

Schneider, Tina; Tholen, Jochen

Working Paper

Innovationscluster Tiefseebergbau: Eine explorative Studie

Working Paper Forschungsförderung, No. 149

Provided in Cooperation with:

The Hans Böckler Foundation

Suggested Citation: Schneider, Tina; Tholen, Jochen (2019) : Innovationscluster Tiefseebergbau: Eine explorative Studie, Working Paper Forschungsförderung, No. 149, Hans-Böckler-Stiftung, Düsseldorf,
<https://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:101:1-2019102315312172196571>

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/216069>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.



<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/de/legalcode>

WORKING PAPER FORSCHUNGSFÖRDERUNG

Nummer 149, Juli 2019

Innovationscluster Tiefseebergbau: Eine explorative Studie

Tina Schneider und Jochen Tholen

© 2019 by Hans-Böckler-Stiftung
Hans-Böckler-Straße 39, 40476 Düsseldorf
www.boeckler.de



„Innovationscluster Tiefseebergbau: Eine explorative Studie“ von Tina Schneider und Jochen Tholen ist lizenziert unter

Creative Commons Attribution 4.0 (BY).

Diese Lizenz erlaubt unter Voraussetzung der Namensnennung des Urhebers die Bearbeitung, Vervielfältigung und Verbreitung des Materials in jedem Format oder Medium für beliebige Zwecke, auch kommerziell. (Lizenztext: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/de/legalcode>)

Die Bedingungen der Creative-Commons-Lizenz gelten nur für Originalmaterial. Die Wiederverwendung von Material aus anderen Quellen (gekennzeichnet mit Quellenangabe) wie z. B. von Schaubildern, Abbildungen, Fotos und Textauszügen erfordert ggf. weitere Nutzungsgenehmigungen durch den jeweiligen Rechteinhaber.

ISSN 2509-2359

Inhalt

Zusammenfassung.....	5
1. Rahmenbedingungen	7
Die Rohstoffabhängigkeit Deutschlands	7
Deutschlands Explorationslizenzen	10
Bisherige Befragungen zum Tiefseebergbau	12
2. Die explorative Studie	15
Chancen und Risiken des industriellen Tiefseebergbaus	15
Bedeutung von Innovationsclustern für den Tiefseebergbau.....	17
Empirischer Zugang.....	18
3. Ergebnisse	22
Online-Befragung – eine Zusammenfassung	22
Expertengespräche – eine Zusammenfassung	23
Die Ergebnisse aus beiden Befragungen im Einzelnen.....	25
Zentrale empirische Ergebnisse.....	39
Beantwortung der zentralen Forschungsfragen	40
4. Handlungsempfehlungen und Forschungsausblick.....	41
Literaturverzeichnis	43
Anhang: Online-Fragebogen	47
Interviewleitfaden.....	52
Autorin und Autor	54

Abbildungen

Abbildung 1: Bedeutung des Tiefseebergbaus für die Rohstoffversorgung der deutschen Industrie in 10 und 50 Jahren (alle Akteursgruppen).....	26
Abbildung 2: Bedeutung des Tiefseebergbaus für die Rohstoffversorgung der deutschen Industrie in 10 und 50 Jahren (unterschieden nach Akteursgruppen).....	26
Abbildung 3: Motive für den TBB (alle Akteursgruppen)	28
Abbildung 4: Motive für den TBB (Teilauswertung).....	28
Abbildung 5: Notwendigkeit für Innovationen (nach Akteursgruppen)	30
Abbildung 6: Zeitliche Perspektive (alle Akteursgruppen)	31
Abbildung 7: Zeitliche Perspektive (unterschieden nach Akteursgruppen)	31
Abbildung 8: Hinderungsgründe für die Durchführung des Pilot Mining Tests (alle Akteursgruppen).....	33
Abbildung 9: Einflussfaktoren für die Wirtschaftlichkeit des TBB (alle Akteursgruppen)	36
Abbildung 10: TBB als zukünftiges Geschäftsfeld (unterschieden nach den Akteursgruppen).....	37
Abbildung 11: Relevante Branchen (alle Akteursgruppen).....	38

Tabellen

Tabelle 1: Chancen und Risiken des Tiefseebergbaus	15
Tabelle 2: Übersicht Grundgesamtheit, Stichprobe und Rücklauf	20

Zusammenfassung

Der Verbrauch von Rohstoffen ist weltweit ungebremsst. Daher befassen sich Akteure aus Wissenschaft, Politik und ihre nachgeordneten Behörden, Verbände und Unternehmen bereits intensiv mit Möglichkeiten der wirtschaftlichen Nutzung des Tiefseebergbaus als Rohstoffquelle. Denn wissenschaftliche Studien belegen, dass die mineralischen Zusammensetzungen von Manganknollen, Massivsulfiden und Kobaltkrusten aus der Tiefsee dafür geeignet sind, Versorgungsengpässe der globalen Rohstoffversorgung zu überwinden. Von strategischer Bedeutung ist, nach Ansicht der Bundesregierung Deutschlands, die Nachfrage nach derzeit kaum substituierbaren wirtschaftsstrategischen Rohstoffen, deren Fördermenge aufgrund technischer Herausforderungen kurzfristig kaum mehr zu steigern ist (BMUB, 2016).

Wie Manganknollen, Massivsulfide und Kobaltkrusten aus der Tiefsee im industriellen Maßstab gefördert und verhüttet werden können, ist zwar konzeptionell ausgearbeitet (für die Verhüttung im Labormaßstab durch die RWTH Aachen), aber weder als Prototyp vorliegend noch aktuell in der Erprobung. Das ist aktuell im Interesse von Umweltorganisationen, die darauf hinweisen, dass die Erprobung des Abbausystems (Pilot Mining Test) und der zeitlich nachfolgend geplante industrielle Abbau von Rohstoffen in der Tiefsee zentralen Einfluss auf das Gleichgewicht von Ökosystemen nimmt und mögliche negative Kaskadeneffekte in angrenzenden Wasserschichten verursachen kann (Odunton, 2016).

In dem komplexen Geflecht von ökonomischen, ökologischen und sozialen Chancen und Risiken des Tiefseebergbaus (TBB) untersuchte die vorliegende Studie, ob Deutschland derzeit über ein Innovationscluster „Tiefseebergbau“ verfügt, das den industriellen TBB befördert. Zudem wird erstmals eine Systematisierung der Chancen und Risiken des Tiefseebergbaus für Deutschland erstellt und relevante Stakeholdergruppen nach ihrer Risiko- und Chancenwahrnehmung befragt. Dies erfolgte entlang der drei Dimensionen der Nachhaltigkeit (ökonomisch-technologisch, ökologisch, sozial).

Zur Beantwortung der Forschungsfragen wurde in Deutschland 2018 eine großzählige Online-Befragung (N = 550) sowie 15 Experteninterviews mit VertreterInnen aller vier Akteursgruppen – Wissenschaft, Politik/nachgeordnete Behörden, Interessensverbände (einschließlich NGOs) und Unternehmen – von der Universität Bremen durchgeführt. Mittelgeber waren neben der Universität Bremen die Hans-Böckler-Stiftung; darüber hinaus unterstützte die Industriegewerkschaft Bergbau-Chemie-Energie das Vorhaben durch die Organisation und Finanzierung des finalen Workshops zur Reflexion der Ergebnisse.

Zentrale Ergebnisse der vorliegenden Studie, strukturiert nach den drei Dimensionen der Nachhaltigkeit, sind Folgende:

1. Ökonomisch/technologische Dimension des Tiefseebergbaus:

Der Pilot Mining Test wird von den Befragten Akteursgruppen in den kommenden 10 Jahren erwartet. Aus Sicht aller befragten Akteursgruppen hat der Tiefseebergbau das primäre Ziel, deutsche Technologien global zu vermarkten. Die Rohstoffversorgung in Deutschland ist den Angaben nach zweitrangig. Dies ist eine wichtige Botschaft für die staatliche Industrie- und Rohstoffpolitik.

Vorrangig involviert sind im TBB der Maschinenbau und die Anlagentechnik, der maritime Sektor, Robotik sowie die Finanzbranche (Investoren). Aktuell fehlt in Deutschland ein Großinvestor, der das finanzielle Risiko tragen kann und die Projektsteuerung übernimmt. Durch eine (Teil-)Entgrenzung von Branchen könnte nach Ansicht der Befragten der Kern eines neuen Clusters „Tiefseebergbau“ gebildet werden. Derzeit ist eine Clusterbildung noch nicht erfolgt. Es bestehen zwar Forschungs- und Industrienetzwerke (z. B. das EU Projekt Mining Impact 2 und die Deep Sea Mining Alliance) als notwendige, aber keinesfalls hinreichende Bedingungen für die Entstehung eines Innovationsclusters „Tiefseebergbau“.

Aus Sicht der Unternehmen bieten die Politik und ihre nachgeordneten Behörden derzeit keinen ausreichend rechtlich-verbindlichen Rahmen an. Aus dieser Begründung heraus argumentieren Unternehmen ihre Zurückhaltung, in den TBB zu investieren. Die Politik ihrerseits erwartet mehr Investitions- und Risikobereitschaft von den Unternehmen.

2. Ökologische Dimension des Tiefseebergbaus:

Alle Akteursgruppen sehen die direkten ökologischen Folgen als zentralen Hinderungsgrund für den industriellen Abbau in der Tiefsee und die gesellschaftlichen Debatten über die ökologischen Folgen. Die Bevölkerung kann so zum zentralen „Blockierer bzw. Gatekeeper“ werden und den TBB Deutschlands verhindern oder ermöglichen. Aber auch einige WissenschaftlerInnen fordern den ökologischen Nachweis zum Erhalt der Ökosystemdienstleistungen ein, bevor im industriellen Maßstab Rohstoffe in der Tiefsee abgebaut werden.

3. Soziale Dimension des Tiefseebergbaus:

Aus Sicht aller Akteursgruppen ist der Auf- und Ausbau des Tiefseebergbaus keine „Jobmaschine“. Unter anderem bedingt durch eine zunehmende Automatisierung (autonomer Abbau und Monitoring in der Tiefsee), werden nach Ansicht aller vier befragten Akteursgruppen keine wesentlichen zusätzlichen Beschäftigungseffekte durch den Tiefseebergbau erwartet. Dennoch bietet der Tiefseebergbau die Chance zur Bildung neuer Geschäftsfelder und kann damit die Sicherung von Beschäftigung in bisherigen Branchen ermöglichen. Allerdings sind in diesem Feld noch Fragen zur Qualifizierung von Fachkräften ungeklärt. Es gilt aber weiterhin zu untersuchen, welche alternativen Beschäftigungseffekte ein massiver Ausbau des Recyclings haben würde.

1. Rahmenbedingungen

Die Rohstoffabhängigkeit Deutschlands

Die Tiefsee mit ihren enormen Metallvorkommen rückt seit einigen Jahren immer weiter in den Fokus der globalen Rohstoffsicherung (World Ocean Review 2014: 59 f.; Kronfeld-Goharani 2017: 25; Heinrich Böll Stiftung 2017: 34 f.). Interessant sind vor allem drei Typen von Rohstoffvorkommen mit unterschiedlicher Zusammensetzung: Manganknollen, Kobaltkrusten und Massivsulfide, deren Schürfungsmethoden alle unterschiedlich sind, ebenso wie die dadurch entstehenden ökologischen Risiken und Schäden. Einige Länder, wie z. B. China, haben bereits begonnen, Reserven strategisch wichtiger Metalle vorzuhalten, ihren Export zu drosseln oder durch Partnerschaften und Firmenübernahmen ihren Zugriff auf Rohstoffe in anderen Regionen zu stärken. Die wichtigsten fünf Metalle für den Nettoimport Deutschlands sind Kupfer (33,7 %), Aluminium (17,2 %), Eisen (11,4 %), Nickel (9,8 %) und Platin (8,4 %). Diese fünf Rohstoffe machen gut 80 Prozent des Gesamtrohstoffimports aus – 17,6 Milliarden Euro im Durchschnitt der letzten fünf Jahre. Hier zeichnen sich Preis- und Lieferrisiken für Deutschland ab, die die wirtschaftliche Entwicklung Deutschlands zukünftig gefährden können (World Ocean Report 2014: 71, 73, 79–81, 92; BMUB 2016, UBA 2016).

Das Bundesumweltamt (UBA) macht die Rohstoffabhängigkeit Deutschlands deutlich in ihrem Report (2016) deutlich. Denn Deutschland weist keine nennenswerten eigenen Rohstoffquellen auf und ist daher massiv von internationalen Märkten (Landbergbau) anhängig. Und nicht nur das: viele Bezugsregionen weisen entweder politisch instabile Verhältnisse auf oder politische und damit auch wirtschaftliche Macht mit entsprechenden Sanktionsmöglichkeiten (Südamerika, Naher und Mittlerer Osten und China). Über alle Mineralien hinweg kommt die Mehrzahl deutscher Importe aus diesen Regionen. Somit wendet sich der Blick Deutschlands auf jene Gebiete, die mehr Verlässlichkeit garantieren – wie etwa die Tiefsee. Durch den eigenständigen Rohstoffabbau in der Tiefsee (Tiefen bis ca. 6.000 m) könnte sich die Abhängigkeit Deutschlands von Rohstoffexporteuren deutlich reduzieren (siehe auch Rühlemann, Kuhn, Vink 2016: 10). Die Europäische Union (EU) hat 2014 ihre Rohstoffinitiative am Meeresgrund vorgestellt, an deren Pilotprojekten ca. ein Drittel Unternehmen und Forschungseinrichtungen aus Deutschland teilnehmen. Ziel der EU ist es, mit der Europäischen Innovationspartnerschaft Rohstoffe (EIP) die Basis dafür zu legen, dass die europäische Industrie zum globalen Technologieführer in den Bereichen nachhaltiger Bergbau, Aufbereitung, Recycling und Substitution sowie effizienter Rohstoffnutzung wird. Zu den insgesamt 80, als so genannte Raw Materials Commitments (RMC) anerkannten Interessensbekundungen, zählt auch das aus Deutschland von der Arbeitsgemeinschaft

„Marine Mineralische Rohstoffe“ der Gesellschaft für Maritime Technik (GMT) eingereichte Dokument „Blue Atlantis“ (Deutscher Bundestag 2014: 5 f.) Europäische Forschungsprojekte wie u. a. MIDAS, BLUE MINING, BLUE NODULES, BLUE ATLANTIS sowie JPI-OCEANS, auch vielfach mit deutscher Beteiligung bzw. unter deutscher Koordination (u. a. Geomar in Kiel, Marum in Bremen, Jacobs University in Bremen, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe in Hannover und Senckenberg am Meer in Wilhelmshaven) versuchen, auch unter Nutzung des Forschungsschiffs „Sonne“ (BMBF 2014: 31), ökologische Folgen des Tiefseebergbaus zu erforschen und die Ergebnisse zu bewerten.

Das Seerechtsübereinkommen der Vereinten Nationen (englisch: „United Nations Convention on the Law of the Sea“ – UNCLOS) von 1994, unterzeichnet von der Mehrheit der UN Mitglieder (als wichtigster Nichtunterzeichner gelten die USA), teilt das Meer in verschiedene Rechtszonen: Danach wird zwischen der „ausschließlichen Wirtschaftszone“ (AWZ) und der „hohen See“ unterschieden. Die AWZ umfasst den Küstenbereich bis 200 Seemeilen (1 sm = 1,852 km) ab der nationalen Küste und sie liegt im nationalen Regelungsbereich. Die rechtlich politischen Rahmenbedingungen außerhalb der AWZ (der hohen See) sowie die ökologischen Folgen des Tiefseebergbaus sind jedoch international geregelt. Für den Tiefseebergbau ist die sogenannte „Ocean Governance“ (Mondré, A., Kuhn, A. 2017: 4), also die internationale Meeresbodenbehörde in Kingston/Jamaika (englische Abkürzung: ISA) unter der Führung der Vereinten Nationen zentrales Regelungsorgan (siehe im Folgenden ebenda: 7 f., Kronfeld-Goharani 2017: 26 f.; Rühlemann, C.; Knodt, S. 2015: 37; Odunton 2016; Heinrich Böll Stiftung 2017: 32 f.; Jenisch 2015: 513 f. sowie ders. 2017: 62–64; Deep Sea Mining Alliance 2015; Bundesverband der Deutschen Industrie 2017). Die ISA hat bis dato in internationalen Gewässern 29 Explorationslizenzen vergeben (Jenisch 2017: 62; Ders. 2018: 38). Bisher gibt es drei Regelwerke der ISA, die sich auf die Erkundung (Exploration) der drei Erztypen (Manganknollen, Kobaltkrusten und Massivsulfide) beziehen: die sogenannten „Mining Codes“. Im Rahmen der 15-jährigen Explorationsverträge (können auf Antrag um fünf Jahre verlängert werden) sind „Pilot Mining Tests“ zulässig, deren Details aber nicht weiter geregelt sind. Einen Abbaucode (Exploitation Code) für die internationalen Gewässer gibt es noch nicht, ein erster Entwurf wurde im Juli 2016 vorgelegt und ist danach in einem internationalen Konsultationsprozess überarbeitet worden. Der finale Entwurf wird für 2020 erwartet (Jenisch 2017, Ders. 2018). Die ISA veröffentlichte auf ihrer Jahrestagung im Jahr 2018 (24. Sitzung) die „Draft Regulations on Exploitation of Mineral Resources in the Area“. Dieser Entwurf beschreibt ein regulatives internationales Regime, auf dessen Grundlagen sich nun detailliertere Vorschriften entwickeln lassen (Jenisch 2018). Dies wird zu einer höheren Planungssicherheit aller am industriellen Abbau interessierten Stakeholder führen. Aber schon heute gibt es innerhalb der AWZ

nationale Alleingänge, um Technik zu testen bzw. Normen zu setzen: Die kanadische Firma Nautilus Minerals plant vor der Küste von Papua Neu Guineas Massivsulfide abzubauen; Südkorea testet in nationalen Gewässern bis 1.500 m Tiefe Komponenten (MineRo), japanische Firmen (HJOGMEC, MODEC) erproben in eigenen Gewässern die Fördertechnik für Massivsulfide (Jenisch 2017: 64); die staatlich gestützte „China Ocean Mineral Resources and Development Association“ (COMRA) will in der chinesischen Südsee in den nächsten fünf Jahren einen Mining Test in einer Wassertiefe von 1.000 m durchführen, dessen Ergebnisse dann für die chinesischen Lizenzgebiete in der Clarion-Clipperton-Zone (Nordost Pazifik) Anwendung finden (Wood 2017: 8), und auch Indien ist technologisch sehr aktiv. Im europäischen Kontext sind Norwegen und Großbritannien als traditionelle Nationen im Gebrauch von Meerestechnik zu nennen, aber auch Frankreich, Belgien und die Niederlande. Zum Teil bestehen hier auch auf europäischer Ebene transnationale Kooperationen.

