



# ROHSTOFFBOOM ZWISCHEN GEWINNEN UND VERLUSTEN

Deutschlands ökologischer Fußabdruck  
durch Stahl und Aluminium

**ISBN 978-3-946211-20-4**

<b>Herausgeber</b>	WWF Deutschland
<b>Datum</b>	Oktober 2018
<b>Autoren</b>	Tobias Kind (WWF Deutschland) Katalina Engel (Engel Consulting)
<b>Mitautorinnen</b>	Dr. Malika Virah-Sawmy (Terleben) Mélissa De Hertogh (WWF Deutschland)
<b>Koordination</b>	Tobias Kind (WWF Deutschland)
<b>Kontakt</b>	Tobias Kind (WWF Deutschland), tobias.kind@wwf.de
<b>Redaktion</b>	Thomas Köberich (WWF Deutschland)
<b>Layout</b>	Wolfram Egert (Atelier für Graphic Design)
<b>Produktion</b>	Sven Ortmeier (WWF Deutschland)
<b>Bilder</b>	Getty Images/iStockphoto   Reuters   Arco Images   ©Google Earth. 2018 Robert Günther/WWF

**Vielen Dank an folgende Mitwirkende:** Jörg-Andreas Krüger (WWF Deutschland), Jan Kosmol (Umweltbundesamt), Philipp Wagnitz (WWF Deutschland), Libby Neumann (eco-accents), Susanne Schmitt (WWF Großbritannien), Justus Kammüller (WWF Deutschland), Sonja Ritter (WWF Deutschland), Matthias Kopp (WWF Deutschland), Diana Süsser (WWF Deutschland), Felipe Costa (WWF Deutschland), Laura Garcia-Velez (WWF Großbritannien), Andrea Dreifke-Pieper (WWF Deutschland), Johannes Schmiester (WWF Deutschland). Außerdem möchten wir uns bei denjenigen bedanken, die diesen Bericht und seine Bewertungen überprüft haben, bei anderen, die an der Herausgabe beteiligt waren, sowie beim Umweltbundesamt, das ihn finanziert hat.

## Vorwort des Geschäftsleiters Naturschutz des WWF Deutschland



Häuser, Brücken, Fabrikanlagen, Automobile, elektronische Geräte und unzählige andere Produkte enthalten aus der Erdoberfläche gewonnene Metalle. Metalle sind für die Entwicklung menschlicher Zivilisation und aus unserem Alltag nicht wegzudenken. Jedoch entspricht der durch Gewinnung, Produktion, Verarbeitung, Nutzung und Entsorgung dieser

Rohstoffe geformte ökologische Fußabdruck weitgehend nicht den Grundsätzen der Nachhaltigkeit. Deutschland ist als größter Importeur von Eisen- und Stahlprodukten und als zweitgrößter Importeur von Aluminium auf diese natürlichen Ressourcen angewiesen. Schlüsselindustrien wie die Automobilbranche, das Bauwesen und der Maschinen- und Anlagenbau zählen zu den Hauptabnehmern von Stahl und Aluminium. Umfang und Geschwindigkeit der Gewinnung und Erzeugung dieser Ressourcen sind in den vergangenen Jahrzehnten weltweit immens gestiegen. Angesichts des steigenden Verbrauchs und schnellen Wachstums vieler Länder sowie der engen Verflechtung von Stahl und Aluminium mit anderen industriellen Wertschöpfungsketten wird sich dieser Trend fortsetzen.

Der Rohstoffabbau hat weitreichende soziale wie ökologische Auswirkungen, die das Ökosystem der Erde und die planetarischen Grenzen bedrohen und dennoch häufig ignoriert werden. Mineralgewinnung und Metallproduktion führen zu Bodenkontamination, übermäßigem Wasserverbrauch und Treibhausgas(THG)-Emissionen und schaden dadurch fragilen Ökosystemen erheblich. Mit diesen Fragen verbunden und gleichermaßen wichtig sind die Rechte indigener Gemeinschaften, die in Regionen gefährdet sind, in denen durch verantwortungslose Abbau- und Verarbeitungsverfahren angestammte Gebiete zerstört und die Interessen der Gemeinschaften verletzt werden. Nicht nachhaltige Abbaupraktiken haben negative soziale Auswirkungen und gehen mit Menschenrechtsverletzungen einher. Das muss sich ändern. Im Zentrum dieses Berichts stehen die ökologischen Probleme und Lösungsmöglichkeiten. Jedoch sind Menschenrechte und ökologische Rechte untrennbar miteinander verbunden.

Dieser Bericht beleuchtet die spezifischen Herausforderungen, denen sich die Lieferketten gegenübersehen und macht Vorschläge, wie man mehr Nachhaltigkeit in die Stahl- und Aluminium-Lebenszyklen bringen kann. Die Bundesregierung hat alle Möglichkeiten, ihren Einfluss geltend zu machen und den Anwendungsbereich bestehender Programme und Verordnungen wie des deutschen Ressourceneffizienzprogramms (ProgRes) oder der EU-Verordnung zu Konfliktmineralien auszuweiten. Mit der steigenden Sensibilisierung der Verbraucher steigt auch die Nachfrage nach nachhaltigeren Produkten. Mithilfe von Technologien wie Blockchain und den Möglichkeiten von IT-Systemen lernen Unternehmen, ihre Lieferketten besser zu verstehen und Probleme vor Ort anzugehen. Das Potenzial für positive Veränderungen ist erheblich!

Der WWF ruft Unternehmen, Investoren, Regierungen und Bürger dazu auf, die bestehenden Verfahren im Zusammenhang mit dem Abbau, der Produktion und dem Lebenszyklus von Aluminium und Stahl zu prüfen und zu verbessern.

Jörg-Andreas Krüger  
Geschäftsleiter Naturschutz  
WWF Deutschland

# Inhalt

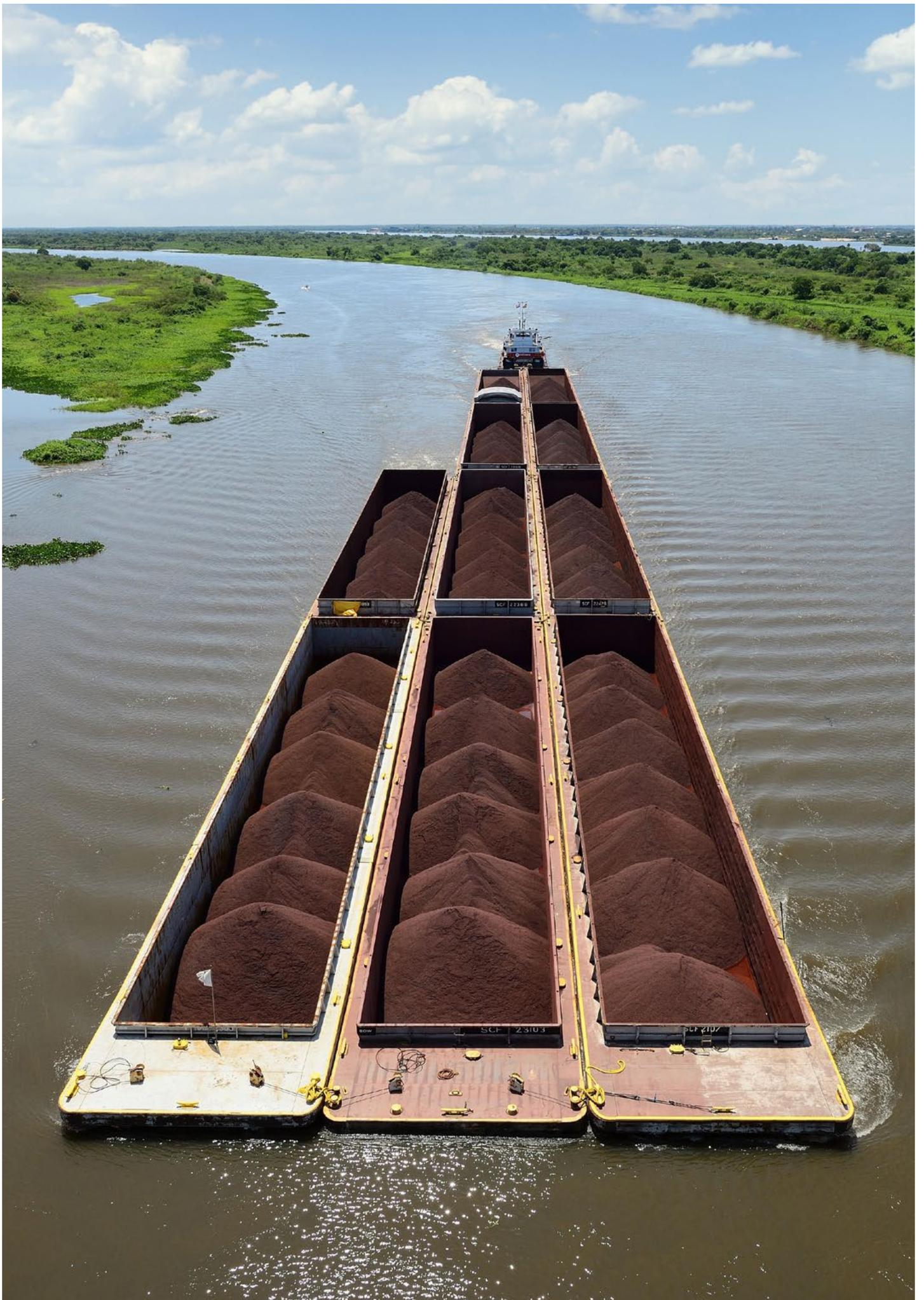
---

<b>1</b>	<b>Kurzfassung</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>Einführung</b>	<b>14</b>
<b>3</b>	<b>Aluminium- und Stahlproduktion</b>	<b>19</b>
3.1	Bauxitabbau und Aluminiumproduktion	19
3.2	Eisenerzförderung und Stahlproduktion	20
<b>4</b>	<b>Aluminium und Stahl in der deutschen Wirtschaft</b>	<b>23</b>
4.1	Aluminium	24
4.1.1	... in Deutschland	24
4.1.2	... und im globalen Kontext	26
4.2	Stahl	27
4.2.1	... in Deutschland	27
4.2.2	... und im globalen Kontext	29
<b>5</b>	<b>Ausblick auf die Zukunft</b>	<b>31</b>
5.1	Trends im globalen Stahl- und Aluminiumsektor	31
5.2	Die Rolle von Stahl und Aluminium bei der Minderung der Auswirkungen des Klimawandels	33
5.3	Trends bei der Beschaffung	34
<b>6</b>	<b>Umweltauswirkungen entlang der Lieferketten</b>	<b>36</b>
6.1	Direkte Auswirkungen des Bergbaus	38
6.1.1	Wasser	38
6.1.2	Biodiversitätsverlust	39
6.1.3	Boden	42
6.1.4	Acid Mine Drainage (AMD)	45
6.1.5	Emissionen	46
6.2	Indirekte ökologische Auswirkungen des Bergbaus	46
6.2.1	Entwaldung	47
6.2.2	Wasserprobleme	49
6.2.3	Soziale Auswirkungen	49
6.3	Umweltprobleme bei der Aluminium- und Stahlverarbeitung	54
6.3.1	Aluminium	54
6.3.2	Stahl	56
6.4	Unternehmensrisiken im Zusammenhang mit Umweltschäden in den Aluminium- und Stahl-Lieferketten	57
<b>7</b>	<b>Ein Weg mit Zukunft</b>	<b>59</b>
7.1	Das Konzept der Kreislaufwirtschaft	59
7.2	Aluminium und Stahl in der Kreislaufwirtschaft	60
7.3	Unternehmensmaßnahmen für verantwortungsvollen Bergbau	63
7.3.1	Menschenrechte und Transparenz	64
7.3.2	Biodiversität, Wasser und Bodenressourcen	66
7.3.3	Bekämpfung der indirekten Auswirkungen des Bergbaus	71
7.3.4	Best Practices, Standards und Zertifizierung	72
7.4	Der Finanzsektor	73
7.5	Politik	75
7.5.1	Internationale Politik	75
7.5.2	Politik der Europäischen Union	77
7.5.3	Bundesdeutsche Politik	79

<b>8</b>	<b>Handlungsaufwurf</b>	<b>82</b>
8.1	Investoren	82
8.2	Unternehmen	82
8.3	Verbraucher	83
8.4	Regierung	83
	<b>Referenzen</b>	<b>85</b>
	<b>Fußnoten</b>	<b>91</b>

## Abkürzungen

3TG	Zinn, Tantal, Wolfram und Gold (Konfliktminerale)
AMD	Acid Mine Drainage
ASI	Aluminium Stewardship Initiative
ASM	Artisanal and small-scale mining
AWS	Alliance for Water Stewardship
BMZ	Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung
BOS	Linz-Donawitz-Verfahren (Basic Oxygen Steelmaking)
CDP	Carbon Disclosure Project
CE	Kreislaufwirtschaft
CO <sub>2</sub>	Kohlendioxid
CO <sub>2</sub> -äq	CO <sub>2</sub> -Äquivalente
CRM	Kritische Rohstoffe
EAF	Elektrostahlroute (Electric Arc Furnace)
EU	Europäische Union
FPIC	Auf Kenntnis der Sachlage gegründete vorherige Zustimmung (Free, Prior and Informed Consent)
THG	Treibhausgas
HCVA	High Conservation Value Areas
ICMM	International Council on Mining and Metals
ILO	Internationale Arbeitsorganisation
IRMA	Initiative for Responsible Mining Assurance
ISA	Internationale Meeresbodenbehörde
KBA	Schlüsselgebiete der Biologischen Vielfalt (Key Biodiversity Areas)
MDG	Millenniumsentwicklungsziele
NDC	National festgelegte Beiträge
NNL	Vermeidung von Nettoverlusten
NSG	Naturschutzgebiet
RMI	EU-Rohstoffinitiative
NE	Nachhaltige Entwicklung
SDG	Ziele für nachhaltige Entwicklung
t	Tonne
VAE	Vereinigte Arabische Emirate
UBA	Umweltbundesamt
UNESCO	Organisation der Vereinten Nationen für Bildung, Wissenschaft und Kultur
WHS	Weltkultur- und Weltnaturerbebestätten



*Auf dem Schiffsweg zu den Produktionsanlagen.*

Stahl und Aluminium sind solche Ressourcen unserer Zivilisation, ohne die unsere heutige Art zu leben kaum denkbar wäre. In nahezu jeder industriellen Wertschöpfungskette weltweit werden Stahl und Aluminium eingesetzt. Sie ermöglichen Handel, Wirtschaft und Beschäftigung.

**Mehr als 60 % der Importe Deutschlands hängen mit der Metallproduktion und -verarbeitung zusammen. Dabei wird mit 99,7 % ein unglaublich großer Anteil der Metallerze importiert.**

2016 war Deutschland weltweit der größte Importeur von Eisen- und Stahlprodukten und der zweitgrößte Importeur von Aluminium. Gleichzeitig ist Deutschland der größte Automobilexporteur weltweit und der zweitgrößte Exporteur von Stahl- und Aluminiumprodukten. Mehr als 60 % der Importe Deutschlands hängen mit der Metallproduktion und -verarbeitung zusammen. Dabei wird mit 99,7 % ein unglaublich großer Anteil der Metallerze importiert. Die Investitionen zahlen sich angesichts der immensen Wertschöpfung vom Rohmaterial bis zum fertigen Produkt aus. Neben der wirtschaftlichen Bedeutung dieser Branchen belegen diese Zahlen auch, dass Deutschland erheblichen Einfluss auf die Umweltauswirkungen in Ländern wie Guinea, Jamaika oder Brasilien hat. Mit diesem Einfluss geht Verantwortung einher.

An den Abbauorten werden Primärhabitats zerstört, wenn etwa Sickerwasser aus Schlammrückhaltebecken und Halden Böden und Grundwasser kontaminiert. Die Schritte zur Trennung des Minerals vom Erz und zur weiteren Aufarbeitung sind höchst energieintensiv und daher mit hohen Kohlendioxidemissionen (CO<sub>2</sub>) verbunden, die das Klima belasten.

Selbst bei steigenden Recyclingraten wird wohl die Mineralextraktion zunehmen und wird man die Suche nach neuen Quellen verstärken – Entwicklungen, die die Umweltbelastung weiter verschärfen.

*Bergbau hat in Australien als wichtiger Teil der Primärindustrie große wirtschaftliche Bedeutung. Das Land verfügt über die größten Eisenerzreserven der Erde. Die befinden sich hauptsächlich in Westaustralien.*



## Umweltauswirkungen entlang der Aluminium- und Stahllieferketten

Die ökologischen und sozialen Auswirkungen reichen weit über die direkte Umgebung der Abbaustätten hinaus. Die Eröffnung eines Abbaubetriebs zieht Betriebsamkeit nach sich: Für die zum Abbau erforderliche Infrastruktur – einschließlich Straßen, Schienen, Dämmen und Stromleitungen – wird häufig in zuvor unberührte Landschaften und Wildnisgebiete eingegriffen. Arbeitsplätze entstehen, die den Zuzug von Arbeitskräften nach sich ziehen, die wiederum Siedlungsfläche beanspruchen. Damit verbinden sich Entwaldung, Weidenutzung, landwirtschaftliche Entwicklung. Durch Wasserentnahme und Wilderei geraten Ökosysteme und natürliche Landschaften unter zusätzlichen Druck.

