem Projekt beteiligt ist, die Expertise besitzt, um die adäquate und unabhängige Aufsicht über das Unternehmen zu führen (Gramling, 2014).

Deutsche Hilfswerke wie Brot für die Welt und Misereor unterstützen die Menschen vor Ort im Umgang mit den Tiefseebergbauvorhaben in der Region und arbeiten auch in Deutschland zu dem Thema. In den pazifischen Staaten sind die Erinnerungen an die Atomtests der fünfziger und sechziger Jahre des letzten Jahrhunderts noch sehr präsent und viele Menschen fühlen sich durch die drohenden Tiefseebergbauaktivitäten erneut dem globalen Norden gegenüber ausgeliefert. Neben der wirtschaftlichen Notwendigkeit eines gesunden marinen Lebensraumes für die Ernährung durch Fischerei und für den Tourismus hat das Meer in vielen pazifischen Ländern auch eine große spirituelle Bedeutung. „*Der pazifische Blick auf die Welt trennt nicht zwischen Land und Meer. Ozeanien wird als ein flüssiger Kontinent betrachtet*“, sagt Francisco Mari, Referent für Agrarhandel und Fischerei bei Brot für die Welt. Zudem haben die Menschen in Ländern wie Papua Neuguinea

in der jüngeren Vergangenheit sehr schlechte Erfahrungen mit dem Landbergbau und der einhergehenden ökologischen Zerstörung sowie mit Korruption in den Regierungen gemacht.

Es ist zu befürchten, dass durch die Aktivitäten in Forschung und Entwicklung sowohl in Deutschland als auch europaweit eine Infrastruktur geschaffen wird, die die Weichen in Richtung des Tiefseebergbaus stellt, ohne dass eine öffentliche Abwägung und Entscheidungsfindung hinsichtlich der Risiken und des Nutzens stattgefunden hat. Die Meeresschutzorganisation Seas At Risk schrieb in einer Stellungnahme zum Entwurf der Abbauregulierungen der IMB: *„Es besteht ein konkretes Risiko, dass es sehr schwierig wird angesichts der Investitionen, die in die Technologieentwicklung und die Erkundung geflossen sind, den Prozess zu revidieren sobald die Industrie mit dem Abbau beginnt.“* (Seas At Risk, 2016, S. 4) (Übersetzung S. Buhmann) Insgesamt setzt sich der BUND mit anderen Umwelt- und Sozialverbände für mehr Öffentlichkeit und Transparenz bei dem Thema ein und fordert ein Einstellen der Aktivitäten in Richtung Tiefseebergbau⁵ (AG Tiefseebergbau, 2018).

Sylvia Earle schreibt in „Deep Sea Mining: An Invisible Land Grab“: *„Wir brauchen Technologien um die Tiefsee zu erreichen, damit unabhängige Forschung durchgeführt werden kann und die Natur des größten Lebensraums der Erde zu verstehen. Am allerwichtigsten aber ist, dass wir unsere Einstellungen, Traditionen und Politiken über die Natur hinterfragen, die uns dazu gebracht haben, die Güter zu verbrennen als wenn es kein Morgen gäbe. Das „als wenn es kein Morgen gäbe“ kann Realität werden oder nicht, abhängig davon was wir tun. Oder was wir verfehlen zu tun. Noch ist Zeit eine Wahl zu treffen.“* (Earle, 2016: Übersetzung S. Buhmann).

⁵ Die AG Tiefseebergbau setzt sich aus Mitgliedsorganisationen der AG Meere im Forum Umwelt und Entwicklung sowie dem AK Rohstoffe zusammen.

