
Kritikalität und Positionalität: Was ist kritisch für wen – und weshalb?

2

Rainer Walz, Miriam Bodenheimer und Carsten Gandenberger

2.1 Einführung

Eine Einstufung von Ressourcen als „kritisch“ ist ein gesellschaftliches Konstrukt, das – im Sinne der Begriffsdefinition von Positionalität – auf einer Bewertung der Beziehung des Menschen zu seiner belebten und unbelebten Umwelt beruht. Eine solche Einschätzung bleibt allerdings nicht auf der Bewertungsebene stehen, sondern findet ihren Ausdruck auch in der Umsetzung in Routinen und Vorgehensweisen zum Umgang mit den als kritisch definierten Rohstoffen.

Entsprechend der jeweiligen Aspekte, die in die Bewertung von Ressourcen als kritisch einbezogen werden, kann sich das, was als kritisch angesehen wird, je nach Akteur unterscheiden. In diesem Kapitel gehen wir den Gründen für eine unterschiedliche Positionalität nach und wollen folgende Fragen beantworten: Was ist für wen kritisch? Welche Begründungszusammenhänge liegen der jeweiligen Einschätzung zugrunde?

Hierzu gehen wir wie folgt vor: Zunächst ordnen wir die Bedingungen für gesellschaftliche Bewertungen in die Logik politischer Diskurse über eine Große Transformation ein (s. Abschn. 2.2). Danach arbeiten wir in einem weiteren Abschnitt fünf Begründungszusammenhänge heraus, die grundlegend für die Positionalität unterschiedlicher Akteure sind (s. Abschn. 2.3). Daran anschließend skizzieren wir für drei Beispiele, wie diese Begründungszusammenhänge bereits beginnen, Eingang in die instrumentelle Umsetzung zu finden (s. Abschn. 2.4). Zum Schluss erfolgen eine Zusammenfassung und ein Ausblick über künftige Entwicklungen (s. Abschn. 2.5).

R. Walz (✉) · M. Bodenheimer · C. Gandenberger
Kompetenzzentrum für Nachhaltigkeit und Infrastruktursysteme, ISI – Fraunhofer Institut für
System- und Innovationsforschung
Karlsruhe, Deutschland
email: Rainer.Walz@isi.fraunhofer.de

2.2 Konzeptionelle Grundlagen

Die Positionierung einzelner Gruppen im gesellschaftlichen Spannungsfeld folgt auch beim Thema „kritische Rohstoffe“ dem Muster, das für andere gesellschaftliche Diskurse gilt. Sie finden in politischen Arenen statt, die durch eine Multiakteurskonstellation und ein Mehrebenensystem geprägt sind (Newell et al. 2012). Politische Akteure im engeren Sinne (Parlamente, Regierungen), aber auch weitere staatliche Organe wie Gerichte oder die Verwaltung sind wesentliche Bestandteile des Systems. Die entsprechenden Diskurse werden aber auch durch zahlreiche Interessengruppen und Akteure der Zivilgesellschaft geprägt. Wissenschaftliche Erkenntnisse spielen hierbei ebenso eine Rolle wie die vielfältigen Medien, die einzelne Argumente aufnehmen und an die Akteure rückkoppeln. Das Mehrebenensystem ist gerade bei Rohstoffen dadurch charakterisiert, dass sich nicht nur regionale und nationale, sondern auch internationale Ebenen und die zugehörigen internationalen Regime miteinander verschränken (Poulton et al. 2013).

Entsprechend dem in den Politikwissenschaften diskutierten *policy cycle* lassen sich unterschiedliche Phasen der Diskurse unterscheiden (Howlett und Ramesh 1995). Die Problemidentifikation und das Agenda Setting stehen am Anfang im Vordergrund, gefolgt von Diskursen über Instrumente, ihre Implementierung und die Evaluierung. Eine Bewertung von Rohstoffen als kritisch setzt voraus, dass sie als problembehaftet eingeschätzt werden (Problemidentifikation) und dieses Problem für so gravierend gehalten wird, dass es als gesellschaftlich vordringlich eingestuft wird (Agenda Setting). Diese Einschätzungen unterliegen dem Wechselspiel aus der Binnenrationalität der jeweiligen Akteure und den unterschiedlichen situativen Kontextfaktoren. Gleichzeitig beeinflussen viele Megatrends die Positionalität. Einschätzungen zum Fortgang der Globalisierung, zur weltwirtschaftlichen Dynamik und zu den Aufholprozessen schnell wachsender Ökonomien, die Entwicklung der Weltbevölkerung, aber auch Weltszenarien über neue geopolitische Muster wirken alle auch auf die Bewertung der Kritikalität ein. Eine Einschätzung der Kritikalität einzelner Rohstoffe ist damit immer auch implizit mit Einschätzungen dieser jeweiligen Megatrends verbunden, die ja auch ganz maßgebliche Treiber für die Diskussion über Postwachstum und die Notwendigkeit einer Großen Transformation sind. Die Positionalität einzelner Akteure ergibt sich dabei nicht nur aus ihrer isolierten Beurteilung der vielfältigen Faktoren, sondern erfolgt unter gegenseitiger Beeinflussung in der Multiakteurskonstellation. Dabei kommt es auch zu einer Verknüpfung einzelner Begründungszusammenhänge.

Aus der Vielzahl der einzelnen Aspekte sehen wir fünf unterschiedliche Begründungszusammenhänge als konstituierend für die Beurteilung von Rohstoffen als kritisch an, nämlich:

- naturwissenschaftlich-technische Charakteristika, die sich auf die Verfügbarkeit und Bedeutung der Rohstoffe auswirken,
- den Nexus von Rohstoffen und Umweltbelastung,
- wirtschaftliche Begründungszusammenhänge, die sich auf Marktungleichgewichte und Preise sowie industrie- und innovationspolitische Interessen beziehen,

- entwicklungspolitische Begründungszusammenhänge, die die Lebensbedingungen sozial benachteiligter Bevölkerungsgruppen in den Entwicklungsländern, aber auch die ökonomischen Entwicklungsstrategien der entsprechenden Länder aufgreifen sowie
- außenpolitische Begründungszusammenhänge, die auf politische Instabilitäten und Entstaatlichungsprozesse rekurrieren.

Im folgenden Abschnitt werden diese Begründungszusammenhänge näher beleuchtet. Gleichzeitig skizzieren wir die Schlussfolgerungen im Hinblick auf die Frage: Welche Rohstoffe werden entsprechend dieser Begründungszusammenhänge als kritisch angesehen? Daran anschließend gehen wir anhand von drei Beispielen – formalisierte Kritikalitätskonzeptionen, Life-Cycle-Assessment (LCA) sowie Einführung von Zertifizierungssystemen – darauf ein, wie diese Begründungszusammenhänge bereits Eingang in die Phasen der Instrumentendiskussion und Implementierung gefunden haben.

2.3 Begründungszusammenhänge

2.3.1 Naturwissenschaftlich-technische Charakteristika

Mit den *Grenzen des Wachstums* des Club of Rome (Meadows et al. 1972) sind geologisch bedingte Grenzen der Verfügbarkeit von Ressourcen ins öffentliche Bewusstsein gelangt. Im Zuge der Diskussion um Peak Oil wurde diese Argumentation in jüngster Zeit wieder aufgenommen und auch auf nichtenergetische mineralische Rohstoffe übertragen. Die zentralen Kritikpunkte am Zugang des Club-of-Rome-Berichts, wonach technologischen und ökonomischen Einflussfaktoren zu wenig Rechnung getragen werde, werden aber auch gegen die Peak-Minerals-Hypothese ins Feld geführt. Im Vergleich zu temporären Marktungleichgewichten werden den geologisch bedingten absoluten Knappheiten in der gegenwärtigen Diskussion vielfach eine geringere Rolle als Verursacher von potenziellen Versorgungsengpässen zugesprochen (vgl. Poulton et al. 2013; Graedel et al. 2014). Allerdings werden sinkende Erzkonzentrationsgrade konstatiert, die langfristig zu steigenden Kosten führen dürften (Humphreys 2014).