Bislang blieben diese indirekten Auswirkungen im Vergleich zu den direkten Auswirkungen durch neue Abbaustätten in unberührten Landschaften wie in Guinea oder im Amazonasgebiet in Brasilien häufig unberücksichtigt.

### Direkte Auswirkungen von Bauxit- und Eisenerzabbau

1. Auf den Bergbau gehen global etwa 2–4,5 % der durchschnittlichen nationalen **Wassernutzung** zurück. Durch Entnahme sinkt der Grundwasserspiegel, was zur Erschöpfung der Wasserressourcen beiträgt. Rodung und Tagebau ändern die Bodendurchlässigkeit und senken dadurch die Grundwasseranreicherung. Im September 2017 warnte Norsk Hydro, ein norwegisches Unternehmen und einer der größten Aluminiumproduzenten weltweit, seine Kunden vor Bauxit-Lieferengpässen, nachdem es aufgrund von Wassermangel durch die Trockenheit zu Problemen bei den Absetzanlagen an der brasilianischen Bauxitmine Mineração Rio do Norte gekommen war.
2. **Wasserverschmutzung** ist ein großes Problem: In die Umwelt eingeleitetes Grubenwasser, in Böden und in Oberflächenwasser sickender Abfall, Risse oder Brüche von Deponiebecken oder unkontrollierte Niederschläge verschmutzen das Trinkwasser von Unterlieger-Gemeinschaften und zerstören Wälder und andere natürliche Lebensräume. Am 5. November 2015 brachen in der Nähe von Mariana, einer Stadt im brasilianischen Bundesstaat Minas Gerais, die Dämme eines Absetzbeckens. Das enthielt etwa 50 Mio. Kubikmeter Schlamm aus einem Eisenerztagebaubetrieb, der sich im gemeinsamen Besitz von Vale und BHP Billiton befindet. 19 Menschen starben, als die toxische Schlammlawine Dörfer unter sich begrub und auf einer Länge von 600 km den Rio Doce verseuchte, einen der größten Flüsse Brasiliens außerhalb des Amazonasbeckens.
3. Einer der Hauptgründe von **Entwaldung** ist die Rodung für den Tagebau und für im großen Maßstab betriebenen Bergbau. Zu den Auswirkungen der Tagebauaktivitäten in der Mine von Vale im brasilianischen Carajás gehört die fast vollkommene Zerstörung von Regenwald entlang der 80 m breiten und 890 km langen Schienenstrecke, über die das Erz zum Atlantik transportiert wird.
4. Entwaldung und Lebensraumverlust in vormals unberührten Regionen mit besonders großem Artenreichtum führen zum Verlust von **Biodiversität**.
5. Die **Verkleinerung von Schutzgebieten und die Herabstufung oder der Verlust ihres Schutzgrads** sind ein weiteres Problem im Zusammenhang mit Tagebau. So wurde das Naturreservat Berg Nimba, ein Weltnatur-

erbe in Guinea, um ca. 1.550 ha verkleinert, um die Suche nach Eisenerz zu ermöglichen. Ähnliches kann auch in Meeresschutzgebieten geschehen, da Prospektionsmaßnahmen für die Gewinnung von Metallerzen in Tiefseeböden zunehmen.

6. Undichte Stellen in Bergeteichen und Erosion von Halden können langfristig Böden mit Schwermetallen und anderen Schadstoffe **kontaminieren**.
7. **Acid Mine Drainage (kurz „AMD“, im Deutschen auch saure Minenabwässer genannt)** entsteht durch die sauren Bedingungen in Erzlagern, die auf die natürlich ablaufende Verwitterung von schwefelhaltigen Mineralien zurückzuführen sind. Metalle und andere geologische Materialien lösen sich bei den extrem geringen pH-Werten auf und sickern in das Oberflächen- und Grundwasser.
8. Zu den durch Bergbau entstehenden **Luftemissionen** gehören Schwebeteilchen, Schwefeldioxid und Stickoxide, Kohlenstoffoxide oder Methan, das durch Rodung, Aushub, Transport und Sprengarbeiten entsteht.
9. Tagebau verursacht beträchtliche **Lärmbelastung**, die die Qualität des Lebensraums beeinträchtigt und Tiere wie Menschen unter Stress setzt.

### Treibhausgas(THG)-Emissionen

Bei jedem Schritt im Metallherstellungsverfahren wird direkt oder indirekt Energie eingesetzt. So kommt es entlang der gesamten Lieferkette zu Emissionen von CO<sub>2</sub> und anderen Treibhausgasen. Auf die globale Primäraluminiumindustrie entfiel 2008 nach Schätzungen 1 % der globalen THG-Emissionen, auf die Stahlindustrie etwa 7 % der globalen CO<sub>2</sub>-Emissionen.

### Indirekte ökologische Auswirkungen von Bauxit- und Eisenerzabbau

1. Einer neueren Untersuchung zufolge betrifft die indirekt auf Bergbau zurückzuführende Entwaldung eine 12-mal größere Fläche als die direkt im Zusammenhang mit Bergbau stehende Entwaldung.
2. Es kommt zu Konflikten um Wasser, da Eisenerz- und Bauxitabbau häufig in ariden (trockenen) oder semiariden Gebieten betrieben werden.
3. Während des 20. Jahrhunderts wurden Abbautätigkeiten zunehmend in Entwicklungsländer verlagert. Zwar ging dieser Trend auch mit positiven Wirkungen einher wie etwa wirtschaftlichem Aufschwung, jedoch führte er auch zu Konflikten zwischen Gemeinschaften und indigenen Völkern einerseits und Abbaubetreibern andererseits. Das Recht der auf Kenntnis der Sachlage gegründeten vorherigen Zustimmung (Free Prior and Informed Consent, FPIC) ist in vielen Teilen der Welt außer Kraft gesetzt. Landenteignung und Vertreibungen im Zusammenhang mit Abbautätigkeiten führen häufig zu gewaltsamen Konflikten. Die indische Regierung hat dem britischen Bergbaukonzern Vedanta Resources eine Genehmigung für den Bauxitabbau am Berg Niyamgiri im Bundesstaat Orissa erteilt. Diese Entscheidung, die zu massiven Protesten führte, gefährdet die Lebensgrundlage der Dongria Kondh, einer indigenen Volksgruppe, die den Berg als Heiligtum betrachtet und von den Früchten der Hänge lebt.

**Die Stahlindustrie  
ist der weltweit  
größte industrielle  
Verursacher von  
CO<sub>2</sub>-Emissionen.**

---

## Umweltauswirkungen der Aluminium- und Stahlverarbeitung

1. Lagerung und Management von **Rotschlamm** stellen die Industrie vor ernste Herausforderungen. Die hohe Salzkonzentration des Schlamms führt zu Bodenversalzung. Der hohe Gehalt an Schadstoffen wie Arsen, Quecksilber und Chrom schädigt die menschliche Gesundheit und Landwirtschaft. Im Februar 2018 trat nach einer Überschwemmung, die mit einem Sturm einherging, rot gefärbtes Wasser aus einem Bergedamm von Alunorte aus, der größten Aluminiumoxidraffinerie Brasiliens, die zu Norsk Hydro gehört. Norsk Hydro wies die Ergebnisse einer von der brasilianischen Regierung unterstützten Untersuchung von sich, der zufolge die Aluminiumoxidraffinerie des Unternehmens lokale Gewässer mit Rotschlamm kontaminiert habe.
2. 2013 standen 3 % der weltweiten Stromerzeugung und 1 % der globalen **THG-Emissionen** in Verbindung mit Aluminiumgewinnung und -produktion. Bis zu 80 % der Emissionen insgesamt lassen sich auf den hoch energieintensiven Hall-Heroult-Prozess zurückführen.
3. Die Stahlindustrie ist der weltweit größte industrielle Verursacher von **CO<sub>2</sub>-Emissionen**. Die CO<sub>2</sub>-Emissionen der Industrie gehen größtenteils auf den Einsatz von Koks- und Einblaskohle für die Roheisenerzeugung zurück. Der Einsatz von Kohle in der Roheisenerzeugung erhöht nicht nur die CO<sub>2</sub>-Emissionen, sondern treibt auch die massive Waldvernichtung im brasilianischen Amazonasgebiet voran.

## Änderungen sind notwendig

Angesichts der ständig steigenden Nachfrage nach Stahl und Aluminium besteht ein dringender Bedarf an globalen Strategien zum Management der Umweltauswirkungen von Bergbauaktivitäten. Durch eine Kombination von Richtlinien, Marktinitiativen und technologischen Verbesserungen ist verantwortungsvoller Abbau möglich, zum Beispiel durch ...

1. **Wahrung des Rechts der auf Kenntnis der Sachlage gegründeten vorherigen Zustimmung (Free Prior and Informed Consent, FPIC)**, um die Rechte, Gesundheit und Sicherheit von indigenen Völkern, lokalen Gemeinschaften und Arbeitskräften zu gewährleisten.
2. **Festlegung von strikt geschützten Gebieten („No-go-Areas“) sowie Durchsetzung des Zutrittsverbots und Beachtung der Hierarchie der Schadensminderung** einschließlich Biodiversitäts-Offsets.
3. **Integrierte Planung für Minenstilllegungen**, um von Anfang an negative Auswirkungen auf Umwelt, Gesundheit und Sicherheit zu minimieren.
4. **Management von Umweltverschmutzung, Energieverbrauch und Abfall** mithilfe von vorbildlichen Managementverfahren und von Technologien, die internationalen Standards entsprechen.
5. **Maßnahmen für die indirekten Auswirkungen des Abbaus** in Form von strategischer Raumplanung, z. B. durch Partnerschaften zwischen dem öffentlichen und dem privaten Sektor und die Anwendung eines Water-Stewardship-Rahmenwerks.

6. **Zertifizierung von Best Practices** über Initiativen wie etwa die Initiative for Responsible Mining Assurance (IRMA).

7. **Herstellung von Transparenz**, um Korruption zu verhindern und Initiativen wie die Science Based Targets (SBT) für THG-Emissionen, Global Reporting Initiative (GRI), CDP Water Disclosure oder Initiativen, die Ziele für nachhaltige Entwicklung zu unterstützen.

Nachhaltigkeit basiert auf einem angemessenen Umgang mit Ressourcen und Materialien. Nachhaltiger Konsum spielt eine wesentliche Rolle, um die Übernutzung von Ressourcen sowie ökologische und soziale Auswirkungen zu minimieren. Nachhaltige Entwicklung ist ferner nur aus einer systemischen Perspektive möglich, die die Ressourcennutzung einschließlich ihrer ökologischen Auswirkungen von den wirtschaftlichen Aktivitäten entkoppelt. In diesem Zusammenhang entwickelt sich die **Kreislaufwirtschaft** zu einer Schlüsselstrategie. Ihr Ziel ist es, Ressourcen so lange wie möglich zu nutzen und neue Wege zu finden, Ressourcen, Produktdesign, Produktion und Konsum zu verbinden.

Aluminium und Stahl lassen sich leicht in eine Kreislaufwirtschaft integrieren, da sie ohne qualitative Einbußen immer wieder recycelt werden können. Und es existieren viele positive Wirkungen: Die Erzeugung von Sekundäraluminium erfordert im Vergleich zur Produktion von Primäraluminium lediglich 5 % der Energie und ist mit nur 5% der Emissionen verbunden.

Wiederverwendung und Wiederaufarbeitung (sowie reduzierte Nutzung) sind wichtige Prinzipien des Kreislaufwirtschaftsmodells, wichtiger als Recycling.

## Handlungsaufruf

Der WWF steht für die Bewahrung der biologischen Vielfalt und für eine Zukunft, in der Mensch und Natur im Einklang miteinander leben. Wir sind davon überzeugt, dass Wohlstand auf lange Sicht nur dann möglich ist, wenn im Zentrum all unserer Tätigkeiten das Prinzip der Nachhaltigkeit steht. Daher müssen wir nicht nachhaltige Praktiken überprüfen und Lösungen finden, von denen Menschen, Natur und Volkswirtschaften gleichermaßen profitieren. Die Schaffung einer funktionierenden Kreislaufwirtschaft für die Metall- und Bergbauindustrie könnte als Beispiel für die notwendige Transformation dienen. Sie erfordert auf verschiedenen Ebenen kollaborative, koordinierte Anstrengungen unterschiedlicher Akteure und Interessengruppen. Um mehr Nachhaltigkeit in der Metall- und Bergbauindustrie durchzusetzen,

### **muss die deutsche Regierung ...**

1. ... Richtlinien und Gesetze vorrangig behandeln, die die absolute Ressourcennutzung reduzieren, und die Bevölkerung Deutschlands über die Optionen für Ressourcenschonung, Wiederverwendung und Recycling informieren;
2. ... potenzielle Alternativen zu Aluminium und Stahl durch erneuerbare Ressourcen feststellen und Forschung und Entwicklung fördern, um aus diesen Alternativen wirtschaftlich tragfähige Lösungen zu gewinnen;
3. ... in einem demokratischen und inklusiven Verfahren die deutsche Rohstoffstrategie unter Berücksichtigung der ökologischen und sozialen Kritikalität von Rohstoffen überarbeiten;

4. ... die deutsche Nachhaltigkeitsstrategie als Priorität in allen Bundesbehörden und -abteilungen durchsetzen;
5. ... konkrete und verbindliche Ressourceneffizienzquoten für Aluminium, Stahl und andere mineralische Ressourcen integrieren, um das Ziel des deutschen Ressourceneffizienzprogramms (ProgRes) zu erreichen und die Ressourceneffizienz bis 2020 im Vergleich zum Stand von 1994 zu verdoppeln. Überdies muss sie ein Ziel zur Reduzierung des absoluten Verbrauchs mineralischer Ressourcen in das Programm aufnehmen;
6. ... eindeutige soziale und ökologische Kriterien für den Import mineralischer Ressourcen in die EU festlegen. Überdies: eine rechtlich bindende Vorschrift ausarbeiten, die von Unternehmen und EU-Stellen die Einhaltung der Richtlinie verlangt;
7. ... die Aufnahme von Bauxit und Eisenerz in die EU-Verordnung zu Konfliktmineralien unterstützen, die 2021 in Kraft tritt.. Diese Verordnung berücksichtigt vier kritische Rohstoffe: Zinn, Tantal, Wolfram und Gold. Die Tatsache, dass diese beiden kritischen „Konfliktmineralien“ in der Verordnung unberücksichtigt bleiben, unterminiert weitgehend das Ziel und die Wirkung der Verordnung;
8. ... ökologische und soziale Kritikalität in die Liste kritischer Rohstoffe der EU und in die Rohstoffstrategie aufnehmen;
9. ... bei der Entwicklung oder Aktualisierung von Richtlinien zu mineralischen Ressourcen auf Bundesebene die zentralen Nachhaltigkeitsziele (6, 7, 9, 11, 12, 13, 15<sup>1</sup>) berücksichtigen;
10. ... Unternehmen bei mineralgewinnenden Projekten zu gründlichen Umweltverträglichkeitsprüfungen (UVPs) anhalten, die die Lizenzierungsphase einschließen. Hier sollten auch die indirekten Auswirkungen linearer Infrastruktureinrichtungen berücksichtigt werden.

#### **müssen Investoren ...**

1. ... integrierte ökologische und soziale Kriterien oder Schutzvorkehrungen für alle Schritte der Bergbau- und Metall-Wertschöpfungskette als zwingend vorgeschriebene Entscheidungskriterien für Investitionen bzw. für Verfahren der direkten Finanzierung festlegen;
2. ... Instrumente schaffen, mit denen systematisch analysiert werden kann, welche Unternehmenspraktiken die Grenzen des Planeten berücksichtigen und welche nicht;
3. ... Standards und Richtlinien für Umweltrisikoplanungen und Auswirkungen entwickeln, die bei internen Entscheidungen eingesetzt werden.

#### **müssen Unternehmen ...**

1. ... ihre Risiken, Auswirkungen und Verantwortung mit Bezug auf die Bergbau- und Metall-Wertschöpfungskette feststellen;
2. ... in Zusammenarbeit mit Wissenschaftlern, NROs, Behörden und anderen Akteuren unternehmensspezifische Strategien entwickeln und implementieren, um die besten verfügbaren Verfahren und Technologien zu verbessern;

3. ... gebührende Sorgfalt (Due Diligence) von ihren Lieferanten verlangen, um die Einhaltung von Standards im Bergbau zu gewährleisten;
4. ... relevante Nachhaltigkeitsziele wie etwa Ziele 6, 7, 9, 11, 12, 13 und 15 als Orientierung für Unternehmensplanung und -management aufnehmen;
5. ... die Entwicklung alternativer nachhaltiger Quellen wie etwa Urban Mining anstreben;
6. ... die Ökodesign-Prinzipien einhalten und die Umweltauswirkungen von Produkten während ihres gesamten Lebenszyklus berücksichtigen, um ihre Wiederverwendung, Wiederaufarbeitung, Rückgewinnung und ihr Recycling zu unterstützen;
7. ... erneuerbare Energien verwenden;
8. ... glaubwürdige Zertifizierungssysteme wie IRMA implementieren.