8 Alternativen

Betrachtet man die ökologischen und sozialen Probleme, die die Abhängigkeit von endlichen mineralischen Rohstoffen mit sich bringt, so stellt man fest, dass ein hoher oder gar steigender Bedarf an primären mineralischen Rohstoffen nicht zukunftsfähig ist und ein Ausweichen auf den Tiefseebergbau angesichts der ökologischen Folgen keine vertretbare Lösung darstellt. Wenn wir eine nachhaltige Gesellschaft aufbauen wollen, um der Erde und kommenden Generationen eine Zukunft zu ermöglichen, führt an Suffizienz kein Weg vorbei. In der umweltpolitischen Diskussion steht Suffizienz auch für das Bemühen unseren Rohstoff- und Energieverbrauch drastisch zu reduzieren und absolut zu begrenzen. Eine drastische Reduzierung des globalen CO₂-Ausstoßes ist zwingend notwendig, jedoch ist eine Reduzierung der ökologischen Anstrengungen auf CO₂-Einsparungen nicht ausreichend. Qualitatives, ressourcensparendes Wachstum muss an die Stelle des bisherigen quantitativen treten. Wir müssen unseren Konsum mit den gesamten ökologischen und sozialen Konsequenzen betrachten. Am Beispiel der Mobilität heißt das, dass ein Elektroauto zwar für sauberere Luft und weniger Lärm in unseren Städten sorgt und je nach Art der Energieerzeugung zu einem deutlich geringeren CO₂-Ausstoß beitragen kann. Seine Herstellung kann aber auch mit erheblichen ökologischen Auswirkungen verbunden sein, wenn nicht konsequent die Gewinnung und Verwendung von sekundären Rohstoffen ausgebaut wird. Bei einem weiteren Anstieg des globalen Autoverkehrs können sowohl bei der Verwendung von Verbrennungsmotoren als auch bei Elektromotoren Begehrlichkeiten des Rohstoffabbaus in der Tiefsee entstehen, um den Ressourcenbedarf zu decken. Für eine zukunftsfähige Verkehrspolitik müssen daher vorrangig die maßgebliche Reduzierung des privaten Autoverkehrs sowie die Entwicklung innovativer, ressourcensparender Mobilitätskonzepte angegangen werden.

Das „Institute For Sustainable Futures“ in Sidney, Australien, veröffentlichte 2016 die Studie „Renewable Energy and Deep Sea Mining: Supply, Demand and Scenarios“. Die Studie befasst sich mit der Frage, ob eine globale Energiewende mit dem einhergehenden Verzicht auf fossile Brennstoffe ohne die Gewinnung mineralischer Rohstoffe aus der Tiefsee möglich ist. Sie kommen zu dem Schluss, dass auch bei höchst ambitionierten Szenarios, also einem massiven Ausbau der erneuerbaren Energiegewinnung die terrestrischen Ressourcen ausreichend wären. Sie weisen darauf hin, dass Metalle in einem hohen Maß recycelbar sind und die Gewinnung sekundärer mineralischer Rohstoffe generell weniger energieaufwändig ist als die Förderung durch Bergbau. Es ist technisch möglich, die Metalle einer Windkraftanlage zu 80 bis 95 Prozent wiederzuverwenden. Die Studie befasst sich auch mit dem steigenden Bedarf an Lithium durch die Elektromobilität. Danach sind die terrestrischen Ressourcen an primären und sekundären Rohstoffen bei einem stark steigenden Bedarf ausreichend. Allerdings sind in diesem Feld Prognosen schwierig, da es bei der Entwicklung und der Produktion von Elektroautos noch viele Änderungen bezüglich der verwendeten Materialien geben kann. Es ist gut möglich, dass die Produktion von Akkus für Elektroautos nicht so sehr auf Lithium angewiesen ist wie es zurzeit scheinen mag. Die Studie des „Institute For Sustainable Futures“ besagt, dass es unwahrscheinlich ist, dass Tiefseebergbau initiiert wird um den Bedarf an Lithium zu decken (Teske et al., 2016).

Wie auch bei anderen Rohstoffen muss der Verbrauch mineralischer Ressourcen insbesondere in der westlichen Welt eklatant eingeschränkt werden. Der verbleibende Bedarf primärer Rohstoffe ist durch Kreislaufwirtschaft, welche Recycling und Urban Mining einschließt, Laufzeitverlängerung von Geräten, Reparaturfreundlichkeit, Shared Economy-Konzepte und Substitution zu reduzieren. Forschung und Entwicklung von Seiten der Universitäten, Forschungsinsti-

tute und der Industrie in dieser Richtung sollten verstärkt gefördert werden. Einige dieser Konzepte werden auch von der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) empfohlen, damit Deutschland in den Zukunftstechnologien wettbewerbsfähig bleibt. In einer Studie des Fraunhofer-Instituts für System und Innovationsforschung im Auftrag der BGR heißt es:

Generell kommen zur Sicherung der Rohstoffversorgung für die Wirtschaft folgende Maßnahmen in Betracht:

- Ausbau und Effizienzsteigerung von Erzabbau bzw. Metallgewinnung,
- Substitution auf Material- und Technologieebene,
- Ressourceneffizienz in Produktion und Anwendung,
- Recycling, gewährleistet durch recyclinggerechtes Design, Rückführungsstrategien und effiziente Recyclingtechnologien (Deutsche Rohstoffagentur, 2016).