Marktungleichgewichte werden vor allem für Metalle befürchtet, denen aufgrund naturwissenschaftlich-technischer Charakteristika und daraus folgender Materialeigenschaften eine hohe Bedeutung für den technischen Wandel zukommt. Gestiegenen Nutzeranforderungen können Produkte häufig nur durch einen speziellen Materialmix gerecht werden: Wurden beispielsweise in den 1980er-Jahren zwölf Elemente des Periodensystems in einem Computerchip verbaut, sind es aktuell über 45 Elemente (NRC 2008). Aufgrund ihrer spezifischen Eigenschaften sind viele Rohstoffe in ihren Anwendungsfeldern nicht oder nur unter Inkaufnahme von Einbußen bei der Funktionalität des Produkts substituierbar. Ihre Bedeutung für die Kritikalitätseinstufung erhalten Rohstoffe dadurch, dass die mit ihnen erreichbaren Funktionen für vielfältige Anwendungen, darunter zahlreiche Zukunftstechnologien, als zentral angesehen werden. In einer Untersuchung des Fraunho-

fer ISI zusammen mit dem Institut für Zukunftstechnologien und Technologiebewertung (IZT) untersuchten Angerer et al. (2009) 32 Einzeltechnologien. Als kritische Rohstoffe, die aufgrund des technologischen Wandels und der von ihnen dabei zu erfüllenden Funktionen von einem besonders starken Nachfrageanstieg durch neue Zukunftstechnologien betroffen sein könnten, werden z. B. Gallium, Indium, Scandium, Germanium und Neodym genannt (Marscheider-Weidemann et al. 2011).

2.3.2 Umweltbelastungen

Die Umweltbelastungen durch den Ressourcenverbrauch stehen in engem Zusammenhang mit der Wachstumsdiskussion und der weltweit zunehmenden Bevölkerung. Zunehmende materielle Produktion führt *ceteris paribus* zu steigendem Bedarf an Rohstoffen. Die Gewinnung und Aufbereitung von Rohstoffen ist aber mit erheblichen Eingriffen in den Naturhaushalt verbunden, aus denen Folgen für die biologische Vielfalt resultieren. Umweltbelastungen durch Emissionen von Schadstoffen in Wasser, Boden und Luft können sowohl beim Betrieb der Minen als auch durch die abgelagerten Abfälle entstehen. Die Deposition von Abraum und Bergbauabfällen hat in der Vergangenheit stetig zugenommen, ihr Volumen hat sich allein in den letzten 30 Jahren verzehnfacht (Poulton et al. 2013). Dabei spielt es eine wichtige Rolle, dass einzelne Erze mit anderen unerwünschten Schadstoffen vergesellschaftet sind. Ein prominentes Beispiel hierfür sind die seltenen Erden, deren Lagerstätten meistens auch Thorium enthalten. Durch die Gewinnung der Metalle besteht damit die Gefahr, dass radioaktive Stoffe in den Abraum und die Abwässer gelangen. Die Umweltbelastungen durch Bergbau sind weltweit so gravierend, dass in dem neuesten Bericht des Blacksmith Institute (2013) unter den zehn Orten mit den größten Umweltproblemen auch drei (Kabwe, Sambia; Kalimantan, Indonesien; Norilsk, Russland) dem Bergbau- und Hüttensektor zuzuordnen sind.

Umweltbelastungen entstehen auch bei der Herstellung der Grundstoffe aus den Rohstoffen und der Weiterverarbeitung der Grundstoffe zu Produkten. Mit der Methodik der Lebenszyklusanalyse (LCA) lassen sich die auf die Produktnutzung entfallenden Umweltentlastungen entlang der Wertschöpfungskette summarisch betrachten. Gerade im Hinblick auf die Energiewende kommt hier auch einer Reduktion des Bedarfs an – mit großen Stoffströmen verbundenen – energieintensiven Werkstoffen hohe Bedeutung zu, da hierdurch ein wesentlicher Treiber des Energieverbrauchs in der Grundstoffindustrie vermindert werden kann (vgl. Jochem et al. 2004).

In einer engeren Interpretation von Kritikalität wird die Umweltdimension aber auch im Hinblick auf die Verfügbarkeit von Metallen thematisiert. Die Begründung lässt sich dahingehend zusammenfassen, dass erhebliche Umweltprobleme bei der Rohstoffförderung auch die Verfügbarkeit der entsprechenden Rohstoffe einschränken. Zudem wirken Tendenzen wie die sinkenden Erzgehalte darauf hin, dass die Beschränkungen durch die Umweltprobleme eher noch an Bedeutung gewinnen werden (Mudd 2010). Zwar bestehen erhebliche technische Potenziale, die Umweltauswirkungen zu reduzieren (Humphreys

2001), wie sie etwa auch die EU in einem entsprechenden Merkblatt zur „Besten verfügbaren Technologie“ festgehalten hat (EU Com 2004). Allerdings weisen Poulton et al. (2013) auf die erheblichen Zusatzkosten hin, die wiederum die Erschließung dieser Ressourcen weniger attraktiv machen und damit ihre Verfügbarkeit reduzieren.

Probleme mit Umweltbelastungen führt auch das deutsche Umweltbundesamt (2010) explizit als Kriterium für die Kritikalitätsbetrachtung von Rohstoffen auf. Aus diesen Gründen wird vorgeschlagen, auch Gold und Silber (hoher Anteil an Abraum, Freisetzung von Quecksilber und Cyaniden im Kleinbergbau), Zinn (hohes Produktionsvolumen) und Phosphor (Cadmiumgehalt in Phosphaterzen) in die Liste kritischer Rohstoffe aufzunehmen.

Mit der Diskussion um die Energiewende ist ein weiterer Nexus zwischen Umweltbelastung und Rohstoffverbrauch in den Vordergrund gerückt: Zentrale Technologien der Energiewende wie Windkraft, Fotovoltaik, aber auch Energiespeicher, Beleuchtungstechnologien sowie die Elektromobilität führen zu einem Mehrbedarf an Rohstoffen, die als kritisch angesehen werden. Die von Hendrix (2012) diesbezüglich aufgeführten Rohstoffe reichen von Indium, Gallium und Tellur (PV) über Lithium, Nickel, Kobalt und Mangan (Energiespeichertechnologien) bis hin zu Terbium, Cer, Europium und Yttrium (Beleuchtungstechnologien) sowie Neodym und Dysprosium (Permanentmagnete). Inzwischen deuten erste Szenarienabschätzungen darauf hin, dass insbesondere die Nachfrage nach Dysprosium deutlich steigen dürfte. Hintergrund hierfür sind die besonderen Anforderungen, die an die Temperaturbeständigkeit von Permanentmagneten gestellt werden und die die Materialsubstitution beschränken. Selbst bei einer gleichzeitigen Einführung von Recyclingtechnologien (Hagelüken 2014) würde die Nachfrage nach Primärmaterial noch erheblich zunehmen (Hoenderdaal et al. 2013).

2.3.3 Wirtschaftliche Aspekte

Einige Rohstoffmärkte sind durch eine hohe Konzentration der Förderung auf wenige Unternehmen gekennzeichnet (übergreifend zu den wirtschaftlich relevanten geologischen Grundlagen s. Gocht 1983). Dies kann zur Entstehung von marktbeherrschenden Stellungen führen und die Importabhängigkeit aus den Ländern begünstigen, in denen diese Unternehmen Minen betreiben. Die Durchführung von Bergbauprojekten ist insbesondere in der Anfangsphase mit hohen Risiken behaftet und sehr kapitalintensiv. Trotz Verbesserungen in den Prospektionsmethoden verbleiben erhebliche Risiken hinsichtlich Ergiebigkeit und Kosten von neu zu erschließenden Minen. Zudem fällt ein großer Teil der Erschließungskosten einer neuen Lagerstätte meist weit vor Produktionsbeginn an, wie etwa die Kosten für die Exploration und die Errichtung von Produktions- und Transportinfrastrukturen. Die Vorlaufzeiten, die für die Eröffnung einer neuen Mine benötigt werden, betragen nach Tiess (2009) 10 bis 20 Jahre. Cuddington und Jerett (2008, S. 544) fassen gar zusammen: „Where exploration is successful, there is an average of 27,5 years from initial spending to cash flow generation“. Gleichzeitig weisen viele der Investitionen in die

Bergbauprojekte einen unwiderruflichen Charakter auf. Das heißt, sie können bei Aufgabe des Projektes nicht für andere Verwendungszwecke genutzt werden; einmal getätigt, werden sie zu „versunkenen Kosten“. Newcomer müssen also nicht nur für lange Zeit ihre Investitionen vorfinanzieren, sondern auch damit rechnen, dass etablierte Betreiber selbst bei hartem Preiswettbewerb so lange nicht aus dem Markt ausscheiden, wie sie noch die variablen Kosten decken können. Lange Vorlaufzeiten und der „versunkene“ Charakter der Investitionen bilden Markteintrittsbarrieren. Daraus resultieren drei unterschiedliche Begründungen, warum ein Rohstoff aus wirtschaftlicher Sicht als kritisch eingestuft werden kann:

- Bei raschen Nachfragesteigerungen, die z. B. durch technologische Trends oder die wirtschaftliche Entwicklung in den schnell wachsenden Ökonomien ausgelöst werden können, kann das Angebot nur langfristig reagieren. Es entstehen temporäre Marktungleichgewichte, die die Versorgung mit den betreffenden Metallen als kritisch erscheinen lassen. Hierbei wirken Versorgungsengpässe auch auf die nachgelagerten Wertschöpfungsketten weiter und können damit erhebliche wirtschaftliche Bedeutung erlangen.
- Die starken Preisschwankungen, die auf vielen Rohstoffmärkten beobachtet werden können, sind auch eine Folge dieser Anpassungsstörungen und können wiederum selbst Fehlentscheidungen der Marktteilnehmer nach sich ziehen. Derivative Finanzprodukte könnten zwar einerseits die Abhängigkeit von kurzfristigen Preisschwankungen abmildern, andererseits können die Finanzmärkte auch spekulativen Preisschwankungen Vorschub leisten und zu einer Abkopplung der Märkte von den realen Nachfragebedingungen führen. Rohstoffe sind dann kritisch, weil es keine verlässlichen Preissignale gibt, die die Knappheiten anzeigen.
- Die Markteintrittsbarrieren können Vermachtungen der Märkte begünstigen, die die Anbieter ausnutzen, um Monopolrenten abzuschöpfen. Rohstoffe werden in dieser Argumentation als kritisch erachtet, weil die Märkte zu überhöhten Preisen im Vergleich zu einem funktionierenden Markt führen. Hierbei kann diese marktmachtbedingte Preissteigerung umso höher ausfallen, je höher die Barrieren für eine Substitution des Metalls – und damit je geringer die Nachfrageelastizitäten – sind. Die oben aufgeführten naturwissenschaftlich-technischen Charakteristika einzelner Rohstoffe verstärken damit den hier geschilderten Begründungszusammenhang.

Auch bei einem marktmachtbedingten erhöhten Preis ist der Anteil einiger Metalle an den Produktionskosten wegen der sehr geringen Verwendungsmengen noch immer gering. In Kombination mit einem hohen Staatseinfluss auf die Rohstoffmärkte wird hier allerdings in den rohstoffimportierenden Ländern eine andere Marktverzerrung befürchtet. Exportbeschränkungen zum Erschweren des Zugangs ausländischer Nachfrager zum Metallmarkt könnten von den rohstoffproduzierenden Ländern dazu genutzt werden, um auch die nachgelagerten Gütermärkte zu monopolisieren. Gerade aus industriepolitischen Gründen könnte dies eine Strategie sein, um den Aufbau einer heimischen Güterindustrie

zu begünstigen. Die Bestrebungen rohstoffproduzierender Länder, größere Teile der Wertschöpfungskette in ihrem eigenen Land anzusiedeln, führen beispielsweise zu Befürchtungen, dass die Rohstoffverfügbarkeit für inländische Firmen negativ beeinträchtigt werden könnte. China wird exemplarisch angeführt, welches in Bezug auf seltene Erden „eine möglichst umfangreiche heimische industrielle Wertschöpfung und die Maximierung der Beschäftigungsgewinne“ anstrebt (Hilpert und Kröger 2011, S. 163). Dies rückt die Frage nach Versorgungsrisiken bei der bestehenden Abhängigkeit von Importen aus China (vgl. Wall 2014) nochmals verstärkt in den Vordergrund. Aus Sicht der traditionellen Industriestaaten werden die Metalle also kritisch, weil die Kombination von Marktmacht und Staatseinfluss bei schwer substituierbaren Metallen die heimische Wettbewerbsfähigkeit auf wichtigen Gütermärkten beeinträchtigen könnte. Aus Sicht der rohstoffproduzierenden Länder können die schwer substituierbaren Metalle als wichtig angesehen werden, da sie die Chance zu einer Diversifizierung entlang der nachfolgenden Wertschöpfungskette eröffnen. Allerdings spielen diese Kritikalitätsüberlegungen für Länder ohne industriepolitische Interessen an den betroffenen Wertschöpfungsketten keine Rolle. Damit wird zugleich deutlich, dass die Kritikalität sehr stark von den Interessen und dem Blickwinkel einzelner Länder abhängt und nicht objektiv gegeben ist.

2.3.4 Entwicklungspolitische Aspekte

Aus entwicklungspolitischer Perspektive ergibt sich die Kritikalität von Rohstoffen im Wesentlichen aus den Effekten, die mit ihrem Abbau in Entwicklungsländern verbunden sind. Diese können sowohl auf der sozialen und gesellschaftlichen als auch auf der makroökonomischen Ebene auftreten. Die Extraktion von Metallen ist häufig mit schwierigen Lebens- und Arbeitsbedingungen für die lokale Bevölkerung verbunden (Jennings et al. 1999; Wagner et al. 2007). Dies gilt vor allem für den Kleinbergbau, der besonders für Tantal, Gold, Kobalt, Zinn und Wolfram zur Weltproduktion beiträgt und durch prekäre Arbeitsverhältnisse geprägt ist (Hilson 2012; Buxton 2013). Auch kann der Bedarf an Rohstoffen von Industrie- und Schwellenländern in vielen Fällen zu *land-grabbing* und Zwangsumsiedlungen führen, aber auch Nutzungskonflikte zwischen Bergbau und Landwirtschaft z. B. bezüglich der Wassernutzung hervorrufen, die zur Nahrungsknappheit beitragen. Ebenfalls problematisch ist die Finanzierung von Konflikten durch den Verkauf von leicht „plünderbaren“ Rohstoffen, bei denen bereits geringe Mengen einen hohen monetären Wert aufweisen. Auch wenn der Kausalzusammenhang zwischen Rohstoffen und innerstaatlichen Konflikten noch nicht eindeutig geklärt ist (vgl. Ross 2004; Brunnschweiler und Bulte 2009), so ist das Thema doch in den letzten Jahren vor allem durch die Situation in der Demokratischen Republik Kongo stärker ins öffentliche Bewusstsein gedrungen. Dies treibt wiederum politische (z. B. „Dodd-Frank Act“; „EU Transparency Directive“) und zivilgesellschaftliche (z. B. „Extractive Industries Transparency Initiative“ – EITI) Ansätze voran. Vor allem sind die sog. Konfliktmineralien betroffen; als solche werden in diesem Kontext Tantal, Zinn, Gold und Wolfram definiert.

Auf gesamtwirtschaftlicher Ebene ist auch die Auswirkung von Rohstoffreichtum auf das Entwicklungspotenzial eines Landes ein wichtiger Aspekt. Zahlreiche empirische Studien thematisieren die Existenz des sog. „Ressourcenfluchs“ (*resource curse*). Ausgangspunkt ist die Wahrnehmung, dass manche rohstoffreiche Länder ein langsames wirtschaftliches Wachstum erzielen als rohstoffarme Länder. Dafür gibt es zwei dominante Erklärungsansätze (Sachs und Warner 2001; Mehlum et al. 2006): Ein starker Anstieg im realen Wechselkurs löst Crowding-out-Effekte aus, die verhindern, dass sich exportorientierte Industrien entwickeln. Der zweite Ansatz sieht ein selbstverstärkendes Wechselspiel zwischen mangelhaft ausgeprägter *governance* und dem Ressourcenreichtum als eine wichtige Ursache. Allerdings sind diese Effekte nicht zwangsläufig, wie die Beispiele von Chile, Kanada oder Australien zeigen. Auch sind die Kausalitäten zwischen *governance* und Ressourcenreichtum nicht eindeutig: Führt Ressourcenreichtum zu schwachen Institutionen? Oder sind es gerade schwache Institutionen, die eine Betonung bergbaulicher Aktivitäten begünstigen (Brunnschweiler und Bulte 2009)? Aufgrund der uneinheitlichen empirischen Evidenz ist zunehmend die Frage in den Vordergrund gerückt, welche Faktoren dafür sorgen, dass einige Staaten ihren Ressourcenreichtum für erfolgreiche Entwicklungsprozesse nutzen, während andere unter einem „Ressourcenfluch“ leiden (van der Ploeg 2011). Boschini et al. (2013, S. 31) weisen darauf hin, dass der Ressourcenfluch dabei auch von der Art der Ressourcen (Mineralien oder Metalle) abhängt: „countries rich in ores and metals are indeed the ones with the largest negative effects from the resource, but they are also the ones where institutional quality really makes a difference for the outcome“. Festzuhalten bleibt, dass die Qualität politischer Institutionen, aber auch die Bedeutung der Rohstoffversorgung für die eigene Grundstoffindustrie sowie die Einnahmepotenziale aus eigenen Rohstoffvorräten dafür sorgen, dass – quasi als Pendant zur Thematik Versorgungssicherheit in den OECD-Ländern – eine Thematisierung des Staatseinflusses auf den Bergbau in den Entwicklungs- und Schwellenländern erfolgt (Humphreys 2014).