#### **müssen Verbraucher ...**

1. ... den Gesamtverbrauch an Produkten, die mit intensivem Einsatz mineralischer Rohstoffe erzeugt werden, zugunsten umweltfreundlicher Alternativen reduzieren;
2. ... sich über die Herkunft von Produkten informieren (einschließlich der Rohstoffproduktion) und, sofern solche Informationen schwer erhältlich sind, Zugang zu ihnen von Unternehmen verlangen;
3. ... nachhaltige Lösungen für alle Produkte nachfragen und durch ihre Kaufentscheidungen Änderungen von Produkten und Dienstleistungen bewirken;
4. ... über unterschiedliche Kanäle (einschließlich der Verkaufsstellen) Transparenz der Unternehmen einfordern.

## Einführung

Die Weltbevölkerung umfasst mehr als 7 Mrd. Menschen. In ihr wächst zwar das Bewusstsein dafür, dass menschliche Aktivitäten die globale Umwelt beeinflussen. Doch bis 2050 wird die Weltbevölkerung Erwartungen zufolge die 9-Milliarden-Marke erreicht haben, sodass die globale Nachfrage nach wachsendem Lebensstandard die begrenzten natürlichen Ressourcen des Planeten aufs Äußerste belasten wird.

Das Konzept der planetaren Grenzen basiert auf Schwellenwerten für neun biophysikalische Funktionsweisen des Erdsystems. Innerhalb der so definierten Grenzen siedelt der sichere Handlungsspielraum, in dem menschliche Gesellschaften sich entwickeln und gedeihen können. Die Überschreitung der Grenzen hat drastische Folgen: Abbau der Ozonschicht, Verlust der Biosphärenintegrität (Verlust von Biodiversität und Artensterben), chemische Verschmutzung und Belastung durch Chemikalien, Klimawandel, Übersäuerung der Ozeane, Erschöpfung der Süßwasserressourcen, Landnutzungswandel, Störungen biogeochemischer Kreisläufe (Eintrag von Stickstoff und Phosphor in die Biosphäre und Ozeane) und veränderte Zusammensetzung atmosphärischer Aerosole.<sup>2</sup>

Im Laufe der vergangenen sieben Jahrzehnte haben die Auswirkungen menschlichen Handelns auf die natürlichen Prozesse der biophysikalischen Erdsysteme bestimmte planetare Grenzen überschritten.

Der anthropogene Klimawandel, der massenhafte Biodiversitätsverlust und die übermäßige Wasserentnahme erhöhen das Risiko irreversibler Veränderungen der globalen Umwelt mit potenziell gravierenden Folgen für die Menschheit. Um dieser Entwicklung entgegenzuwirken, ist eine globale Transformation, eine Ausrichtung hin zu Nachhaltigkeit unter Berücksichtigung der planetaren Grenzen absolut unabdingbar.<sup>3</sup>

Stahl und Aluminium sind für unsere Zivilisation Metalle, die in Produkten wie Automobilen, Flugzeugen, Turbinen zur Stromerzeugung, in Haushalts- und Elektrogeräten und in Gebäuden Verwendung finden und aus unserem Alltag

*Bei der Fahrzeugherstellung werden große Mengen Stahl und Aluminium verwendet.*



kaum wegzudenken sind.<sup>4</sup> Die Bergbau- und Metallindustrie ist zentral für die Entwicklung jeder Wirtschaft und Gesellschaft. Als Lieferant wichtiger Rohstoffe ist sie mit nahezu jeder Industrie-Wertschöpfungskette verbunden und ermöglicht Handel, Arbeit und Einnahmen.

Die wachsende Weltbevölkerung, das schnelle Wirtschaftswachstum in China und in anderen Entwicklungsländern, die Verbreitung elektronischer Geräte, die Fortschritte bei der Energiegewinnung aus kohlenstoffarmen Trägern sowie mobile Technologien forcieren die Nachfrage nach Metallen.<sup>5</sup>

Der Klimawandel gehört zu den gegenwärtig größten Herausforderungen für die Menschheit. Die Umstellung auf eine global kohlenstoffarme Wirtschaft erfordert eine Umstellung im großen Maßstab, zu der die Implementierung von Technologien für erneuerbare Energieträger gehört. Die gegenwärtig verfügbaren Technologien für erneuerbare Energieträger sind erheblich ressourcenintensiver als Energiesysteme für fossile Energieträger. Lithium, Tantal und Seltenerdmetalle sind einige Beispiele für mineralische Ressourcen, die infolge technologischer Fortschritte und neuer Systeme für erneuerbare Energieträger verstärkt nachgefragt werden.<sup>6</sup> Allerdings sind für den Bau zahlreicher großer Strukturen zum Beispiel zur Erzeugung von Sonnen- oder Windenergie erhebliche Stahl- und Aluminiummengen erforderlich.<sup>7</sup> Der Erfolg der Energiewende hängt daher zu einem großen Teil auch von diesen Mineralen ab. Sie sind ausschlaggebend dafür, ob die durch die globale Entwicklung entstehende Nachfrage nachhaltiger erfüllt werden kann.

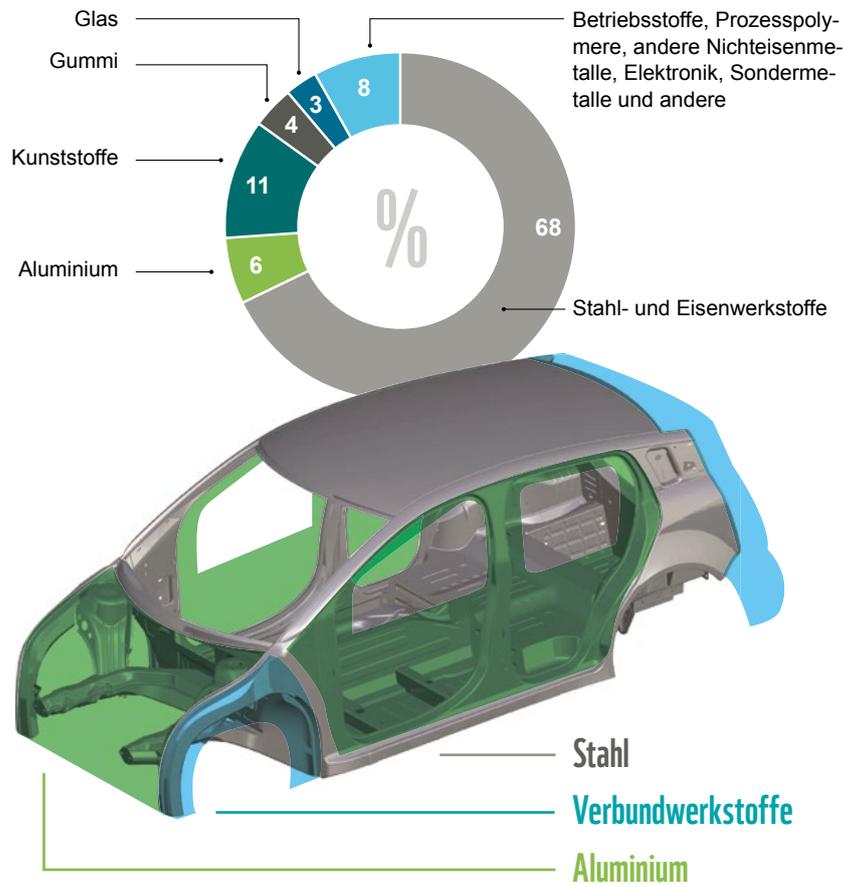
Die Metallexploration und -produktion übt zunehmend Druck auf die Umwelt und auf Gebiete mit hoher Biodiversität entlang der gesamten Lieferketten aus. An den Abbauorten werden Primärhabitats zerstört und Sickerwasser aus Schlammrückhaltebecken und Halden kontaminieren Böden und Grundwasser. Die Trennung von Mineral und Erz und die anschließende Reinigung und Verarbeitung sind höchst energieintensiv und so mit hohen Kohlendioxidemissionen (CO<sub>2</sub>) verbunden, die das Klima belasten. 60 % der von der metallherstellenden und -verarbeitenden Industrie in Deutschland verwendeten Rohstoffe werden importiert.<sup>8</sup> Damit trägt Deutschland erheblich zu diesem steigenden Druck bei.

Deutschland ist die weltweit viertgrößte Volkswirtschaft. Die Automobilindustrie und der Maschinenbau bilden ihr Rückgrat.<sup>9</sup> Fahrzeuge und Automobilteile sind die wichtigsten Exportgüter Deutschlands (407 Mrd. EUR Umsatz im Jahr 2016<sup>10</sup> oder 18,9 % des gesamten Exportwerts 2015), gefolgt von Maschinen (219 Mrd. EUR 2016 Umsatz im Jahr 2016 oder 14,1 % des gesamten Exportwerts 2015).<sup>11</sup> Für beide Branchen sind Aluminium und Stahl grundlegend. Sie werden als Erz, Primärmetall oder Vorprodukte oder als Sekundär(recycelter)rohstoff importiert und von der Aluminium- und Stahlindustrie verarbeitet.<sup>12</sup> Deutschland ist weltweit der drittgrößte Importeur von Primäraluminium. Etwa 40 % seiner Aluminiumproduktion gehen in Exportgüter.<sup>13, 14</sup>

Die Umweltauswirkungen der Metallproduktion entlang der Lieferkette und während eines Lebenszyklus wie etwa der Beitrag zum Klimawandel, Erschöpfung der Wasserressourcen, Bodendegradation und Biodiversitätsverlust werden in zahlreichen wissenschaftlichen Veröffentlichungen behandelt.<sup>15</sup> Einige Organisationen und Veröffentlichungen beschäftigen sich schwerpunktmäßig mit Menschenrechtsverletzungen im Bergbau und mit den Schäden für die Lebensgrundlagen der Menschen vor Ort.<sup>16</sup> Industrieverbände, Organisationen der Zivilgesellschaft, wissenschaftliche Einrichtungen und Bergbauunternehmen

**Deutschland ist weltweit der drittgrößte Importeur von Primäraluminium. Etwa 40 % seiner Aluminiumproduktion gehen in Exportgüter.**

**Abb. 1:**  
Materialzusammensetzung eines durchschnittlichen Autos.  
Quellen: Hagemann & Partner (2017), Booz & Company (2010).



kennen die Herausforderungen im Zusammenhang mit dem Bergbau sowie die Notwendigkeit, verantwortungsvoller zu handeln – nicht zuletzt aufgrund des Drucks, der von Interessengruppen, Politikern und der Zivilgesellschaft ausgeübt wird.<sup>17</sup> Derzeit sehen Verbände der Mineralstoffindustrie freiwillige Best-Practice-Richtlinien vor und es werden Stewardship-Standards entwickelt.<sup>18</sup>

Die Ressourcenpolitik der deutschen Bundesregierung ist in erster Linie darauf ausgerichtet, die langfristige Versorgung der deutschen Wirtschaft angesichts ihrer großen Abhängigkeit von Metallimporten zu sichern. Die ökologischen und sozialen Auswirkungen der Metallgewinnung und -produktion werden als Tatsachen anerkannt, ihnen wird jedoch keine nötige Priorität beigemessen. Stattdessen überlässt man dieses Thema der Entwicklungszusammenarbeit.<sup>19</sup> Die Regierung übernimmt keine Verantwortung dafür, dass die Tätigkeiten und Investitionen deutscher Unternehmen in Drittländern oder der Bezug von Mineralen im Ausland den dort geltenden Gesetzen oder Best Practices für Umweltmanagement und den Menschenrechten entsprechen.<sup>20</sup>

Im Hinblick auf Zinn, Tantal, Wolfram und Gold hat das Europäische Parlament 2017 eine Verordnung<sup>21</sup> angenommen, der zufolge alle Unternehmen, die diese Mineralien aus Konflikt- und Hochrisikogebieten in die EU importieren, ab 2021 als Nachweis der Erfüllung ihrer Sorgfaltspflicht eine Zertifizierung ihrer Lieferketten vorlegen müssen. Diese Verordnung ist weniger ambitioniert als der vom Europäischen Parlament 2015 vorgelegte entsprechende Entwurf. Sie

enthält einige Schlupflöcher, mit deren Hilfe die Unternehmen ihre Verpflichtungen umgehen können. So gilt sie beispielsweise nicht für Importe unterhalb einer bestimmten Mengenschwelle und ist auf vier Mineralien beschränkt. Einige weitere Mineralien, die gleichfalls unter zweifelhaften sozialen und ökologischen Bedingungen gewonnen werden, bleiben unberücksichtigt.<sup>22</sup>

Zu den Umweltauswirkungen in den Lieferketten einiger kritischer Rohstoffe wie etwa Konfliktmineralien<sup>23</sup> in Handys, zu fossilen Energieträgern, zu Konsumgütern und Textilien und vielen anderen sind umfangreiche Informationen verfügbar. Die Akteure in der Bergbau- und Metallproduktionsindustrie kennen die Umweltprobleme, die mit den weit verbreiteten Metallen wie Aluminium, Stahl, Kupfer oder Silber verbunden sind. Die Sensibilisierung der Öffentlichkeit ist in dieser Hinsicht jedoch vergleichsweise gering. Trotz der umfangreichen Forschung liegen der breiten Öffentlichkeit nur wenige Erkenntnisse über die vollständigen ökologischen Auswirkungen der Aluminium- und Stahllieferketten der deutschen Industrie vor. Tatsächlich nehmen die Umweltschäden zu. Gleichzeitig steigt die Bedeutung von Aluminium und Stahl. Nie zuvor bestand daher so dringender Bedarf, Unternehmen, Verbraucher, Politiker und Investoren für

## Bergbau und Menschenrechte

Ein Anteil von etwa 75 % der von Armut betroffenen Weltbevölkerung lebt in Ländern mit großen extraktiven Rohstoffvorkommen.<sup>24</sup> Die extraktiven Industrien gelten weitgehend als zentral für die Bekämpfung von Armut und für das wirtschaftliche Wachstum in Entwicklungsländern. Jedoch ist das wirtschaftliche Wachstum in Ländern mit reichen Rohstoffvorkommen tendenziell besonders gering, es gibt weniger Demokratie und mehr Konflikte als in Ländern mit wenigen natürlichen Ressourcen. Dieses Paradox wird auch „Ressourcenfluch“ genannt.<sup>25</sup>

Im Zusammenhang mit Rohstoffextraktion in Entwicklungsländern wurden weltweit zahlreiche Menschenrechtsverletzungen dokumentiert und gemeldet. Erst kürzlich hat die Max-Planck-Stiftung für Internationalen Frieden und Rechtsstaatlichkeit im Auftrag der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) eine Studie zur Analyse der Menschenrechtsverletzungen im Bergbau weltweit vorgelegt.<sup>26</sup> Einige Menschenrechtsorganisationen haben weitgehende Einblicke und Kenntnisse auf diesem Gebiet und arbeiten an der Verbesserung der Arbeitsbedingungen für im Bergbau tätige Menschen und für lokale Bevölkerungen in den betreffenden Entwicklungsländern. Zu diesen Organisationen gehören Amnesty International<sup>27</sup>, Oxfam<sup>28</sup>, Global Witness<sup>29</sup>, Misereor<sup>30</sup> und Powershift e. V.<sup>31</sup>

In den meisten Fällen besteht ein enger Zusammenhang zwischen ökologischen und sozialen Fragen. Wenn ein Bergbauunternehmen ein ganzes Wassereinzugsgebiet durch Verschmutzung oder übermäßige Wasserentnahme gefährdet, dann ergeben sich daraus nicht nur Umweltprobleme, sondern auch Risiken für die Wasserversorgung privater Haushalte, für die Lebensgrundlagen der Menschen und für die Landwirtschaft. Der Menschenrechtsrat der Vereinten Nationen hat vor kurzem einen Bericht veröffentlicht, in dem die Bedeutung von Ökosystemdiensten und von Biodiversität für die vollständige Achtung der Menschenrechte folgendermaßen beschrieben wird: „Die Verbindungen zwischen Umweltschutz und der vollständigen Achtung der Menschenrechte sind offenkundig, so beispielsweise dann, wenn eine Gemeinschaft sich gegen ein Bergbauunternehmen stellt, das ihr Trinkwasser verschmutzen würde. Aber auch wenn Menschen Teile von Ökosystemen wie etwa bedrohte Arten schützen, deren Vorteile für den Menschen weniger ersichtlich sein mögen (...), dann schützen sie nichtsdestoweniger die Biodiversität, von der wir alle abhängig sind. Sie setzen sich für die ökologischen Menschenrechte ein und verdienen unseren Schutz.“<sup>32</sup> (Übersetzung durch WWF Deutschland)

die Umweltauswirkungen und -risiken in der Lieferkette zu sensibilisieren und auf diese Weise den Weg hin zu einer nachhaltigeren globalen Wirtschaft zu unterstützen.

