

Ökologische Rohstoffverfügbarkeit: Umweltrisiken sind die Versorgungsrisiken der Zukunft

Einleitung

Umweltrisiken des Bergbaus sind die Versorgungsrisiken der Zukunft. Die Finanzierung bewaffneter Konflikte durch den Bergbau bei bestimmten Rohstoffen (Konfliktrohstoffe) ist nur die Spitze des Eisbergs der sozial-ökologischen Herausforderungen im Bergbau und in Rohstofflieferketten. Mit dem vom Umweltbundesamt entwickelten ÖkoRess-Bewertungsschema liegt nun ein Methodenvorschlag vor, mit dem Unternehmen, zivilgesellschaftliche Gruppen und Behörden eine Erstbewertung der ökologischen Gefährdungspotentiale von Rohstoffen und Bergbauprojekten vornehmen können.

Das Interesse der Öffentlichkeit an der Herkunft und den Abbaubedingungen von Rohstoffen und der Druck der Zivilgesellschaft auf Unternehmen nehmen in den rohstoffimportabhängigen Industrieländern zu. Die Forderungen nach transparenten Rohstofflieferketten und mehr unternehmerischer Verantwortung werden stärker, katalysiert durch die Konfliktrohstoffdebatte und die in den USA und der EU beschlossenen gesetzlichen Regelungen zur unternehmerischen Sorgfaltspflicht (Partzsch and Vlaskamp, 2016). Der Bergbau ist nicht mehr der blinde Fleck in den globalen Lieferketten.

Gleichzeitig gibt es am anderen Ende der globalen Wertschöpfungsketten zunehmend sozial-ökologische Konflikte und Proteste gegen den Bergbau (Rüttinger and Scholl, 2017, Müller et al., 2017). Der globale Bergbausektor setzt sich zunehmend anspruchsvolle freiwillige Umwelt- und Sozialstandards und das Bestreben der Rohstoffförderländer, den Nutzen des Bergbaus für die wirtschaftliche und gesellschaftliche Entwicklung zu maximieren und die negativen Folgen zu minimieren, nimmt zu (Kickler and Franken, 2017, Mori Junior et al., 2015, Rüttinger and Scholl, 2017, Pelz, 2017).

Was hat die Umwelt mit der Rohstoffverfügbarkeit zu tun?

Diese Entwicklung hat Auswirkungen auf globale Rohstoffmärkte. Denn nicht allein wirtschaftliche und (geo)politische Aspekte beeinflussen die Verfügbarkeit von Rohstoffen: Auch die Verfügbarkeit von Wasser, Energie, Land (Schutzgebiete) und nicht zuletzt die gesellschaftliche Akzeptanz für die negativen Umweltauswirkungen sind knapper werdende Ressourcen, die die Rohstoffverfügbarkeit zunehmend real beeinflussen. Nehmen Politik, Unternehmen, Bevölkerung und Gesellschaft hohe Umweltbelastungen in Kauf, lassen sich Rohstoffe deutlich günstiger abbauen und aufbereiten. Aus umweltökonomischer Sicht stellt der Trend zu steigenden Umweltstandards die Korrektur eines Marktversagens dar. Denn Umweltstandards haben einen Effekt darauf, was als wirtschaftlich und technisch gewinnbare Rohstoffreserve angesehen wird. Das Schicksal einer Rohstoffreserve ist es nämlich entweder gefördert zu werden oder durch veränderte ökologische, gesellschaftliche, politische und in der Folge ökonomische Rahmenbedingungen unwirtschaftlich zu werden (BGS, 2017). UN-ECE arbeitet zurzeit an einer Weiterentwicklung ihrer Klassifikationssysteme für geologische Ressourcen an der Einbeziehung von Umwelt- und Sozialaspekten in ihre Standards zur Klassifikation von Reserven und Ressourcen (UNECE Task Force on Environmental and Social Considerations, 2017). Erste Leitfäden liegen im Entwurf vor (UNECE: Committee on Sustainable Energy. Expert Group on Resource Classification, 2017). Die realen Rohstoffpreise sind in den letzten hundert Jahren nahezu konstant geblieben. Durch Internalisierung externer Kosten ist mittelfristig mit steigenden Rohstoffpreisen durch eine Verknappung des „ökologisch verfügbaren“ Rohstoffangebots zu rechnen (Angerer et al., 2016, Birshan et al., 2015, ICM, 2012). Ein aktuelles Beispiel ist der Anstieg des Nickelpreises in Folge der Schließung von 20 Bergwerken auf den Philippinen aufgrund von Umweltproblemen (Handelsblatt, 2017).