Die entwicklungspolitische Perspektive wird vor allem von den betroffenen Bevölkerungen und Regierungen rohstoffreicher Länder vertreten. Trotz aller Differenzen in ihren Perspektiven weisen sie ähnliche Narrative auf: Sie sehen die Welt geprägt durch strukturelle Ungleichheiten, die über die Ausbeutung der wirtschaftlich schwächsten Bevölkerungsteile bzw. durch die Benachteiligung der Länder des Südens gegenüber dem Norden zu starken Verteilungsgerechtigkeiten führen und Entwicklungshemmnisse aufbauen. Entsprechend argumentieren NGOs, also *non-governmental organizations*, dass Großunternehmen und ihre Abnehmer in Industrieländern Mitverantwortung tragen für die Konditionen, die am Anfang der Wertschöpfungskette bestehen. In diesem Begründungszusammenhang manifestieren sich in der Kritikalität einzelner Rohstoffe also vor allem strukturell ungleiche Lebensbedingungen. Metalle fügen sich in dieses Interpretationsmuster besonders gut ein, weil sich der Rohstoffreichtum in den Ländern des Südens besonders augenfällig mit der Herkunft von multinationalen Unternehmen aus dem Norden kontrastieren lässt bzw. weil der Kleinbergbau vielfach das Muster einer benachteiligten, von den Eliten ausgebeuteten Bevölkerung widerspiegelt.

2.3.5 Außenpolitische Aspekte

Die Debatte über strategische oder kritische Rohstoffe durchläuft seit dem Zweiten Weltkrieg Wellen der politischen Aufmerksamkeit. Aufmerksamkeitsspitzen sind typischerweise die Folge politischer Konflikte oder einer angespannten Situation auf den Rohstoffmärkten. Die letzte Aufmerksamkeitsspitze vor der gegenwärtigen Debatte wurde vom Ende der 1970er-Jahre bis ca. Mitte der 1980er-Jahre durchlaufen, als ein starker Anstieg der Rohstoffpreise zwischen 1978 und 1980 sowie der Eintritt der beiden ehemaligen portugiesischen Kolonien Mosambik und Angola in die sowjetische Einflussosphäre dafür sorgten, dass in den USA und Europa zahlreiche Untersuchungen zur Kritikalität der Rohstoffversorgung angestellt wurden (Jacobson et al. 1988; Humphreys 2005). Im Vordergrund standen hierbei die sog. strategischen Ressourcen, die entsprechend ihrer Bedeutung für militärische Zielsetzungen definiert wurden.

Die heutige außenpolitisch geprägte Rohstoffdebatte rückt die steigende globale Nachfragekonkurrenz um Rohstoffe und die oben beschriebenen Wettbewerbsbeschränkungen in den Vordergrund. Sie können auch zu politischen Spannungen und Konflikten führen, insbesondere zwischen Schwellenländern, die auf den Rohstoffmärkten sowohl als gewichtige Anbieter als auch als Nachfrager auftreten (z. B. China, Brasilien, Russland) und den Industrieländern. Da sich die globale Produktion vieler kritischer Rohstoffe zu großen Teilen auf Schwellen- und Entwicklungsländer konzentriert, ist aus dieser Perspektive auch die politische Instabilität einiger ärmerer Länder als Kritikalitätsfaktor zu werten. So waren Rohstoffe z. B. 2012 für 81 der 396 aufgeführten Konflikte verantwortlich, davon mehr als die Hälfte in Afrika und Südamerika; 14 der 81 Rohstoffkonflikte wurden als Konflikte mit hoher Intensität eingestuft, womit knapp ein Drittel aller Hoch-Intensivitäts-Konflikte durch Rohstoffe ausgelöst wurden (Heidelberger Institut für Internationale Konfliktforschung 2012). Auch aus der Perspektive der Konfliktforschung werden Rohstoffe also wegen ihres Potenzials für Destabilisierungen und daraus folgende Konflikte als kritisch angesehen, ohne dass sich allerdings ein eindeutiges Muster hinsichtlich der dabei beteiligten Rohstoffe zeigt.

Hinsichtlich der Mehrebenensystematik stellt sich auch die Frage: Wie geht man damit um, dass Probleme auf den globalen Rohstoffmärkten noch immer mit nationalen Rohstoffpolitiken adressiert werden? Im Zuge der Globalisierung sind sowohl der Abbau und Handel mit Rohstoffen als auch deren Verarbeitung zu technologischen Endprodukten zunehmend internationalisiert worden. Rohstoffpolitik wird jedoch nach wie vor größtenteils auf nationaler Ebene bestimmt. Somit sind am nationalen Eigeninteresse orientierte Handlungen wie das Aushandeln von Exklusivverträgen, die Anlage strategischer Rohstofflager oder die Einführung von Exportquoten keine Seltenheit, was wiederum zunehmend zu außenpolitischen und wirtschaftlichen Konflikten führt. Die Problematiken werden teils als Indiz dafür gesehen, dass die aktuelle Rohstoffgovernance „den neuen Markt- und Wettbewerbsbedingungen des 21. Jahrhunderts nicht mehr genügt“ (Hilpert und Mildner 2013, S. 13) und es einer kooperativeren, transnationaleren Lösung bedarf. Wie diese aussehen sollte, ist noch unklar. Allerdings wird festgehalten, dass ein institutionelles *mismatch*

zwischen Marktebene und Politikebene besteht, das zur Kritikalität der Rohstoffversorgung beiträgt.

2.4 Institutionalisation der Kritikalität in Bewertungsschemata

2.4.1 Kritikalitätskonzeptionen

In den vergangenen Jahren wurden zahlreiche Studien vorgelegt, die sich mit der Messung der Rohstoffkritikalität aus der Perspektive einer konkreten Region (Bundesland, Staat, Staatenverbund) oder eines Unternehmens auseinandersetzen (vgl. Poulton et al. 2013; Graedel et al. 2014). Ziel dieser Studien ist es, aus der Vielzahl der benötigten Rohstoffe diejenigen zu bestimmen, die ökonomisch bedeutsam sind und deren Versorgungssituation als unsicher wahrgenommen wird. Die Logik, aber auch Abgrenzungsprobleme, die einer Umsetzung der oben skizzierten Begründungszusammenhänge in Kritikalitätskonzeptionen unterliegen, wird auch aus einer näheren Betrachtung der Vorgehensweise der EU Raw Materials Group 2010 deutlich, die 41 Rohstoffe auf ihre Kritikalität für die Europäische Union untersuchte (EU COM 2010).

Von der Raw Materials Group wird ein Rohstoff als kritisch angesehen, wenn das Versorgungsrisiko hoch und die wirtschaftlichen Folgen einer Versorgungsstörung als gravierend angesehen werden. Damit spielen wirtschaftlich-technische Begründungszusammenhänge eine wichtige Rolle. Das Versorgungsrisiko wurde von der Arbeitsgruppe auf drei unterschiedlichen Ebenen betrachtet. Es wurde zwischen geologischer, technischer und geopolitisch-wirtschaftlicher Verfügbarkeit unterschieden. Hierbei folgte die Arbeitsgruppe der Annahme, dass das Versorgungsrisiko nicht primär von der absoluten geologischen Verfügbarkeit beeinflusst wird, sondern eher von der ungleichmäßigen Verteilung der bekannten Rohstoffvorkommen sowie ökonomischen und politischen Aspekten. Bei der Abschätzung des Versorgungsrisikos wurden folgende Faktoren herangezogen:

- Konzentration der Förderung auf Länderebene,
- Qualität der Regierungsführung in den Förderländern,
- Anteil des Recyclings am heutigen Rohstoffbedarf,
- Möglichkeit zur Substitution.

Diese vier Elemente wurden zusammengeführt, um einen Index für das Versorgungsrisiko zu berechnen, mit dessen Hilfe alle betrachteten Rohstoffe möglichst transparent miteinander verglichen werden können.

Bei der Bewertung der Kritikalität muss neben dem Versorgungsrisiko auch der wirtschaftlichen Bedeutung des Rohstoffs Rechnung getragen werden. Hier behilft sich der Ansatz damit, Megasektoren zu betrachten, die eine weite Interpretation des Begriffs der

Wertschöpfungskette darstellen. Für diese Sektoren werden dann Kenngrößen erstellt, in die die jeweiligen Anteile am Rohstoffverbrauch und am BIP einfließen.