Dieser Bericht befasst sich mit den Rohstoffimporten der aluminium- und stahlintensiven Sektoren in Deutschland und beschreibt die Umweltauswirkungen, die an den Abbaustätten und während der Produktionsverfahren entstehen. Anschließend werden Möglichkeiten aufgezeigt, wie Unternehmen und Politiker Verantwortung für die ökologischen und sozialen Auswirkungen des Abbaus übernehmen und diese Auswirkungen vermeiden oder reduzieren können. Im letzten Abschnitt werden Investoren, Unternehmen, Verbraucher und die deutsche Regierung aufgefordert, zur Minderung der Umweltschäden und sozialen Auswirkungen durch die Industrien beizutragen, die Aluminium und Stahl aus Deutschland verwenden.

Wir vermitteln mit diesem Dokument zwar einen umfangreichen Überblick, verfolgen aber nicht den Anspruch, sämtliche Fragen und Möglichkeiten zu behandeln. So sind etwa die Umweltaspekte der Produkterzeugung so vielfältig wie die Produkte, für deren Erzeugung Stahl und Aluminium eingesetzt werden. Daher ist eine allgemeine Beschreibung der Produktionsphase im Rahmen dieses Berichts nicht leistbar. Über die hier beschriebenen Möglichkeiten hinaus existieren für Unternehmen unzählige gangbare Wege, deren Beschreibung diesen Bericht ebenfalls sprengen würde – von wirksamen Initiativen einzelner Unternehmen vor Ort bis hin zu neuen und potenziell umwälzenden Entwicklungen (z. B. Blockchain-Technologien), die für größere Transparenz in der gesamten Lieferkette genutzt werden könnten.

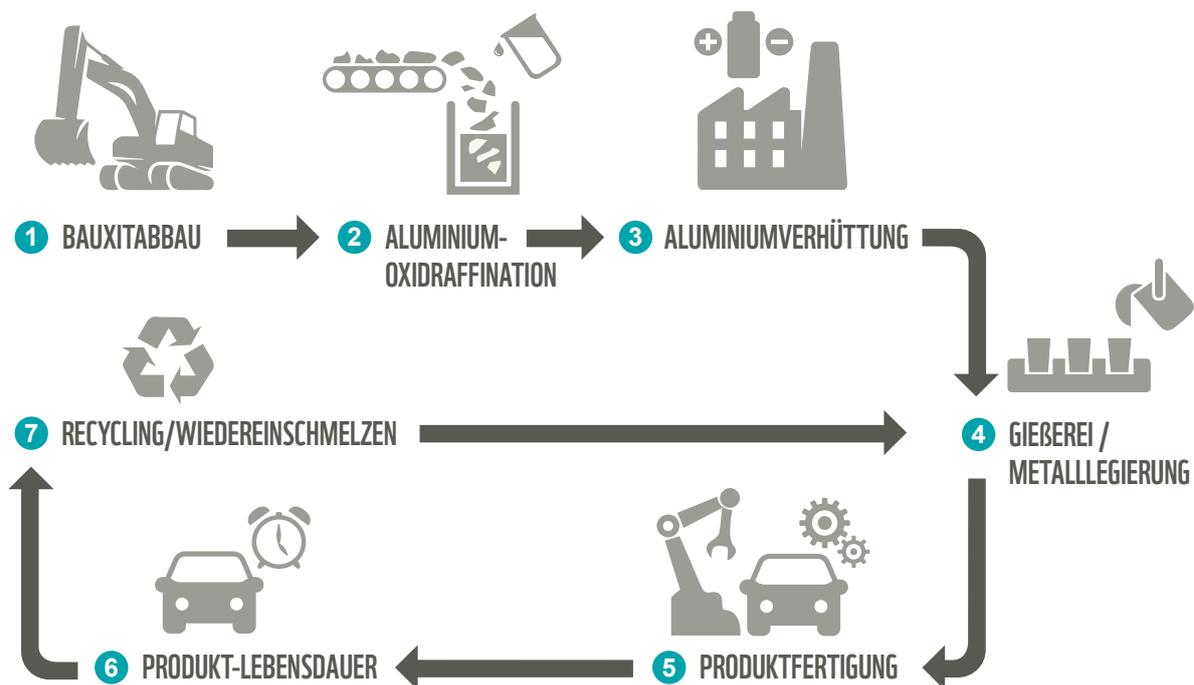
### 3

## Aluminium- und Stahlproduktion

### 3.1 Bauxitabbau und Aluminiumproduktion

Aluminium wird erst seit etwa 150 Jahren kommerziell genutzt. Mittlerweile gehört es zu den am häufigsten verwendeten Metallen – etwa im Transportwesen, Bauwesen, bei Verpackungen und im digitalen Sektor – und ist aus unserem Alltag kaum wegzudenken. Es sind insbesondere folgende Eigenschaften, die Aluminium so geeignet machen für unterschiedlichste Anwendungen: seine geringe Dichte, seine mechanischen Eigenschaften (Langlebigkeit, Flexibilität, Undurchlässigkeit, thermische und elektrische Leitfähigkeit) und seine Korrosionsbeständigkeit.<sup>33</sup>

Aluminium gehört zu den Metallen, die am häufigsten in der Erdkruste vorkommen, ist jedoch aufgrund seiner chemischen Eigenschaften in der Natur nicht in reiner Form zu finden. In der Regel ist Bauxit der Rohstoff für die Gewinnung von Primäraluminium. Etwa 90 % des Bauxits weltweit befinden sich in einem Gürtel rund um den Äquator, 73 % davon in nur fünf Ländern: Guinea, Brasilien, Jamaika, Australien und Indien. Bauxit ist in der Regel in horizontalen Schichten



**Abb. 2:** Vereinfachte Darstellung des Aluminium-Lebenszyklus

unter der Erdoberfläche eingelagert. Die gängigste Methode für den Bauxitabbau ist der Tagebau, wobei eine Deckschicht, der Abraum, über der Bauxitschicht entfernt wird. Dieser Vorgang wird entlang der Mineralschicht fortgesetzt und der Abraum auf einer Kippe gelagert.

Nach der Förderung des Erzes wird das im Bauxit enthaltene Aluminium mithilfe des sogenannten Bayer-Verfahrens in Aluminiumoxid ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) extrahiert. Dafür wird das Bauxit gemahlen, mit konzentrierter Natronlauge vermischt und das Gemisch dann erhitzt. Im Gegensatz zu den anderen Elementen löst sich das

**2013 verbrauchte die Aluminiumindustrie 3 % der globalen Elektrizität und 74 % der vom Industriesektor verwendeten Elektrizität.**

im Bauxit enthaltene Aluminiumtrihydroxid und kann so leicht herausgefiltert werden, wenn das Gemisch abkühlt. Nach der Reinigung mit Wasser und der Trocknung liegt dann das Aluminiumoxid in Pulverform vor. Der Rotschlamm ist ein Nebenprodukt des Bayer-Verfahrens.<sup>34</sup>

Durch elektrolytische Reduktion wird das Aluminiumoxid zu Aluminiummetall verarbeitet. Dabei wird die Verbindung zwischen Aluminium und Sauerstoff mithilfe elektrischer Ströme aufgebrochen. So entsteht flüssiges Aluminium. Für dieses Verfahren, den Hall-Héroult-Prozess, sind immense Elektrizitätsmengen notwendig: 2013 verbrauchte die Aluminiumindustrie 3 % der globalen Elektrizität und 74 % der vom Industriesektor verwendeten Elektrizität.<sup>35</sup> Aus diesem Grund werden Aluminiumhütten stets in der Nähe von Kraftwerken errichtet.

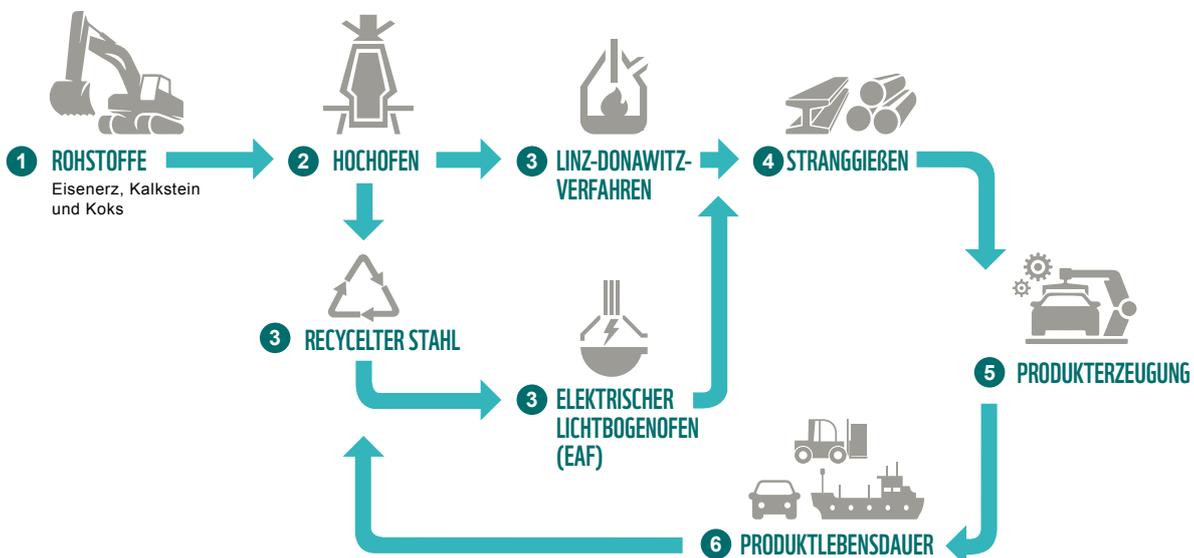
Je nach künftigem Einsatz des Aluminiums wird es dann in Knüppel, Blöcke oder Brammen gegossen, die dann weiterverarbeitet werden. In Deutschland wird der Großteil des Aluminiums (48 %) für den Transport (Fahrzeuge) verwendet, gefolgt vom Bauwesen (15 %) und Verpackungen (10 %).<sup>36</sup>

Aluminium kann immer wieder ohne Qualitätseinbußen oder Verlust seiner Eigenschaften recycelt werden. Für das Recycling von Aluminium zur Erzeugung von sekundärem Aluminium sind nur 5 % der für die Produktion von primärem Aluminium verwendeten Energie erforderlich.

### 3.2 Eisenerzförderung und Stahlproduktion

Stahl ist eine Legierung aus Eisen und anderen Elementen, hauptsächlich Kohlenstoff. Reines Eisen ist relativ weich, kann jedoch durch Kohlenstoff (Gehalt: 0,002 % bis 2,1 %) als Stahl bis zu tausendmal härter sein. Aufgrund seiner hohen Festigkeit und geringen Kosten wird Stahl in unzähligen Bereichen eingesetzt, darunter in Gebäuden, im Infrastrukturbau, in Werkzeugen, Schiffen, Fahrzeugen, Maschinen, Geräten und Waffen, und ist damit das am häufigsten verwendete Metall. Die Stahlherstellung reicht bis in die Antike zurück. Die industrielle Stahlproduktion begann in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts

**Abb. 3:** Vereinfachte Darstellung des Stahl-Lebenszyklus



**Stahl ist so wie  
Aluminium  
weitestgehend  
recyclebar und  
verliert bei  
diesem Schritt  
keine seiner  
Eigenschaften.**

und gehörte zu den entscheidenden Faktoren der industriellen Revolution. Die moderne Stahlproduktion basiert auf den Grundlagen des Bessemer-Verfahrens, bei dem geschmolzenem Eisen durch Sauerstoff Kohlenstoff entzogen wird.

Eisen ist eines der häufigsten Elemente der Erdkruste. Aufgrund der geringen Margen und Kapitalintensität ist Eisenabbau nur im großen Maßstab profitabel und daher auf einige wenige globale Player beschränkt. Der Großteil des Eisenerzes wird im Tagebau in Australien und Brasilien gefördert. Der durchschnittliche Eisengehalt von hochwertigen Erzen beträgt zwischen 60 % bis 65 %.<sup>37</sup>

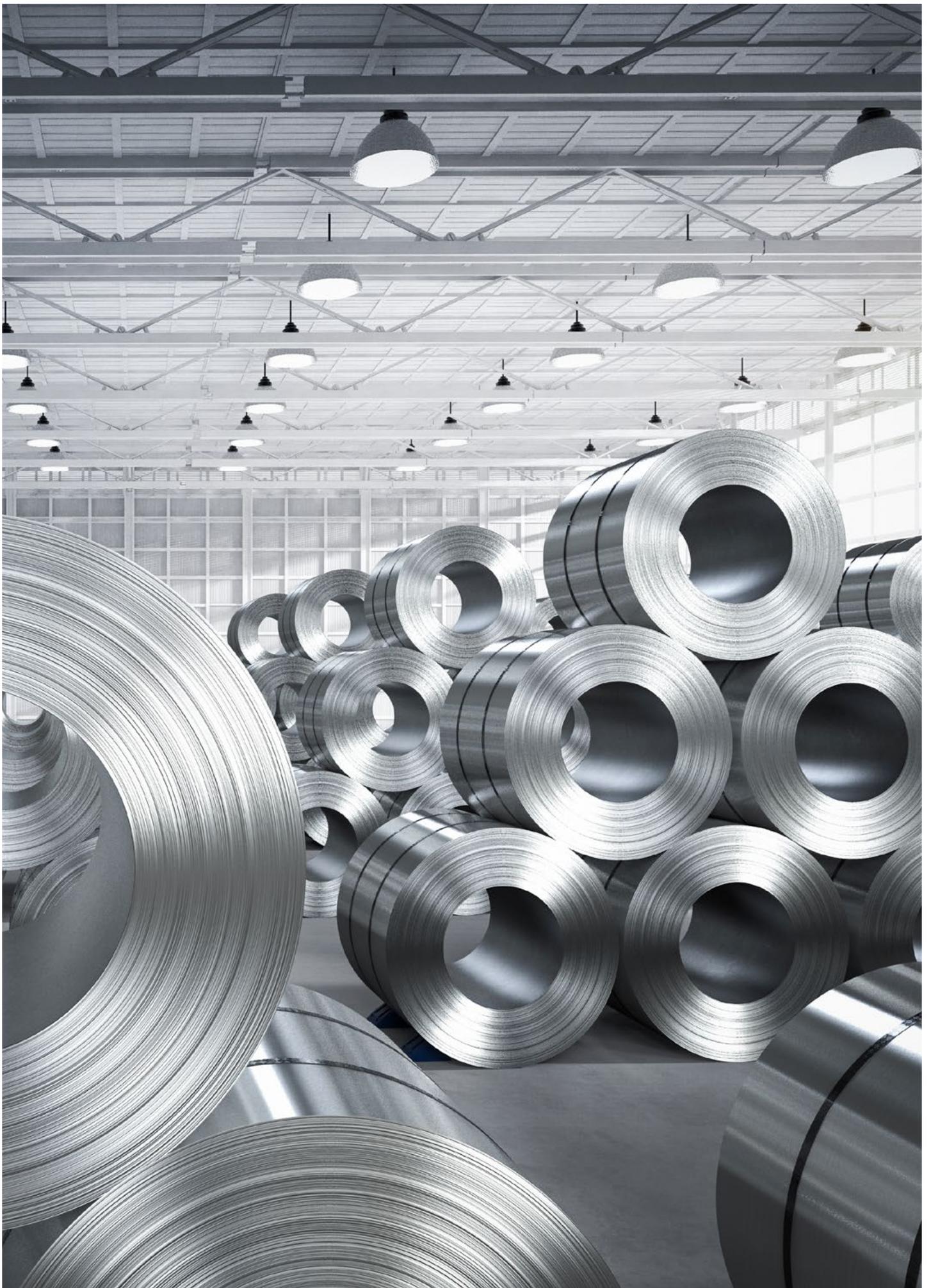
Für die Stahlerzeugung existieren im Wesentlichen zwei unterschiedliche Routen: das Linz-Donawitz-Verfahren („LD-Verfahren“ oder „BOS“) und die Elektrostahlroute (EAF). Das BOS-Verfahren ist am gebräuchlichsten. Es wird bei etwa drei Viertel der globalen und etwa bei etwa 70 % der deutschen Stahlproduktion angewandt.<sup>38</sup> Bei diesem Verfahren wird das Erz zunächst mithilfe von Kokskohle, einem aus Kohle erzeugten Brennstoff, in einem Hochofen geschmolzen. Das so entstandene Roheisen wird in Stahl umgewandelt, indem Kohlenstoff und andere Begleitelemente mithilfe von Oxidation (Sauerstoffblasverfahren) entfernt werden. Das Sauerstoffblasverfahren basiert hauptsächlich auf chemischen Reaktionen im Hochofen. Bei dieser Stahlerzeugungsmethode werden für die Produktion von 1.000 kg Rohstahl durchschnittlich 1.400 kg Eisenerz, 800 kg Kohle, 300 kg Kalkstein und 120 kg recycelter Stahl eingesetzt.<sup>39</sup>

In die Stahlerzeugung mithilfe der Elektrostahlmethode gehen hauptsächlich recycelter Stahlschrott sowie elektrische Energie für das Schmelzen ein. Im elektrischen Ofen, in dem die Erze geschichtet sind, entstehen die hohen Temperaturen für dieses Verfahren durch zwei Elektroden. Bevor geschmolzener Stahl ausgerollt oder zu fertigen Produkten geformt werden kann, wird er im sogenannten Stranggussverfahren zu standardmäßigen Formen – Knüppeln, Blöcken oder Platinen – verarbeitet. Diese werden dann in mehreren Schritten wie Strangpressen, Schmieden und Umformung weiterverarbeitet.