Die seit 2008 entbrannte Diskussion um die Kritikalität von Rohstoffen war eine Reaktion auf unerwartet hohe Preisanstiege bei einzelnen Rohstoffen, die zu einem wesentlichen Teil auf eine stark gestiegene Nachfrage aus China, steigende Marktkonzentration sowie Exportrestriktionen zurückzuführen war. Es wuchs die Sorge, Preisanstiege, starke Preisschwankungen und Verknappungen könnten in naher und mittlerer Zukunft zu Versorgungsrisiken führen, die infolge der Importabhängigkeit zahlreicher Industrieländer dort die wirtschaftliche und industrielle Entwicklung von Unternehmen, Technologien und Regionen gefährden. Seitdem sind verschiedene Studien¹ zur Rohstoffkritikalität erschienen, die kritische Rohstoffe identifizieren, d.h. Rohstoffe, die bestimmten Versorgungsrisiken unterliegen und gleichzeitig von hoher Relevanz für die Wirtschaft sind. Dazu zählen, in Abhängigkeit von Untersuchungsräumen und Methode, z.B. die Seltenen Erden, Indium, Niob oder die Platingruppenmetalle. Viele Studien teilen die Einschätzung, dass die Umweltauswirkungen der Rohstoffgewinnung bzw. die zunehmenden gesellschaftlichen und politischen Reaktionen darauf, einen Einfluss auf die realwirtschaftliche Rohstoffverfügbarkeit haben. Allerdings wurde diese Einschätzung bisher nur ansatzweise mit Indikatoren messbar gemacht.

¹ s. ÖkoRess Konzeptband Kapitel 6, S. 56ff.

Wie lässt sich die Umwelt bei der Kritikalitätsbewertung berücksichtigen?

Im Ufoplan-Projekt „Erörterung ökologischer Grenzen der Primärrohstoffgewinnung und Entwicklung einer Methode zur Bewertung der ökologischen Rohstoffverfügbarkeit zur Weiterentwicklung des Kritikalitätskonzeptes“ (ÖkoRess I) wurde im Auftrag des Umweltbundesamtes durch ein Forschungskonsortium, bestehend aus Öko-Institut, ifeu-Institut und projekt consult, eine Methode zur Bewertung der Umweltgefährdungspotenziale bei der Gewinnung abiotischer Primärrohstoffe entwickelt. Um das zu erreichen, wurde zunächst ein standortbezogenes Bewertungsmodell erarbeitet. Hierzu wurden 40 Fallbeispiele zu Bergbauvorhaben untersucht, in einem wiederholenden Prozess die Bewertungsmatrix entwickelt und an den Beispielen getestet. Ausgehend von dem dabei entwickelten Ansatz wurde ein rohstoffbezogenes Bewertungsmodell abgeleitet und beispielhaft auf fünf Rohstoffe angewandt. Im laufenden Folgevorhaben ÖkoRess II wird die Methode weiterentwickelt und auf ca. 50 bergbaulich gewonnene Rohstoffe angewendet. Ergebnisse sind Ende 2018 zu erwarten.