Das BUND-Hintergrundpapier „Ressourcenschutz ist mehr als Rohstoffeffizienz“ befasst sich mit dem Ressourceneffizienzprogramm zur nachhaltigen Nutzung und Schutz der Ressourcen, das die deutsche Bundesregierung 2012 verabschiedet hat. *„In den Leitideen benennt sie (die Bundesregierung) die Verbindung ökologischer Notwendigkeiten mit ökonomischen Chancen, globale Verantwortung, Unabhängigkeit der Wirtschafts- und Produktionsweisen von Primärrohstoffen, Ausbau der Kreislaufwirtschaft sowie eine Orientierung auf qualitatives Wachstum. Ziel ist weiterhin eine Entkopplung des Rohstoffverbrauchs vom Wirtschaftswachstum.“* Grundsätzlich wurde das Ressourceneffizienzprogramm vom BUND begrüßt, in dem Hintergrundpa-

pier werden allerdings auch Defizite des Programms erörtert. Bezüglich der sozialen und ökologischen Standards bei der Produktion von nach Deutschland importierten Rohstoffen muss nach Auffassung des BUND vorrangig sichergestellt werden, *„dass durch die in den Verträgen festgeschriebenen Liefermengen und Konditionen in den Erzeugerländern Produktionsbedingungen etabliert werden, die sozialverträglich sind und keine ökologischen und gesundheitlichen Schäden verursachen.“* (Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V., 2015).

9 Fazit

In Deutschland und der EU werden große Summen an öffentlichen Geldern ausgegeben, welche die Aktivitäten in Richtung Tiefseebergbau unterstützen. Dabei stellt sich die Frage, ob diese Gelder nicht bei dem Einsatz für ökologische und soziale Standards in der terrestrischen Rohstoffgewinnung und in der Meeresforschung hinsichtlich schon bestehender mariner Umweltschäden besser investiert wären. Auch eine stärkere politische und ökonomische Unterstützung des Ressourcenschutzes, des Recyclings, nachhaltigen Produktdesigns und von Forschungsvorhaben hinsichtlich der Substitution primärer mineralischer Rohstoffe ist erstrebenswert. Zum Beispiel nahm trotz eines immensen Anstiegs des Elektronikkonsums und des Ausbaus erneuerbarer Energien die weltweite Förderung von seltenen Erden im Bergbau in den letzten Jahren kaum zu. Es ist davon auszugehen, dass bei der Substitution kritischer Metalle und beim Recycling schon aus ökonomischen und strategischen Gründen weitreichende Fortschritte gemacht werden. Dies sollte politisch unterstützt werden. Das von der Bundesregierung verwendete Argument, dass der Tiefseebergbau Deutschland vom Import mineralischer Rohstoffe unabhängiger machen würde, könnte durch ein konsequentes Recycling aller verwertbaren Produkte und Anlagen entkräftet werden. Die Gewinnung mineralischer Rohstoffe durch Recycling ist weniger energieaufwändig und mit sehr viel geringeren ökologischen Kosten verbunden als die Förderung im Bergbau. Sowohl der Import primärer terrestrischer Mineralien, die unter den derzeit herrschenden fatalen Bedingungen produziert werden, als auch ein möglicher Tiefseebergbau stellen eine Externalisierung der ökologischen und sozialen Folgen unseres Konsums und Energiebedarfs dar.