Damit wird deutlich, dass der Kritikalitätsansatz Indikatoren verwendet, die sich auf naturwissenschaftlich-technische und wirtschaftliche Aspekte, aber auch auf Entwicklungsmöglichkeiten beziehen. Da Versorgungsengpässe auch aus ökologischen Risiken resultieren können, z. B. wenn eine Mine aufgrund ökologischer Bedenken geschlossen werden muss, wurde zusätzlich ein Umweltrisikofaktor berechnet, der aber nicht – wie etwa bei Graedel et al. (2012) – standardmäßig in die Bestimmung der Kritikalität einfließt.

Unter den von der EU nach der entsprechenden Logik herausgearbeiteten und als kritisch erklärten Rohstoffen, deren wirtschaftliche Bedeutung und Versorgungsrisiko über vordefinierten Schwellenwerten liegen, sind hauptsächlich Metalle vertreten, nämlich die Seltenerdmetalle, die Platin-Gruppen-Metalle (Ruthenium, Rhodium, Palladium, Osmium, Iridium, Platin), Niob, Wolfram, Germanium, Magnesium, Gallium, Indium, Antimon, Beryllium, Tantal und Kobalt.

Entsprechende Listen von kritischen Metallen dürfen nicht darüber hinwegtäuschen, dass eine solche Bewertung immer nur vorläufig ist. Kleine Änderungen in den Indikatorwerten können zum Über- oder Unterschreiten der Schwellenwerte führen. Kritikalität ist also graduell und verändert sich im Zeitablauf. Entsprechend sind die Zeitskalen zu beachten, die den Kritikalitätseinschätzungen zugrunde liegen. Die meisten Kritikalitätseinschätzungen beziehen sich auf die heutige Situation. Eine der großen Herausforderungen der Kritikalitätskonzeptionen liegt darin, entsprechende Abschätzungen über die zukünftige Kritikalität vorzunehmen. In Anlehnung an die Erfahrungen zur Projektion von Klimaschutz werden hier Methodenkombinationen erforderlich sein, die zur Entwicklung denkbarer Zukunftsszenarien auf Basis einer Kombination von systemdynamischen Stoffflussmodellen mit wirtschaftlichen Simulationsmodellen und Methoden des *foresight* führen. Aber selbst wenn dies für eine mittelfristige Perspektive gelingen sollte, ist zu bedenken, dass die entsprechenden Szenarien keine exakte Prognose, sondern nur denkbare, in sich plausible Zukunftsentwicklungen widerspiegeln. Erschwerend kommt hinzu, dass die langfristige Entwicklung der Kritikalität ungewiss bleibt. Auch wenn der Verbrauch von Metallen heute und in der absehbaren Zukunft aus dem Blickwinkel der Kritikalität unbedenklich erscheinen mag, kann nicht ausgeschlossen werden, dass gerade dieser Verbrauch in der weiteren Zukunft die Kritikalität der entsprechenden Metalle verstärken kann.

2.4.2 Life-Cycle-Assessment

Life-Cycle-Assessment (LCA) ist eine etablierte und mit eigenem ISO-Standard ausgestattete Methode zur Analyse der Umweltwirkungen entlang des Lebensweges von Produkten oder Prozessen. Zunächst erfolgt in der Sachbilanz eine Inventarisierung der Umweltwirkungen. Daran anschließend kommt es zur Wirkungsabschätzung und der nachfolgenden Auswertung (vgl. Klöpffer und Grahl 2009).

Entsprechend der Bedeutung der Gewinnung und Veredlung von Rohstoffen für die Emissionen sind in den entsprechenden Standardmodulen und Datenbanken auch zahlreiche Prozesse der Metallgewinnung abgebildet. So finden sich z. B. in der vom Umweltbundesamt geförderten Datenbank „Prozessorientierte Basisdaten für Umweltmanagement-Instrumente (ProBas)“ neben unterschiedlichen Massenmetallen z. T. auch Angaben zu einzelnen „kritischen“ Metallen. Die Aufstellung der Sachbilanz wird durch die sog. Allokationsproblematik erschwert. Bei der Allokation wird die Umweltwirkung von Kuppelprodukten eines Prozesses entsprechend den Allokationsregeln auf die einzelnen Outputs verteilt. Dies ist gerade für die kritischen Metalle von Bedeutung, die aufgrund ihrer Vergesellschaftung mit anderen Metallen als Nebenprodukt anfallen. Wenn hier die Aufteilung der Umweltwirkungen einerseits entsprechend der Masse der Outputs erfolgt, wird den kritischen Metallen auch nur eine sehr kleine Umweltbelastung zugerechnet. Erfolgt die Allokation entsprechend dem Wert des Outputs, kommt es andererseits zu ganz erheblichen Schwankungen entsprechend der Preisvolatilitäten. Weitere Schwierigkeiten bestehen bei der Wirkbilanzierung der toxischen Wirkungen des Bergbaus, da gerade die Charakterisierung der Wirkungen bei dieser Wirkungskategorie mit erheblichen Unsicherheiten verbunden ist.

Im LCA wird in der Sachbilanz auch die Ressourcenbeanspruchung berücksichtigt. Allerdings werden in der Wirkungsabschätzung bisher nur fossile Ressourcen standardmäßig hinsichtlich ihrer Verfügbarkeit bewertet. Eine methodische Debatte über die Frage, ob die Ressourcenverfügbarkeit nicht auch für weitere Rohstoffe bewertet werden soll, hat jedoch bereits begonnen. In der Literatur finden sich verschiedene Ansätze, die sich z. T. auf die statische Verfügbarkeit der einzelnen Rohstoffe beziehen (Margni und Curran 2012). Allerdings besteht hier das Grundproblem, dass durch den Begriff der Kritikalität gerade ja auch sozio-ökonomische Faktoren der Verfügbarkeit und der wirtschaftlichen Bedeutung angesprochen werden, die sich bisher nicht in der Logik der stärker naturwissenschaftlich geprägten Wirkungsabschätzung finden.

Die Methodik des Social-Life-Cycle-Assessments (S-LCA) stellt im Gegensatz zum klassischen LCA eindeutig die entwicklungspolitische Perspektive in den Vordergrund. Im Jahr 2009 vom Umweltprogramm der Vereinten Nationen (UNEP) entwickelt, definieren die „Guidelines for Social Life Cycle Assessment of Products“ (Benoît und Mazijn 2010) und die darauffolgenden „Methodological Sheets for Subcategories in S-LCA“ (Benoît Norris et al. 2013) zum ersten Mal ein formalisiertes Vorgehen, um zusätzlich zu den umweltrelevanten Überlegungen eines klassischen LCAs auch soziale Kriterien einzubeziehen. Diese beziehen sich auf fünf Akteurskategorien – Arbeitende, lokale Bevölkerung, Gesellschaft, Konsumenten und weitere Akteure der Wertschöpfungskette – die jeweils in Subkategorien aufgeteilt werden (Benoît und Mazijn 2010). Aus diesen Subkategorien ergeben sich wiederum konkrete Indikatoren, die zur Durchführung des S-LCAs herangezogen werden.

Erste Anwendungen der Methodik wurden etwa von Ciroth und Franze (2011) sowie von Ekener-Petersen und Moberg (2013) beschrieben. In beiden Beiträgen wird darauf hingewiesen, dass es oft schwierig ist, die erforderlichen Daten zu erhalten, vor allem in

Bezug auf Themen wie z. B. Arbeitsbedingungen. Außerdem können viele der Indikatoren nur mittels qualitativer Daten beschrieben werden. Die Subjektivität der Einschätzungen, die auch bei den herkömmlichen LCAs auftritt, fällt damit bei S-LCAs noch mehr ins Auge. Darüber hinaus ist auch die Aggregation qualitativer Merkmale wesentlich schwieriger als im Falle von quantitativen Daten. Auch wenn die Methodik noch als „immature and insufficiently robust“ beschrieben wird (Ekener-Petersen und Moberg 2013), so sind sich die Autoren doch einig, dass der Ansatz sinnvoll ist und es sich lohnt, ihn weiter auszubauen und zu verbessern.