Ausgehend von der Überlegung, dass die Umweltauswirkungen der Rohstoffgewinnung in allen untersuchten Fallbeispielen wesentlich von den

- ▶ geologischen Gegebenheiten (z.B. geochemische Zusammensetzung),
- ▶ der eingesetzten Förder- und Aufbereitungstechnik (z.B. Tagebau/Untertagebau, Art der Erzaufbereitung),
- ▶ sowie den umweltbezogenen Standortfaktoren (Wasserstress, naturbedingte Störfallgefahren, Sensibilität des Ökosystems) abhängen,

wurde ein Bewertungsraster mit 11 Indikatoren entwickelt, die jeweils einem Umweltziel (z.B. Vermeidung von Schadstoffemissionen) zugeordnet sind. Jeder Indikator wird anhand von Messanleitungen mit diversen Handreichungen auf einer dreistufigen Skala bewertet. So kann auch ohne detaillierte Daten zur Situation vor Ort ein durch viele Faktoren bedingtes Umweltgefährdungsprofil von Bergbauprojekten erstellt werden, um eine Ersteinschätzung zu erhalten.

Darauf aufbauend wurde ein rohstoffbezogener Bewertungsansatz mit dem Ziel entwickelt, eine Grundlage zur Bewertung der oben beschriebenen „ökologischen Rohstoffverfügbarkeit“ zu schaffen und einen Beitrag zur Weiterentwicklung des Konzepts der Kritikalität von Rohstoffen zu leisten. Die Bewertung bezieht sich – anders als in Ökobilanzen (LCA) – nicht auf eine Masseneinheit, sondern in Analogie zur Versorgungsrisikobewertung auf die Weltproduktion eines Rohstoffs bzw. Rohmaterials. Dies hat den Vorteil, dass Umweltgefährdungspotenziale auch hinsichtlich ihrer globalen Größenordnung bewertet werden. Nachteil: Es ist kein Vergleich definierter Rohstoffmengen möglich, z.B. kein Vergleich der Treibhausgasemissionen bei der Produktion einer Tonne Kupfer im Vergleich zu einer Tonne Aluminium. Der Anspruch, die gegenwärtige Situation der Weltproduktion eines jeden Rohstoffs abzubilden stellt besondere Anforderungen an die Bewertung, da nicht auf umfangreiche Statistiken zur Gesamtheit aller produzierenden Bergwerke zurückgegriffen werden kann.

In allen drei Bewertungsebenen, der Geologie, der Technik und den Standortfaktoren sind Verallgemeinerungen möglich und vertretbar, obwohl es bei einigen Rohstoffen auch Ausnahmen von der Regel geben kann. Dennoch lassen sich aus der lagerstättenkundlichen Fachliteratur für jeden Rohstoff typische Lagerstättenarten und Bildungsbedingungen

benennen, von denen auf rohstoffbezogene, geologische Umweltgefährdungspotentiale, z.B. Potentiale für Acid Mine Drainage oder die Freisetzung von Schwermetallen und Radionukliden, geschlossen werden kann. Ebenso sind anhand von in der bergbautechnischen Fachliteratur dokumentierten Standardmethoden rohstoffbezogene Verallgemeinerungen im Bereich der Bergbau- und Aufbereitungstechnik möglich. So kann etwa für jeden Rohstoff bestimmt werden, ob er überwiegend unter oder über Tage abgebaut wird oder ob bei der Erzaufbereitung chemische Hilfsstoffe zum Einsatz kommen, woraus sich ein technikbedingtes Umweltgefährdungspotential ableiten lässt. Bei den standortspezifischen Charakteristika geht die Bewertung davon aus, dass Umweltwirkungen stark von lokalen Gegebenheiten abhängen. So sind beispielsweise Störfälle (z.B. Dammbrüche) durch Naturereignisse dort wahrscheinlicher, wo das Risiko für Erdbeben, Überschwemmungen oder Hangrutsche erhöht ist. Nutzungskonkurrenzen um Wasser sind in Gebieten mit hohem Wasserstress wahrscheinlicher und die Schädigung von sensiblen Ökosystemen ist wahrscheinlicher, wenn die Förderung in Schutzgebieten stattfindet. Bei dieser Bewertungsebene kann das Umweltgefährdungspotential mit Hilfe von Datenbanken zur weltweiten geographischen Verteilung der Lagerstätten, länderbezogenen Fördermengen und Gefährdungskarten zu Wasserstress, Schutzgebieten und Störfallrisiken durch extreme Naturereignisse auf Basis einer statistischen Auswertung abgeschätzt werden (s. Abbildung 1 und Abbildung 2).