Lithium und seltene Erden werden von der Industrie stellenweise als das Öl der Zukunft bezeichnet. Der Weg in die Unabhängigkeit von fossilen Brennstoffen darf nicht zu einem uneingeschränkten Anstieg bei

dem Bedarf primärer endlicher Metalle führen. Einem Bestreben der Industrie bezüglich einer Steigerung der Gewinnung primärer Rohstoffe durch Bergbau und der damit verbundenen Lobbyarbeit ist entgegenzuwirken. Auch die vorige Bundesregierung hat sich eine Entkopplung des Rohstoffverbrauchs vom Wirtschaftswachstum zum Ziel gesetzt. Zudem würden durch die weitere Erschließung primärer Rohstoffquellen durch den Tiefseebergbau Bestrebungen für die Steigerung von Recyclingraten und ressourcensparende Innovationen ökonomisch geschwächt.

Am 1. Januar 2016 traten die Ziele für nachhaltige Entwicklung (englisch Sustainable Development Goals, SDGs) der Vereinten Nationen mit einer Laufzeit von 15 Jahren in Kraft. Anders als die Millenniumsziele, die der Entwicklung des globalen Südens galten, gelten die SDGs für alle Staaten. Sie dienen der Sicherung einer nachhaltigen Entwicklung auf ökonomischer, sozialer sowie ökologischer Ebene. Unter diesen Aspekten werden auch Industriestaaten als Entwicklungsländer gesehen. In einem Interview der Wochenzeitung *Die Zeit* mit dem Titel *„Auch Deutschland ist ein Entwicklungsland“* betonte Entwicklungsminister Dr. Gerd Müller unter anderem die Dringlichkeit nachhaltiger Verkehrskonzepte und sagte: *„wir müssen lernen, mit weniger Konsum besser zu leben“* (Endres & Grefe, 2015). Deutschland und die EU haben nun die Chance, die Weichen für einen nachhaltigen Umbau unserer Gesellschaft und Ökonomie zu stellen. Es gilt unsere Gesellschaft so umzugestalten, dass wir unsere Umwelt wiederherstellen, erhalten und schützen können. Dazu gehört es, dass wahre Zukunftstechnologien entwickelt und gefördert werden, die einerseits zu einer deutlichen Reduzierung des CO₂-Ausstoßes beitragen und andererseits einen nachhaltigen Umgang mit Ressourcen auch bei der Herstellung mit sich bringen. Dabei ist eine Hinwendung zum Tiefseebergbau und damit die Freigabe zur Ausbeutung und teilweisen Zerstörung einer der letzten großen Wildnisse der Erde ein Schritt in die

falsche Richtung. Die Geschichte der Tiefsee umfasst Millionen von Jahren, die Geschichte der Erforschung einige Jahrhunderte und die der marinen Technologieentwicklung einige Jahrzehnte. Noch besteht die Chance zu verhindern, dass innerhalb weniger Jahre zerstört wird, was in Millionen von Jahren gewachsen ist. Den Aktivitäten in Richtung Tiefseebergbau bei dem jetzigen Stand der Forschung und Technologieentwicklung Einhalt zu gebieten entspräche auch dem Vorsorgeprinzip, das in der Rio Erklärung über Umwelt und Entwicklung der Vereinten Nationen von 1992 festgelegt wurde. Die UN-Weltcharta für die Natur besagt, dass *„Aktivitäten, die wahrscheinlich ein signifikantes Risiko für die Natur darstellen, eine vollständige Untersuchung vorangehen soll; ihre Befürworter sollen demonstrieren, dass der erwartete Nutzen den potentiellen Schaden an der Natur überwiegt und wenn potentielle schädliche Auswirkungen nicht vollständig verstanden sind, sollten die Aktivitäten nicht weitergeführt werden.“* (Übersetzung S. Buhmann) Daraus ergibt sich, dass ein genereller Stopp aller Tiefseebergbauaktivitäten zwingend notwendig ist.

10 BUND-Forderungen

Der BUND lehnt den Tiefseebergbau aus folgenden Gründen ab:

- Die (wenigen) Erkenntnisse zur Tiefsee zeigen, dass die Lebensräume durch eine hohe Vielfalt und/oder außerordentlich lange Regenerationszeiten charakterisiert sind. Eingriffe verursachen daher unvermeidbar schwere ökologische Schäden.
- Die Umweltprobleme der Ozeane durch z.B. Klimawandel, Vermüllung, Lärm, Nähr- und Schadstoffeinträge sowie Überfischung sind schon heute bereits immens. Die Belastungen müssen dringend verringert werden.
- Die Tiefsee, die eine wichtige Funktion für das globale Klimasystem, die biologische Vielfalt und für das Leben auf der Erde hat, muss unberührt bleiben.
- Die sozio-kulturellen und ökonomischen Risiken für die Küstenbevölkerung betroffener Gebiete sind gravierend.
- Alternativen zur Nutzung von Rohstoffen aus Tiefseebergbau sind vorhanden (Ressourcen schonende Produkte, Einsatz von recycelten Materialien).