2.4.3 Zertifizierung

In den letzten Jahren werden im Rohstoffsektor vermehrt Zertifizierungssysteme eingeführt. Zertifizierungen sind eine Form der privaten, nichtstaatlichen *governance*, die v. a. in Bereichen mit schwacher Regierungsführung als sinnvoller Ersatz für die Durchsetzbarkeit von Mindeststandards eingesetzt werden können (Pattberg 2006). Üblicherweise werden von einer Zertifizierungsorganisation bestimmte Sozial- und Umweltstandards für den Verlauf der Wertschöpfungskette festgelegt, deren Einhaltung zur Auszeichnung von Unternehmen oder Rohstoffen mit dem entsprechenden Zertifikat führt. Somit weisen Rohstoffzertifizierungen inhaltliche Bezüge zu den umwelt- und entwicklungspolitischen Begründungszusammenhängen der Kritikalität auf, nehmen aber keinen expliziten Bezug auf ein Kritikalitätskonzept. Da die verwendeten Standards nicht vereinheitlicht und dadurch immer durch normative Entscheidungen gekennzeichnet sind, ist es bei der Zertifizierung wichtig, die zugrunde gelegten Kriterien genau zu überprüfen, bevor man sie als Gütesiegel akzeptiert.

Die meisten Rohstoffzertifizierungen basieren auf dem System der physischen Rückverfolgbarkeit, was bedeutet, dass zertifizierte Rohstoffe von nichtzertifizierten Rohstoffen physisch getrennt gehalten werden müssen. Es kann zwischen vier Standardtypen unterschieden werden:

- Chain-of-Custody-Standards: Diese leisten einen Nachweis über die Herkunft und darauffolgende Sorgfaltskette.
- Issue-based-Standards: Deren Nachweis bezieht sich auf eine bestimmte Problematik, wie etwa der „International Cyanide Management Code“ für den Gold-Sektor oder die „Extractive Industries Transparency Initiative“ (EITI) für den Bergbau allgemein.
- Risk-Management-Standards: Diese schreiben eine breite Spanne an sozialen und umweltrelevanten *best practices* vor, so beispielsweise die „OECD-Leitsätze für Multinationale Unternehmen“.
- Nachhaltigkeitsstandards: Diese versuchen, sowohl Risiken einzudämmen als auch den Rohstoffreichtum optimal für die Entwicklung des entsprechenden Landes zu nutzen (z. B. „Fairtrade Gold“ und „Fairmined Standard for Gold“, beide im Kleinbergbaubereich).

Zukünftig soll es auch für den industriellen Bergbau einen Nachhaltigkeitsstandard geben, der durch die „Initiative for Responsible Mining Assurance“ zertifiziert werden soll. Auch einige der Standards, die nicht speziell für den Rohstoffsektor entwickelt wurden, können hier angewandt werden. So beinhalten beispielsweise der ISO 14001-Standard oder der „Eco Management and Audit Scheme“ (EMAS) der EU Aspekte, die auch für die Umweltproblematiken des Rohstoffabbaus und des -recyclings relevant sind. Im sozialen Bereich ist hier der „Social Accountability International Standard – SA 8000“ zu nennen, der Arbeitsbedingungen und weitere soziale Aspekte in Anlehnung an die Normen der Internationalen Arbeitsorganisation zertifiziert.

Manche der Standards schaffen konkrete Anreize für Bergbaubeschäftigte, wie z. B. die zwei Goldstandards aus dem Kleinbergbausektor, „Fairtrade Gold“ und „Fairmined Gold“, welche den von ihnen zertifizierten Minen zusätzlich zum normalen Einkaufspreis noch eine weitere finanzielle Prämie auszahlen, die in erster Linie für kommunale Entwicklungsarbeit gedacht ist. Inwieweit dieser Ansatz erfolgreich zu den erhofften Veränderungen beitragen kann, wird kontrovers diskutiert (Hilson 2008, 2014; Childs 2010). Mit der Einführung entsprechender Zertifizierungssysteme wird auch ein positiver Effekt auf die gute Regierungsführung erhofft. Erste Auswertungen hinsichtlich der „Extractive Industries Transparency Initiative“ (Corrigan 2014) ergeben aber ein gemischtes Bild: Während in einigen Teilbereichen ein positiver Einfluss ausgemacht wird, zeigen sich hinsichtlich politischer Stabilität und Korruption nur geringe Wirkungen.

Im Zusammenhang mit den Zertifizierungssystemen kommt es auch zu unterstützenden staatlichen Regelungen. Hier ist z. B. der US-amerikanische „Dodd-Frank Act“ aufzuführen. Er verpflichtet börsennotierte Unternehmen im Rohstoffsektor dazu, ihre Zahlungsströme an Regierungen zu veröffentlichen. Des Weiteren verlangt er von allen börsennotierten Firmen Nachweise, dass die für ihre Produkte verwendeten Rohstoffe nicht aus Konfliktzonen der Demokratischen Republik Kongo oder ihren Nachbarländern stammen. Auf EU-Ebene gibt es mittlerweile ähnliche Gesetze bzw. Gesetzesentwürfe. Anzuführen sind die überarbeitete „EU Accounting and Transparency Directives“ (EU Com 2013) sowie der Verordnungsentwurf für eine „verantwortungsvolle Handelsstrategie für Mineralien aus Konfliktgebieten“ (EU Com 2014), der sich durch seinen globalen Ansatz von dem US-amerikanischen Gesetz unterscheidet. Einen solchen Nachweis zu „konfliktfreien“ Rohstoffen strebt z. B. die deutsche Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR, Hannover) mit ihrem Vorhaben der zertifizierten Handelsketten an, in dem einzelne Minen in Ruanda und der DR Kongo nach Erfüllung bestimmter Standards als konfliktfrei zertifiziert werden.

2.5 Schlussfolgerungen

Die vorangegangene Analyse hat aufgezeigt, dass es mehrere Begründungszusammenhänge für die Definition kritischer Metalle gibt. Dabei unterscheiden wir fünf Begründungszusammenhänge, die von unterschiedlichen Akteuren aufgenommen werden und zu

teilweise unterschiedlichen Abgrenzungen führen, welche Metalle jeweils als „kritisch“ angesehen werden:

- Aus naturwissenschaftlich-technischer Sicht werden Metalle nach ihren Funktionen beurteilt. Insbesondere Metalle mit spezifischen Funktionseigenschaften, deren Verbrauch durch Zukunftstechnologien sehr stark ansteigen könnte, geraten aus diesem Blickwinkel in den Fokus. Beispiele sind Gallium, Indium, Scandium, Germanium oder Neodym.
- Aus dem Begründungszusammenhang Umweltbelastung heraus betrachtet ist der Metallverbrauch per se kritisch, da er entlang der Wertschöpfungsketten zu Umweltbelastungen führt, die gerade auch bei der Förderung der Rohstoffe erheblich sein können. Aus Sicht der Energiewende gilt dies insbesondere für energieintensive Werkstoffe, die ein ganz erheblicher Treiber des industriellen Energieverbrauchs und damit verbundener CO₂-Emissionen sind. Aber auch Gold und Silber (Abraum, Freisetzung von Quecksilber und Cyaniden), Zinn (hohes Produktionsvolumen) und Phosphor (Cadmium und weitere unerwünschte Begleitprodukte in den Erzen) rücken in den Fokus. Umweltgründe sind aber auch ein Treiber für die Nachfrage nach den Metallen, die für Energiewendetechnologien von besonderer Bedeutung sind. Die Palette der genannten Metalle reicht hier von Indium, Gallium und Tellur über Lithium, Nickel, Kobalt und Mangan bis hin zu Terbium, Cer, Europium und Yttrium sowie Neodym und Dysprosium.
- Im Rahmen wirtschaftlicher Begründungszusammenhänge der traditionellen rohstoffimportierenden Industrieländer werden jene Metalle als kritisch eingestuft, die aufgrund spezifischer Funktionen schwer zu substituieren sind und bei denen die Angebotssituation zudem durch Marktmacht und Staatseinfluss gekennzeichnet sind. Unter diesen Bedingungen sind die Rohstoffmärkte besonders anfällig für Vermachtungen, die auch auf die nachgelagerten Wertschöpfungsketten übertragen und dort als Instrument der Industriepolitik der rohstoffproduzierenden Länder eingesetzt werden könnten.
- Aus entwicklungspolitischer Sicht wird in Rohstoffvorräten prinzipiell eine Chance für die ökonomische Entwicklung von Entwicklungsländern gesehen, vorausgesetzt sie sind in der Lage den „Ressourcenfluch“ zu vermeiden. Allerdings lässt sich hieraus aber keine eindeutige Auswahl der Metalle als kritisch ableiten. Legt man den Fokus auf die Lebens- und Arbeitsbedingungen der Bevölkerung in den Entwicklungsländern, treten insbesondere der Kleinbergbau und damit vor allem die Metalle Gold, Kobalt, Zinn und Wolfram ins Rampenlicht.
- Aus außenpolitischer Sicht ist die hohe Anzahl von Konflikten anzuführen, in deren Kontext Ressourcen eine Rolle spielen. Neben den innerstaatlichen Konfliktmineralien Tantal, Zinn, Gold und Wolfram können internationale Konflikte prinzipiell in Bezug auf alle wertvollen Metalllager entstehen. Entsprechend wird das Fehlen einer internationalen Rohstoffgovernance als wichtiges kritisches Querschnittsproblem thematisiert.