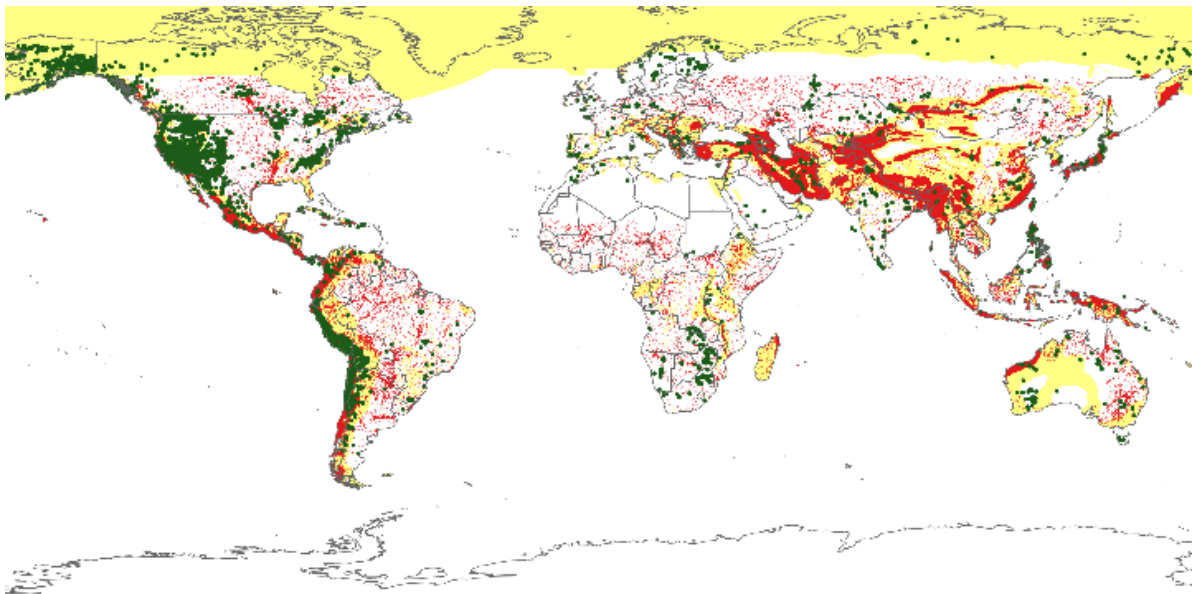


Abbildung 1: Karte zu naturbedingten Störfallgefahren (Erdbeben, Hangrutsche, Tropenstürme, Überflutungen und Arktis): Weiß – geringes Risiko, gelb – mittleres Risiko, rot – hohes Risiko) und Kupferbergbaustandorten (grüne Punkte). Kartografie: ifeu. Datengrundlage: (UNISDR, 2015, IUCN/UNEP-WCMC, 2015, USGS, 2017)