Die ISA adressiert die ökologischen Risiken des Tiefseebergbaus als dessen größte Herausforderung (Odunton 2016). Obwohl die ökologischen Folgen des Tiefseebergbaus, je nach Rohstofftyp, z. T. unterschiedlich sind¹, kann man zusammenfassend feststellen, dass, nach heutigem Stand der Technologie, der Einsatz der Gerätschaften das Aufwirbeln von Sedimentwolken am Meeresgrund sowie durch die Rückführung von Sediment nach Entnahme der Manganknollen aus dem Transportschlauch eine Trübung und Änderung des Sauerstoffgehaltes des Wassers zur Folge hat (u. a. Wiedicke et al. 2012: 7; Martinez-Arbizu 2016; BUND 2018: 17 f.). Dies kann die Orientierung von Meereslebewesen in oberen Wasserschichten sowie die Kiemenatmung von Fischen beeinträchtigen. Zudem besteht Kontakt zwischen den Maschinen und dem Meeresboden, sodass die dort lebenden Organismen und/oder der Lebensraum gestört und auch zerstört werden: Die Abbaugeräte töten Lebewesen bei Kontakt ab (Schnecken, Seegurken, Würmer etc.). Neben dem direkten Einfluss der Abbaugeräte existieren weitere Gefahren- bzw. Beeinträchtigungsquellen. Das Erzeugen von Lärm kann Delfine oder Wale bei der Orientierung stören, die Trübung des Wassers kann zu Wachstumsstörung von Algen und Plankton führen und die bei der Abbau-Kette beteiligten Schiffe können zur weiteren Verschmutzung der Meere beitragen. Was die deutschen Lizenzgebiete anbetrifft, so präsentierte die Bundesregierung auf eine Anfrage der Linken hinsichtlich möglicher ökologischer Schäden nur wenige Fakten (Deutscher Bundestag 2014: 6). Zu den Ergebnissen kommen auch 15 internationale WissenschaftlerInnen, die einen erheblichen Verlust der Biodiversität durch den Tiefseebergbau befürchten (Van Dover et al. 2017).

1 Für Manganknollen siehe World Ocean Review 2014: 71,73; für Krusten siehe ebenda: 79–81; für Sulfide siehe ebenda: 92.

Deutschlands Explorationslizenzen

Die Bundesrepublik Deutschland hält derzeit die folgenden zwei Explorationslizenzen:

1. Eine Lizenz zur Exploration polymetallischer Knollen (Manganknollen) für zwei Teilgebiete im östlichen Nordpazifik. Die ältere Lizenz läuft am 19.07.2021 nach 15 Jahren aus – bis dato sollte Klarheit darüber herrschen, ob die Option auf eine anschließende Abbaulizenz oder eine Verlängerung der Explorationslizenz, mit dem Ziel des Offenhaltens aller Optionen, wahrgenommen werden soll.
2. Sowie eine Lizenz für Massivsulfide im Indischen Ozean (Deutscher Bundestag 2014: 2 f.; Rühlemann, Kuhn, Vink 2016:2–10; Rühlemann, Knodt 2015: 14 f. und 18–20; Jarowinsky 2017: 61).

Schätzungen gehen davon aus, dass ab 2025 jährlich fünf bis 12 Milliarden Euro an Umsätzen global in diesem neu entstehenden Geschäftsfeld „Tiefseebergbau“ zu erwarten sind – Tendenz stark steigend (Brodde 2015). Die Bundesregierung (Stand 2014) geht allein für die Manganknollen von einer Fördermenge von 2 Millionen Tonnen polymetallischer Knollen pro Jahr für die nächsten 20 Jahre aus (Deutscher Bundestag 2014: 7). Eine wichtige rechtliche Grundlage ist die Verordnung der Bundesregierung über die Prospektion und Exploration kobaltreicher Ferromangankrusten von 2014 (Bundesregierung 2014). Parallel dazu gibt es noch drei politische Strategien der Bundesregierung, die ganz wesentlich das deutsche Engagement im Tiefseebergbau betreffen:

- Rohstoffstrategie zur Sicherung einer nachhaltigen Rohstoffversorgung Deutschlands, einschließlich der Gründung der Deutschen Rohstoffagentur DERA im Rahmen der BGR (BMWI 2010: 6–9 und 21).
- Maritime Strategien: durch den Maritimen Koordinator der Bundesregierung (meistens der jeweilige Parlamentarische Staatssekretär beim BMWI) wird dem maritimen Sektor eine besondere Bedeutung zugemessen. Auf den rund alle zwei Jahre stattfindenden, alle wesentlichen maritimen Akteure umfassenden, Nationalen Maritimen Konferenzen (Schirmherr: der jeweilige Bundeskanzler) – die zehnte fand 2017 in Hamburg statt – gewinnt der Tiefseebergbau und die maritime Technik eine immer prominentere Rolle. Flankiert wird dieses politische Handeln u. a. durch die Maritime Agenda 2025 der Bundesregierung (BMWI o. J.: 5 f., 16 f., 18–20 und 23), durch die im Oktober 2018 erfolgte Fortschreibung und Konkretisierung des ersten Nationalen Masterplans Maritime Technologien NMMT (mit dem Ziel einer strategischen Netzwerkbildung (BMWI 2011: 17 f sowie BMWI: 2018) sowie durch die mit finanzieller Hilfe der Bundesregierung 2018 erfolgte Gründung des Vereins Deutsches Maritimes Zentrum DMZ in Hamburg (<https://maritimescluster.>

wordpress.com/2017/01/24/24-01-17-deutsches-maritimes-zentrum-dmz/; letzter Zugriff 09.07.2019):

- Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung, die auch die (internationalen) Meere und deren Nutzung mit einschließt (Bundesregierung 2016: 187–190).

Wichtiger Ansprechpartner für die Behörden ist seitens der Wirtschaft die im April 2014 gegründete deutsche Deep Sea Mining Alliance (DSMA) mit Sitz in Hamburg. Das Netzwerk zählt derzeit 25 Mitglieder aus Forschung und Industrie. Ihre Beiratsmitglieder kommen aus der Wirtschaft, Wissenschaft sowie Behörden und Verbänden. Hauptziele der DSMA sind die Schaffung einer gemeinsamen Plattform für Partner aus Industrie und Forschung, die Entwicklung internationaler Kooperationsprojekte im Tiefseebergbau sowie die enge Zusammenarbeit mit führenden Forschungsinstituten in Bezug auf alle umweltrelevanten Aspekte des Tiefseebergbaus (DSMA 2015). Die DSMA versucht dabei einen Großteil der Wertschöpfungskette abzudecken (momentan gelingt dies in der Realität allerdings nicht ganz), vom Abbau- und Fördertechnologien (Bohrtechnik, Bohrgeräte und Kollektoren) über das Know-how bzgl. Aufbereitung und Verhüttung, bis hin zu Expertisen hinsichtlich Umweltmonitoring sowie dem Betrieb und Management von Spezialschiffen.

Eine wesentliche Grundlage für die zukünftige Strategie der Bundesregierung kann das im Auftrag des BMWi erarbeitete umfangreiche Gutachten zur Analyse des volkswirtschaftlichen Nutzens der Entwicklung eines kommerziellen Tiefseebergbaus sein (Ramboll IMS und HWWI 2016). Durch die Methode der Bildung von unterschiedlichen Szenarien (Preisentwicklung von Rohstoffen, Wirtschaftsentwicklung etc.) sind Entscheidungsgrundlagen genannt, die von der Identifizierung der Rohstoffe über die betreffenden Industrien (einschließlich einer Liste von Unternehmen) bis hin zur Benennung von Kosten und Investitionen reichen. Interessant dabei ist neben anderem auch die Abschätzung des Lieferanteils deutscher Unternehmen im internationalen Kontext, aufgeteilt für einzelne Produkte/Dienstleistungen wie Basisschiff, Förderstrang, Kollektor, Bulk-Carrier, Hafenanlagen, Verhüttung, Forschungsschiff für Umweltuntersuchungen etc. (ebenda: 37–47). Letzteres deutet auf die Notwendigkeit internationaler Zusammenarbeit hin (was auch ganz im Sinn der ISA beim Pilot Mining Test ist), die in bestimmten Bereichen nationalen Alleingängen vorzuziehen ist. Das erfolgt mittlerweile auch. So wird Deutschland im Auftrag der deutschen Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) technologisch von Aker Solutions (Norwegen) unterstützt. Beim Projekt Solowara1 der kanadischen Firma Nautilus Minerals gibt es eine Zusammenarbeit mit deutschen Zulieferern (Schiff) (siehe im Folgenden Jenisch 2017: 64). Die belgische DEME Gruppe (Naßbaggerei etc.) schlug zusammen mit BOSLALIS 2016 deutschen Firmen eine Zusammenarbeit für einen ge-

meinsamen Kollektortest in den gut explorierten deutschen Lizenzgebieten vor. Auf der 9. Nationalen Maritimen Konferenz im Oktober 2015 in Bremerhaven gab es zwei gemeinsame deutsch-französische Absichtserklärungen: Zum ersten auf Regierungsebene (zwischen dem BMWI und dem französischen Ministerium für Ökonomie, Industrie und Digitalisierung) und zum zweiten auf Unternehmensverbandsebene (zwischen der deutschen Deep Sea Mining Alliance DSMA und dem französischen Cluster Maritime Francais).

Zusammengefasst stellt sich die Ausgangslage des Tiefseebergbaus in Deutschland wie folgt dar:

- Deutschland hält mit der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) zwei Explorationslizenzen, eine für Manganknollen in der Clarion-Clipperton-Zone und eine für Massivsulfide im Indischen Ozean. Dies ermöglicht den Zugang für Unternehmen und Wissenschaft.
- Konzeptstudien für Riser und Kollektor sind als Prototyp vorhanden, aber noch nicht ausreichend erprobt.
- Komponententest und Pilot Mining Test sind in Vorbereitung, aber noch nicht erfolgt (wie auch weltweit).
- Netzwerkmanager Deep Sea Mining Alliance (DSMA) mit Sitz in Hamburg ist vorhanden.
- Der Aufbau von strategischen Partnerschaften zur Durchführung eines gemeinsamen Pilot Mining Tests (u. a. DEME Group Belgien sowie Norwegen) wird zunehmend betrieben.
- Es gibt bisher nur eine geringe Beteiligung der Bevölkerung.

Bisherige Befragungen zum Tiefseebergbau

Im Vergleich zu einer Vielzahl von naturwissenschaftlichen Studien zum Tiefseebergbau sind bis dato kaum sozialwissenschaftliche Studien vorhanden. Um eine erste Einschätzung über den Status quo des deutschen Tiefseebergbaus geben zu können, haben Grimm et al. (2015) eine mehrstufige Expertenbefragung in Deutschland durchgeführt. Im Fokus standen dabei die Einschätzung zum Stand der Technik, Bedeutung der Technologien für einen Pilot-Mining-Test sowie die zeitliche Priorisierung des Forschungs- und Entwicklungsbedarfes. Ziel der ersten Befragungsrunde von relevanten Akteuren aus dem Bereich Tiefseebergbau war es, den zur Zeit der Befragung vorhandenen Stand des Tiefseebergbaus in bzw. für Deutschland zu erfassen. Die zweite Befragungsrunde der Studie setzte an den wichtigsten Ergebnissen der ersten Runde an, um die angeführten Aspekte zu vertiefen. Gegenstand waren hier vor allem die technischen Kom-

ponenten des Kollektors. Die Konstruktion sowie die Antriebstechnik waren dabei zentrale Themen.

Generell kann festgehalten werden, dass fast alle Befragten der zweiten Runde angegeben haben, sich eine entsprechende Beteiligung am Tiefseebergbau vorstellen zu können – sei es durch eine aktive Involvierung in der Fertigung von Komponenten oder der Zulieferung von spezifischen Gerätschaften. Neben dem bereits oben angeführten Wunsch nach staatlicher Unterstützung im Bereich der Kollektorentwicklung steht auch der Wunsch nach der Unterstützung bzw. Förderung von Forschungs- und Entwicklungsprojekten.

Mit Blick auf die Befragung von Grimm et al. bleibt an dieser Stelle unbeantwortet, wie die *unterschiedlichen* Akteursgruppen die Chancen und Risiken des Tiefseebergbaus wahrnehmen und bewerten. Zudem kann auf Basis der Studie nicht beantwortet werden, inwiefern sich in Deutschland ein Innovationscluster „Tiefseebergbau“ formiert bzw. bereits existiert.

Eine zweite Studie zum Thema „Tiefseebergbau“ wurde im Auftrag der GD Mare/EU Kommission im Jahre 2014 auf EU Ebene durchgeführt (EU Kommission 2015). Zwischen März und Juni 2014 wurde eine online Konsultation durchgeführt (DG-MARE). Der Rücklauf betrug 208 Antworten, davon waren 90 offizielle Antworten von Organisationen und 118 von Individuen. Die Antwortenden wurden in vier Kategorien (=Akteursgruppen) unterteilt: öffentliche Einrichtungen, private Körperschaften, Wissenschaftler und Vertreter der Zivilgesellschaft (hier meistens NGOs mit Fokus auf ökologische Fragen Interessen). Gefragt wurde nach drei Arten der Gewinnung von Materialien aus dem Meer: Sand und Kies, Gewinnung von Materialien aus Flachgewässern bis 500 m Tiefe (Zinn, Phosphate, Eisenerz und Diamanten), und Gewinnung aus der Tiefsee (Manganknollen, Kobaltkrusten, Sulfide und Seltene Erden).

Zunächst wird in der Studie deutlich, dass mehr WissenschaftlerInnen und Unternehmen auf die Fragen hinsichtlich des Tiefseebergbaus antworteten, als auf die Fragen nach den beiden anderen Gewinnungsarten. Auch die VertreterInnen der Zivilgesellschaft präferierten in ihren Antworten leicht den Tiefseebergbau, während die öffentlichen Einrichtungen sich in ihren Antworten primär auf die Gewinnung von Sand und Kies konzentrierten. Bei der Darstellung der Ergebnisse konzentrieren wir uns im Folgenden auf den Tiefseebergbau (ebenda: 17–24). Die Mehrheit der Antwortenden – mit Ausnahme der Vertreter der Zivilgesellschaft (NGOs) – betonte, dass Tiefseebergbau eine nützliche Rolle bei der Sicherung von Metallen für Europa spielen wird. Auf die Frage, welche Arten von Rohmaterialien die wichtigsten und entsprechend die Abbaupraktiken am größten wären, gab es keine klaren Präferenzen – Manganknollen, Kobaltkrusten und Massivsulfide ziehen die meiste Aufmerksamkeit der Befragten auf sich (EU Kommission 2015). Interessant ist auch die Frage nach den wichtigsten Faktoren beim Ausbau des Tiefseebergbaus. Die zwei wichtigsten Faktoren sind „Fort-

schritt der Technologie“ und „schwindender Zugang zum landseitigen Abbau von Metallen“. Beide Faktoren werden von den Antwortenden ähnlich gewichtet, mit einem leichten Vorsprung für die Technologie.

Die Antworten aus dem Komplex „hemmende wirtschaftliche Faktoren“ werden folgendermaßen bewertet: in flachen Gewässern sind es primär die lokalen Nutzer des Meeres (u. a. Fischer), die gegen die Gewinnung von Metallen aus dem Meer opponieren. Beim Tiefseebergbau werden als hemmende wirtschaftliche Faktoren in erster Linie die Finanzierung, die Unsicherheit bei der weiteren Preisentwicklung für Rohstoffe sowie technologische Begrenzungen genannt (EU Kommission 2015). Die Mehrzahl der WissenschaftlerInnen und der Unternehmen geben zudem an, dass der Tiefseebergbau aus ökologischer Sicht an sich nicht negativer zu beurteilen sei, als dies bei anderen marinen Aktivitäten der Fall ist. Ganz anders waren die Meinungen der Vertreter der Zivilgesellschaft (meistens NGOs): Sie sagen, dass der Tiefseebergbau ganz erhebliche ökologische Risiken aufweisen wird. Der jetzige Wissensstand zu möglichen Schäden gäbe Anlass zur äußersten Vorsicht (EU Kommission 2015).