Insgesamt zeigt sich also, dass die von den unterschiedlichen Begründungszusammenhängen in den Vordergrund gerückten Metalle zwar nicht identisch sind, es aber doch erhebliche Schnittmengen gibt. Technische Begründungszusammenhänge, die auf spezifische Funktionen abheben, sind zugleich eine wichtige Voraussetzung für die wirtschaftlichen Begründungszusammenhänge. Unter den diesbezüglich genannten finden sich z. T. auch diejenigen, die aus Umweltgründen als kritisch eingestuft bzw. im Kleinbergbau gewonnen werden.

Eine Verankerung des Rohstoffthemas in der Politik kann nur dann erfolgreich sein, wenn die Themen dauerhaft im Prozess des Agenda Settings positioniert werden. Institutionalisierte Bewertungsschemata können hier einen wichtigen Beitrag leisten. Mit den Kritikalitätskonzeptionen, der Diskussion um die Ergänzung der LCAs um weitere Aspekte des Ressourcenverbrauchs und der Erweiterung um soziale Sachverhalte sowie dem Aufbau von Zertifizierungssystemen sind hier erste Schritte einer entsprechenden Institutionalisierung erfolgt.

Allerdings sind diese Ansätze bisher noch zu sehr auf einzelne Begründungszusammenhänge ausgerichtet. Eine Integration der verschiedenen Begründungszusammenhänge zu einem geschlossenen Leitbild steht noch aus. Aus der Logik politischer Prozesse und Diskurse ist zu erwarten, dass kritische Rohstoffe gerade dann eine aussichtsreiche Position im Agenda Setting erreichen können, wenn es einen gleichgerichteten Nexus gibt. Hier scheinen die Bedingungen günstig zu sein, um die Strategie der Ressourceneffizienz zum Kern eines solchen Leitbilds zu machen. Wichtige Akteure, die den Zusammenhang von Rohstoffen und Umweltbelastung thematisieren, sind im Bereich der Umweltverbände und der Umweltverwaltung zu finden. Aus der Betrachtung der Umweltwirkungen folgen zwei strategische Schlussfolgerungen: Erstens ist es erforderlich, die Umweltverträglichkeit des Bergbaus zu steigern. Zweitens sollte den unterschiedlichen Strategien der Ressourceneffizienz und Materialsubstitution bereits in frühen Innovationsphasen hohe Bedeutung zugemessen werden. Angesichts der starken Preisschwankungen, der hohen Konzentration der Rohstoffproduktion auf einige Länder sowie der zu beobachtenden Exportbeschränkungen haben Unternehmen und Wirtschaftsverbände Erwartungen an die Rohstoffpolitik formuliert. Schwerpunktthemen sind neben dem Kampf gegen Handels- und Wettbewerbsbeschränkungen auch die Förderung von Rohstoff- bzw. Materialeffizienz und Recycling. Schließlich könnten hier auch Labeling und Zertifizierungen in Bezug auf die ökologische und soziale Verträglichkeit der Wertschöpfungsketten für Güterproduzenten von Interesse sein, weil dadurch Skandalisierungen der eigenen Produkte vermieden und gegebenenfalls ein Differenzierungsmerkmal gegenüber Wettbewerbern geschaffen werden kann.

Allerdings gibt es noch zahlreiche Unwägbarkeiten. Unklar bleibt, wie eine noch ausstehende Integration der Veränderung von Konsummustern in das anzustrebende Leitbild mit den unterschiedlichen Interessen der Akteure kompatibel gemacht werden könnte. Auch könnte ein temporäres Absinken der Preise für Rohstoffe das Interesse der Wirtschaftsakteure am Thema abflauen lassen. Offen bleibt auch, welche Folgen die Integration der entwicklungspolitischen Perspektive nach sich ziehen wird. Hier wäre es etwa

wenig zielführend, wenn eine Thematisierung sozialer Problemlagen mit dem Instrumentarium der sozialen LCAs oder der Zertifizierung nicht zu Verbesserungen in den Lebensbedingungen, sondern zu Ausweichreaktionen führen würde, die die Nachfrage nach Metallen aus dem Kleinbergbau nach unten schrauben und damit die Existenzgrundlage der davon abhängenden Bevölkerungsteile gefährden würde. Schließlich hängt die Positionalität kritischer Metalle auch ganz wesentlich von der künftigen Entwicklung der Weltlage ab (vgl. National Intelligence Council 2012). Das oben skizzierte Leitbild wäre sicherlich eher mit einer Entwicklung kompatibel, bei der gemeinsam getragene Verantwortung zur Herausbildung einer *global governance* führt. Umgekehrt wäre in einem multipolaren Weltszenario, das die Etablierung neuer, hinsichtlich der Berücksichtigung von Interessen nur nach innen ausgerichteter Blöcke beschreibt, die Plausibilität eines solchen Leitbilds geringer und die Definition dessen, was dann als kritisch angesehen würde, sicherlich deutlich anders.

Ein zentrales Problem der Bestimmung von Kritikalität bleibt der Umgang mit den Unsicherheiten der künftigen Entwicklung. Zwar können Szenarien, unterstützt durch Simulationen und Methoden des *foresight*, in sich plausible Zukunftsentwicklungen widerspiegeln. Aber je länger der Zeithorizont der Betrachtung in die Zukunft reicht, desto spekulativer werden die Aussagen. Auch über den Umgang mit potenziell kritischen Metallen muss damit notwendigerweise unter den Bedingungen von Unsicherheit entschieden werden. Damit sind kritische Metalle ein Anwendungsfall für den Safe-Minimum-Standard, „wie er von Ciriacy-Wantrup (1952) postuliert und durch Bishop (1978, 1993) in die Nachhaltigkeitsdiskussion eingebracht wurde. Danach ist bei Vorliegen von Irreversibilitäten und Unsicherheiten nach der Regel ‚conserve, unless the social costs of doing so are unacceptably large‘ zu verfahren“ (Walz 2009, S. 192).

Damit bleibt festzuhalten: Das, was als kritisch angesehen wird, hängt immer auch von der Betrachtungsperspektive und vom gewählten Zeithorizont inklusive der impliziten oder expliziten Zukunftserwartungen der Subjekte ab. Kritikalität ist damit untrennbar mit subjektiven Elementen behaftet und stellt kein statisches, sondern einem dem Wandel der Zeit unterworfenen Konzept dar.

Literatur

- Angerer G, Erdmann L, Marscheider-Weidemann F, Scharp M, Lüllmann A, Handke V, Marwede M (2009) Rohstoffe für Zukunftstechnologien, Einfluss des branchenspezifischen Rohstoffbedarfs in rohstoffintensiven Zukunftstechnologien auf die zukünftige Rohstoffnachfrage. IRB, Stuttgart
- Benoît C, Mazijn BM (Hrsg) (2010) Guidelines for social life cycle assessment of products. UNEP. http://www.unep.org/publications/search/pub_details_s.asp?ID=4102. Zugegriffen: 24.02.2014
- Benoît Norris C, Traverso M, Valdivia S, Vickery-Niederman G, Franze J, Azuero L, Ciroth A, Mazijn BM, Aulisio D (2013) The methodological sheets for subcategories in Social Life Cycle Assessment (S-LCA). UNEP. http://www.lifecycleinitiative.org/wp-content/uploads/2013/11/S-LCA_methodological_sheets_11.11.13.pdf. Zugegriffen: 24.02.2014