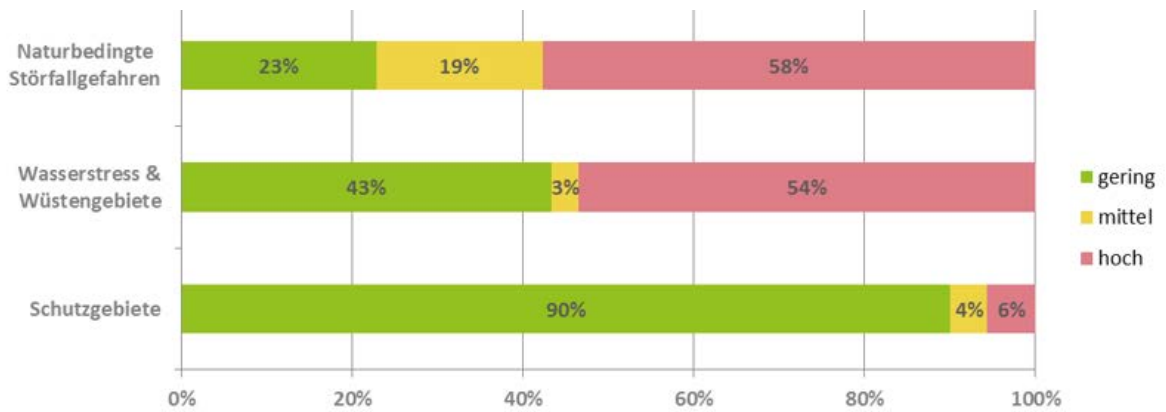


Abbildung 2: Statistische Auswertung der Indikatoren natürliches Umfeld für Kupfer (beispielhafte, vorläufige Bewertung). Kartografie und Statistische Auswertung: ifeu. Datengrundlage: (UNISDR, 2015, IUCN/UNEP-WCMC, 2015, USGS, 2017, Pfister et al., 2009)

Zusätzlich wird mit zwei Indikatoren – dem kumulierten Energie- und Rohstoffaufwand der Weltjahresförderung – das globale Ausmaß der potentiellen Umweltwirkungen abgeschätzt. Schließlich wird berücksichtigt, dass effektive Umweltstandards weitgehend verhindern können, dass die Umweltgefährdungspotentiale sich in realen Umweltbelastungen manifestieren. Beispiele sind rechtsverbindliche Standards zum Umgang mit Bergbauabfällen wie die EU Bergbauabfallrichtlinie und ihre nationalen Umsetzungsgesetze, Leitfäden zum Management von bergbauspezifischen Problemen wie der „Global Acid Rock Drainage Guide“ zu sauren Grubenwässern oder der „international Cyanide management Code“ zum Umgang mit Zyanid, dass bei der industriellen Goldgewinnung eingesetzt wird oder umfassende freiwillige Standard-Schemata wie das Sustainable Development Framework des ICMM oder der Initiative „Towards sustainable mining“ des kanadischen Bergbauverbands². Um eine Grobabschätzung über den Grad der Durchsetzung wirksamer Umweltschutzstandards zu treffen, wird die verallgemeinernde Annahme getroffen, dass wirksame Umweltschutzmaßnahmen vor allem in Ländern mit guter Regierungsführung (Engl.: Governance) ergriffen werden.

Um die rohstoffbezogene Bewertung in Kritikalitätsanalysen zu verwenden, müssen die rohstoffbezogenen Umweltgefährdungsprofile, die aus 11 Einzelbewertungen auf einer dreistufigen Ampelskala bestehen, zu einem rohstoffspezifischen Gesamt-Umweltgefährdungspotential zusammengeführt werden. Dazu wurde eine Methode entwickelt, die nur zu diesem Zwecke benutzt werden sollte, da mit der Zusammenführung wertvolle Informationen für eine differenzierte Bewertung und die zielgerichtete Ableitung von Maßnahmen verloren gehen.

So kann für jeden Rohstoffe eine ökologische Rohstoffverfügbarkeit im folgenden Sinne abgeschätzt werden: Je höher die Umweltgefährdungspotentiale bei der Gewinnung eines Rohstoffs und je schwächer die Umweltgovernance im Förderland, desto höher die Wahrscheinlichkeit für schwere Umweltbelastungen. In Zukunft kann es hierbei zu einer Verknappung des Rohstoffangebots durch eine Verschärfung von Umweltstandards kommen.