In der Studie bleibt der Themenbereich „Beschäftigung und soziale Auswirkungen“ unbeachtet. Weiterhin richtet sich diese Umfrage an die Stakeholder der gesamten EU, obwohl in den einzelnen EU-Mitgliedsländern die ökonomischen, politischen und sozialen Bedingungen doch sehr unterschiedlich sind. Empfehlungen für Deutschland lassen sich hieraus nicht auf nationaler Ebene ableiten.

2. Die explorative Studie

In einem ersten sekundär-empirischen Schritt wurde im Rahmen der vorliegenden explorativen Studie eine Literaturrecherche von einschlägigen wissenschaftlichen Journals (z. B. Journal of Ocean Technology, Journal of Marine Policy), von Forschungsprojekten (z. B. Blue Nodules, Mining Impact) sowie Policy Papers von Regierungen, Verbänden und NGO's durchgeführt. Daraus konnte ein erster systematischer Blick auf die Chancen und Risiken des industriellen Tiefseebergbaus gewonnen werden. Denn aktuell liegen lediglich fragmentierte Blicke auf das Themenfeld Tiefseebergbau vor, die meist die Interessenlage der Autorenschaft bzw. Herausgeber wiedergeben. Für die Darstellung der umfassenden Perspektive auf die Chancen und Risiken zogen wir die drei Dimensionen der Nachhaltigkeit heran, die der Strukturierung der vorliegenden Studie insgesamt zugrunde liegen.

Chancen und Risiken des industriellen Tiefseebergbaus

Tabelle 1 verdeutlicht, dass sich in dem Geflecht von Chancen und Risiken nicht eindeutig ableiten lässt, ob der Tiefseebergbau (im Folgenden: TBB) Fluch oder Segen bedeutet. Auch mit Blick auf die drei Dimensionen der Nachhaltigkeit (ökonomisch/technologisch, ökologisch und sozial) lassen sich sowohl Chancen als auch Risiken ableiten, die es abzuwägen gilt. Beispielsweise kann eine deutliche Zunahme der Rohstoffpreise den Tiefseebergbau ökonomisch profitabel werden lassen. Wird jedoch das Recycling von Mangan, Kobalt etc. massiv ausgeweitet, kann die Investition in den TBB Verluste verursachen. Auch innerhalb der Dimension Ökologie lässt sich feststellen, dass der TBB einen entlastenden Effekt für den Landbergbau und damit auch für die Landvertreibung indigener Bevölkerungsgruppen haben kann. Dieser Chance steht jedoch das ökologische Risiko entgegen, dass Trübewolken beim Einsammeln von Manganknollen am Meeresboden das Ökosystem langfristig aus dem Gleichgewicht bringen könnten und irreversible Kipppunkte auslösen können. Die unten aufgeführte tabellarische Darstellung soll aber nicht darüber hinwegtäuschen, dass eine weltweit massive Reduzierung der Rohstoffvernutzung deutlich nachhaltiger ist als alle Chancen des TBB zusammengekommen. Im weiteren Verlauf der Studie wurden die Akteursgruppen nach ihrer subjektiven Einschätzung von Chancen und Risiken gefragt.

Tabelle 1: Chancen und Risiken des Tiefseebergbaus

Dimensionen der Nachhaltigkeit	Chancenperspektive	Risikoperspektive
Ökonomische/ technologische Dimension	Zunahme der Nachfrage nach Rohstoffen (z. B. durch Elektromobilität und nachholender Industrialisierung)	massiver Ausbau des Recyclings könnte den TBB unprofitabel werden lassen
	steigende Rohstoffpreise machen Investitionen in den Tiefseebergbau profitabel	Innovationen haben das Potential bisherige Technologien und Materialien zu ersetzen (z. B. weg von Elektromobilität hin zu Wasserstoffmobilität)
	politische Krisen in Entwicklungsländern verringern die Verlässlichkeit bisheriger Rohstofflieferanten	hohe Haftungsrisiken im Fall von Schäden (z. B. Tiefseeverkabelung)
Ökologische Dimension	Landverbrauch durch Bergbau an Land kann reduziert werden (z. B. Erhalt von Regenwald)	TBB kann das Ökosystem am Meeresboden sowie die höheren Wasserschichten langfristig aus dem Gleichgewicht bringen (v. a. Kipppunkte relevant)
		hohe Energiekosten durch Abbau, Transport und Verhüttung
		Gefahr von Unfällen, z. B. Schäden an Tiefseekabeln, Riser etc.
Soziale Dimension	Schaffung neuer Arbeitsanforderungen und -plätze	TBB muss den Landbergbau nicht zwangsläufig entlasten (Rebound-Effekt)
	Verringerung von Arbeitsplätzen in Landminen und schlechten Arbeitsbedingungen	bei hohem Grad an Automatisierung entstehen nur wenige neue Arbeitsplätze
	Landvertreibungen u. a. von indigenen Gemeinschaften kann reduziert werden	

Quelle: Eigene Darstellung (2019)

Bedeutung von Innovationsclustern für den Tiefseebergbau

Sowohl die Exploration als auch der industrielle Abbau von Rohstoffen in der Tiefsee erfordert adaptierte und auch neue Technologien (insbesondere Kollektor, Fräse und Riser). Mit den aktuell vorhandenen Maschinen lässt sich der TBB, schon alleine aufgrund der enormen Druckverhältnisse am Meeresboden, nicht bewerkstelligen. Wenn die deutsche Industrie in der Lage ist, eigene innovative Technologien für den TBB zu entwickeln, könnte Deutschland international hohe Umweltstandards setzen und sich zudem als Marktführer positionieren. Denn es ist nach aktuellem Stand davon auszugehen, dass andere Länder in den industriellen TBB einsteigen werden und somit nicht mehr das „ob“, sondern nur noch das „wann“ und „wie“ der industrielle Abbau stattfinden wird, im Raum steht. Da neue Technologien für den TBB bereits in der Testphase (Prototyp) mit hohen Unsicherheiten verbunden sind, werden hohe Entwicklungskosten erwartet (siehe Gutachten von Ramboll IMS und HWWI 2018).

Daher stellt sich die für die vorliegende Studie zentrale Forschungsfrage, wie Innovationen für den Tiefseebergbau in Deutschland vorangebracht werden können.

In Belgien erfolgt der Innovationsprozess beispielweise durch ein finanzstarkes Unternehmens, der DEME Group. Da in Deutschland jedoch aktuell ein Großinvestor fehlt, ist nur die Arbeitsteilung bzw. Kosten- und Risikoverteilung auf eine Vielzahl von Akteuren möglich. Die Arbeitsteilung unterschiedlicher Branchen hat den Vorteil, Know-how neu zusammenzubringen, das den Innovationsprozess deutlich beschleunigen kann. Gerade durch die weitere Einbindung vielfältiger Branchen und Stufen innerhalb einer Wertschöpfungskette wie beispielweise Kunden können Unsicherheiten reduziert werden und der Markterfolg erhöht werden.

Netzwerke sind durch nicht-marktförmige Austauschbeziehungen gekennzeichnet, die auf allen Ebenen existieren (international, national, regional und lokal) und nicht zwingend branchenübergreifend organisiert sein müssen. Nach Porter (2003) werden Cluster als eine Spezialform von Netzwerken in der einschlägigen Literatur verstanden. Sie werden als regionale Netzwerke bezeichnet, in denen marktförmige und auch nicht-marktförmige Austauschbeziehungen zwischen einer Vielzahl unterschiedlicher Branchen bestehen. Mit Blick auf die Konzeption eines Innovationsclusters „Tiefseebergbau“, kann die Zusammenarbeit bzw. Neukonfiguration insbesondere, folgender Branchen, für sinnvoll sein:

1. Schiffbau = Know-how bezüglich Transport auf See
2. Maschinen- und Anlagenbau = Know-how bezüglich technischen Innovationen

3. Bergbau = Know-how bezüglich Verhüttung
4. Öl und Gas = Know-how bezüglich Druckunterschieden auf See
5. IT = Automation der Abbautechnik und Monitoring
6. Energiewirtschaft = Know-how bezüglich teilautonomer Versorgungslösungen
7. Kunden: Abnehmer der Rohstoffe (z. B. batteriebetriebene Automobilindustrie)

Empirischer Zugang

Die Studie konzentriert sich auf Deutschland und seine internationalen Bezüge, da ein transnationaler Vergleich auch immer die Abstrahierung von historischen, ökonomischen, politischen und sozialen Kontexten, die hauptsächlich nationalstaatlich geprägt sind (Raffe 2014), bedeutet. Da die vorliegende Studie fast alle Akteursgruppen mit deren primär an nationalstaatlichen Rahmenbedingungen orientiertem Handeln einbezieht, muss sie sich deshalb zunächst an den kulturellen, historischen und sozialen Institutionen des betreffenden Landes orientieren. Spätere Forschungen könnten dann exemplarisch auch für andere Länder erweitert werden, um danach die verschiedenen Länderfallstudien sinnvoll miteinander vergleichen zu können. Mit dem Fokus auf Deutschland konzentrierten wir uns demnach auf die beiden deutschen Explorationsgebiete auf hoher See.

Um einen umfassenden Blick auf den Tiefseebergbau in Deutschland zu erhalten, entschieden wir uns sowohl bei der online-Befragung als auch bei den Expertengesprächen, die folgenden vier Akteursgruppen (Stakeholder) zu untersuchen: Wirtschaft/Unternehmen, Wissenschaft, Politik/nachgeordnete Behörden sowie Interessensverbände (diese umfasst neben wirtschaftlichen und sozialen auch Verbände aus der Zivilgesellschaft, also NGOs). Die Differenzierung ist dann zielführend, wenn im Weiteren auf die Spezifika der einzelnen Akteursgruppen und deren unterschiedliche Interessen bei der Auswertung der empirischen Ergebnisse eingegangen werden soll. Zugleich durfte die Differenzierung der Akteursgruppen auch nicht zu breit angelegt werden, um noch zu allgemeingültigen Aussagen zu kommen. Letzteres soll mit der Beschränkung auf nur vier Akteursgruppen erreicht werden. Wenn notwendig, unterscheiden wir beim Akteur Interessensverbände zwischen den Vertretern der Zivilgesellschaft (NGOs) und den anderen, meistens wirtschaftlich und sozial orientierten Verbänden.

Forschungshypothese

Die zentrale *Forschungshypothese* lautet, dass durch den Auf- und Ausbau des Tiefseebergbaus eine (Teil-)Entgrenzung von Unternehmen und Branchen entsteht. Dieser Prozess führt dann zu einem neuen Innovationscluster „Tiefseebergbau“. Ein Cluster kann aber nur dann wirkungsmächtig existieren, wenn, neben ökonomischen und politischen Bestimmungsfaktoren auch eine Interaktion zwischen den Stakeholdern bzw. Akteursgruppen stattfindet (Peters 2002)². Das bedeutet, dass das kommunikative Handeln (Habermas 1981) das entscheidende – soziologische – Bindeglied zwischen den Akteursgruppen darstellt. Kommunikation ist aber niemals frei von (auch ressourcengestützter) Macht und der darauf begründeten Herrschaft der jeweiligen Akteure (Weber 1976). So definieren etwa Unternehmen ihre Machtstellung aus ihrer ökonomischen Stärke und scheinen zunächst im Kommunikationsprozess gegenüber etwa den, dem Tiefseebergbau sehr kritischen eingestellten, NGO's dominant. NGO's dagegen beziehen ihre Legitimation aus der Zivilgesellschaft, die ihnen auch eine Machtstellung im Kommunikationsprozess verleiht. Der politische Akteur (einschließlich der öffentlichen Verwaltungen) definiert sich in diesem Prozess durch die Institutionen der liberalen Demokratie, und last not least pocht die Wissenschaft bei der Bestimmung ihrer Rolle in diesen Kommunikationsprozess auf die Anerkennung erprobter Methoden bei der wissenschaftlichen Untersuchung des Tiefseebergbaus durch die anderen Akteursgruppen. Diese interaktiven, auf unterschiedlichen Macht-, Herrschafts- und Legitimationskonzepten beruhenden Kommunikations- und Aushandlungsprozesse der vier verschiedenen Akteursgruppen sichern auch *forschungspraktisch* die notwendige Gleichbehandlung unserer oben vorgestellten drei Nachhaltigkeitskriterien – und zwar sowohl im Design der explorativen Studie, als auch bei der Auswertung unserer empirischen Ergebnisse (Analyserahmen).

Die beiden zentralen Forschungsfragen der explorativen Studie lauten daher:

1. Welche Chancen und Risiken entstehen durch den Tiefseebergbau für Deutschland aus Sicht der Stakeholdergruppen?
2. Ist eine Clusterbildung hin zu einem Innovationscluster Tiefseebergbau in Deutschland erfolgt?

2 Bei einer Interaktion beziehen sich Subjekte (Entscheidungsträger und Interessengruppen) aufeinander. Es liegt damit eine Reziprozität vor, die an das gegenseitige Verstehen geknüpft ist und nicht nur durch die Addition von Handlungen bestimmt wird (König 2009: 67–98).

Befragungsdesign

Von Dezember 2017 bis Februar 2018 wurde eine online-Befragung unter 550 (= N) Stakeholdern des Tiefseebergbaus durchgeführt. Für die Befragung wählten wir Akteure aus, die zum einen eindeutig unseren Stakeholdergruppen zuzuordnen waren und zum anderen Vorreiter in Bezug auf das Thema Tiefseebergbau in Deutschland sind bzw. nach unseren Recherchen sein könnten. Die Zusammensetzung der Unternehmensstichprobe erfolgt über die folgenden Verbandmitgliedschaften: Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbauer (VDMA), Verband Schiffbau und Meerestechnik (VSM), Verband Bergbau, Geologie und Umwelt sowie die Mitglieder der Deep Sea Mining Alliance. Das heißt es wurden die Mitglieder bzw. Teilgruppen der ausgewählten Verbände in die Stichprobe der Unternehmen aufgenommen und befragt. Dabei ist der maritime Sektor vor allem in Norddeutschland ansässig, während der Anlagen- und Maschinenbau auch in Süddeutschland einen hohen Anteil der Wertschöpfung ausmacht. Die Auswahl der Behörden erfolgte über die Recherche der formalen Zuständigkeiten auf Bundes- und Landesebene. In die Stichprobe der Wissenschaft wurden alle WissenschaftlerInnen aufgenommen, die sich in den letzten drei Jahren im Rahmen von Projekten bzw. Publikationen natur-, ingenieurs- oder sozialwissenschaftlich mit dem Thema TBB befasst haben. Dabei sind wissenschaftliche Institute aus dem maritimen Themenfeld hauptsächlich in Norddeutschland ansässig, während das Thema Bergbau hauptsächlich in Mitteldeutschland wissenschaftlich bearbeitet wird. Die Zusammenstellung der Verbände/NGO's erfolgte über eine online-Recherche. Hier wurde eine Konzentration der NGO's in den Großstädten Berlin, Hannover, Hamburg und Bremen deutlich.

Tabelle 2: Übersicht Grundgesamtheit, Stichprobe und Rücklauf

	Wissen- schaft	Unterneh- men	Verbände (einschl. NGOs)	Politik/ Behörden	Gesamt
Schätzung der Grundgesamtheit	80	500	50	20	650
Stichprobe (= N)	60	444	31	15	550
Rücklauf – absolute Zahlen (= N) und Quote (in %)	31 = 52 %	19 = 4 %	10 = 32 %	6 = 40 %	66 = 12 %

Quelle: Eigene Darstellung (2019)

Die Rücklaufquote beträgt insgesamt 12 Prozent. Auch die Rücklaufquoten von drei der vier einzelnen Akteursgruppen betragen mehr als 10 Prozent. Und selbst der Akteur „Unternehmen“ hat bei einer Grundgesamtheit (= N) von 444 immerhin einen Rücklauf von 19 Unternehmen. Im Übrigen kann vermutet werden, dass die meisten der potenziell am Tiefseebergbau interessierten Unternehmen diesem noch sehr abwartend gegenüberstehen – dies wurde in Rückmeldungen per E-Mail deutlich.

Vorbereitet wurde die quantitative Befragung durch 15 Expertengespräche (halboffener Gesprächsleitfaden) aus den genannten vier Akteursgruppen (November 2017 – Februar 2018, Dauer 1,5 bis 2 Stunden). Dabei gehören sieben Interviewpartner der Gruppe Verbände/NGO's an, drei aus der Gruppe Politik, zwei aus der Gruppe Wissenschaft und drei aus der Gruppe Unternehmen. Die Expertengespräche dienten der Sondierung und Erarbeitung des Fragebogens. Alle interviewten ExpertInnen sind mit dem Themenfeld Tiefseebergbau in ihrer Organisation per Aufgabenzuweisung befasst.