Der BUND fordert die Bundesregierung auf, im europäischen und internationalen Kontext die Anstrengungen zum Schutz der Meere und Ozeane deutlich zu verstärken. Hierzu zählen:

- Alle Vorhaben und politischen Initiativen zum Abbau mineralischer Ressourcen in der Tiefsee zu stoppen. Dies umfasst die sofortige Beendigung der wirtschaftlichen Förderpolitik im Bereich Tiefseebergbau.
- Sich stärker als bisher für die Ausweisung von Meeresschutzgebieten mit effektiven Managementstrategien und Nullnutzungszonen auf Basis transparenter und partizipativer Verfahren einzusetzen, statt den Tiefseebergbau zu fördern. Die Auswei-

sung von Meeresschutzgebieten muss intensiviert werden. Alle sensiblen Gebiete (empfindliche mariner Ökosysteme (VME), ökologisch und biologisch bedeutsame Meeresgebiete (EBSA)) auch der Tiefsee sollten unter Schutz gestellt werden; geprüft werden sollte die Einrichtung von UNESCO-Weltnaturerbe-Gebieten.

- Das Vorsorgeprinzip bei allen meeresbezogenen Aktivitäten muss konsequent beachtet werden und sollte handlungsleitend sein.
- Den Ausbau unabhängiger Meeresforschung hinsichtlich schon bestehender mariner Umweltschäden zu fördern. Die Ergebnisse müssen öffentlich zugänglich gemacht werden.
- Die deutschen Erkundungslizenzen ruhen zu lassen und keine Abbaulizenzen zu beantragen.

Der BUND fordert die Bundesregierung dazu auf, alles zu tun, damit Rohstoffgewinnung aus Tiefseebergbau nicht notwendig werden wird. Dazu gehören:

- Förderung und Umsetzung einer innovativen Ressourcenpolitik und Suffizienz (siehe Position „Ressourcenschutz“).
- Minimierung des Ressourceneinsatzes bei elektrischen Geräten durch längere Lebensdauer, Reparaturfreundlichkeit und Etablierung eines funktionierenden Recyclingsystems.
- Ausbau der Forschung zu ressourcensparenden Konzepten wie Substitution kritischer und ökologisch bedenklicher Rohstoffe, nachhaltigem Produktdesign, Recycling und Shared Economy.
- Deutschland und die europäische Union sollten eine Vorreiterrolle auf dem Weg in eine nachhaltige Ökonomie und bei der Entwicklung der zugehörigen Technologien einnehmen.