² Für eine umfassende Analyse von Standards im Bergbausektor siehe: <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/verantwortungsvolle-rohstoffgewinnung> und <https://www.umweltbundesamt.de/umweltfragen-umsorress>

Bei Betrachtung der wirtschaftlichen Bedeutung eines Rohstoffs ergibt sich die ökologische Kritikalität: Rohstoffe sind ökologisch kritisch, wenn sie ein hohes Gesamt-Umweltgefährdungspotential aufweisen und gleichzeitig von hoher wirtschaftlicher Bedeutung sind.

Handlungsempfehlungen: Was können wir in Reaktion auf eine hohe ökologische Kritikalität tun?

Da wir in einer physisch wachsenden Weltwirtschaft auch trotz intensiver Bemühungen um Ressourceneffizienz mittelfristig auf den Bergbau als Rohstoffquelle angewiesen sind, ist eine nachhaltige Rohstoffversorgung langfristig nur gewährleistet, wenn Rohstofflieferketten transparenter werden und den sozial-ökologischen Herausforderungen im Rohstoffsektor aktiv begegnet wird. Da Deutschland insbesondere bei Metallrohstoffen in sehr hohem Maße auf Importe angewiesen ist, sind viele Wertschöpfungsketten mit negativen Umweltauswirkungen aus dem Bergbau in anderen Weltregionen verbunden. Zudem sind Umweltbelastungen oft ungleich entlang der globalen Wertschöpfungsketten verteilt: Während ein Großteil der ökonomischen Wertschöpfung in Industrieländern bei vergleichsweise kontrollierten Umweltbelastungen stattfindet, sind Rohstoffgewinnung und Aufbereitung vielerorts mit extremen lokalen Umwelteingriffen verbunden, die in vielen Industrieländern in dieser Form nicht akzeptiert würden. Dies betrifft beispielsweise das Eisenerzbergwerk Bailadila in Indien, den Zinnabbau auf Bangka Island in Indonesien, den Nickel- und Palladiumbergbau und -verhüttung in Norilsk Russland oder die Goldgewinnung in der Grasbergmine in Papua-Neuguinea³. Aus diesem Zusammenhang resultiert eine ethische Mitverantwortung für Industrie und Politik in Deutschland. Unternehmen können sich in Kooperation mit ihren direkten und indirekten Lieferanten für eine nachhaltigere Ausgestaltung des Bergbaus in den Förderländern einsetzen. Staaten können durch bi- und multilaterale Kooperationen und Partnerschaften dazu beizutragen, dass der Bergbausektor in den Förderländern zu einer langfristig tragfähigen Entwicklung beiträgt.

Das Umweltbundesamt stellt mit dem ÖkoRess-Bewertungsansatz für ökologische Gefährdungspotentiale des Bergbaus ein Werkzeug zur Verfügung, das sowohl von Unternehmen, zivilgesellschaftlichen Gruppen als auch Regierungsorganisationen in Industrieländern mit rohstoffintensiven Fertigungsindustrien wie Deutschland genutzt werden kann, um aus Umweltsicht prioritäre Rohstoffe und rohstoffspezifische Problemlagen zu identifizieren. Unternehmen werden befähigt, im Rahmen eines nachhaltigen Lieferkettenmanagements die richtigen Fragen an ihre Lieferanten zu stellen. Zum Beispiel: Welche Umweltstandards werden angewendet um zu verhindern, dass sich die ermittelten Umweltgefährdungspotentiale zu realen Umweltbelastungen entwickeln?