Nach Ablauf des Lebenszyklus von Stahlprodukten stehen Rückgewinnung und Recycling. Stahl ist so wie Aluminium zu 100 % recyclebar und verliert bei diesem Schritt keine seiner Eigenschaften. Recycelter Stahlschrott wird im Linz-Donawitz-Verfahren und im Elektrostahl-Verfahren zur Stahlerzeugung eingesetzt und ist das weltweit am häufigsten recycelte Material. Schätzungen zufolge werden 80 % des global produzierten Stahls recycelt.<sup>40</sup>

*In einem russischen  
Werk überwacht  
ein Arbeiter beim  
Eisenschmelzverfahren  
das heiße flüssige  
Metall, das aus dem  
Hochofen fließt.*





*Zu den gängigsten Aluminium-Walzproduktformen gehören etwa Bleche, Bänder und Folien. Aluminium wird in zahlreichen Branchen für viele moderne Produkte verwendet. Nicht zuletzt aufgrund dieser Vielseitigkeit ist Aluminium heutzutage unverzichtbar.*

## 4 Aluminium und Stahl in der deutschen Wirtschaft

2016 war Deutschland der größte Importeur von Eisen- und Stahlprodukten und zweitgrößter Importeur von Aluminium weltweit.<sup>41</sup> Deutschland ist gleichzeitig die drittstärkste Exportnation, der größte Exporteur von Automobilen und gehört zu den drei wichtigsten Exporteuren von Maschinen, Werkzeug,

Aluminium, Eisen- und Aluminiumprodukten, Zugmaschinen und Schienen, Waffen und sogar Flugzeugen und Raketen<sup>42</sup> 2016 rangierte Deutschland weltweit

Länder	Wert der Importe (in Mio. EUR)			Wert der Exporte (in Mio. EUR)			
	Bauxit	Rohaluminium	Aluminium und Aluminiumprodukte (einschl. Aluminiumhalbzeuge)	Aluminiumhalbzeuge	Maschinen, mechanische Geräte, Atomreaktoren, Industriekessel	Elektromaschinen und Ausrüstung	nicht schienengebundene Fahrzeuge
Welt	3.553	41.816	16.313	66.586	1.699.888	2.085.908	1.218.689
Deutschland	98	4.415	15.124	8.825	201.643	124.451	220.831
USA	198	7.376	16.927	6.591	172.250	151.006	112.552
China	2.256			12.971	310.618	499.823	
Irland	212						
Japan		3.891	6.255				128.124
Hongkong						234.485	

**Tab. 1:** Zahlen für Deutschland und die drei größten Import- und Exportländer von Bauxit und von ausgewählten Aluminiumprodukten und Rohstoffen mit hohem Aluminiumgehalt im Überblick, 2016.<sup>44</sup>

Quelle: International Trade Statistics Trade Map, unterschiedliche Datensätze. Zugriff am 08.11.2017 und 04.12.2017.

Länder	Wert der Importe (in Mio. EUR)				Wert der Exporte (in Mio. EUR)				
	Eisenerz	Roheisen und Stahl	Eisen- und Stahlhalbzeuge	Eisen- und Stahlprodukte	Eisen- und Stahlhalbzeuge	Eisen- und Stahlprodukte	Maschinen, mechan. Geräte, Atomreaktoren, Industriekessel	Elektromaschinen und Ausrüstung	nicht schienengebundene Fahrzeuge
Welt	76.384	47.216	231.835	238.985	225.327	234.139	1.699.888	2.085.908	1.218.689
Deutschland	2.206	2.630	18.190	19.101	16.651	25.653	201.643	124.451	220.831
USA		3.993	16.302	30.355		15.808	172.250	151.006	112.552
China	52.436	5.274				46.888	310.618	499.823	
Japan	6.640				19.580				128.124
Korea	3.662				16.162				
Türkei		4.245							
Italien			10.431						
Frankreich				8.823					
Hongkong								234.485	

**Tab. 2:** Zahlen für Deutschland und die drei größten Import- und Exportländer von Eisenerz und ausgewählten Eisen- und Stahlprodukten sowie von Rohstoffen mit hohem Eisen- und Stahlgehalt im Überblick, 2016.<sup>44</sup>

Quelle: International Trade Statistics Trade Map, unterschiedliche Datensätze. Zugriff am 08.11.2017 und 04.12.2017.

auf Platz 2 hinter China unter den Exporteuren von Eisen- und Stahlprodukten und Aluminium und Aluminiumprodukten.<sup>43</sup>

Der Importanteil der deutschen Metallerzeugungs- und -verarbeitungsindustrie ist mit über 60 % im Vergleich zu einem Importanteil von 34,8 % für alle Waren im Jahr 2015 hoch.<sup>46</sup> Im Hinblick auf Metallerze beträgt der Importanteil unglaubliche 99,7 %.<sup>47</sup> Deutschland baut seit 1992 selbst keine Nichteisenerze ab. Daher musste 2015 die deutsche Metallindustrie trotz einer hohen Recyclingrate von Basismetallen einen erheblichen Anteil an Rohstoffen und Zwischenerzeugnissen auf den internationalen Rohstoffmärkten beschaffen.<sup>48</sup> Die Wertschöpfung der Verarbeitung vom Rohmaterial zum fertigen Produkt ist immens. Tabellen 1 und 2 zeigen die Abhängigkeit der exportorientierten deutschen Wirtschaft vom Import von Stahl, Aluminium und ihren Erzen.

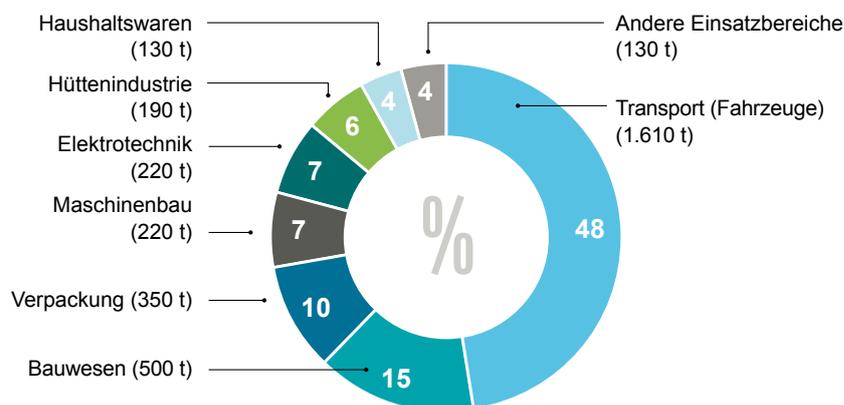
## 4.1 Aluminium

### 4.1.1 ... in Deutschland

2016 hat Deutschland etwa 2,2 Mio. t Bauxit und etwa 845.000 t Aluminiumoxid als Einsatzstoffe für die Erzeugung von Aluminiumoxid bzw. Primäraluminium sowie mehr als 2,7 Mio. t legiertes und nicht legiertes Rohaluminium importiert.<sup>49</sup> 52 % der gesamten Aluminiumerzeugung Deutschlands stammten 2016 aus recyceltem (oder sekundärem) Rohaluminium.<sup>50</sup>

### Verwendung von Aluminium in der deutschen Industrie

**Abb. 4:**  
Verwendung von Aluminium  
in der deutschen Industrie.  
Quelle: Angelehnt an  
WVM 2017a, S. 7



Das wichtigste Herkunftsland für nach Deutschland importiertes Aluminiumoxid ist Jamaika mit einem Anteil von 39 %, gefolgt von den Niederlanden (19 %), Irland (17 %), Spanien (8 %) und Frankreich (5 %). Primäraluminium (legiert und nicht legiert) kam hauptsächlich aus den Niederlanden (21 %), der russischen Föderation (15 %), Norwegen (12 %) und Großbritannien (9 %).<sup>51</sup>

2016 wurden 546.806 t Aluminium in den vier wichtigsten Hütten in Deutschland produziert. Im gleichen Jahr wurden 595.265 t Sekundäraluminium produziert.<sup>53</sup> Drei dieser vier in Deutschland tätigen Aluminiumhütten gehören zu Trimet Aluminium SE, dem größten Aluminiumhersteller des Landes. Trimet produziert

**GUINEA**

**95 %**

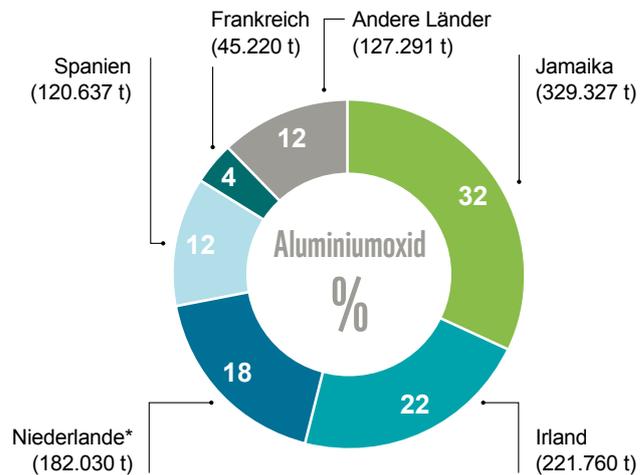
(2.121.122 t)

## Bauxit-Herkunftsländer, aus denen Deutschland importiert

**Abb. 5:**

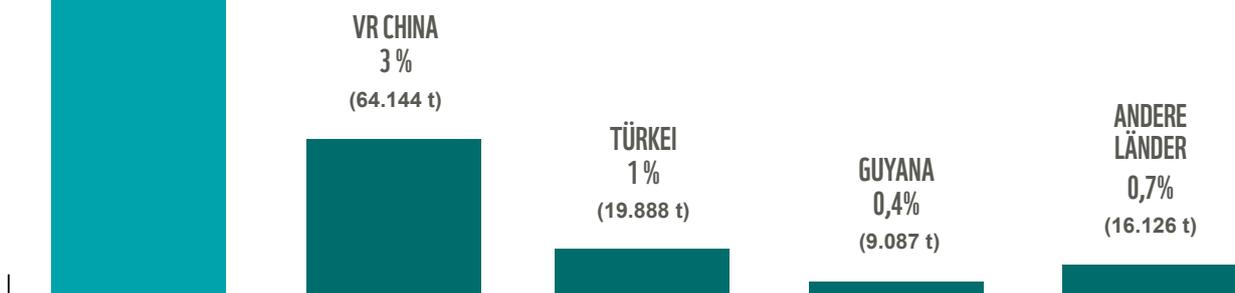
Wichtigste Herkunftsländer, aus denen Deutschland 2016 Bauxit importiert hat.  
Quelle: Destatis 2017

## Aluminiumoxid-Herkunftsländer, aus denen Deutschland importiert



**Abb. 6:**

Die wichtigsten Herkunftsländer, aus denen 2016 Deutschland Aluminiumoxid und -hydroxid und legiertes und nicht legiertem Rohaluminium importierte.<sup>52</sup>  
Quelle: Destatis 2017



Primär- und Sekundäraluminium, gegossene Aluminiumerzeugnisse sowie Automobilteile und Komponenten für Elektrotechnik und Maschinenbau.

Die vierte und größte Aluminiumhütte in Deutschland, Rheinwerk in Neuss, wird von Norsk Hydro ASA betrieben, einem der größten Global Player in der Aluminiumindustrie. Norsk Hydro betreibt außerdem Recyclingwerke und Schmelzöfen.

#### 4.1.2 ... und im globalen Kontext

Guinea ist zwar nicht der größte Bauxitproduzent, hat jedoch die weltweit größten Bauxitlagerstätten, gefolgt von Australien, Brasilien, Vietnam, Jamaika und Indonesien. Die größten Bauxit produzierenden Länder waren 2016 Australien, China, Brasilien, Indien und Guinea.<sup>54</sup>

**Tab. 3:**  
Wichtige Bauxit produzierende Länder und ihre Bauxitreserven, 2016.  
Quelle: USGS 2017

Region	Zahlen in Mio. t	
	Bergbauproduktion 2016	Reserven
Guinea	19,7	7.400
Australien	82	6.200
Brasilien	34,5	2.600
Vietnam	1,5	2.100
Jamaika	8,5	2.000
Indonesien	1	1.000
China	65	980
Guyana	1,6	850
Indien	25	590

Die Exploration der Bauxit- und Eisenerzreserven Guineas wurde durch die anhaltende politische Instabilität des Landes und durch mangelnde Infrastruktur begrenzt. Hinzu kommt, dass der Elektrizitätssektor deutlich unterentwickelt ist und nicht den Ansprüchen der energieintensiven Bergbaubranche genügt.<sup>55</sup> Erst in jüngster Vergangenheit wurden die Bergbautätigkeiten wiederholt durch Aufstände, ausgelöst durch Proteste gegen Stromsperrungen und fehlende Arbeitsstellen und Dienste, unterbrochen.<sup>56</sup>

Die globale Aluminiumindustrie dominieren einige große Unternehmen. Insbesondere entwickeln sich chinesische Unternehmen entsprechend der wachsenden Bedeutung Chinas im globalen Aluminiumsektor zu zentralen Akteuren auf diesem Markt. Ein Drittel der Upstream- (vom Abbau bis zur Produktion) und der Midstreamaktivitäten (Transport und Handel) der Aluminiumwertschöpfungskette ist vertikal integriert, mit anderen Worten, die hier tätigen Unternehmen kontrollieren mehr als einen Abschnitt in der Wertschöpfungskette.<sup>57</sup> Das spiegelt sich in der Besitzstruktur der größten Bergbauunternehmen, Aluminiumraffinerien und -hütten wider: Wie aus Tabelle 4 hervorgeht, sind zahlreiche Unternehmen große Player in mehr als einem Abschnitt der Wertschöpfungsketten. Einzel- und Kleinbergbau haben im Aluminiumsektor eine marginale Bedeutung.<sup>58</sup> Die meisten der weltweit größten Bauxitminen befinden sich im gemeinsamen Besitz mehrerer Unternehmen und privat-öffentlicher Joint Ventures.

Bauxit		Aluminiumoxid		Rohaluminium	
Unternehmen	Produktion (Mio. t)	Unternehmen	Produktion (Mio. t)	Unternehmen	Produktion (Mio. t)
Rio Tinto (GB)	44,2	Chalco (China)	16,4	Hongquiao (China)	5,9
Alcoa (USA)	28,5	Xinfa (China)	12,6	RUSAL (Russland)	3,7
South32 (Australien)	17,2	RUSAL (Russland)	12,2	Rio Tinto (GB)	3,6
Alumina Ltd. (AWC) (Australien)	16,9	Hongquiao (China)	9,6	Xinfa (China)	3,2
Chalco (China)	13,5	Rio Tinto (GB)	8	Chalco (China)	3
RUSAL (Russland)	12	Alcoa (USA)	7,7	EGA (VAE)	2,5
Norsk Hydro (Norwegen)	12	Norsk Hydro (Norwegen)	5,6	Alcoa (USA)	2,4
Regierung Guineas	7,9	South 32 (Australien)	5,3	SPIC (China)	2,3
National Aluminium Co. (Indien)	7,3	Alumina Ltd. (AWC) (Australien)	5,1	East Hope (China)	2,1
Vale (Brasilien)	6,6	Jingjiang Group (China)	4,8	Norsk Hydro (Norwegen)	2,1

**Tab. 4:**

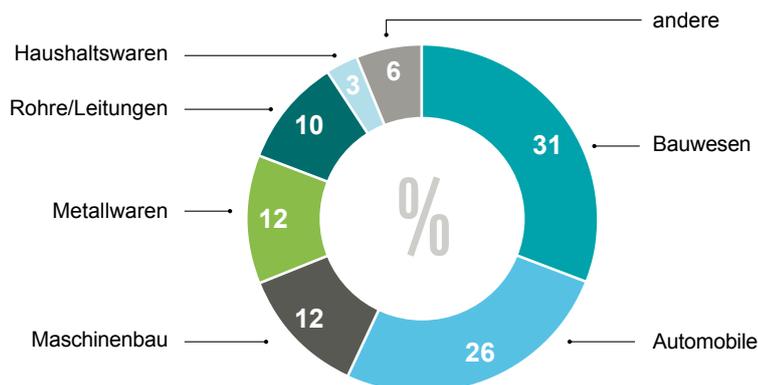
Die wichtigsten Bauxit-abbau- und Aluminiumoxid-, -hydroxid und Rohaluminium produzierenden Unternehmen nach Produktionsvolumen (2016). In mehr als einem Segment der Wertschöpfungskette tätige Unternehmen sind farbig markiert.  
 Quellen: SNL 2017<sup>59</sup>, Young et al. 2016, Rusal 2016.