Themenschwerpunkte der beiden Befragungen waren Folgende (siehe ausführlich im Anhang):

1. Bedeutung des TBB für die deutsche Rohstoffversorgung
2. Zielermittlung: Rohstoffversorgung versus Technologien
3. zeitlicher Ablauf und Hürden hinsichtlich Pilot Mining Test und industriellem Abbau
4. Innovationsbedarfe
5. Einflussfaktoren für die Wirtschaftlichkeit des Tiefseebergbaus
6. Vernetzung und Clusterbildung der Akteure
7. akteursbezogene Fragen

Entlang der von uns entwickelten drei Dimensionen der Nachhaltigkeit wurden die primär-empirischen Ergebnisse analysiert. Die Ergebnisse werden im folgenden Kapitel ausführlich erläutert.

3. Ergebnisse

Online-Befragung – eine Zusammenfassung

- Der Tiefseebergbau hat innerhalb der kommenden 10 Jahre eine eher geringe Bedeutung für die deutsche Rohstoffversorgung (22 %), aber in 50 Jahren eine hohe oder sehr hohe Bedeutung für 62 Prozent der Befragten.
- Im Fokus steht das Ziel „Technologien“ (78 % der Befragten messen diesem Ziel eine hohe bis sehr hohe Bedeutung zu) und weniger die Rohstoffversorgung (51 %).
- 71 Prozent der Befragten erwarten einen Pilot Mining Test Deutschland innerhalb der nächsten 4 bis 10 Jahre und zwar in Kooperation mit EU Partnern.
- Die vier wesentlichen Hürden für den Pilot Mining Test sind: Ablehnung des Tiefseebergbaus durch die Gesellschaft wegen ökologischer Folgen, zu wenig Engagement durch Unternehmen, Fehlen von innovativen Technologien und Geräten sowie zu niedrige Rohstoffpreise auf dem Weltmarkt.
- Folgende vier Innovationsfelder sind aus Sicht der Befragten besonders relevant: Abbautechnik (Kollektor), Transport von Meeresgrund zum Schiff (Riser), Messtechnik und Projektorganisation.
- Es wurden vier Faktoren für den wirtschaftlichen Erfolg des Tiefseebergbaus vorrangig genannt: Rechtssicherheit, Rohstoffnachfrage weltweit, Vorkommen an Land und Innovationen.
- Die soziale Dimension (Beschäftigung etc.) scheint kein vorrangiges Problem zu sein. Alle vier Akteursgruppen geben an, dass es genügend Fachkräfte gäbe, es mithin also durch den Tiefseebergbau kaum einen nennenswerten Beschäftigungszuwachs gäbe. Aber immerhin halten 45 Prozent die Qualifizierung von Fachkräften für notwendig.
- 50 Prozent der Befragten erwarten Gewinne aus dem TBB für die deutsche Industrie bereits in 11 bis 20 Jahren.
- Um ein Innovationscluster Tiefseebergbau zu formieren bedarf, aus Sicht der Befragten, der Zusammenarbeit bzw. Teilentgrenzung der Branchen Maschinenbau, Maritimer Sektor, Investoren/Venture Capital (Finanzsektor) und Robotik.
- Eine gesellschaftliche Debatte über den Tiefseebergbau ist insbesondere wegen dessen ökologischen Folgen notwendig, da so eine gesellschaftliche Legitimation (bzw. diskursiv erfolgte gesellschaftliche Ablehnung) des TBB erfolgen kann.

Expertengespräche – eine Zusammenfassung

Die Ergebnisse der Expertengespräche bestätigen im Wesentlichen die Ergebnisse der online-Befragung. Sie geben darüber hinaus wichtige Hinweise für die Interpretation, weil Expertenantworten begründet und zahlreiche Hinweise für das weitere Vorgehen gegeben wurden.

Außer den Vertretern der ökologisch orientierten NGO's gehen alle InterviewpartnerInnen davon aus, dass der Tiefseebergbau in absehbarer Zukunft industriell betrieben wird. Allerdings wurde eine Anzahl von Hindernissen und Unsicherheitsfaktoren genannt: Die diesbezügliche technische Innovationskraft in Deutschland ist zwar beachtlich, allerdings fehlt oft die erfolgreiche Einführung in den Markt. Dieses Fehlen wiederum liegt auch daran, dass es gerade im Tiefseebergbau keine finanzstarken „Player“ (und kaum einschlägige industrielle Tradition wie z. B. in Norwegen, in den USA, Großbritannien und den Niederlande mit der seebezogenen Öl- und Gasförderung etc.) vorhanden sind, die am Tiefseebergbau interessiert wären. Die aktuell im TBB engagierte deutsche Industrie gehört zum Mittelstand mit reichlich Know-how für die Entwicklung von Innovationen, aber unzureichenden Finanzmitteln. Hinzu kommt, dass auf Grund der im Tiefseebergbau engagierten, mittelständisch geprägten Industrie bisher keine durchgehende Wertschöpfungskette bzw. Cluster sichtbar sind, sondern sich jedes Unternehmen auf sein Produktportfolio konzentriert, das über ein Netzwerk mit Anderen kooperiert. Daneben ist in der bereits strategisch im TBB engagierten Industrie das Thema Tiefseebergbau oft nur ein Randthema, das (noch) nicht ins Zentrum langfristiger unternehmerischer Strategien und Innovationsentwicklungen gerückt ist. Einige Unternehmen wollen im TBB aktiv werden, sind aber aktuell ratlos, wie ein ressourcenschonender Zugang dazu gestaltet werden kann. Auf Grund dieser unsicheren Situation hinsichtlich des ökonomischen Erfolgs (Unsicherheit bezüglich der Entwicklung von Rohstoffpreisen und der Technologie, aber auch aus Sicht der Unternehmen die indifferente Haltung der Politik), wandern einige am TBB interessierten Unternehmen ins benachbarte Ausland ab. Dort sei die Zusammenarbeit zwischen der Industrie und der Politik unterstützender gestaltet. Aus Sicht der Befragten ist ein Effekt der Abwanderung und der zunehmenden Internationalisierung deutscher Unternehmen, dass hohe Steuerinvestitionen in die deutsche Wissenschaft getätigt und so hervorragende wissenschaftliche Ergebnisse erarbeitet werden, die aber dann im Ausland marktlich genutzt werden (also kein „Return of Investment“). Auch deshalb braucht Deutschland eine Internationalisierungsstrategie, um zu einer fairen Verteilung von Lasten und Gewinnen zu kommen. Hier ist nach Ansicht der Befragten Unternehmen und Verbände die Bundesregierung in der Verantwortung. In diesem Zusammenhang wird auf die entscheidende Rolle der Internationalen Meeresschutzbehörde ISA in Kingston/Jamaika verwiesen, die die entsprechenden Standards für den Pilot Mining Test für

die Lizenzgebiete und danach für die industrielle Nutzung außerhalb der AWZ setzt. Hier nimmt Deutschland eine gestaltende Rolle ein. Allerdings ist die ISA mit Blick auf die Komplexität der Aufgaben mit nur 40 bis 60 Mitarbeitern personell unterbesetzt. Einige InterviewpartnerInnen betonen, dass dem Pilot Mining Test ein Komponententest vorgeschaltet werden müsste.

Einige Interviewpartner – aber längst nicht alle – außerhalb der Akteursgruppe Politik/nachgeordnete Behörden weisen auf die Zurückhaltung der Politik beim Thema Tiefseebergbau hin, aber auch auf deren Uneinigkeit: Bund gegen Länder, verschiedene Ministerien im Bund hätten unterschiedliche Interessen, selbst innerhalb des zuständigen Bundesministeriums gäbe es Differenzen (Rohstoffabteilung versus Maritimer Koordinator). Andere Interviewpartner dagegen sind von der Ernsthaftigkeit der Politik beim Voranbringen der industriellen Nutzung der maritimen Bodenschätze überzeugt und betonen das bisherige große finanzielle Engagement der Politik (insbesondere durch die Finanzierung der Wissenschaft). Die Politik ihrerseits gibt den Ball an die Unternehmen zurück und beklagt das zurückhaltende Engagement der Unternehmen, beispielsweise in der mangelnden Kundeneinbindung (Energieunternehmen, rohstoffintensive Industrieunternehmen etc.) und Innovationstätigkeit.

Voraussetzung für den eher pragmatischen Ansatz des baldmöglichen Beginns eines Pilot Mining Tests ist die Unterscheidung der Abbauprodukte (Manganknollen, Kobaltkrusten und Massivsulfide). Die von einigen Interviewpartnern aus ökonomischen, aber auch aus ökologischen Gründen formulierte Empfehlung ist, kurzfristig Massivsulfide abzubauen und danach langfristig Manganknollen – dafür seien die Lizenzgebiete vorhanden.

Mit dem Beginn dieser Tests und der sich daran anschließenden industriellen Nutzung könnte vorrangig der Maschinen- und Anlagenbau in Deutschland profitieren. Aber dadurch könnten auch weltweit hohe Umweltstandards gesetzt werden, weil die deutsche Industrie nur dann im Tiefseebergbau richtig aktiv werden kann, wenn sie selbst diese Umweltstandards erfüllt. Und damit würde die internationale Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands durch den Einsatz der besten Technologien noch weiter gestärkt. Hier wird eine Brücke zum Thema der Ökologie geschlagen: Die NGO's wenden sich gegen den Tiefseebergbau mit den Argumenten, dass der Tiefseebergbau mit unkalkulierbaren ökologischen Risiken verbunden ist. Sie setzen stattdessen auf ein groß angelegtes Recycling und ein allgemeines Umdenken in der Vernutzung von Rohstoffen. In diesem Zusammenhang sind sich alle vier Akteursgruppen trotz unterschiedlicher Interessen einig, dass die Zivilgesellschaft in Deutschland eine entscheidende Rolle bei der Durchsetzung der industriellen Nutzung von maritimen Bodenschätzen spielt: Wenn diese zu dem Schluss käme, dass die Risiken des Tiefseebergbaus dauerhaft dessen Nutzen übersteige, wird es kein weiteres Engagement Deutschlands in Sachen TBB geben. Auch deshalb

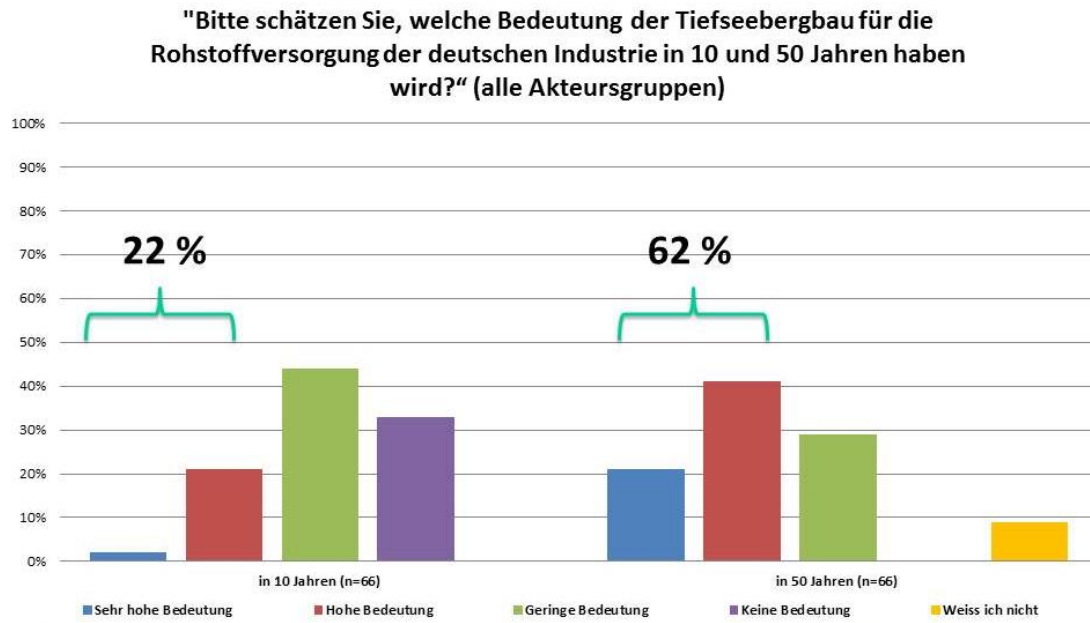
wird von vielen Interviewpartnern eine stärkere Dialogbereitschaft aller Akteursgruppen gegenüber den NGO's angemahnt. So könnte beispielsweise die „Deep Sea Mining Alliance“ Beteiligungsformate entwickeln, innerhalb derer trotz aller möglichen Differenzen ein sachlich orientierter Dialog zwischen den NGOs und den Befürwortern des Tiefseebergbaus stattfinden könnte.

Mit Blick auf die soziale Dimension der Nachhaltigkeit, der Beschäftigung (Arbeitsplätze und Qualifikation) durch den Tiefseebergbau, antworteten die Befragten folgendermaßen: Durchweg waren sich alle Interviewpartner einig, dass durch die industrielle Nutzung der maritimen Bodenschätze nicht zusätzlich eine große Anzahl von Arbeitsplätzen in Deutschland entstehen würde – höchstens im Bereich der High-Tech Berufe (allerdings dann auch nur in kleinerer Zahl). Allerdings könnte der Tiefseebergbau die bisherige Beschäftigung in den genannten Branchen mit sichern helfen. Was bisher noch nicht hinreichend berücksichtigt wurde, war das Thema Arbeitssicherheit (einschließlich des Unfallrisikos) auf hoher See – tausende Meilen von den Küsten entfernt.

Die Ergebnisse aus beiden Befragungen im Einzelnen

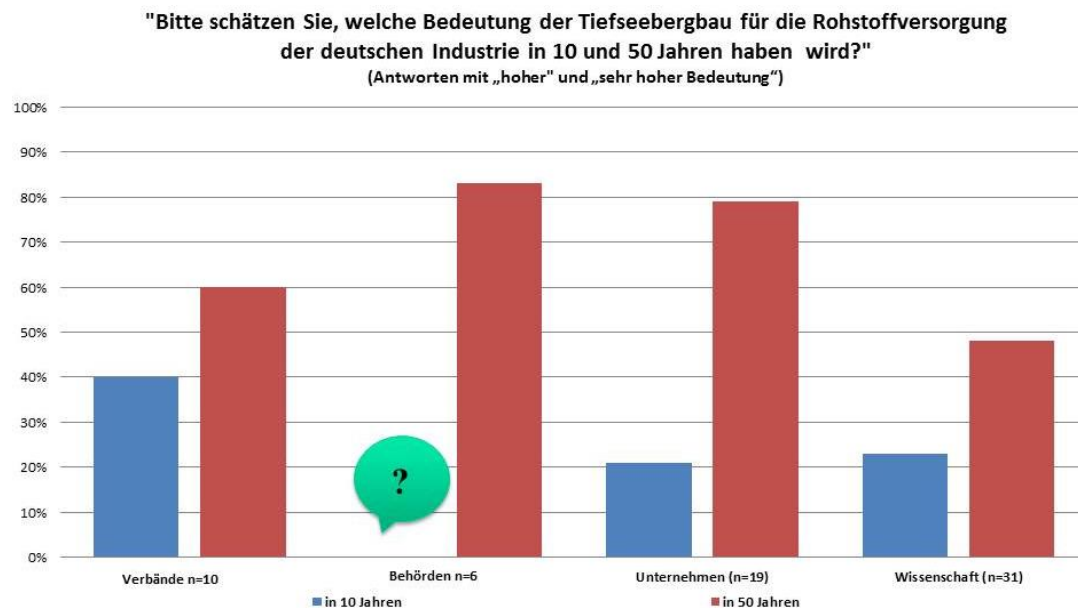
Zunächst fragten wir alle Akteursgruppen nach der Bedeutung des Tiefseebergbaus für die Rohstoffversorgung der deutschen Industrie in 10 und alternativ in 50 Jahren. Alle Akteursgruppen betrachten den TBB in seiner Funktion als Rohstoffversorgung eher als langfristiges Projekt: 62 Prozent geben an, dass der TBB erst in 50 Jahren eine hohe/sehr hohe Bedeutung haben wird, dagegen nur 22 Prozent in 10 Jahren (Abbildung 1). Interessant sind dabei die folgenden Unterschiede zwischen den vier Akteursgruppen: hier sind die Verbände deutlich optimistischer als Unternehmen, Politik/nachgeordnete Behörden und Wissenschaft, was die kurzfristigere Bedeutung des TBB für die Rohstoffversorgung in Deutschland (also in 10 Jahren) betrifft (Abbildung 2).

Abbildung 1: Bedeutung des Tiefseebergbaus für die Rohstoffversorgung der deutschen Industrie in 10 und 50 Jahren (alle Akteursgruppen)



Quelle: Eigene Darstellung (2019)

Abbildung 2: Bedeutung des Tiefseebergbaus für die Rohstoffversorgung der deutschen Industrie in 10 und 50 Jahren (unterschieden nach Akteursgruppen)



Quelle: Eigene Darstellung (2019)

Die Experten treffen ihre Aussagen folgendermaßen und unterstützen damit die Ergebnisse der Online-Befragung. Dabei werden weitere Aspekte deutlich³:

Akteur Verband (Nr. 7: 3): „Anstieg der Bedeutung des Tiefseebergbaus in den nächsten 50 Jahren, aber auch Recycling wird zunehmen.“

Hier wird sowohl die Langfristigkeit des TBB deutlich, zugleich aber auch die Parallelität alternativer Rohstoffquellen wie das Recycling.