11 Quellen

- AG Tiefseebau. (2018). *Nein zum Raubbau an der Tiefsee!* Abgerufen von www.forumue.de/wp-content/uploads/2018/05/Positionspapier-Tiefseebau-25042018.pdf
- Barcham, M. (2007). *Corruption in Pacific Island Countries*. Suva: United Nations Development Programme Pacific Centre.
- Boetius, A. (2015). *RV SONNE Fahrtbericht / Cruise Report SO242-2 [SO242/2]: JPI OCEANS Ecological Aspects of Deep-Sea Mining, DISCOL Revisited, Guayaquil – Guayaquil (Ecuador)*, 28.08.–01.10.2015. Abgerufen von <http://oceanrep.geomar.de/31076/7/GEOMAR%20Report%20NS27.pdf>
- Boetius, A. & Haeckel, M. (2018). *Mind the seafloor*. *Science*, 359 (6371), 34–36. doi:10.1126/science.aap7301
- Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V. (2015). *Ressourcenschutz ist mehr als Rohstoffeffizienz*. Abgerufen von www.bgr.bund.de/DE/Themen/MarineRohstoffforschung/ressourcen_und_technik/ressourcen_ressourcenschutz_hintergrund.pdf
- Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe. (2016a). *Manganknollen-Exploration im deutschen Lizenzgebiet*. Abgerufen von www.bgr.bund.de/DE/Themen/MarineRohstoffforschung/Meeresforschung/Projekte/Mineralische-Rohstoffe/Laufend/manganknollen-exploration.html?nn=1542296
- Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe. (2016b). *Marine Rohstoffe Newsletter [Pressemitteilung]*. Abgerufen von https://www.bgr.bund.de/DE/Gemeinsames/Produkte/Downloads/Marine_Rohstoffe_Newsletter/Rohstoffwirtschaft/marine_mineralische_rohstoffe_2016.pdf?__blob=publicationFile&v=2
- Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe. (2016c). *Metallsulfidvorkommen am Meeresboden – Deutsche Explorationslizenz im Indischen Ozean*. Abgerufen von www.mags-projekt.de/DE/Themen/Min_rohstoffe/Projekte/Meeresforschung-Projekte-laufend/Index2011-2013.html
- Christiansen, S., et al. (2016). *Towards Transparent Governance of Deep Seabed Mining*. Abgerufen von www.iass-potsdam.de/sites/default/files/files/policy_brief_transparency.pdf
- DeepSea Mining Alliance (2018). *Main Goals*. Abgerufen von www.deepseamining-alliance.com/
- Deutsche Rohstoffagentur (2016). *Rohstoffe für Zukunftstechnologien 2016*. Abgerufen von www.bgr.bund.de/DERA/DE/Downloads/zukunftstechnologienzusammenfassung.pdf?__blob=publicationFile&v=2
- Earle, S. (2016). *Deep Sea Mining: An Invisible Land Grab*. Abgerufen von <https://blog.nationalgeographic.org/2016/07/21/deep-sea-mining-an-invisible-land-grab/>
- Endres, A. & Grefe, C. (2015, 23.9.2015). *Auch Deutschland ist ein Entwicklungsland*. *Die Zeit*. Abgerufen von www.zeit.de/wirtschaft/2015-09/bundesentwicklungsminister-gerdmueller-un-nachhaltigkeitsziele
- Gramling, C. (2014). *Seafloor Mining Plan Advances, Worrying Critics*. *Science*, 344 (6183), 463–463. doi:10.1126/science.344.6183.463
- Heinrich-Böll-Stiftung (2017). *Meeresatlas 2017*. Abgerufen von www.boell.de/sites/default/files/web_170607_meeresatlas_vektor_v102_1.pdf
- Jenisch, U. (2015). *Tiefseebau auf dem Weg zum Abbau-Code*. *NordÖr, Zeitschrift für öffentliches Recht in Norddeutschland*, 18(12), 513–572. Abgerufen von www.nordoe.nomos.de/fileadmin/nordoe/doc/Aufsatz_NordOER_15_12.pdf
- Johnson, D., et al. (2016). *Periodic Review of the International Seabed Authority pursuant to UNCLOS Article 154 – Interim report*. Abgerufen von www.isa.org.jm/files/documents/EN/22Sess/Art154/Art154_InterimRep.pdf
- Kruse, R. (2016). *Haushaltsausschuss beschließt Finanzierung eines Deutschen Maritimen Zentrums [Pressemitteilung]*. Abgerufen von www.dcuu.de/presse/pressemitteilungen/haushaltsausschuss-beschliesstfinanzierung-eines-deutschen-maritimen-zentrums
- Luick, J. L. (2012). *Physical Oceanographic Assessment of the Nautilus EIS for the Solwara 1 Project*. Abgerufen von www.deepseaminingoutofourdepth.org/wp-content/uploads/EISReview-FINAL-low-res.pdf