## 4.2 Stahl

### 4.2.1 ... in Deutschland

Die Nachfrage Deutschlands nach Eisenerz belief sich 2016 auf etwa 41,3 Mio. t und war ausschließlich durch Import gedeckt.<sup>60</sup> 2015 entfiel ein Anteil von 89 % der Erzimporte Deutschlands auf Eisenerz.<sup>61</sup> Die importierte Kokskohle hatte ein Volumen von 12,3 Mio. t. 11,7 Mio. t Koks wurden 2015 in Deutschland in der Stahlproduktion eingesetzt.<sup>62</sup> Außerdem dienten weitere 568.000 Tonnen importiertes Roheisen als Eingangsmaterial für die Rohstahlproduktion. Die Importmengen von Roheisen und Stahl zur weiteren Verarbeitung beliefen sich auf etwa 760.000 t und Importe von legiertem Stahl auf etwa 925.000 t. Die Halberzeugnis-Importe waren mit 17,3 Mio. t Eisen, 4,2 Mio. t nicht legierter Stahlhalbzeuge und 2,1 Mio. t Rohstahl und Edelstahl-Halbzeug hoch.<sup>63</sup> 43 % der gesamten Rohstahlerzeugung Deutschlands stammten 2015 aus recyceltem Material.<sup>64</sup>

### Stahlnachfrage nach Branchen



**Abb. 7:**

Stahlnachfrage der deutschen Industrie nach Sektor.  
 Quelle: angelehnt an WV Stahl 2017, S. 7

2016 deckte Deutschland 51 % seines Eisenerzbedarfs durch Einfuhren aus Brasilien, 17 % aus Kanada, 13 % aus Schweden, 7 % aus Südafrika und 4 % aus der Ukraine ab.<sup>65</sup>

**Tab. 5:**  
Herkunft des 2016 nach Deutschland importierten Eisenerzes und gesamte Produktion und Reserven der Herkunftsländer.  
Quelle: Destatis 2017, USGS 2017.

Region	Zahlen in Mio. t		
	nach Deutschland importiertes Eisenerz	gesamte nationale Produktion	gesamte nationale Reserven
Brasilien	21,1	391	23.000
Kanada	6,9	48	6.000
Schweden	5,5	25	3.500
Südafrika	3	60	1.200
Ukraine	1,6	58	18.000
Andere Länder	3,2	1.648	118.300

Kokskohle wurde hauptsächlich aus Australien (49 %), den USA (24 %), Kanada (12 %) und Russland (10 %) eingeführt. Von den mehr als 55 Mio. Tonnen auch für Kokskohleerzeugung verwendeten Kohle, die nach Deutschland importiert wurde, kamen 32 % aus Russland und 20 % aus Kolumbien.<sup>66</sup> Unter den Ländern Lateinamerikas verfügt Kolumbien über die größten Kohlereserven.

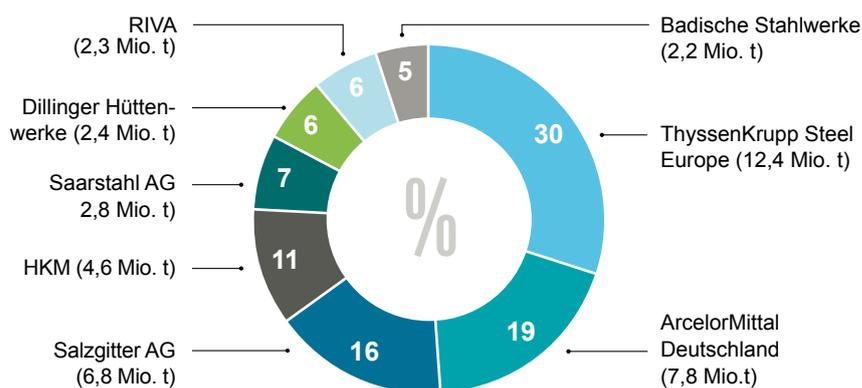
Brasilien spielt als größter Lieferant von Eisenerz eine wichtige Rolle als Roh-eisenlieferant (18 %) und insbesondere als Lieferant von nicht gewalzten Stahl-Halbzeugen (52 %). Jedoch sind EU-Länder die wichtigsten Lieferanten von Halbzeugen und von Edelstahl. 2016 wurden 17,3 Mio. t Stahl-Halbzeuge und 2,1 Mio. t Edelstahl zur Weiterverarbeitung nach Deutschland importiert.

2015 produzierte Deutschland 30 Mio. t Rohstahl über das Linz-Donawitz-Verfahren und 12,6 Mio. t über die Elektrostahlroute.<sup>67</sup> 2015 war Deutschland nach China, Japan, Indien, den USA, Russland und Korea der siebtgrößte Stahlproduzent und innerhalb der EU mit einem Anteil von 25 % an der Rohstahlproduktion der größte Produzent vor Italien und Frankreich.<sup>68</sup>

2015 wurden in Deutschland 7,5 Mio. t Edelstahl produziert.<sup>69</sup> Edelstähle sind legierte oder unlegierte Stähle mit besonderem Reinheitsgrad. Häufige Legierungs-

### Größte Rohstahlproduzenten in Deutschland (2015)

**Abb. 8:**  
Größte Rohstahlproduzenten in Deutschland im Jahr 2015.  
Quelle: angelehnt an WV Stahl 2017



komponenten sind Chrom, Nickel, Molybdän, Vanadium oder Mangan. Durch diese Legierungsmetalle gewinnt der Stahl bestimmte Eigenschaften, insbesondere wichtig sind dabei Korrosions- und Hitzebeständigkeit sowie Härte.

**Tab. 6:**  
Die gängigsten in der Edelstahlproduktion verwendeten Legierungsmetalle sowie die Eigenschaften, die Stahl durch sie gewinnt.  
Quelle: OECD 2012, BaP 2017.

Legierungsmetall	Eigenschaften von Stahl
Zinn	Schutzschicht für Stahl (Verpackungen von Speisen und Getränkedosen)
Nickel	Korrosionsbeständigkeit (z. B. bei Säuren und Salzwasser)
Zink	erhöhte Korrosionsbeständigkeit
Molybdän	Hitze- und Korrosionsbeständigkeit, höhere Schweißbarkeit von Stahl im Bauwesen
Vanadium	bessere Verarbeitungsfähigkeit, extreme Härte für hochfeste Stähle
Mangan	höhere Stärke
Wolfram	extreme Härte für Hochgeschwindigkeitsstahl

#### 4.2.2 ... und im globalen Kontext

Die global abgebaute Eisenerzmenge belief sich 2016 auf 2.230 Mio. t, gleichzeitig wurden 1.150 Mio. t Roheisen und 1.600 Mio. t Rohstahl produziert.<sup>70</sup> Einige Unternehmen aus der Stahlbranche wie Arcelor Mittal oder Tata Steel sind zwar vertikal integriert, jedoch spielt vertikale Integration eine deutlich geringere Rolle

**Tab. 7:**  
Wichtige Eisenerz, Roheisen und Rohstahl produzierende Länder und ihre Eisenerzreserven 2016.  
Quelle: USGS 2017, BGS Commodities & Statistics online tool (Daten für 2015)  
<https://www.bgs.ac.uk/mineralsuk/statistics/wms.cfc?method=searchWMS>.

2016	Angaben in Mio. t			
	Bergbau- produktion	Reserven	Roheisen- produktion	Rohstahl- produktion
Welt	2.230	170.000	1.150	1.600
Australien	825	52.000	3,6*	4,9*
Brasilien	391	23.000	25	30
China	353	21.000	685	800
Indien	160	8.100	62	83
Russland	100	25.000	52	70
Südafrika	60	1.200	7*	7,6*
Ukraine	58	6.500	24	25
USA	41	3.000	23	80
Südkorea	0,4 *	Keine Informationen	45	67
Deutschland	0,5*	Keine Angaben	28	44
Japan	–*	Keine Angaben	81	105

\*) 2015

als in der Aluminiumindustrie. Aufgrund der geringen Margen, die mit der Eisenerzförderung erzielt werden, ist der Sektor im Vergleich zur Stahlproduktion weniger diversifiziert. Nur einige wenige Unternehmen betreiben Eisenerzminen. 2016 produzierten die zehn wichtigsten Unternehmen in der Eisenerzförderung gemeinsam 54 % des Eisenerzes weltweit. Im Vergleich dazu wurden 28 % des

Stahls weltweit von den zehn wichtigsten Stahl produzierenden Unternehmen erzeugt (siehe Tabelle 8).

**Tab. 8:**  
Die 15 weltweit wichtigsten Eisenerz- und Stahlproduzenten und ihre Produktionsvolumen im Jahr 2016.  
*Quellen: USGS 2017, SNL 2017<sup>1</sup>, World Steel Association 2017.*

**2016 produzierten die zehn wichtigsten Unternehmen in der Eisenerzförderung gemeinsam 54 % des Eisenerzes weltweit.**

Unternehmen		Eisenerzproduktion 2016 (Mio. t)	kumulativer Anteil an globaler Produktion
Globale Produktion		2.230	
1	Vale (Brasilien)	346,2	15,5
2	Rio Tinto (GB)	262,8	27,3
3	BHP Billiton (Australien)	215,3	37
4	Fortescue Metals (Australien)	156,7	44
5	ArcelorMittal (Luxemburg)	49,6	46,2
6	Mitsui & Co. (Japan)	40,9	48
7	Metallinvest (Russland)	37,3	49,7
8	Hancock Prospecting (Australien)	32	51,2
9	Kumba Iron Ore (Südafrika)	31,2	52,6
10	Metinvest (Niederlande)	30,1	53,9
11	Luossavaara-Kiirunavaara (Schweden)	26,4	55,1
12	Cleveland-Cliffs (USA)	26,4	56,3
13	Companhia Siderúrgica Nacional (Brasilien)	25,7	57,4
14	National Mineral Development Corporation (Indien)	25,3	58,6
15	Steel Authority of India (Indien)	22	59,6

Unternehmen		Stahlproduktion 2016 (Mio. t)	kumulativer Anteil an globaler Produktion
Globale Produktion		1.600	
1	ArcelorMittal (Luxemburg)	95,5	6
2	China Baowu (China)	63,8	10
3	HBIS (China)	46,2	12,8
4	NSSMC (Japan)	46,2	15,7
5	POSCO (Südkorea)	41,6	18,3
6	Shagang (China)	33,3	20,4
7	Ansteel (China)	33,2	22,5
8	JFE Steel (Japan)	30,3	24,4
9	Shougang (China)	26,8	26
10	Tata Steel (Indien)	24,5	27,5
11	Shandong Steel (China)	23	29
12	Nucor (USA)	22	30,3
13	Hyundai Steel (Südkorea)	20,1	31,6
14	Maanshan Steel (China)	18,6	32,8
15	Thyssenkrupp (Deutschland)	17,2	33,8

# 5

## Ausblick in die Zukunft

### 5.1 Trends im globalen Stahl- und Aluminiumsektor

Die Stahlindustrie ist ebenso wie die Aluminiumindustrie seit 2000 stark gewachsen, hauptsächlich aufgrund des wirtschaftlichen Wachstums in Entwicklungsländern, allen voran in China. Dieser Trend wird wahrscheinlich nicht langfristig bestehen, und eine ähnliche Entwicklung mit vergleichbarer Geschwindigkeit ist bei anderen Entwicklungsländern nicht zu erwarten.<sup>72</sup>

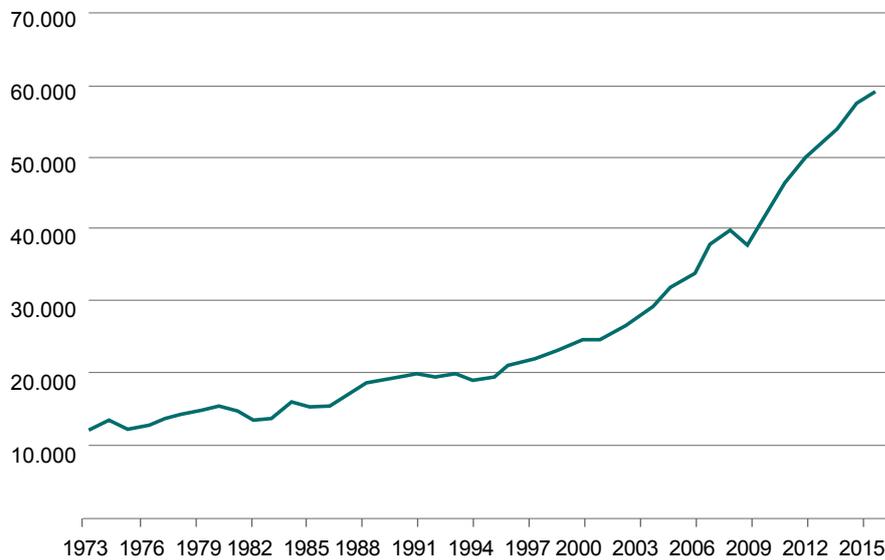
*Die gängigsten Materialien für Verkleidungen moderner städtischer Gebäude sind Stahl, Edelstahl und Aluminium.*

Seit 2015 kam es aufgrund von Überproduktion zu Überkapazitäten auf den weltweiten Stahlmärkten. China wurde aufgrund seiner Subventionen von nicht profitablen Anlagen heftig kritisiert und schloss daraufhin kleinere und unrentable Werke.<sup>73</sup> Aufgrund der rückläufigen Nachfrage innerhalb von China gehen einige Schätzungen davon aus, dass die Überkapazitäten mindestens noch einige Jahre lang bestehen bleiben.<sup>74</sup>



**Abb. 9:**  
Die jährliche weltweite  
Stahl- und Primär-  
aluminiumproduktion seit  
1950 bzw. seit 1973.  
*Quelle: World Steel  
Association 2017, World  
Aluminium 2017.*

## Globale Produktion von Primäraluminium in Tsd. t



## Weltweite Stahlproduktion in Mio. t



Die Recyclingraten von Aluminium sind mit einem Anteil von in die Produktion eingehendem Sekundäraluminium von 48 % in Deutschland<sup>75</sup> und von 30 % global<sup>76</sup> hoch. Dabei ist die Verfügbarkeit von recycelbarem Material in der Regel der begrenzende Faktor. Der Prozentsatz des in die Rohstahlproduktion eingehenden Stahlschrotts belief sich 2016 auf 34 %.<sup>77</sup> Den Schätzungen der World Steel Association werden jährlich 80 % des wiederverwendbaren und recyclingfähigen Stahls recycelt und die Verfügbarkeit von Stahlschrott wird weltweit wahrscheinlich mittel- und langfristig steigen.<sup>78</sup>

## 5.2 Die Rolle von Stahl und Aluminium bei der Minderung der Auswirkungen des Klimawandels

Auf der UN-Klimakonferenz von 2015 in Paris kamen alle 196 Teilnehmer überein, koordinierte internationale Maßnahmen gegen den Klimawandel zu ergreifen, der eine der größten Herausforderungen des 21. Jahrhunderts darstellt. Zum Pariser Abkommen gehört das langfristige Ziel, die globale Erwärmung bis zum Ende des Jahrhunderts auf weniger als zwei Grad Celsius im Vergleich zu den vorindustriellen Werten zu beschränken und Anstrengungen zu unternehmen, die Erwärmung auf 1,5 Grad Celsius zu begrenzen.<sup>79</sup> Zum Erreichen dieser Ziele müssen die THG-Emissionen bis 2030 um 40 Prozent unter dem Niveau von 2010 und bis 2050 auf 55 % reduziert werden.<sup>80</sup> Um Klimaneutralität bis 2050 zu erreichen, muss Deutschland die THG-Emissionen um mindestens 95 Prozent relativ zu 1990 reduzieren.<sup>81</sup>

In diesem Kontext besteht das Ziel der Energiewende darin, bis 2050 ein zu 100 % auf erneuerbaren Energien basierendes Energiesystem zu schaffen<sup>82</sup> – mit langfristigen Folgen für die Stahl- und Aluminiumindustrie in Hinblick auf Nachfrage, Produkte und Produktionsverfahren.