Politische Strategien zur Steigerung der Ressourceneffizienz verfolgen u.a. das Ziel, durch sparsame Rohstoffnutzung die Umwelt zu entlasten. Um dieses Ziel zu erreichen, sollten sich Maßnahmen zur Steigerung der Ressourceneffizienz auf Rohstoffe mit hohem Umweltbelastungspotenzial fokussieren. Eine erste Einschätzung bzw. ein Ranking solcher Rohstoffe liefert das Forschungsprojekt „ÖkoRess II“ (Auftragnehmer von ÖkoRess I plus Adelphi-Consult) voraussichtlich Ende 2018.

³ ÖkoRess Fallbeispiele

Wie auch die „konventionelle“ Kritikalität ist die ökologische Kritikalität vor allem ein Ruf nach mehr Aufmerksamkeit. Sie sollte keineswegs ein Anlass zur Panik sein oder überzogene Reaktionen wie z.B. das Verbot bestimmter Rohstoffe in Produktkategorien hervorrufen. Sie ist vielmehr ein grober Kompass zur Einschätzung von ökologischen Gefährdungslagen. Auf Basis der Umweltgefährdungsprofile mit allen 11 Indikatoren können rohstoffspezifische Maßnahmen ergriffen werden, die gezielt die einzelnen Umweltgefährdungspotentiale adressieren.

Die standortbezogene Bewertung kann am Anfang der weltweiten Wertschöpfungsketten, in den Förderländern Anwendung finden. Standortbezogene Entscheidungen – sei es bei der Finanzierung von Bergbauprojekten oder dem Bezug von Erzen aus abgelegenen Bergbauprojekten – bedürfen einer soliden wissenschaftlichen Grundlage, welche aber vielfach nur mit erheblichen finanziellen und logistischen Aufwendungen erstellt werden kann. Zwar können und sollen die ÖkoRess-Bewertungsmethoden keine umfassende Umweltverträglichkeitsprüfung ersetzen, sie können aber Unternehmen, Finanzinstitutionen und zivilgesellschaftlichen Gruppen richtungssichere Ersteinschätzungen ermöglichen und als erstes umweltbezogenes „Gefahrenradar“ genutzt werden.

Auch Zulassungs- und Aufsichtsbehörden in Rohstoffförderländern können das ÖkoRess-Instrumentarium nutzen, um ökologische Hot-Spots bei Rohstoffprojekten zu identifizieren. In Schwellen- und Entwicklungsländern sind sie aufgrund mangelnder personeller und finanzieller Ressourcen regelmäßig damit überfordert, Konzessionsvergaben und Bergbaubetriebe hinsichtlich deren Umweltauswirkungen zu prüfen und ggf. mit entsprechenden Einschränkungen und Auflagen zu versehen. Zwar kann auch hier die standortbezogene Bewertungsmethode keine vertieften Umweltverträglichkeitsprüfungen ersetzen, sie bietet aber dennoch einen guten Ansatz, um mit vergleichsweise geringem Aufwand richtungssichere Ersteinschätzungen zu geben und weiterführende Untersuchungen zu planen.

Links:

Konzeptband „Erörterung ökologischer Grenzen der Primärrohstoffgewinnung und Entwicklung einer Methode zur Bewertung der ökologischen Rohstoffverfügbarkeit zur Weiterentwicklung des Kritikalitätskonzeptes (ÖkoRess I)“:

<https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/eroerterung-oekologischer-grenzen-der>

Für eine umfassende Analyse von Standards im Bergbausektor siehe:

<https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/verantwortungsvolle-rohstoffgewinnung-und>

<https://www.umweltbundesamt.de/umweltfragen-umsore>

Ökologisch und soziale Aspekte bei der Bewertung von Rohstoffreserven:

<https://www.unece.org/energy/welcome/areas-of-work/httpswwwuneceorgenergyreserveshtml/applications/unfc-and-environmental-and-social-considerations.html>

Literatur

ANGERER, G., BUCHHOLZ, P., GUTZMER, J., HAGELÜKEN, C., HERZIG, P., LITKE, R., THAUER, R. K. & WELLMER, F.-W. 2016. *Rohstoffe für die Energieversorgung der Zukunft : Geologie - Märkte - Umwelteinflüsse*, München.