- Madureira, P., et al. (2016). *Exploration of polymetallic nodules in the Area: Reporting practices, data management and transparency*. *Marine Policy*, 70, 101–107. doi:10.1016/j.marpol.2016.04.051
- maribus gGmbH (2014). *world ocean review 3: Rohstoffe aus dem Meer – Chancen und Risiken*. Hamburg: Abgerufen von https://worldoceanreview.com/wpcontent/downloads/wor3/WOR3_gesamt.pdf
- Nautilus Minerals (2018). *PNG (Papua New Guinea)*. Abgerufen von www.nautilusminerals.com/irm/content/png.aspx?RID=258
- Pluta, W. (2016). *In der Tiefsee liegt die Zukunft der Technik*. Abgerufen von www.golem.de/news/deep-sea-mining-das-grosse-tauchen-1602-119048.html
- Pophanken, A.K., et al. (2013). *Manganknollen – zukünftige Rohstoffbasis für Technologiemetalle?* Heft 133 der Schriftenreihe der GDMB, 46. Metallurgisches Seminar. Abgerufen von www.metallurgie.rwth-aachen.de/new/images/pages/publikationen/pophaenken_46_m_id_1549.pdf
- Purser, A., et al. (2016). *Association of deep-sea incirrate octopods with manganese crusts and nodule fields in the Pacific Ocean*. *Current Biology*, 26(24), R1268–R1269. doi:doi:10.1016/j.cub.2016.10.052
- Sachverständigenrat für Umweltfragen (2012). *Umweltgutachten: Verantwortung in einer begrenzten Welt*. Berlin: Abgerufen von www.umwelttrat.de/SharedDocs/Downloads/DE/01_Umweltgutachten/2012_06_04_Umweltgutachten_HD.html
- Schrader, C. (2016, 27.3.2016). *Raubbau in der Tiefsee*. *Süddeutsche Zeitung*. Abgerufen von www.sueddeutsche.de/wissen/umweltschutz-narben-am-grund-1.2918500
- Seas At Risk (2016). *Response to the consultation on the Working draft – Exploitation regulations (ISBA/Cons/2016/1)*. Abgerufen von www.isa.org.jm/files/documents/EN/Regs/DraftExpl/Comments/SAR.pdf
- solwaramining (o.J.). *DSM (Deep Sea Mining) in PNG (Papua New Guinea)*. Abgerufen von www.solwaramining.org/
- Teske, S., et al. (2016). *Renewable Energy and Deep Sea Mining: Supply, Demand and Scenarios*. Report prepared by ISF for J.M.Kaplan Fund, Oceans 5 and Synchronicity Earth. Abgerufen von <https://opus.lib.uts.edu.au/handle/10453/67336>
- Thurber, A. R., et al. (2014). *Ecosystem function and services provided by the deep sea*. *Biogeosciences*, 11(14), 3941–3963. doi:10.5194/bg-11-3941-2014
- Transparency International (2017). *Korruptionswahrnehmungsindex 2017*. Abgerufen von www.transparency.de/korruptionsindizes/cpi-2017/?L=0
- Umweltbundesamt (2017). *Deep sea mining: Germany lobbying for high environmental standards*. Abgerufen von www.umweltbundesamt.de/en/press/pressinformation/deep-seamining-germany-lobbying-for-high
- US Geological Survey (2013). *Rare Earths*. Abgerufen von https://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/rare_earths/mcs-2013-raree.pdf
- US Geological Survey (2015). *Rare Earths*. Abgerufen von https://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/rare_earths/mcs-2015-raree.pdf
- US Geological Survey (2017a). *Cobalt*. Abgerufen von <https://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/cobalt/mcs-2017-cobal.pdf>
- US Geological Survey (2017b). *Rare Earths*. Abgerufen von https://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/rare_earths/mcs-2017-raree.pdf
- von Nordheim, H. & Boedeker, D. (1998). *Umweltvorsorge bei der marinen Sand- und Kiesgewinnung*. Abgerufen von https://www.bfn.de/fileadmin/MDb/documents/sand_kies.pdf
- Wikipedia (2018). *Metalle der Seltenen Erden*. Abgerufen von https://de.wikipedia.org/wiki/Metalle_der_Seltenen_Erden

Impressum

Herausgeber:

*Bund für Umwelt
und Naturschutz
Deutschland e.V. (BUND),
Am Köllnischen Park 1
10179 Berlin*

Telefon: 0 30/2 75 86-40

Telefax: 0 30/2 75 86-440

mail: info@bund.net

www.bund.net

Autor*innen:

*BUND Bundesarbeitskreis
Meer und Küste:*

*Sitta Buhmann, Monika Dicke,
Manuel Jänig, Henrich Klugkist,
Beate Lange, Stefan Menzel,
Stefanie Sudhaus, Johanna
Wesnigk, Stefan Wittig*

*BUND-Meeresschutzbüro:
Nadja Ziebarth*

V.i.S.d.P.: Yvonne Weber

1. Auflage

Oktober 2018