- Bishop R (1978) Endangered species and uncertainty: The economics of a safe minimum standard. *American Journal of Agricultural Economics* 60:10–18
- Bishop R (1993) Economic efficiency, sustainability, and biodiversity. *Ambio* 22:69–73
- Blacksmith Institute (2013) The world's worst 2013: The top ten toxic threats. <http://www.worstpolluted.org/2013-report.html>. Zugegriffen: 26.02.2014
- Boschini A, Petersson J, Roine J (2013) The resource curse and its potential reversal. *World Development* 43:19–41
- Brunnschweiler CN, Bulte EH (2009) Natural resources and violent conflict: Resource abundance, dependence, and the onset of civil wars. *Oxford Economic Papers* 61:651–674
- Buxton A (2013) Responding to the challenge of artisanal and small-scale mining. How can knowledge networks help? IIED Sustainable Markets Paper. IIED, London
- Childs J (2010) 'Fair trade' gold: A key to alleviating mercury pollution in sub-Saharan Africa? *International Journal of Environment and Pollution* 41:259–271
- Ciriacy-Wantrup SV (1952) Resource conservation: Economics and politics. University of California Press, Berkeley CA
- Ciroth A, Franze J (2011) LCA of an ecolabeled notebook: Consideration of social and environmental impacts along the entire life cycle. GreenDeltaTC, Berlin
- Corrigan CC (2014) Breaking the resource curse: Transparency in the natural resource sector and the extractive industries transparency initiative. *Resources Policy* 40:17–30
- Cuddington JT, Jerrett D (2008) Super cycles in real metals prices? *IMF Staff Papers* 55:541–565
- Ekener-Petersen E, Moberg A (2013) Potential hotspots identified by Social LCA—Part 2: Reflections on a study of a complex product. *The International Journal of Life Cycle Assessment* 18(1):144–154
- EU Com (2004) Best available techniques. Reference document on management of tailings and waste-rock in mining activities, Report of Directorate General, JRC-IPTS, July 2004. Sevilla
- EU Com (2010) Critical raw materials for the EU. Report of the Ad-hoc Working Group on defining critical raw materials. Brüssel
- EU Com (2013) New disclosure requirements for the extractive industry and loggers of primary forests in the Accounting (and Transparency) Directives (Country by Country Reporting) – frequently asked questions. Memo, Brüssel
- EU Com (2014) EU schlägt verantwortungsvolle Handelsstrategie für Mineralien aus Konfliktgebieten vor. Press Release, Brüssel
- Gocht W (1983) Wirtschaftsgeologie und Rohstoffpolitik. Untersuchung, Erschließung, Bewertung, Verteilung und Nutzung mineralischer Rohstoffe. Springer, Berlin
- Graedel TE, Barr R, Chandler C (2012) Methodology of metal criticality. *Environmental Science and Technology* 46:1063–1070
- Graedel TE, Guss G, Tercero EL (2014) Metal resources and criticality. In: Gunn G (Hrsg) *Critical metals handbook*. Wiley, Chichester, S 1–19
- Hagelüken C (2014) Recycling of (critical) metals. In: Gunn G (Hrsg) *Critical metals handbook*. Wiley, Chichester, S 41–69
- Heidelberger Institut für Internationale Konfliktforschung (2012) Conflict Barometer 2012. http://hiik.de/en/konfliktbarometer/pdf/ConflictBarometer_2012.pdf. Zugegriffen: 24.02.2014
- Hendrix LE (2012) Competition for strategic materials. Geopolitics of cleaner energy series. Center for Strategic & International Studies, Washington DC

- Hilpert HG, Kröger AE (2011) Seltene Erden – die Vitamine der Industrie. In: Mildner SA (Hrsg) Konfliktisiko Rohstoffe. SWP Studie S 5, Februar 2011. Stiftung Wissenschaft und Politik, Berlin, S 159–167
- Hilpert HG, Mildner SA (2013) Einleitung: Globale Rohstoffmärkte – Nationale Rohstoffpolitiken. In: Hilpert HG, Mildner SA (Hrsg) Nationale Alleingänge oder Internationale Kooperation? Stiftung Wissenschaft und Politik, Berlin, S 11–17
- Hilson G (2008) 'Fair trade gold': Antecedents, prospects and challenges. *Geoforum* 39:386–400
- Hilson G (2012) Poverty traps in small-scale mining communities: The case of Sub-Saharan Africa. *Canadian Journal of Development Studies* 33:180–197
- Hilson G (2014) 'Constructing' ethical mineral supply chains in Sub-Saharan Africa: The case of Malawian fair trade rubies. *Development and Change* 45:53–78
- Hoenderdaal S, Tercero Espinoza L, Marscheider-Weidemann F, Graus W (2013) Can a dysprosium shortage threaten green energy technologies? *Energy* 49:344–355
- Howlett M, Ramesh M (1995) Studying public policy: Policy cycles and policy subsystems. Oxford University Press, Toronto
- Humphreys D (2001) Sustainable development: Can the mining industry afford it? *Resources Policy* 27:1–7
- Humphreys D (2014) The mining industry and the supply of critical minerals. In: Gunn G (Hrsg) Critical metals handbook. Wiley, Chichester, S 20–40
- Humphreys M (2005) Natural resources, conflict, and conflict resolution. Uncovering the mechanisms. *Journal of Conflict Resolution* 49:508–537
- Jacobson DM, Turner RK, Challis AAL (1988) A reassessment of the strategic materials question. *Resources Policy* 14:74–84
- Jennings N et al (1999) Social and labour issues in small-scale mines: Report for discussion at the Tripartite Meeting on Social and Labour Issues in Small-scale Mines. ILO, Geneva
- Jochem E et al (2004) Werkstoffeffizienz. Einsparpotenziale bei Herstellung und Verwendung energieintensiver Grundstoffe. IRB, Stuttgart
- Klöpffer W, Grahl B (2009) Ökobilanz (LCA). Ein Leitfaden für Ausbildung und Beruf. Wiley-VCH, Weinheim
- Margni A, Curran MA (2012) Life cycle impact assessment. In: Curran MA (Hrsg) Life cycle assessment handbook. Wiley, Hoboken, S 67–103
- Marscheider-Weidemann F, Tercero Espinoza L, Angerer G (2011) Rohstoffe für Zukunftstechnologien. In: Thomé-Kozmiensky KJ, Goldmann D (Hrsg) Recycling und Rohstoffe, Bd. 4. TK Verlag, Neuruppin, S 87–95
- Meadows D, Meadows D, Zahn E, Milling P (1972) Die Grenzen des Wachstums. Deutsche Verlagsanstalt, Stuttgart
- Mehlum H, Moene K, Torvik R (2006) Institutions and the resource curse. *The Economic Journal* 116:1–20
- Mudd G (2010) The environmental sustainability of mining in Australia: Key mega-trends and looming constraints. *Resources Policy* 35:98–115
- National Intelligence Council (2012) Global trends 2013: Alternative worlds. Report of National Intelligence Council, Washington DC
- Newell P, Pattberg P, Schroeder H (2012) Multiactor governance and the environment. *Annu Rev Environ Resour* 37:365–387

- NRC – National Research Council of the National Academies (2008) Minerals, critical minerals and the U.S. economy. Report of National Intelligence Council, Washington DC
- Pattberg P (2006) Private governance and the South: Lessons from global forest politics. *Third World Quarterly* 27:579–593
- van der Ploeg F (2011) Natural resources: Curse or blessing? *Journal of Economic Literature* 49:366–420
- Poulton MM, Jagers SC, Linde S, Van Zyl D, Danielson LJ, Matti S (2013) State of the world's nonfuel mineral resources: Supply, demand, and socio-institutional fundamentals. *Annu Rev Environ Resour* 38:345–371
- Ross ML (2004) How do natural resources influence civil war? Evidence from thirteen cases. *International Organization* 58:35–68
- Sachs JD, Warner A (2001) The curse of natural resources. *European Economic Review* 45:827–838
- Tiess G (2009) Rohstoffpolitik in Europa. Bedarf, Ziele, Ansätze. Springer, Wien
- Tilton JE (2002) On borrowed time? Assessing the threat of mineral depletion. Report of Resources for the Future, Washington DC
- Umweltbundesamt (2010) Policy area: Defining critical raw materials Statement of Federal Environment Agency Germany, Dessau Rosslau, September 9, 2010.
- Wagner MG, Franken NM, Melcher F, Vasters J (2007) Zertifizierte Handelsketten im Bereich mineralischer Rohstoffe. Bundesanstalt für Geowissenschaften, Hannover
- Wall F (2014) Rare earth elements. In: Gunn G (Hrsg) *Critical metals handbook*. Wiley, Chichester, S 312–339
- Walz R (2009) Ethische Herausforderungen für UmweltökonomInnen. In: Maring M (Hrsg) *Verantwortung in Technik und Ökonomie*. Universitätsverlag Karlsruhe, Karlsruhe, S 185–206

Kritische Metalle in der Großen Transformation

Exner, A.; Held, M.; Kümmerer, K. (Hrsg.)

2016, XV, 342 S. 27 Abb. in Farbe., Softcover

ISBN: 978-3-662-44838-0