Die Vision der klimaverträglichen Gesellschaft („Low Carbon Society“) basiert auf Energieeffizienz-Maßnahmen, dem Ausstieg aus fossilen Energieträgern Kohle, Erdöl und Erdgas, dem Ausbau erneuerbarer Energiequellen in der Elektrizität und im Verkehr sowie auf umweltfreundlicher Produktion. Die Entwicklung kohlenstoffarmer Technologien für Wind- und Solarenergie und Energiespeicherung wird auch Einfluss auf die Rohstoffmärkte haben, da die massive Verlagerung auf kohlenstoffarme Technologien sich nicht nur auf seltene Erden auswirkt, sondern u. a. auch auf Aluminium, Kupfer, Silber, Eisen und Blei.<sup>83</sup>

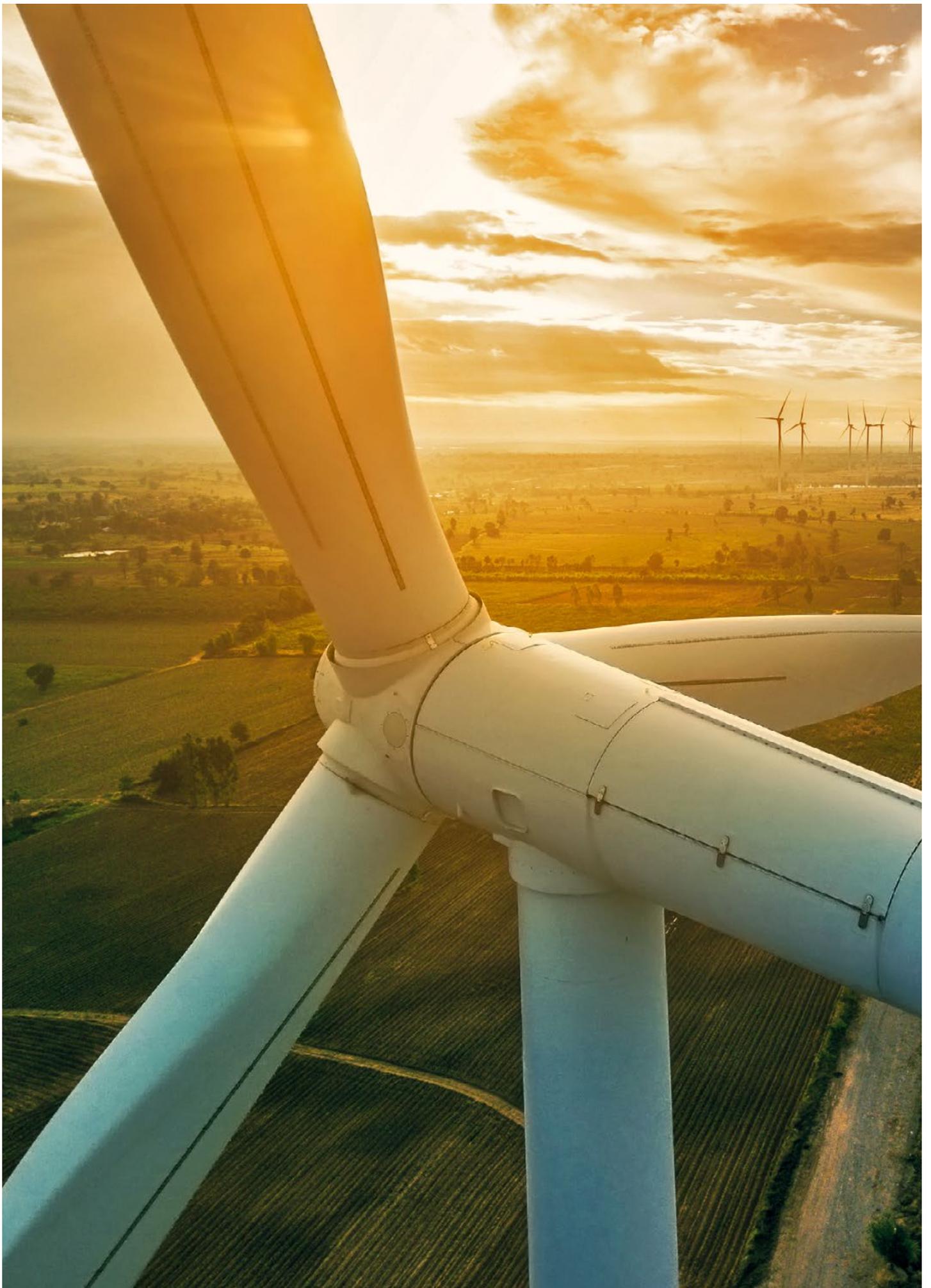
Stahl und Aluminium sind kritisch für die Erzeugung erneuerbarer Energien.

In der Bau- und Automobilbranche könnte die Nachfrage nach Stahl aufgrund eines Trends hin zu einer leichteren Bauweise von Fahrzeugen und Gebäuden durch die Nutzung leichterer Materialien oder durch Reduzierung des Stahlanteils beim Design zurückgehen.<sup>84</sup> Höhere Energieeffizienz im Verkehrssektor wird durch Gewichtsreduzierung und durch den Einsatz leichterer Materialien wie Aluminium erreicht.<sup>85</sup>

Die Stahl- und Aluminiumindustrie wird eine wichtige Rolle dabei spielen, die Auswirkungen des Klimawandels zu mindern, bleibt jedoch ein größerer Verursacher von THG-Emissionen. Wenn diese Industrien von einer Umstellung auf alternative Energiesysteme profitieren sollen, dann sollte die genaue Prüfung und Überholung ihrer Produktionsverfahren ein integraler Bestandteil ihrer Aufgaben sein.

## 5.3 Trends bei der Beschaffung

Mit hoher Wahrscheinlichkeit wird die Produktion von Primäraluminium und Stahl wachsen. Selbst wenn die Recyclingraten steigen und immer mehr Aluminium und Stahl zurück in die Produktion geführt werden, bleibt die Verfügbarkeit von Schrottmittel begrenzt. Der Mineralabbau in bestehenden Bergbaustätten wird wahrscheinlich zunehmen, neue Bergbaubetriebe werden eröffnet und neue Quellen erschlossen.



*Stahl und Aluminium sind kritisch für die Erzeugung erneuerbarer Energien. Beispielsweise erfordern Wind- und Solaranlagen bis zu 90-mal mehr Aluminium als konventionelle Energiesysteme.*

**Selbst wenn die Recyclingraten steigen und immer mehr Aluminium und Stahl zurück in die Produktion geführt werden, bleibt die Verfügbarkeit von Schrottmittel begrenzt.**

---

### **Tiefseebergbau**

Eisenerz (nicht aber Aluminium) lässt sich auch durch Tiefseebergbau zu gewinnen. Empfindliche Tiefseeökosysteme, die global wichtige Reservoirs für Biodiversität bilden und kritische Ökosystemdienstleistungen bereitstellen (wie Kohlenstoffbindung, Nährstoffkreislauf, Lebensräume und Fischereiresourcen) wären dann durch Tiefseebodenbergbau bedroht.<sup>86</sup> Herkömmliche Verfahren zur Reduzierung der Begleiterscheinungen des Abbaus sind in der Tiefsee aufgrund der langsamen Erholung der Systeme wenig erfolgversprechend.<sup>87</sup>

Die Internationale Meeresbodenbehörde (ISA), die für das Management des Bergbaus in internationalen Gewässern zuständig ist, hatte laut Stand vom November 2017 27 Mineral-Explorationslizenzen mit 15-jährigen Laufzeiten für internationale Tiefseeebenen vergeben.<sup>88</sup> Deutschland hält seit 2006 eine Explorationslizenz für Mangan im Pazifik und seit 2015 für Sulfide im Indischen Ozean.<sup>89</sup> Im August 2017 genehmigte die neuseeländische Umweltschutzbehörde den Abbau von Eisen in der South Taranaki Bight vor der neuseeländischen Küste. Den Erwartungen zufolge wird der Export von Eisenerz von dieser Abbaustätte nach Asien 2020 beginnen.<sup>90</sup>

### **Urban Mining**

Urban Mining ist ein Konzept, das unter anderem vom Umweltbundesamt als Strategie der Kreislaufwirtschaft (siehe Abschnitt 7.1) gefördert wird. Urban Mining bezieht sich auf die Rückgewinnung von anthropogenen Rohstoffen, wie etwa vom Bau, von Fahrzeugen, elektronischen Geräten oder Mülldeponien.<sup>91</sup>

Ein herausragendes Beispiel ist Elektroschrott, der große Mengen an wertvollen Materialien wie Gold und Silber enthält und meistens nicht recycelt wird. In einer Studie von 2012 wurde festgestellt, dass für die weltweite Produktion elektronischer Waren jährlich 320 t Gold und über 7.500 t Silber eingesetzt werden. Dies entspricht zusammengenommen einem Wert von 21 Mrd. US-Dollar. Nur 15 % des Gesamtwerts werden zurückgewonnen.<sup>92</sup>

Urban Mining ist auch deswegen ein vielversprechendes Konzept, weil sich Länder wie Deutschland mit dem Gebrauch nationaler Ressourcen (Wagen, Gebäude etc.) vom Import unabhängiger machen können.<sup>93</sup>

## 6 Umweltauswirkungen entlang der Lieferketten

**Zwar bestehen quantitative und qualitative Unterschiede bei den ökologischen Auswirkungen der Aluminium- und Stahl-Lieferketten. Die wichtigsten Auswirkungen jedoch sind vergleichbar.**

Abschnitt 3 vermittelt einen Überblick über die Lebenszyklen von Aluminium und Stahl. Zum Lebenszyklus eines Produkts gehören die vor- und die nachgelagerten Bereiche der Lieferkette. Das heißt, dass zu den Lebenszyklusfaktoren vom Produktionsverfahren bis zum Verlassen des Werks (Upstream)

auch die (Downstream-)Verwendung und Entsorgung des Produkts sowie die Wiederverwendung und das Recycling gehören. Durch die Lebenszyklusperspektive gelangen neben den Umweltauswirkungen der vorgelagerten Verfahren auch nachgelagerte ökologische (oder soziale) Auswirkungen ins Blickfeld. Hier sind die entscheidenden Faktoren nicht Produktion oder Transport, sondern Produktdesign, Materialien etc. Durch eine solche Perspektive können also zusätzliche Möglichkeiten gefunden werden, die ökologischen Auswirkungen unternehmerischer Aktivitäten festzustellen. Die Lebenszyklusperspektive ist für die Planung einer Kreislaufwirtschaft relevant (siehe Abschnitt 7).

Im Gegensatz dazu befasst sich die konventionelle Perspektive auf die Lieferkette mit der Abfolge von Verfahren im Zusammenhang mit der Produktion und Verteilung eines Produkts, lässt jedoch seine Verwendung und sein Lebensende außer Acht. Der folgende Abschnitt konzentriert sich auf die ökologischen Auswirkungen der im herkömmlichen Sinne vorgelagerten Lieferketten für Aluminium und Stahl.

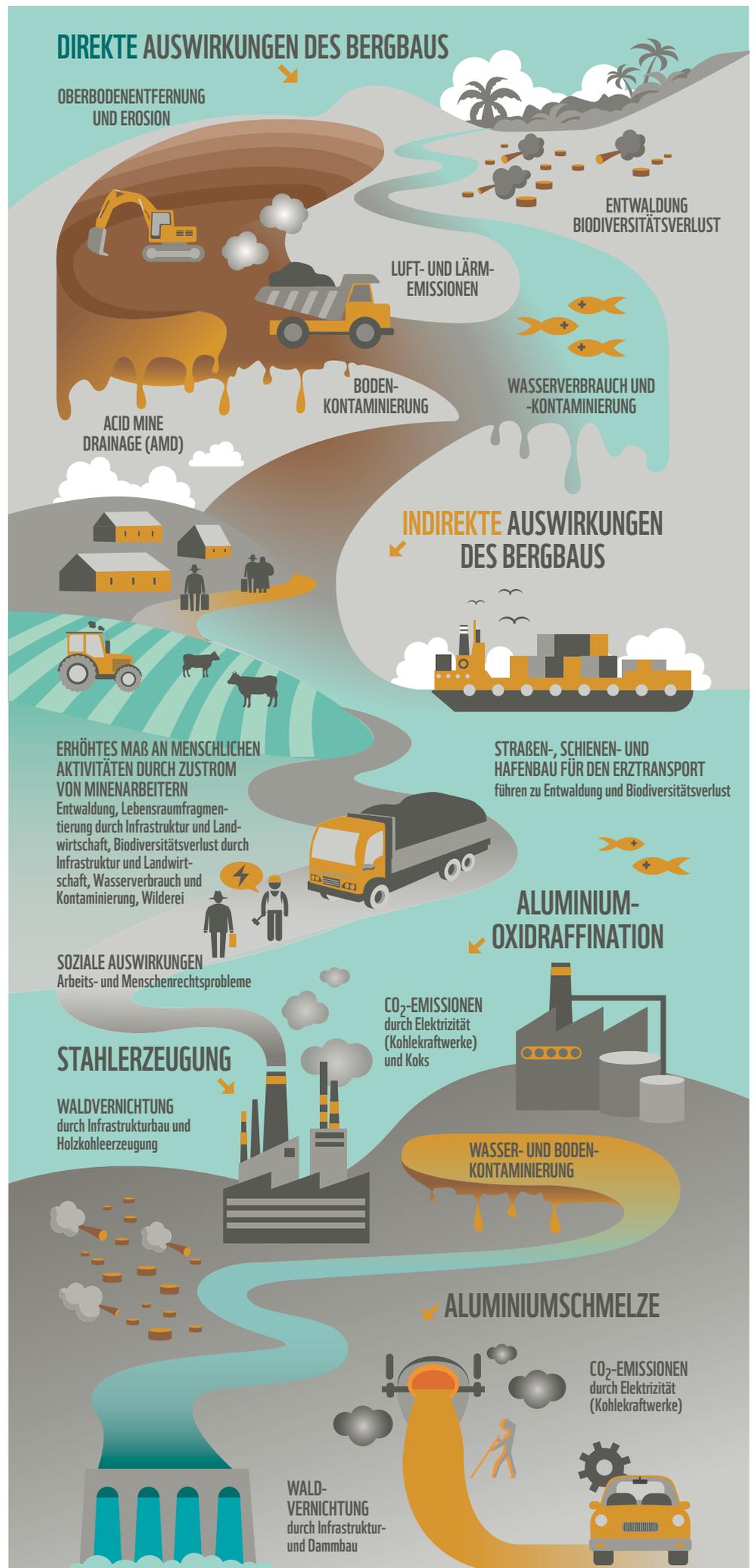
Je nach Materialien und Verfahren bestehen quantitative und qualitative Unterschiede bei den ökologischen Auswirkungen der Aluminium- und Stahl-Lieferketten. Jedoch sind die wichtigsten Auswirkungen von Abbau und Verhüttung bei zahlreichen Metallen vergleichbar, einschließlich bei Aluminium und Stahl. Die folgenden Abschnitte enthalten Beschreibungen und einen Überblick über einige typische Auswirkungen der Aluminium- und Stahl-Lieferketten und stellen dabei gegebenenfalls relevante Unterschiede heraus.

### Treibhausgas(THG)-Emissionen

Bei jedem Schritt des Metallproduktionsverfahrens wird direkt oder indirekt Energie eingesetzt. Je nach Energieträger werden dadurch entlang der gesamten Lieferkette CO<sub>2</sub> und andere Treibhausgase freigesetzt. Auf die globale Primäraluminiumindustrie entfiel 2008 Schätzungen zufolge 1 % der globalen GHG-Emissionen<sup>94</sup>, auf die Stahlindustrie, die gemessen am Produktionsvolumen deutlich größer ist, etwa 7 % der globalen antropogenen CO<sub>2</sub>-Emissionen.<sup>95</sup>

In der Abbauphase wird Energie aus fossilen Trägern für die Bergbaufahrzeuge und die Förderbänder innerhalb der Mine gebraucht. Auch für den Transport des Erzes von der Abbaustätte zur Raffinerie oder Hütte wird in der Regel fossile Energie genutzt. Raffination und Schmelzen erfordern immense Mengen an Energie und Elektrizität und verursachen dadurch THG-Emissionen (siehe unten). Und schließlich wird auch für den Transport zur abschließenden Verarbeitung und für die Produktionsverfahren selbst Energie verwendet, sodass auch an dieser Stelle indirekt THG-Emissionen verursacht werden.

**Abb. 10:**  
Beispiele für die wichtigsten  
Umweltauswirkungen  
in den Aluminium- und  
Stahl-Lieferketten





## 6.1 Direkte Auswirkungen des Bergbaus

Im Hinblick auf ihre negativen ökologischen Auswirkungen lassen sich große Bergbauprojekte nur von den gigantischen Wasserkraftwerken übertrumpfen.<sup>96</sup> Schon seit Jahrtausenden betreibt der Mensch Bergbau. Einige Minen aus römischer Zeit kontaminieren noch heute mit sauren Minenabwässern (AMD) die Umwelt.



### 6.1.1 Wasser

Die Ressource Wasser ist für den Bergbau von immenser Bedeutung und spielt eine wichtige Rolle für die Mineralverarbeitung, Metallgewinnung, Reinigung, für das Pumpen und die Beförderung, Kühlung und Staubkontrolle. Auf den Bergbau entfallen Schätzungen zufolge etwa 2–4,5 % der durchschnittlichen nationalen Wassernutzung.<sup>97</sup> Da die Vorkommen an hochgradigen Eisenerzen erschöpft sind, extrahiert die Industrie zunehmend Erze mit geringerem Eisengehalt, die pro Tonne extrahiertem Erz die Nutzung größerer Wassermengen erfordern.<sup>98</sup> Bergbautätigkeiten beeinträchtigen die Wasserquantität und -qualität je nach den Bedingungen vor Ort im unterschiedlichen Maße.