Akteur Unternehmen (Nr. 8: 3): „TBB ist strategisch sehr wichtig. Es wird mit oder ohne Deutschland kommen – die Welt wartet nicht auf uns.“

Der Repräsentant des befragten Unternehmens verweist darauf, dass andere Länder nicht auf Deutschland warten und betont zugleich die Notwendigkeit der internationalen Kooperation.

Akteur Politik/nachgeordnete Behörde (Nr. 3: 6): „Nur wenn Unternehmen interessiert sind, läuft das Ganze. Unternehmen müssen pro-aktiv handeln und nicht auf Andere warten. Sie müssen Kooperationen eingehen (auch international), auch unterstützt durch die BGR.“

Die Politik/nachgeordnete Behörden unterstützen die Unternehmen bezüglich Kooperationen (national wie international), denn in Deutschland gibt es derzeit keine großen „Player“, die im TBB aktiv sind. Kleine und mittlere Unternehmen mit entsprechend begrenzten Ressourcen beherrschen hier die Szene. Zugleich erwartet die Politik/nachgeordnete Behörden von den Unternehmen ein größeres Engagement und eine höhere Risikobereitschaft – der Steuerzahler kann keine unternehmerischen Risiken finanziell übernehmen. Der Hinweis auf die BGR beinhaltet schon, dass der Steuerzahler mit der Finanzierung der BGR Forschungen erheblich in Vorleistung getreten ist.

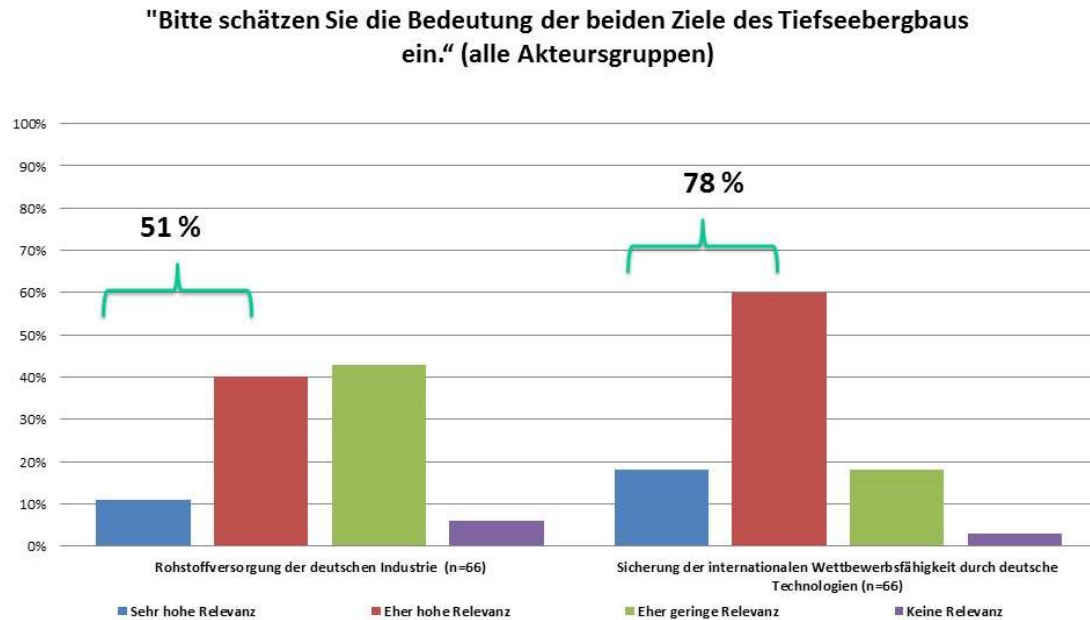
Akteur Unternehmen (Nr. 6: 3): „Rohstoffe sollten da liegen bleiben, wo sie sind: Wasser ist unser kostbarstes Gut. Dennoch wird TBB kommen, wenn eine Technologie entwickelt wird, die bleibende Umweltschäden verhindert. Wenn nicht, sollte man das Ganze bleiben lassen.“

Dass gerade durch einen Unternehmer der Hinweis auf mögliche Umweltschäden durch den TBB kommt, ist durchaus nicht untypisch. Das Bewusstsein über Umweltschäden und der öffentliche Diskurs darüber (Genaueres s. u.) ist bei fast allen Akteuren anzutreffen. Neben der Rohstoffversorgung der deutschen Industrie spielt auch die Sicherung der in-

3 Im Folgenden können die wörtliche Zitate aus den 15 Expertengesprächen folgendermaßen identifiziert werden: Zugehörigkeit zu einer der vier Akteursgruppen. Klammerzusatz: Hier kennzeichnet die erste Ziffer die Nummer des Interviews, die zweite Ziffer die Seite des Transkripts, aus der das Zitat entnommen wurde.

ternationalen Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Industrie eine Rolle – wir fragten nach der Gewichtung beider Zielsetzungen (Abbildung 3):

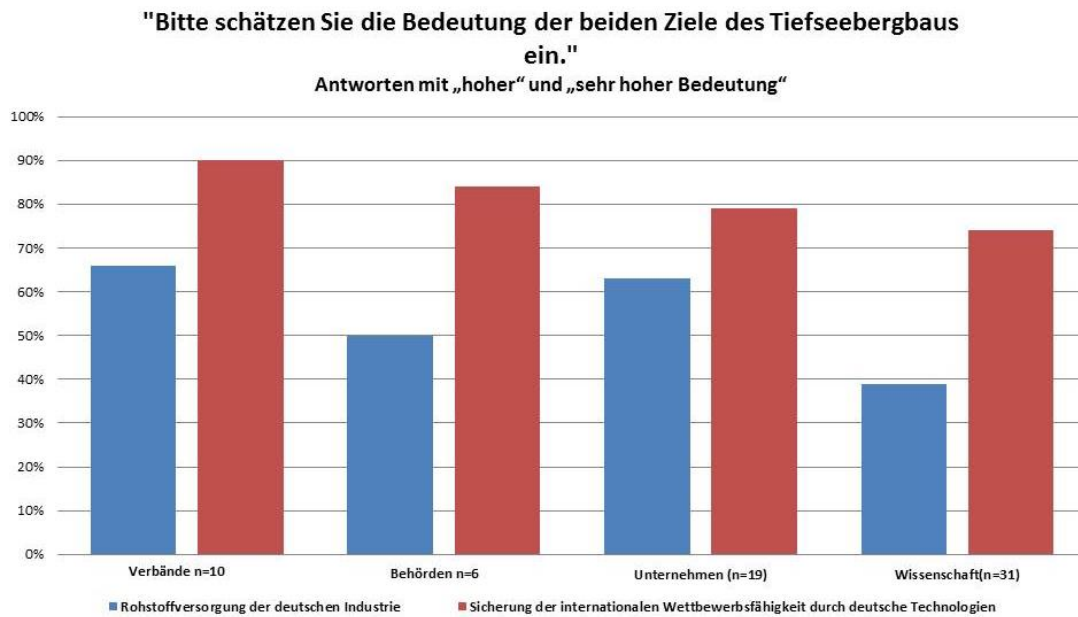
Abbildung 3: Motive für den TBB (alle Akteursgruppen)



Quelle: Eigene Darstellung (2019)

Hier ist die Einschätzung aller vier Akteursgruppen eindeutig: Bei dem weiteren Ausbau des TBB in Deutschland steht das Ziel der Sicherung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit durch deutsche Technologien an erster Stelle (78 %), erst danach folgt das Ziel der Rohstoffversorgung der deutschen Industrie (51 %; Mehrfachnennungen). Diese Technologiepräferenz ist bei allen vier Akteursgruppen zu beobachten (Abbildung 4):

Abbildung 4: Motive für den TBB (Teilauswertung)



Quelle: Eigene Darstellung (2019)

Dieser technologiebestimmte Ansatz findet sich auch in allen 15 Experteninterviews wieder, wie es beispielhaft den folgenden drei Zitaten von Unternehmen und Verbänden zu entnehmen ist:

Akteur Unternehmen (Nr. 1: 9): „Deutschland kann hohe Umweltstandards setzen, wenn wir schnell sind. Deutschland als Komponentenlieferant für den Export.“

Akteur Unternehmen (Nr. 8: 5): „Technologisch gesehen hätte Deutschland einen globalen Wettbewerbsvorteil, wenn es sich denn ernsthaft im TBB engagieren würde. Andere Länder wie z. B. Norwegen engagieren sich viel stärker.“

Akteur Verband (Nr. 7: 10): „Deutschland kann als internationaler Player nur dann ernst genommen werden, wenn es Maschinen mit eigenen Umweltstandards herstellen kann. Nur Umweltmonitoring wäre zu wenig für die Setzung internationaler Umweltstandards!“

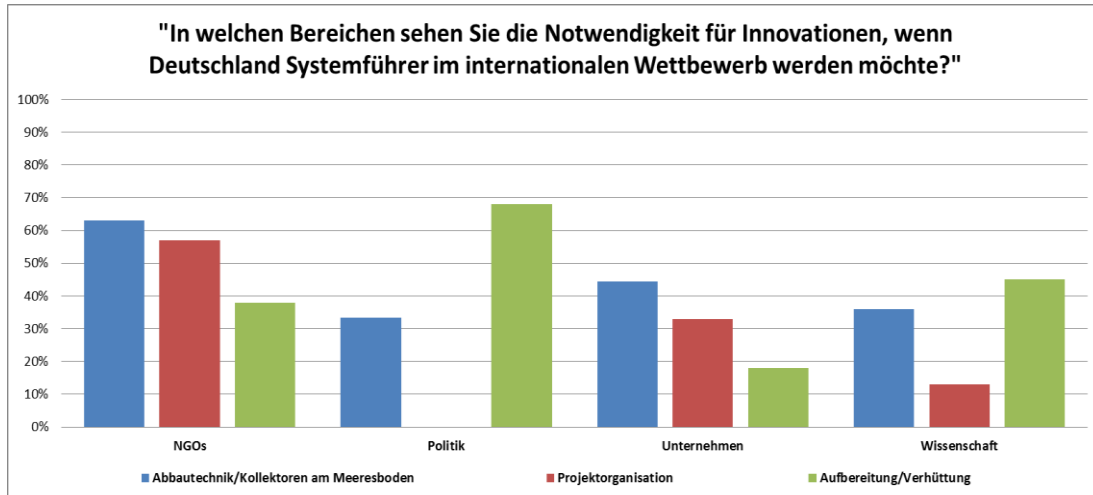
Dadurch wird deutlich, dass diese Äußerungen zu dem Motiv „Technologievermarktung“ in Zusammenhang mit den Umweltstandards genannt werden. Das heißt zweierlei:

1. Das Bewusstsein, dass der TBB nur dann industriell betrieben werden kann, wenn hohe Umweltstandards erfüllt werden, ist bei allen befragten Akteursgruppen vorhanden.
2. Die deutsche Industrie wird von den befragten Akteursgruppen als Marktführer in Sachen Umwelttechnologie wahrgenommen.

Bleiben wir bei der Technologie und schauen uns an, welche Innovationen unsere Respondenten für besonders wichtig halten, damit Deutschland mit-

tels Innovationen im globalen Wettbewerb Systemführer werden kann (Abbildung 5):

Abbildung 5: Notwendigkeit für Innovationen (nach Akteursgruppen)

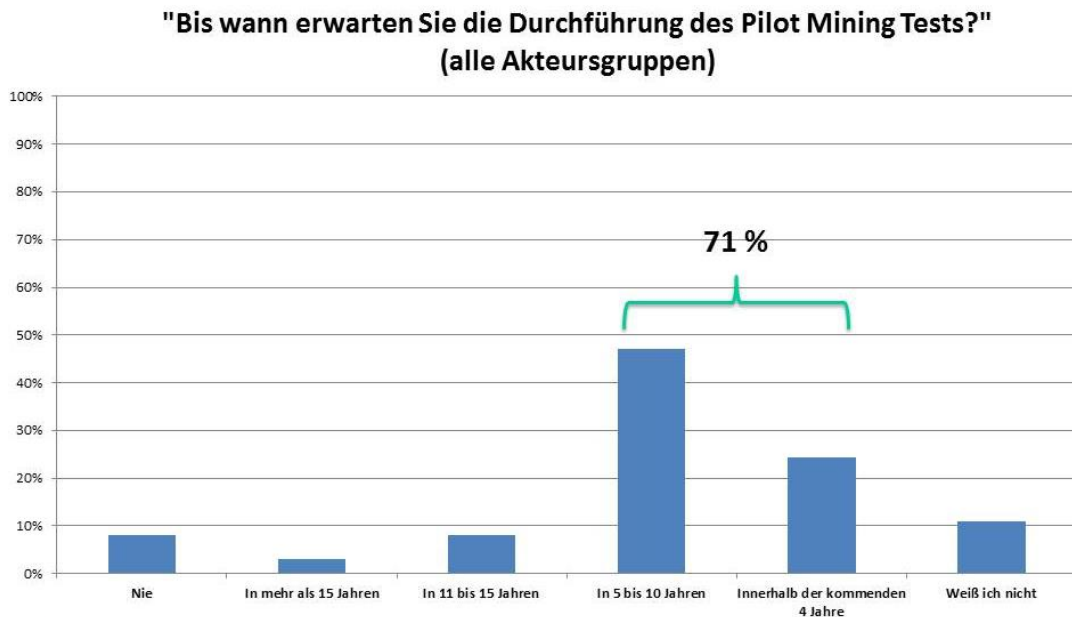


Quelle: Eigene Darstellung (2019)

Betrachtet man die Antworten „sehr hohe Notwendigkeit“ und „hohe Notwendigkeit“ zusammen, so ergibt sich folgendes Muster: an erster Stelle der notwendigen Innovationen stehen Abbautechnik/Kollektoren am Meeresboden, gefolgt von dem Riser (Transport der Rohstoffe vom Meeresboden zum Schiff), der (komplexen) Projektorganisation und der Meerestechnik. An letzter Stelle stehen Fragen zu Schiffbau und Transport. Experten des Schiffbaus weisen aber korrigierend darauf hin, dass der Schiffbau in Deutschland (Spezialschiffbau) schon hoch innovativ ist, während die technischen Entwicklungen in den erstgenannten Feldern noch nicht global wettbewerbsfähig sind.

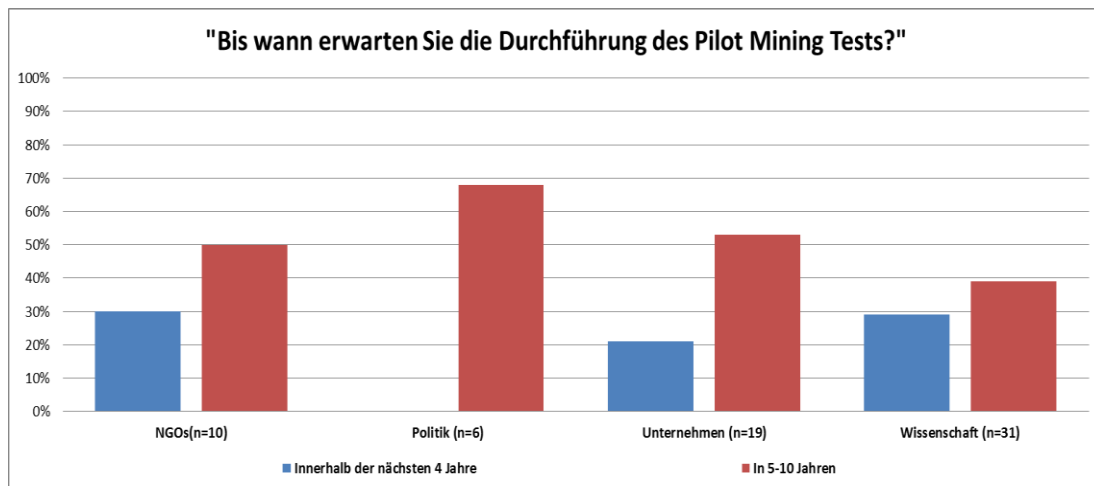
Mit Blick auf die zeitliche Planung steht – neben einem Komponenten-test – der Pilot Mining Test mit an erster Stelle, wenn es gilt, den TBB anschließend industriell zu betreiben (Abbildung 6). Die übergroße Mehrheit aller Akteure (71 %) erwartet den Pilot Mining Test innerhalb der nächsten 10 Jahre, mit einem deutlichen Akzent auf den Zeitraum 5 bis 10 Jahren. Auch hier gibt es keine Abweichungen der einzelnen Akteursgruppen untereinander (Abbildung 7): Der Fokus liegt auf den Zeitraum zwischen 5 und 10 Jahren – also zwischen 2023 und 2028.