BGS. 2017. *What is the difference between resources and reserves?* [Online]. online: British Geological Survey (BGS). Available: <https://www.bgs.ac.uk/mineralsuk/mineralsYou/resourcesReserves.html> [Accessed 29.9.2017 2017].

BIRSHAN, M., DECAIX, G., FERREIRA, N. & ROBINSON, H. 2015. Is there hidden treasure in the mining industry? Low equity prices may offer important M&A opportunities for the mining industry. In: MCKINSEY&COMPANY (ed.) *Metals & Mining Practice*. McKinsey&Company.

HANDELSBLATT. 2017. Bergwerke auf den Philippinen geschlossen. *Handelsblatt*, 2.2.2017.

ICMM 2012. *Trends in the mining and metals industry*. London: International Council on Mining and Metals (ICMM).

IUCN/UNEP-WCMC 2015. *The World Database on Protected Areas (WDPA)*. Cambridge, UK.: UNEP-WCMC.

KICKLER, K. & FRANKEN, G. 2017. *Sustainability Schemes for Mineral Resources: A Comparative Overview*. Hannover: BGR.

MORI JUNIOR, R., FRANKS, D. & ALI, S. 2015. *Designing Sustainability Certification for greater Impact: An Analysis of the design characteristics of 15 sustainability certification schemes in the mining industry*. Brisbane: Centre for Social Responsibility in Mining, University of Queensland.

MÜLLER, M., ENGELS, B. & DIETZ, K. 2017. Ausgebaggert: Weltweite Proteste gegen den Bergbau. *Forschungsjournal Soziale Bewegungen*, 30.

PARTZSCH, L. & VLASKAMP, M. C. 2016. Mandatory due diligence for 'conflict minerals' and illegally logged timber: Emergence and cascade of a new norm on foreign accountability. *The Extractive Industries and Society*, 1-9.

PELZ, D. 2017. *Afrikas Regierungen erhöhen Druck auf Bergbaukonzerne* [Online]. online: Deutsche Welle (DW). Available: <http://www.dw.com/de/afrikas-regierungen-erhoehen-druck-auf-bergbaukonzerne/a-40141720?maca=de-gk-volltext-microsoft-welt-12247-xml-media> [Accessed 29.9.2017 2017].

PFISTER, S., KOEHLER, A. & HELLWEG, S. 2009. Assessing the Environmental Impacts of Freshwater Consumption in LCA. *Environmental science & technology* 43, 4098-104.

RÜTTINGER, L. & SCHOLL, C. 2017. Verantwortungsvolle Rohstoffgewinnung? Herausforderungen, Perspektiven, Lösungsansätze. *UBA Texte*. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt.

UNECE TASK FORCE ON ENVIRONMENTAL AND SOCIAL CONSIDERATIONS. 2017. *UNFC and Environmental and Social Considerations* [Online]. online: UNECE. Available: <https://www.unece.org/energy/welcome/areas-of-work/httpswwwuneceorgenergyreserveshtml/applications/unfc-and-environmental-and-social-considerations.html> [Accessed 29.9.2017 2017].

UNECE: COMMITTEE ON SUSTAINABLE ENERGY. EXPERT GROUP ON RESOURCE CLASSIFICATION 2017. Draft guidance on accommodating environmental and social considerations in the United Nations Framework Classification for Fossil Energy and Mineral Reserves and Resources 2009. Geneva: UN Economic and Social Council.

UNISDR 2015. Making Development Sustainable: The Future of Disaster Risk Management. *Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction*. Genf United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNISDR).

USGS 2017. Mineral Resources On-Line Spatial Data (MRDS). online: United States Geological Service.