Abbildung 6: Zeitliche Perspektive (alle Akteursgruppen)



Quelle: Eigene Darstellung (2019)

Abbildung 7: Zeitliche Perspektive (unterschieden nach Akteursgruppen)



Quelle: Eigene Darstellung (2019)

Sehr interessant sind die diesbezüglichen Ausschnitte aus den Experteninterviews, die sich mit einigen Bedingungen des Pilot Mining Tests befassen:

Akteur Wissenschaft (Nr. 12: 9): „Wenn sich die Politik dafür ausspricht wäre der Test möglich.“

Akteur Verband (Nr. 15: 1): „Eine Erklärung der Bundesregierung als Lizenzinhaber (durch die BGR) zur Durchführung eines PMT fehlt bisher.“

Die Wissenschafts- und Verbandsvertreter zielen mit ihren Antworten klar auf den Akteur Politik, dem sie – indirekt – ein zögerliches Verhalten attestieren. Dagegen nehmen (immerhin ein Industrie) Verbandsvertreter die eigene Industrie in die Pflicht:

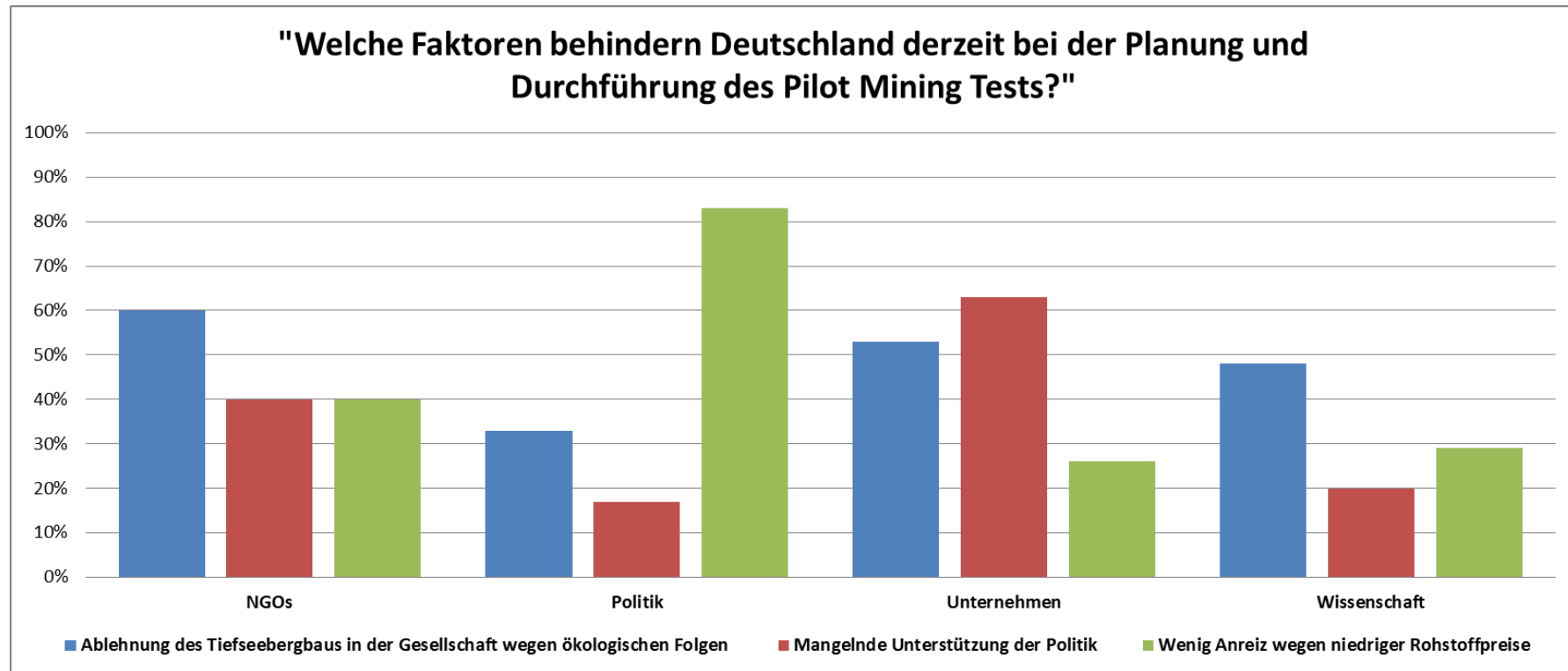
Akteur (Industrie-)Verband (Nr. 14: 6 f.): „Die Industrie muss TBB wollen. Politik kann Unternehmen nicht zum Jagen tragen.“

Und die Wissenschaft unterstreicht noch einmal die Bedeutung der Internationalen Meeresbodenbehörde ISA, die den unkontrollierten Raubbau der Tiefsee außerhalb der AWZ zu verhindern versucht:

Akteur Wissenschaft (Nr. 2: 3 f.): „Um (die ökologischen Auswirkungen) bewerten zu können, braucht man Tests. Zuerst einen Komponententest, danach den Pilot Mining Test. Insofern ist die Internationale Meeresbodenbehörde ISA so wichtig, die die Umweltstandards setzt.“

Diese Meinungen der Experten zu den Bedingungen bei der Planung und Durchführung eines Pilot Mining Tests werden durch unsere quantitative Befragung differenziert: alle vier Akteursgruppen sind sich mit 50 Prozent der Antworten einig, dass die Ablehnung des TBB durch die Zivilgesellschaft wegen der ökologischen Folgen der größte Hemmnisfaktor bei Planung/Durchführung eines Pilot Mining Tests sei. Es folgen die Faktoren „zu wenig Engagement von Unternehmen“, das „Fehlen von Geräten und Technologie“ sowie des momentan geringen „Anreizes durch niedrige Rohstoffpreise“. Auch die „mangelhafte Unterstützung der Politik“ spielt noch eine nennenswerte Rolle – hier wären wir wieder beim dem „Schwarze-Peter-Spiel“ zwischen Unternehmen und Politik. Am anderen Ende der Skala der Faktoren steht die „Unzureichende Verfügbarkeit von Fachkräften“, die von kaum einem Befragten als hemmender Faktor bei der Durchführung des Pilot Mining Tests angesehen wird. An dieser Stelle soll kritisch angemerkt werden, dass der in Deutschland allgemein beklagter Fachkräftemangel von unseren vier Akteursgruppen nicht als gravierend angesehen wird (Abbildung 8).

Abbildung 8: Hinderungsgründe für die Durchführung des Pilot Mining Tests (alle Akteursgruppen).



Quelle: eigene Darstellung

Spezifiziert werden diese Aussagen der online Befragung durch unsere Expertengespräche. Zunächst wird hinsichtlich möglicher Umweltauswirkungen deutlich zwischen Massivsulfiden, Krusten und Manganknollen unterschieden:

Akteur Wissenschaft (Nr. 11: 3): „Der Abbau von Massivsulfiden würde einen viel geringeren Eingriff in die Ökologie bedeuten als Manganknollen und -krusten. Die Regeneration des Ökosystems nach Manganentnahme dauert sehr lang, aber der Landbergbau hat viel größeren Einfluss auf Öko- und Sozialsysteme.“

Akteur Verband (Nr. 7: 3): „Das Unterwasserfahrzeug wiegt 150 t, also ist es sehr schwer und wirbelt Sedimentwolke auf; hoher Flächenverbrauch bei Manganknollen. Massivsulfide wäre umweltschonender, könnten direkt verhüttet werden und haben mehr Mineralstoffe enthalten.“

Akteur Wissenschaft (Nr. 2: 3): „Das oberste Sediment wird bei Manganknollen auf jeden Fall aufgewühlt und dabei werden Tiere getötet. Man kann eine Reduzierung von Suspensionsphasen organisieren. Aber letztlich kann der Abbau nicht ökologisch gestaltet werden.“

Akteur Unternehmen (Nr. 6: 3): „Schwarze Raucher abbauen, ist ohnehin ‚NoGo‘. Manganknollen ohne nachhaltige Verletzung des Meeresbodens aufsammeln, wäre okay.“

Akteur Unternehmen (Nr. 8: 4 und 6): „Manganknollen: hier hat die Fa. Nautilus schlimme Fehler gemacht. Mittlerweile ist genug geforscht, es gilt anzufangen.“

Es werden aber auch Vergleiche zwischen TBB und Landbergbau bezüglich der Umweltschäden angestellt, und hier steht der Landbergbau deutlich schlechter dar:

Akteur Wissenschaft (Nr. 11: 3): „Die Regeneration des Ökosystems nach Manganentnahme dauert sehr lang, aber Landbergbau hat viel größeren Einfluss auf Öko- und Sozialsysteme.“

Eine immer wieder gehörte Thematik ist die spezifische Wirtschaftsstruktur in Deutschland, mit ihrem Fokus auf Klein- und Mittelbetriebe sowie die relative Unerfahrenheit der deutschen Wirtschaft im Offshore Bereich, verglichen mit anderen Ländern:

Akteur Unternehmen (Nr. 1: 5): „Es fehlen Generalbetreiber.“

Akteur Politik/nachgeordnete Behörde (Nr. 3: 10): „Deutschland hat keine großen Projektentwickler, die dreistellige Millionenbeträge investieren können (schon bei zweistelligen hapert es). Notwendig wären 1 oder 2 große Unternehmen als Lokomotiven, an die sich dann die vielen Mittelständler anhängen könnten.“

Akteur Verband (Nr. 14: 2 f.): „Viele Mitglieder im (Industrie)Verband haben ein theoretisches Interesse an TBB (aus der Kompetenz ihrer Branche heraus). Praktisch jedoch gibt es zu viele Unsicherheiten für KMU, eine der Größten ist die landseitige Verhüttung unter dem ‚Zero-Waste‘ Kriterium. In anderen Ländern gibt es große Rohstoffkonzerne bzw. große Kooperationen.“

Und ein weiterer hemmender Faktor sei das mangelnde Kundeninteresse. Zwar gibt es in Deutschland große Unternehmen, insbesondere im Automobil- und entsprechendem Zulieferbereich, doch diese würden sich nicht im TBB engagieren:

Akteur (Industrie)Verband (Nr. 15: 2): „Mehr Engagement der ‚Rohstoff-Nutzer‘ z. B. Automobilindustrie im Hinblick auf E-Mobilität. Aber Verfahren zur Aufbereitung der Rohstoffe sind noch nicht ausreichend entwickelt.“

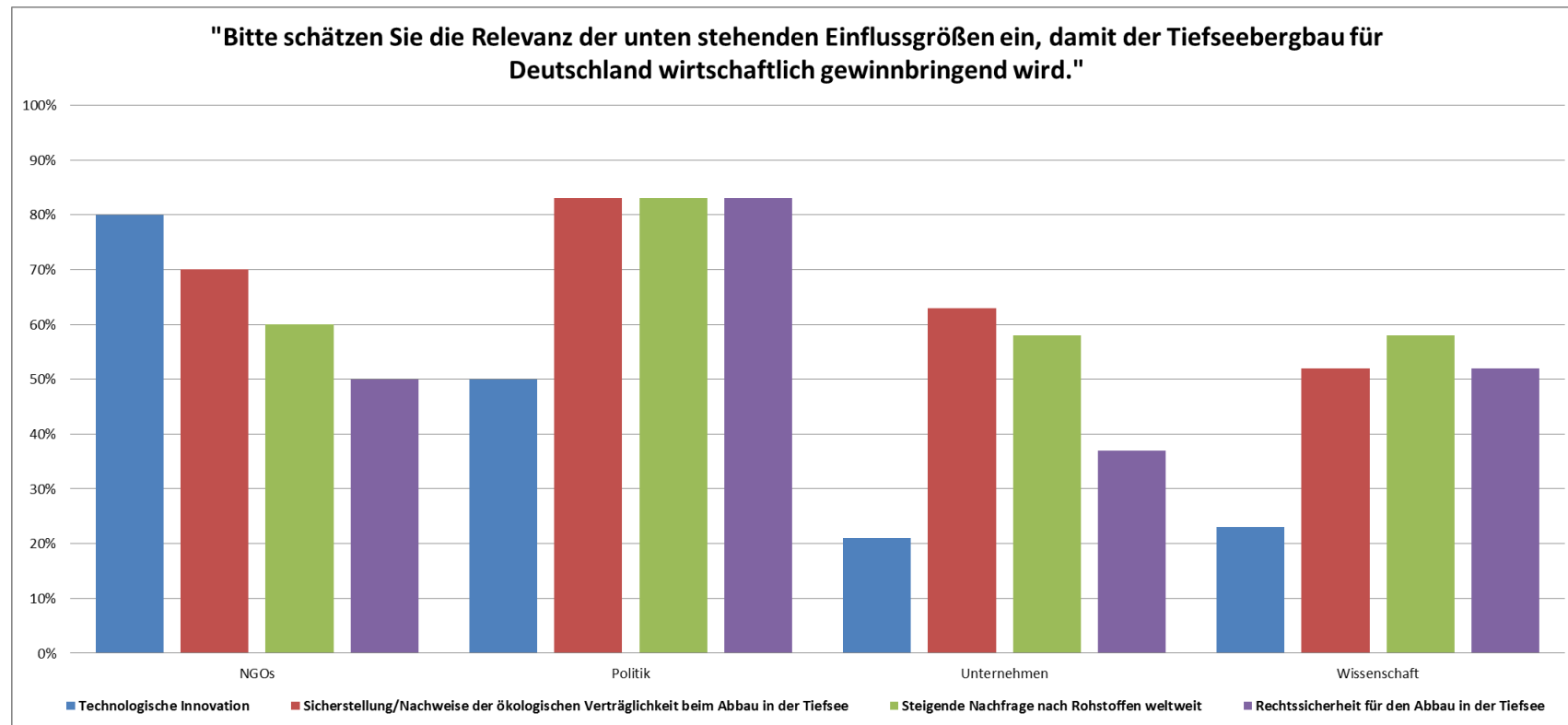
Und auch hier wieder der Hinweis auf das mangelnde oder zögerliche Verhalten der Politik (Stichworte: Industrie- und Innovationspolitik), die Deutschland im globalen Wettbewerb zurückfallen ließen:

Akteur Unternehmen (Nr. 8: 3,6, 10 und 11): „Das Problem in Deutschland ist der Staat (Bürokratie, unflexible, keinen Mut zur Verantwortung). Ein erster Pilot Mining Test würde ca. 25 Millionen Euro kosten, die Bundesregierung ‚bringt es aber nicht‘. Die Deutschen warten, und die anderen Länder sind auf der Überholspur. Insgesamt stellt sich hier die Frage, warum Deutschland seinen technologischen Vorsprung verspielt. In Deutschland wird die gute Technik nicht industriell genutzt, es wird sich totgeforscht.“

Akteur Unternehmen (Nr. 1: 5): „Politik müsste Potential erkennen. Commitment der EU wäre wichtig. Deutschland will aber keine Industriepolitik, daher wenig Förderung.“

Kaum ein Unternehmen in einer Marktwirtschaft würde sich engagieren, wenn diese Unternehmen keine Chance der Gewinnerzielung durch eben diese Aktivitäten sehen würden – so auch im TBB. Wir fragten nach Bedingungen, damit der TBB in Deutschland wirtschaftlich gewinnbringend wird: An erster Stelle steht hier die „Steigende Nachfrage nach Rohstoffen weltweit“, gefolgt von der „Rechtssicherheit für den Abbau“, der „Technologische Innovation“, dem „Nachweis ökologischer Verträglichkeit“, der „Finanzierung“ sowie der „Internationalen Kooperation“. Aber auch die „stärkere Vernetzung der beteiligten Wirtschaftsbranchen“ wird von den Respondenten als relevant eingestuft. Ganz am Schluss dieser Rangfolge steht die „Qualifizierung von Fachkräften“, ähnlich wie schon bei den Antworten zu den hemmenden Faktoren bei der Planung/Durchführung eines Pilot Mining Tests. Interessant ist dabei der Zeitraum der Gewinnerwartung. Diese sind eher langfristig: Rund 10 Prozent aller Respondenten erwarten Gewinne erst in den nächsten 10 Jahren (mit Schwerpunkt eher auf 10 Jahre), während 50 Prozent sogar den Zeitraum 11 bis 20 Jahre angeben. Den TBB als nicht gewinnbringend bezeichnen immerhin noch rund 15 Prozent. Hier gibt es jedoch erhebliche Unterschiede zwischen den einzelnen Akteursgruppen (Abbildung 9).

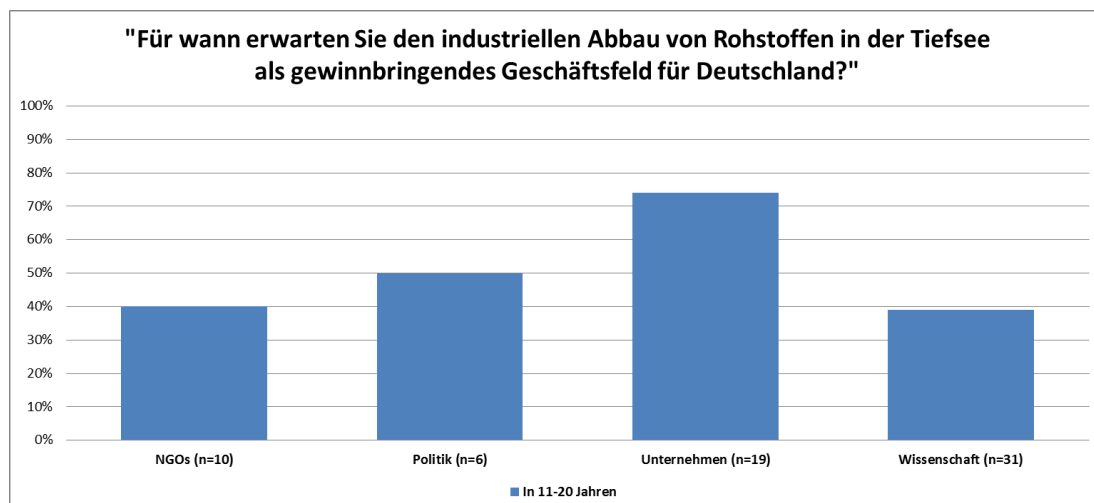
Abbildung 9: Einflussfaktoren für die Wirtschaftlichkeit des TBB (alle Akteursgruppen)



Quelle: Eigene Darstellung (2019)

Die Gruppe „Unternehmen“ ist, was die Gewinnerwartung beim TBB im Jahreszeitraum 11 bis 20 Jahren anbetrifft, mit rund 75 Prozent deutlich optimistischer als die drei anderen Akteursgruppen (Abbildung 10). Diese Erkenntnis ist umso erstaunlicher, als dass derzeit viele Unternehmen eher zögerlich in ihrem Engagement im TBB sind und dieses neue Geschäftsfeld oft nur am Rande der sich engagierenden Unternehmen angesiedelt ist. Die Unternehmen haben ein langes Investitionsrisiko in ihrem Engagement im TBB zu überwinden – rote Zahlen, die umso gewichtiger sind, als die meisten KMU über nur geringe Rücklagen verfügen. Last but not least bleibt die Frage, welche bisherigen Branchen besonders relevant beim TBB sind.

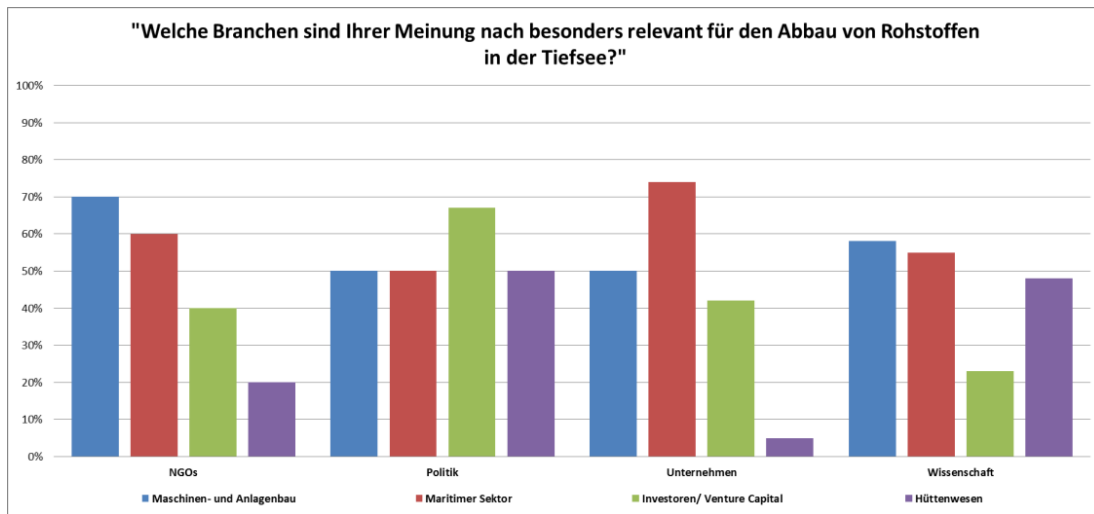
Abbildung 10: TBB als zukünftiges Geschäftsfeld (unterschieden nach den Akteursgruppen)



Quelle: Eigene Darstellung (2019)

Folgende Rangfolge wird anhand der quantitativen Befragung deutlich: Maschinen- und Anlagenbau, Maritimer Sektor (Meerestechnik und Schiffbau), Finanzsektor (Investoren und Venture Capital), Hüttenwesen, Robotik, Bergbau sowie öl- und gasfördernde Industrie. Dienstleister/Projektentwickler, IT (hier allerdings mit Überschneidungen zu allen anderen Branchen, insbesondere der Robotik), Energiesektor und Logistik spielen nur eine untergeordnete Rolle (Abbildung 11).

Abbildung 11: Relevante Branchen (alle Akteursgruppen)



Quelle: Eigene Darstellung (2019)

In diesem Zusammenhang spielt die Vernetzung eine große Rolle, wie beispielhaft die Ausschnitte aus unseren Expertengesprächen zeigen:

Akteur Politik/nachgeordnete Behörde (Nr. 3: 2 und 8 und 9): „Es gibt eine gute Vernetzung mit der Bundesanstalt mit der BGR und der Wissenschaft, aber auch mit der Wirtschaft (Deep Sea Mining Alliance). Notwendig ist die Zusammenführung unterschiedlicher Unternehmen aus verschiedenen Branchen.“

Da es in Deutschland keinen Systemführer gibt und große Unternehmen in diesem Verbund fehlen, wird wiederum die internationale Zusammenarbeit eingefordert:

Akteur Unternehmen (Nr. 6: 8): „Es gibt in Deutschland ein sehr gutes Netz von hochspezialisierten Anbietern, aber kein Gesamtunternehmen. Insofern ist eine internationale Zusammenarbeit für Deutschland lebensnotwendig.“

Zentrale empirische Ergebnisse

1. Ökonomisch/technologische Dimension:

- Aktuelles Ziel des TBB ist in erster Linie die Vermarktung deutscher Technologien, zweitrangig ist die Rohstoffsicherung.
- In 50 Jahren kann der Tiefseebau jedoch eine sehr hohe Bedeutung für die Rohstoffversorgung der deutschen Industrie haben.
- Der Pilot Mining Test wird innerhalb der nächsten 10 Jahre erwartet.
- Gewinne aus dem industriellen Abbau werden in 11 bis 20 Jahren erwartet.
- Es gibt die Forderung nach mehr politischer Unterstützung; mehr Aktivität von Unternehmen (Innovations- und Risikobereitschaft) sowie nach einer europäischen Strategie.
- Der Akteur Politik/nachgeordnete Behörden wird nur Rahmenbedingungen setzen können, die Unternehmen sind aufgefordert zu investieren.

2. Ökologische Dimension:

- Die Einschätzung der ökologischen Folgen ist zentral für das Zustandekommen des industriellen Tiefseebaus. Aktuell sind die ökologischen Folgen noch nicht ausreichend erforscht.
- WissenschaftlicherInnen fungieren z. T. als Gate-Keeper für industrielle Interessen, aber auch als Mahner und Unterstützer von ökologischen NGO's.

3. Soziale Dimension:

- Wegen des hohen Grades an Automatisierung werden kaum neue, aber dafür andere Arbeitsplätze erwartet. Damit erfolgt aber auch die Sicherung aktuell vorhandener Arbeitsplätze (z. B. Schiffbau, Maschinen- und Anlagenbau).
- TBB kann die sozialen und ökologischen Folgen des Landbergbaus beeinflussen.
- Die Bevölkerung wird aktuell zu wenig von politischen Akteuren eingebunden. Der TBB polarisiert zunehmend.

Beantwortung der zentralen Forschungsfragen

1. Welche Chancen und Risiken bestehen aus Sicht der befragten *Akteursgruppen durch den Tiefseebergbau*?

Die Befragungen der vorliegenden Studie machen deutlich, dass Deutschland mit dem TBB das primäre Ziel verfolgt, deutsche Innovationen und Technologien global zu vermarkten. Die Versorgungssicherheit Deutschlands mit Rohstoffen wird als zweitrangig erachtet. Dies ist eine wichtige Botschaft für die staatliche Innovations-, Industrie- und Rohstoffpolitik. Zentrale Risiken werden von fast allen Befragten mit Blick auf die bisher nicht ausreichend vorhandenen Beurteilungsmöglichkeiten der ökologischen Folgen des TBB genannt. Das heißt es bedarf weiterhin intensiver Forschung zu ökologischen Folgen des TBB.

2. Hat sich in Deutschland ein Innovationscluster „Tiefseebergbau“ entwickelt, das den industriellen TBB zukünftig ermöglicht?

Ein Innovationscluster „Tiefseebergbau“ besteht in Deutschland derzeit nicht. Zwar existieren Netzwerkbildungen als notwendige Bedingungen für ein neues Cluster. Derzeit fehlt in Deutschland eine (Teil-) Entgrenzung der Branchen Maritimer Sektor (Meerestechnik und Schiffbau), Maschinen- und Anlagenbau, Finanzsektor (Investoren und Venture Capital), Hüttenwesen, Robotik, Bergbau sowie öl- und gasfördernde Industrie. In der vertikalen und horizontalen Zusammenarbeit der oben genannten Branchen liegt die Chance, Innovationen für den TBB unter möglichst hohen Umweltstandards voranzubringen.

4. Handlungsempfehlungen und Forschungsausblick

Entlang unserer für die Strukturierung der Arbeit angewendeten drei Nachhaltigkeitskriterien lassen sich *drei Entwicklungspfade für Deutschland* ableiten. Jeder Entwicklungspfad weist dabei eine eigene Logik auf, kann jedoch mit den jeweils anderen kombiniert auftreten.

1. *Ökonomischer Pfad*: Entwicklung von innovativen Produkten sowie Absatz von Technologien und Rohstoffen. Das bedeutet also deutliche Zunahme von Investition in den TBB. Mit Blick auf die Vernetzung und Clusterbildung sollte eine Zusammenarbeit zwischen dem maritimen Cluster Norddeutschlands und dem Anlagen- und Maschinenbau in Süddeutschland gefördert werden.
2. *Ökologischer Pfad*: Politische Entscheidung gegen den TBB sowie Verbot von Importen von Rohstoffen aus der Tiefsee. Das bedeutet den massiven Ausbau des Recycling sowie Exnovationen und Innovationen. Hierfür ist ein Rohstoffcluster sinnvoll, das sowohl Akteure aus dem Recycling als auch aus dem Bereich Materialinnovationen sinnvoll vernetzt.
3. *Sozialer Pfad*: Einbindung der Bevölkerung in den politischen Entscheidungsprozess, ob und wie sich Deutschland an dem industriellen Rohstoffabbau in der Tiefsee beteiligen soll. Das bedeutet eine Wertschätzung und Umsetzung der gesellschaftlichen Teilhabe.

Die drei archetypisch dargestellten Pfade können als Grundlage für weiter politisch-strategische Entscheidungen sein. Quer dazu lassen sich weitere *Forschungsbedarfe* ableiten:

- Grundsätzlich bedarf es der Entwicklung einer Roadmap (z. B. bis 2025), welche die Faktoren Rohstoffbedarfe, Rohstoffverfügbarkeiten, Innovationen, Exnovationen und Recycling in den Blick nimmt und miteinander verknüpft. Hieraus lassen sich wichtige strategische Entscheidungen ableiten, wie sich Deutschland (und auch die anderen EU Länder) eine Versorgungssicherheit zukünftig vorstellen.
- Internationalisierung: Auf europäischer Ebene sind neben Deutschland auch Großbritannien, Norwegen, Belgien, die Niederlande und Frankreich mit dem TBB gefasst. Hier bedarf es einer Untersuchung, wie sich die genannten Länder zu einer Rohstoffpartnerschaft zusammenschließen könnten. Es sollte weiterhin untersucht werden, wie wirtschaftliche Kooperationen mit ostasiatischen Ländern (Südkorea, Japan, China und Vietnam) gestaltet werden können, um einen Know-how Austausch zu ermöglichen.
- Es bedarf weiterhin einer tiefergehenden Untersuchung der ökologischen Folgen des TBB, damit möglichst hohe Umweltstandards Anwen-

dung finden werden (möglichst auch durch die Anwendung in den AWZ) oder ob auch der TBB von der ISA komplett untersagt wird.

- Es bedarf weiterhin ein Diskurs mit der Bevölkerung und der stärkeren Einbindung von (kritischen) NGO's in politisch-strategische Entscheidung hinsichtlich des industriellen TBB.
- Die Entwicklung einer Strategie zu Arbeitsbedingungen und Qualifikation im Fall eines industriellen Abbaus in der Tiefsee wäre in einem weiteren Schritt sinnvoll.

Literaturverzeichnis

- BUND (2018): Tiefseebergbau, BUNDposition, 67. Berlin, Oktober.
- Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) (2014): Durch Ozeanforschung unseren Planeten verstehen. Berlin, Oktober.
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMUB) (2016): Deutsches Ressourceneffizienzprogramm II. – Programm zu nachhaltigen Nutzung und zum Schutz der natürlichen Ressourcen. http://www.bmub.bund.de/fileadmin/Daten_BMU/Pool/Broschueren/progress_ii_broschuere_bf.pdf (letzter Zugriff 06.06.2016)
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (2010): Rohstoffstrategie der Bundesregierung. Oktober. Berlin.
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (2011): Nationaler Masterplan Maritime Technologien (NMMT). Juli. Berlin.
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (2018): Nationaler Masterplan Maritime Technologie zur Koordinierung und Stärkung der maritimen Branche. Oktober. Berlin.
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (o. J.): Maritime Agenda 2025. Für die Zukunft des maritimen Wirtschaftsstandortes Deutschland, Berlin.
- Brodda, J. (2015): Maritime Technologien. Innovative Industrie mit Zukunft. Eine Standortbestimmung, Vortrag zur Vorbereitung der 9. Nationalen Maritimen Konferenz, Branchenforen Schiffbau-Meerestechnik, Berlin, BMWI, 3. Juni 2015,
- Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) (2012): Marine Mineralische Rohstoffe der Tiefsee. Chancen und Risiken. https://www.bgr.bund.de/DE/Gemeinsames/Produkte/Downloads/Commodity_Top_News/Rohstoffwirtschaft/40_marine-mineralische-rohstoffe-tiefsee.html (letzter Zugriff 06.06.2016)
- Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) (2014): Vorkommen und Produktion mineralischer Rohstoffe – ein Ländervergleich. http://www.deutsche-rohstoffagentur.de/DE/Themen/Min_rohstoffe/Downloads/studie_rohstoffwirtschaftliche_einordnung_2014.pdf?__blob=publicationFile&v=4 (letzter Zugriff 20.5.2016)
- Bundesregierung (2014): Verordnung über Bestimmungen über die Prospektion und Exploration kobaltreicher Ferromangankrusten im Gebiet, Bundesgesetzblatt Jg. 2014, Teil III, Nr. 21, 22. 09.2014, Bonn.
- Bundesregierung (2016): Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie. Neuauflage 2016, Entwurf, Stand: 30. Mai 2016, Berlin.
- Bundesumweltamt (UBA) (2016): The use of natural resources. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/377/publikationen/161025_ressourcenbericht_en.pdf

- Bundesverband der Deutschen Industrie (BDI) (2017): Potenziale des Tiefseebergbaus.
https://www.bsh.de/DE/PRESSE/Veranstaltungen/MUS/Anlagen/Downloads/MUS-2015/MUS-2015-Praesentation-Jarowsky.pdf?__blob=publicationFile&v=4 (letzter Zugriff 16.09.2016).
- Deep Sea Mining Alliance; Bundesverband der Deutschen Industrie (2017): Stakeholder comments on „Draft Regulation on Exploitation of Mineral Resources in the Area“. Attention to the German Federal Ministry for Economic Affairs and Energy (BMWi), 17. November.
- Deutscher Bundestag (2014): Kleine Anfrage der Fraktion die Linke. Ökologische Auswirkungen des Tiefseebergbaus. <http://dip21.bundestag.de/dip21/btd/18/015/1801597.pdf> (letzter Zugriff 20.05.2016).
- Europäische Kommission (2015): Commission Staff Working document: EU stakeholder survey on Seabed mining: summary of responses, SWD (2015) 119 final, Brussels, 9 June 2015, https://ec.europa.eu/info/consultations/seabed-mining_en. (letzter Zugriff 10.07.2019).
- Grimm, V.; Harms, J.; Klimpel, V.; Schumacher, G. (2015): Deutscher Tiefseebergbau. Ergebnisse einer mehrstufigen Expertenbefragung. [http://www.jarowsky-marketing.de/fileadmin/Downloads/PTJ_Deutscher Tiefseebergbau Ergebnisse einer mehrstufigen Expertenbefragung Tiefseebergbau Dez 2015.pdf](http://www.jarowsky-marketing.de/fileadmin/Downloads/PTJ_Deutscher_Tiefseebergbau_Ergebnisse_einer_mehrstufigen_Expertenbefragung_Tiefseebergbau_Dez_2015.pdf) (letzter Zugriff 07.06.2016).
- Habermas, J. (1981): Theorie des kommunikativen Handelns, 2 Bde, Suhrkamp, Frankfurt/M.
- Heinrich Böll Stiftung (2017): Meeresatlas, 3. Auflage, August 2017, Kiel.
- International Seabed Authority (ISA) (2013): Recommendation for the guidance of contractors for the assessment of the possible environmental impacts arising from exploration for marine minerals in the area. Legal and technical commission. Kingston.
- Jarowsky, M. (2015): Überblick zum Stand der Aktivitäten im Tiefseebergbau in Deutschland unter besonderer Berücksichtigung von Umweltaspekten. In: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit/Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) (Hrsg.): 25 Jahre Meeresumwelt-Symposium. Kurzfassung der Vorträge, Hamburg, 30–31. https://www.bsh.de/DE/PRESSE/Veranstaltungen/MUS/Anlagen/Downloads/MUS-2015/MUS-2015-Kurzfassung.pdf?__blob=publicationFile&v=1 (letzter Zugriff 06.06.2016).
- Jarowsky, M. (2017): Erfolgreiche internationale Konferenz des BMWI zum Tiefseebergbau. International Conference on Deep Sea Mining, 13. Dezember 2016, BMWI, Berlin, in: Schiff&Hafen, April 2007, Nr. 4, 60–61.
- Jenisch, U. K. (2014): Tiefseebergbau in der vorkommerziellen Phase. In: Schiff&Hafen, November 2014, Nr. 11, 36–39.

- Jenisch, U. K. (2015): Tiefseebergbau auf dem Weg zum Abbau-Code. Ergebnisse der 21. Session der ISA vom Juli 2015. In: NordÖR. Zeitschrift für öffentliches Recht in Norddeutschland, 18. Jg., 12, 513–572.
- Jenisch, U. K. (2017): Rahmenbedingungen für Mining Tests, in: Schiff&Hafen, April 2007, Nr. 4, 62–66.
- Jenisch, U. K. (2018): Neue Regeln für den Tiefseebergbau. In: Hydrographische Nachrichten 10/2018, 38–46, DOI: 10.23/84/HN111–08
- König, A. (2009): Interaktionsprozesse zwischen Erzieherinnen und Kindern. VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden.
- Kronfeld-Goharani, U. (2017): Blauer Reichtum in Gefahr. Der Schutz der Tiefsee vor neuen Herausforderungen. In: Aus Politik und Zeitgeschichte, 67. Jg., 51–52, 18. Dezember 2017, 23–28.
- Martinez-Arbizu, P. (2016): Environmental Aspects of Deep Sea Mining. Vortrag auf der „International Conference on Deep Sea Mining“, 13. Dezember 2016, BMWI, Berlin.
- Mondré, A.; Kuhn, A. (2017): Ocean Governance. In: Aus Politik und Zeitgeschichte, 67. Jg., 51–52, 18. Dezember 2017, 5–9.
- Odunton, N.A. (2016): Deep Seabed Mining: Challenges facing the International Seabed Authority, Vortrag im Rahmen der „International Conference on Deep Sea Mining“, BMWI, 13. Dezember 2016, Berlin.
- Peters, H.-R. (2002): Wirtschaftssystemtheorie und allgemeine Ordnungspolitik, Oldenbourg, 4. Aufl., München.
- Pophanken, A.-K.; Friedmann, D., Friedrich, B. (2015): Manganknollen – zukünftige Rohstoffbasis für Technologiemetalle?. In: Schriftenreihe der GDMB, 133.
- Porter, M. E. (2003): Locations, clusters and company strategy, in: Clark, G. L.; Gertler, M. S.; Feldman, M. P. (Hrsg.): The Oxford Handbook of Economic Geography, Oxford Handbooks, Oxford, 253–274
- Raffe, D. (2014): Explaining national differences in education-work transitions: twenty years of research on transition systems, European Societies, 16, 175–193.
- Ramboll IMS, HWWI (2018): Analyse des volkswirtschaftlichen Nutzens der Entwicklung eines kommerziellen Tiefseebergbaus in den Gebieten, in denen Deutschland Explorationslizenzen der Internationalen Meeresbodenbehörde besitzt, sowie Auflistung und Bewertung von Umsetzungsoptionen mit Schwerpunkt eines Pilot Mining Tests. Studie im Auftrag es BMWI, Referat IC4, Projekt Nr. 59/15, 30.09.2016, Hamburg.
- Rühlemann, C.; Knodt, S. (2015): Exploration and Exploitation from the Deep Ocean. In: Journal of Ocean Technology, Vol. 10, No. 1, 13–21.

- Rühlemann, C.; Kuhn; Th.; Vink, A. (2016): Status of Exploration in the German License Area in the Pacific Ocean. Vortrag auf der „International Conference on Deep Sea Mining“, 13. Dezember 2016, BMWI, Berlin.
- Van Dover, C. L.; et al. (2017): Biodiversity loss from deep-sea mining, <https://www.nature.com/articles/ngeo2983> (letzter Zugriff 10.07.2019).
- Verband der Schiffbau und Meerestechnik (VSM) (2016): Jahresbericht 2015/2016. Hamburg. <https://www.vsm.de/de/service/publikation-und-medien/jahresberichte> (letzter Zugriff 16.09.2016).
- Weber, M. (1976): Wirtschaft und Gesellschaft. Grundriss der verstehenden Soziologie, Studienausgabe, 5. rev. Auflage, Tübingen.
- Wiedicke, M.; Kuhn; Th.; Rühlemann, C.; Schwarz-Schampera, U.; Vink, A. (2012): Marine Mineralische Rohstoffe der Tiefsee – Chance und Herausforderung. Hrsg. Deutsche Rohstoffagentur DERA und BGR, Hannover.
- Wood, T. (2017): Seabed Mining can decide the fate of the deep ocean, in: Oceans Deeply.
- World Ocean Review (2014): Rohstoffe aus dem Meer – Chancen und Risiken 3. Hamburg.

Anhang: Online-Fragebogen

Sehr geehrte Damen und Herren,

das Institut Arbeit und Wirtschaft (www.iaw.uni-bremen.de) der Universität Bremen untersucht die Bedeutung des Tiefseebergbaus für die deutsche Wirtschaft mit Blick auf die zukünftige Rohstoffversorgung. Denn die Rohstoffe am Meeresboden können einen wichtigen Beitrag zur Rohstoffversorgung mit High-Tech-Rohstoffen leisten. Drei Arten von Vorkommen, die in bis zu 6.000 Meter Tiefe liegen, sind besonders interessant: Manganknollen, Massivsulfide und Kobaltkrusten. Sie enthalten Rohstoffe wie Mangan oder Nickel für die Stahlproduktion und Kupfer, Kobalt, Seltene Erden und Zink für die Automobil- und Elektroindustrie. Bei diesen Rohstoffen ist Deutschland aktuell vollständig auf den Import angewiesen. Ein Abbau der Rohstoffe durch deutsche Unternehmen wäre demnach eine große Chance, um die Importabhängigkeit zu senken. Gleichzeitig birgt der Abbau am Meeresboden technologische Herausforderungen und auch ökologische Folgen. Für unsere Studie, die von der Hans-Böckler Stiftung und der Universität Bremen finanziert wird, benötigen wir Ihre fachkundige Meinung um die Chancen und Risiken des Tiefseebergbaus besser verstehen und einschätzen zu können. Bitte helfen Sie uns dabei! Im Anhang finden Sie einen kurzen interaktiven Fragebogen. Die Teilnahme wird maximal 6–8 Minuten dauern. Die Vertraulichkeit und Anonymisierung Ihrer Antworten versprechen wir Ihnen!

1. Bedeutung des TBB für die deutsche Rohstoffversorgung

Bitte schätzen Sie, welche Bedeutung der Tiefseebergbau für die Rohstoffversorgung der deutschen Industrie in 10 und in 50 Jahren haben wird?

Bitte wählen Sie die zutreffende Antwort für jeden Punkt aus:

1. in 10 Jahren

2. in 50 Jahren

☐ sehr hohe Bedeutung

☐ hohe Bedeutung

☐ geringe Bedeutung

☐ keine Bedeutung

☐ weiß ich nicht

Die Rohstoffversorgung der deutschen Industrie aus Rohstoffen der Tiefsee sowie die internationale Wettbewerbsfähigkeit durch in Deutschland entwickelte Technologien für den Tiefseebergbau sind 2 wesentliche Ziele mit Blick auf den Tiefseebergbau. Bitte schätzen Sie die Bedeutung der beiden Ziele ein. Bitte wählen Sie die zutreffende Antwort für jeden Punkt aus:

1. Rohstoffversorgung der deutschen Industrie
 2. Sicherung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit durch deutsche Technologien
- ☐ sehr hohe Relevanz
☐ eher hohe Relevanz
☐ eher geringe Relevanz
☐ keine Relevanz

2. Pilot Mining Test: zeitlicher Ablauf und Hürden

Die Bundesrepublik Deutschland hält seit 2006 eine Explorationslizenz in der Clarion-Clipperton-Zone. Um nach 2021 eine Abbaulizenz zu erhalten, muss Deutschland in den kommenden 4 Jahren einen Pilot Mining Test (technische und wirtschaftliche Machbarkeit unter ökologischen Restriktionen) absolvieren. Bis wann erwarten Sie die Durchführung des Pilot Mining Tests? Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- ☐ innerhalb der kommenden 4 Jahre
☐ in 5 bis 10 Jahren
☐ in 11 bis 15 Jahren
☐ in mehr als 15 Jahren
☐ nie
☐ weiß ich nicht

Welche Faktoren behindern Deutschland derzeit bei der Planung und Durchführung des Pilot Mining Tests? Bitte wählen Sie zwischen 1 und 3 Antworten aus. Bitte wählen Sie alle zutreffenden Antworten aus:

- ☐ mangelnde Unterstützung der Politik
☐ Zu wenig Engagement von Unternehmen
☐ unzureichende Zusammenarbeit innerhalb der Wertschöpfungskette
☐ mangelndes Kundeninteresse (Abnehmer der Rohstoffe)
☐ Fehlen von Geräten und Technologien
☐ unzureichende Verfügbarkeit von Fachkräften
☐ wenig Anreiz wegen niedriger Rohstoffpreise

- ☐ Ablehnung des Tiefseebergbaus in der Gesellschaft wegen ökologischen Folgen
- ☐ Sonstiges:

3. Innovationsbedarfe

In welchen Bereichen sehen Sie die Notwendigkeit für Innovationen, wenn Deutschland Systemführer im internationalen Wettbewerb werden möchte?

Bitte wählen Sie die zutreffende Antwort für jeden Punkt aus:

- 1. sehr hohe Relevanz
- 2. hohe Relevanz
- 3. geringe Relevanz
- 4. keine Relevanz

- ☐ Abbautechnik/Kollektoren am Meeresboden
- ☐ Riser (Transport Meeresboden-Schiff)
- ☐ Aufbereitung/Verhüttung
- ☐ Messtechnik Schiffbau/Transport
- ☐ Energieversorgung unter Wasser
- ☐ IT/Steuerung Projektorganisation

4. Wirtschaftlichkeit des Tiefseebergbaus

Bitte schätzen Sie die Relevanz der unten stehenden Einflussgrößen ein, damit der Tiefseebergbau für Deutschland wirtschaftlich gewinnbringend wird. Bitte wählen Sie die zutreffende Antwort für jeden Punkt aus:

- 1. sehr relevant
- 2. eher relevant
- 3. eher nicht relevant
- 4. keine Relevanz
- 5. weiß ich nicht

- ☐ Steigende Nachfrage nach Rohstoffen weltweit
- ☐ Rückgang der Rohstoffvorkommen an Land weltweit
- ☐ Technologische Innovationen
- ☐ Rechtssicherheit für den Abbau in der Tiefsee
- ☐ Sicherstellung/Nachweise der ökologischen Verträglichkeit beim Abbau in der Tiefsee
- ☐ Investoren/Finanzierung
- ☐ Stärkere Vernetzung der beteiligten Wirtschaftsbranchen
- ☐ Qualifizierung von Fachkräften
- ☐ Internationale Kooperationen/Joint Ventures

Für wann erwarten Sie den industriellen Abbau von Rohstoffen in der Tiefsee als gewinnbringendes Geschäftsfeld für Deutschland? Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- ☐ spätestens in 5 Jahren
- ☐ in 6 bis 10 Jahren
- ☐ in 11 bis 20 Jahren
- ☐ in 21 bis 30 Jahren
- ☐ in absehbarer Zukunft wird es keinen industriellen, gewinnbringenden Abbau geben
- ☐ Sonstiges:

5. Vernetzung und Clusterbildung

Für den Abbau von Rohstoffen in der Tiefsee werden unterschiedliche Erfahrungen und Kompetenzen aus unterschiedlichen Branchen der deutschen Industrie benötigt. Welche Branchen sind Ihrer Meinung nach besonders relevant? Bitte wählen Sie zwischen 1 und 3 Antworten aus. Bitte wählen Sie alle zutreffenden Antworten aus:

- ☐ Bergbau
- ☐ Maschinen- und Anlagenbau
- ☐ Hüttenwesen
- ☐ Maritimer Sektor
- ☐ Energiesektor
- ☐ Logistik
- ☐ IT
- ☐ Dienstleister/Projektentwickler
- ☐ Investoren/Venture Capital
- ☐ Robotik
- ☐ Öl- und gasfördernde Industrie (On- und Offshore)
- ☐ Sonstiges:

Von welchen Akteursgruppen erhoffen Sie ein stärkeres Engagement in Sachen Tiefseebergbau? Bitte wählen Sie zwischen 1 und 3 Antworten aus.

Bitte wählen Sie alle zutreffenden Antworten aus:

- ☐ Wissenschaft
- ☐ Unternehmen
- ☐ Innovationspolitik
- ☐ Umweltpolitik
- ☐ Wirtschaftspolitik
- ☐ Wirtschaftsverbände

- ☐ Umweltverbände
- ☐ Investoren
- ☐ Sonstiges:

Ab wann erwarten Sie erste Gewinne aus dem Tiefseebergbau für Ihr Unternehmen? Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- ☐ wir erwarten in den nächsten 2 Jahren Gewinne
- ☐ wir erwarten in 2 bis 5 Jahren Gewinne
- ☐ wir erwarten in 6 bis 10 Jahren Gewinne
- ☐ wir erwarten in mehr als 10 Jahren Gewinne
- ☐ wir erwarten in absehbarer Zeit keine Gewinne
- ☐ nie

Vielen Dank für Ihre Teilnahme an der Befragung!

Interviewleitfaden

Interviewer:

Interviewter (Name/Institution):

Kontaktdaten:

Datum und Uhrzeit:

Bitte erläutern Sie kurz ihre Funktion und die Einrichtung, für die Sie tätig sind.

1. Welche Aktivitäten laufen aktuell in Ihrer Institution in Bezug auf den Tiefseebergbau? Welche Aktivitäten sind aktuell in Planung?
2. Bitte schätzen Sie: welche Bedeutung der Tiefseebergbau in 10 und in 50 Jahren für die Versorgung der deutschen Industrie mit Rohstoffen haben wird? Vergleich mit Bergbau/Recycling/Weltall
3. Kann der Tiefseebergbau Ihrer Meinung nach ökologisch gestaltet werden? Welche Voraussetzungen müssen dafür geschaffen werden?
4. Welche neuen Anforderungen stellt der Tiefseebergbau an Ausbildung und Beschäftigung?
5. Welche Erwartungen haben Sie an die folgenden Akteure, um den Tiefseebergbau in Deutschland voran zu bringen (unter dem Gesichtspunkt unserer 3 Nachhaltigkeitskriterien):

	ökonomisch	ökologisch	Beschäftigung/ Ausbildung
Industrie/Unternehmen			
Wissenschaft			
Politik (Umwelt/Innovation/ Wirtschaft/Internationale Zusammenarbeit)			
Verbände			
NGO's			

1. Bitte nennen Sie die namentlich die 3 wichtigsten Akteure mit Blick auf den Tiefseebergbau aus den eben genannten Bereichen:
Industrie:
Wissenschaft:
Politik/nachgeordnete Behörden:
Verbände:
NGO's:
2. Arbeiten diese Akteure ausreichend zusammen (Vernetzung)? Verbesserungsvorschläge?
3. Wenn Sie den Tiefseebergbau global betrachten, wo steht Deutschland heute (bitte ausführlich begründen):
Vorreiter?
Mittelfeld?
Schlussdrittel?
4. Zum Zeithorizont der Entwicklung des Tiefseebergbaus in Deutschland:
 - Wann kommt das erste Pilot Mining Feld? Welche Voraussetzungen müssen dafür erfüllt werden?
 - Wann kommt die erste industrielle Nutzung? Welche Voraussetzungen müssen dafür erfüllt werden?
 - Ab wann kann Tiefseebergbau profitabel werden? Welche Voraussetzungen müssen dafür erfüllt werden?
5. Bitte benennen die Stärken und Schwächen, die Chancen und die Bedrohungen bei der Entwicklung des Tiefseebergbaus für die langfristige Rohstoffsicherung Deutschlands.

Autorin und Autor

Tina Schneider, Dr. rer. pol.; Dipl. Geogr.; Wissenschaftliche Mitarbeiterin an der Universität Bremen seit 2015. Ihre Forschungsschwerpunkte sind Nachhaltigkeit in der maritimen Wirtschaft, in der strategischen Ausrichtung von Innovationen und im Kontext von Unternehmensgründungen. In ihrer 2014 abgeschlossenen Promotion befasste sich Tina Schneider mit unternehmerischen Strategien zum Umgang mit den Folgen des Klimawandels.

Jochen Tholen, Dr. rer. pol.; Dipl.Kfm., Dipl.Soz.; ehemaliger wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Universität Bremen. Bisherige Forschungsprojekte zu Regionalökonomie mit Schwerpunkt maritimer Sektor (national und international), Arbeitsmarkt mit Schwerpunkt Transformationsgesellschaften sowie Industrie- und Innovationspolitik.

Im komplexen Geflecht der ökonomischen, ökologischen und sozialen Chancen und Risiken des Tiefseebergbaus untersucht das vorliegende Working Paper, ob Deutschland derzeit über ein Innovationscluster „Tiefseebergbau“ verfügt, das den industriellen Tiefseebergbau befördern könnte. Es wird erstmals eine Systematisierung der Chancen und Risiken des Tiefseebergbaus für Deutschland erstellt; dafür wurden relevante Stakeholdergruppen nach ihrer Risiko- und Chancenwahrnehmung befragt.