Die Auswirkungen eines Bergbauprojekts auf die lokale und regionale Wasserversorgung hängen in erster Linie vom Klima ab und ob andere Nutzer um Wasser konkurrieren. Die Grundwasserentnahme für den Bergbau kann wegen des sinkenden Grundwasserspiegels die Wasserversorgung aller Nutzer, bis hin zur völligen Erschöpfung der Wasserressourcen, in Mitleidenschaft ziehen. Änderungen der Bodendurchlässigkeit durch Rodung und Tagebau können ebenfalls die Grundwasseranreicherung reduzieren, da sie zu Oberflächenabfluss und zu geringerer Versickerung ins Grundwasser führen. Weitere Bergbauaktivitäten, die das Abflussverhalten ändern und den Oberflächenabfluss erhöhen können, sind Dammbau, Niederschlagswassermanagement und Flussumleitungen.<sup>99</sup>

Im September 2017 warnte Norsk Hydro seine Kunden vor Bauxit-Lieferengpässen, nachdem es aufgrund des trockenheitsbedingten Wassermangels zu Problemen bei den Absetzsystemen an der brasilianischen Bauxitmine Mineração Rio do Norte gekommen war.<sup>100</sup>



Die Einleitung von Grubenwasser in die Umwelt, das Einsickern von bergbaulichen Abfällen in den Boden und in Oberflächenwasser, Risse in Deponiebecken oder das unkontrollierte Ableiten von Regenwasser verschmutzen Wasserressourcen oder zerstören Wasserlebensräume. Bergbau verschmutzt das Wasser durch Schwebstoffe, gelöste Feststoffe oder durch Gewässerversauerung aufgrund von sauren Grubenwässern (AMD). Abgesehen von den unmittelbaren Folgen wie Fischsterben kann die Wasserverschmutzung weiterreichende Konsequenzen haben. Sie kann das Trinkwasser von Unterlieger-Gemeinschaften kontaminieren und langfristig Wälder und natürliche Lebensräume zerstören.

Schwebstoffe im Wasser hängen mit Erosionen aufgrund von Störungen des natürlichen Bodenzustands zusammen. Sie können Wasserlebensräume ändern oder sogar zerstören und sind für Fische giftig. Zu den gelösten Feststoffen zählen Schwermetalle, die auf AMD, abgebautes Erz und Abraumhalden oder kontaminiertes Wasser von der Abbaustätte zurückgehen und für die Gewässerfauna hoch toxisch sind. Über Bioakkumulation reichern sie sich in der Nahrungsmittelkette an.

**Auf den Bergbau entfallen Schätzungen zufolge etwa 2–4,5 % der durchschnittlichen nationalen Wassernutzung.**

Am 5. November 2015 brachen in der Nähe von Mariana, einer Stadt im brasilianischen Bundesstaat Minas Gerais, die Dämme eines Absetzbeckens, das etwa 50 Mio. Kubikmeter Schlamm aus Eisenerztagbau enthielt, der sich im gemeinsamen Besitz von Vale und BHP Billiton befand. Die toxische Schlammlawine vernichtete ganze Dörfer, führte zu 19 Todesfällen und verseuchte auf einer Länge von 600 km den Rio Doce, einen der größten Flüsse Brasiliens außerhalb des Amazonasbeckens. Der Schlamm zerstörte das Plankton, die Algen, Bachflohkrebe und andere Lebensformen, die die Grundlage der Nahrungsmittelkette bilden, im Doce und in zwei Flüssen in der Nähe des Damms. Dilma Rousseff, die damalige Präsidentin Brasiliens, bezeichnete den Dambruch auf dem Klimagipfel in Paris als „die schlimmste Umweltkatastrophe in der Geschichte Brasiliens“.<sup>101</sup>

Im Februar 2018 trat nach einer Überschwemmung infolge eines Sturms rotes Wasser aus einem Bergedamm von Alunorte aus, der größten Aluminiumoxidraffinerie Brasiliens, die zu Norsk Hydro gehört. Norsk Hydro wies die Ergebnisse einer von der brasilianischen Regierung unterstützten Untersuchung von sich, der zufolge die Aluminiumoxidraffinerie des Unternehmens lokale Gewässer mit Rotschlamm kontaminiert habe. Behörden wiesen das Unternehmen an, die Fördermengen bis zur Lösung des Problems um 50 % zu senken. Im Mai 2018 war diese Anweisung noch nicht aufgehoben.<sup>102</sup>



### 6.1.2 Biodiversitätsverlust

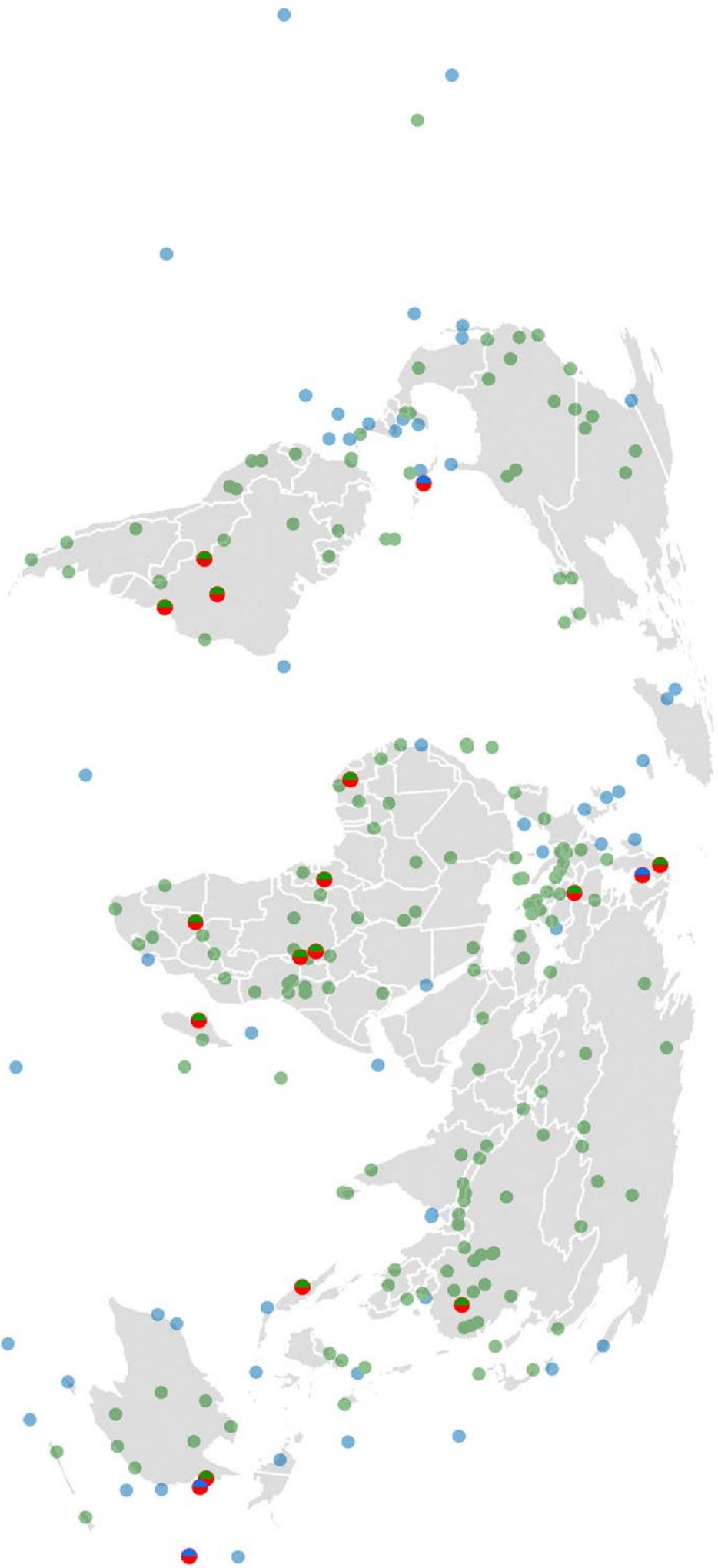
Biodiversitätsverlust als direkte und indirekte Folge von Bergbau ist zumeist verbunden mit Rodung und der sich ihr anschließenden Entwaldung, die in oft unberührten Gebieten Lebensraum zerstört. Mit der Einrichtung von Schutzgebieten lässt sich Biodiversitätsverlust vorbeugen. Sie ist von zentraler Bedeutung für die weltweiten Anstrengungen, die Biologische Vielfalt zu erhalten. Jedoch steigt die Verlustrate der Biologischen Vielfalt trotz der seit 1970 stetigen flächenmäßigen Erweiterung ausgewiesener Schutzgebiete weiterhin dramatisch.

*Eisenerzabbau in Pilbara, eine Region in Westaustralien mit einigen der größten Abbaustätten weltweit.*



## Weltnaturerbestätten (WHS)

- Bedrohte WHS an Land (14)
- Bedrohte WHS im Meer (4)
- An Land (182)
- Im Meer (60)



**WWF-SIGHT**  
Conservation Intelligence

Abb. 11: Eisenerz- und Bauxitaluminiumabbauprojekte und -konzessionen, die sich mit Weltnaturerbestätten überschneiden.<sup>109</sup> Quelle: WWF-Sight Conservation Intelligence 2018

Einer Untersuchung aus dem Jahr 2013 zufolge überschritten sich global 0,14 % der untersuchten Bauxitminen und 1,48 % der Eisenerzminen mit Schutzgebieten an Land, die in die Weltdatenbank zu Schutzgebieten eingetragen waren<sup>103</sup>, der umfangreichsten globalen Datenbank für Schutzgebiete, die mithilfe von Kennzeichnungen der IUCN (Union für die Erhaltung der Natur und der natürlichen Hilfsquellen) kategorisiert sind. Global lagen 0,63 % der Bauxit- und 7,62 % der Eisenerzminen innerhalb eines 10-km-Radius von einem Schutzgebiet entfernt.<sup>104</sup> Betrachtet man die Regionen, die für die Versorgung der deutschen Wirtschaft mit Rohstoffen relevant sind, dann zeigt sich, dass sich in Afrika 1,53 % der Bauxitminen mit Schutzgebieten überschneiden und sich 3,05 % innerhalb einer Distanz von 10 km zu einer Mine befinden. 2,01 % der Eisenerzminen Südafrikas liegen innerhalb eines Schutzgebiets und 9,23 % innerhalb eines Radius von 10 km von einem Schutzgebiet entfernt.<sup>105</sup> Betrachtet man die Gesamtheit aller Metalle, so lagen 44 % der größeren Metallbergwerke Afrikas innerhalb eines Schutzgebietes oder innerhalb eines Radius von 10 km von einem Schutzgebiet entfernt. In Asien und Südamerika betrug dieser Anteil etwa 25 %.<sup>106</sup>

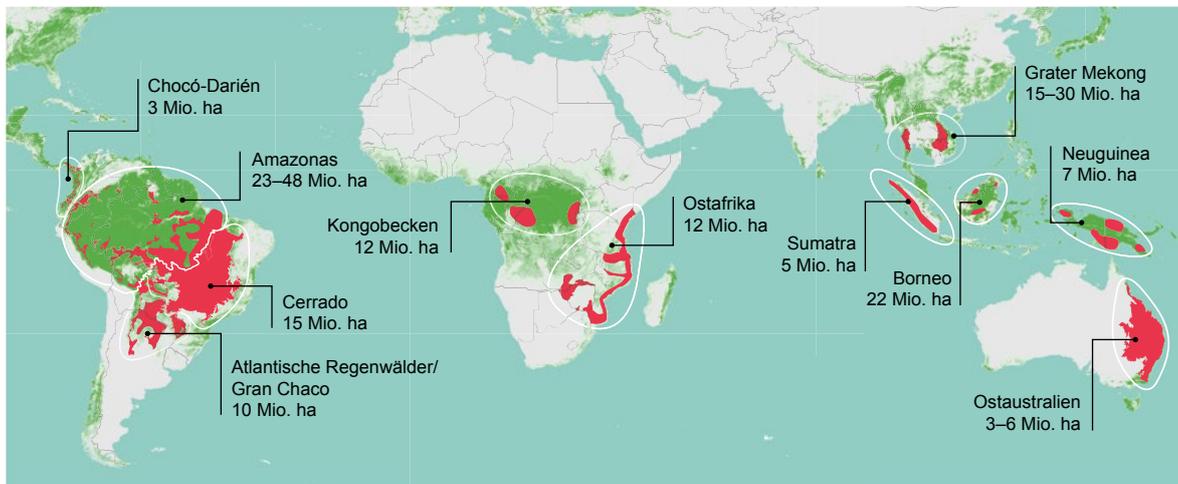
Eine andere Untersuchung kam 2015 zu dem Ergebnis, dass für 38 % der Weltnaturerbestätten Bergbaukonzessionen, für 22 % Konzessionen für die Förderung von Öl und Gas ausgestellt worden waren und in 5 % Bergbautätigkeiten stattfanden. Insgesamt finden innerhalb der Grenzen von 70 Weltnaturerbestätten – dies entspricht einem Anteil von 31 % – extraktive Tätigkeiten unterschiedlicher Art statt.<sup>107</sup>

Die in Abbildung 11 enthaltenen Daten von 2018 zeigen, dass von den weltweit 242 Weltnaturerbestätten gegenwärtig 18 von Bauxit- oder Eisenerzabbauprojekten oder -konzessionen bedroht oder betroffen sind.<sup>108</sup>

Schutzgebiete liegen tendenziell höher, haben größere Gefälle, eine geringere primäre Produktivität und/oder geringeren wirtschaftlichen Wert.<sup>110</sup> Mit anderen Worten: Sie befinden sich in Landschaften, die nicht unter Flächenumwandlungsdruck stehen, selbst wenn sie ungeschützt sind.<sup>111</sup> Erzlager einiger wichtiger Metalle liegen wie Schutzgebiete tendenziell in weniger zugänglichen Gebieten und ebenfalls in höheren Lagen. Der Anstieg der Metallnachfrage und der Preise führt dazu, dass Abbauaktivitäten auf Gebiete mit häufig bemerkenswert hoher Biodiversität ausgeweitet werden, in denen zuvor kein Abbau betrieben wurde. Der Bergbau führt zu Verkleinerung von Schutzgebieten und zur Herabstufung oder Verlust ihres Schutzgrads. Insofern hat er sich als echte Bedrohung für einige Schutzgebiete erwiesen.<sup>112</sup> So wurde das Naturreservat Berg Nimba, ein

## Die 11 Entwaldungsfronten

Die Hälfte der tropischen Wälder der Erde wurde im vergangenen Jahrhundert zerstört. Wenn sich die Zerstörung in diesem Umfang fortsetzt, dann werden dem WWF Living Forests-Modell zufolge bis 2030 eine bis zu 170 Mio. ha große Waldfläche zusätzlich abgeholzt und große Waldflächen geschädigt. Die Entwaldung konzentriert sich größtenteils an elf Fronten, Orte, auf die über 80 % des Waldverlustes entfallen, der für den Zeitraum bis 2030 global prognostiziert wird. Im letzten Jahrzehnt ist die Entwaldungsrate im Amazonasgebiet gesunken, bleibt jedoch alarmierend hoch. Nirgendwo auf der Erde wird gegenwärtig vergleichbar viel Wald vernichtet. Brasilien ist für die Hälfte der Entwaldungen im Amazonas verantwortlich. Gleichzeitig steigt auch die Entwaldung des in Bolivien und Peru liegenden Amazonasgebiets.



**Abb. 12:** Die elf Entwaldungsfronten mit erwarteten Verlusten, 2010–2030, 2015 WWF Living Forest Report

Weltnaturerbe im Dreiländereck von Guinea, Liberia und der Republik Côte d'Ivoire um ca. 1.550 ha verkleinert, um die Suche nach Eisenerz zu ermöglichen.<sup>113, 114</sup>

2012 erteilte die Regierung von Guinea Bergbaulizenzen für eine Fläche von 115.260 km<sup>2</sup> ihres gesamten nationalen Territoriums, das eine Fläche von insgesamt 245.860 km<sup>2</sup> hat.<sup>115</sup> Der Nationalen Direktion für Wasser und Wälder von Guinea zufolge sind mindestens 115.000 km<sup>2</sup> des nationalen Territoriums Schutzgebiete.<sup>116</sup> Daraus ergibt sich, dass 131.000 km<sup>2</sup> des nationalen Territoriums, eine Fläche, die nicht viel größer ist als die für Bergbau vorgesehene Fläche, nicht geschützt sind. Überschneidungen von Schutzgebieten und Bergbaustätten sind daher sehr wahrscheinlich.



Die Eisenerzmine Carajás in Brasilien ist die größte der Erde. Vale, der Betreiber, eröffnete die S11D-Eisenerzmine 2017 nur 50 km südlich von der Carajásmine. Geplant war eine Verdoppelung der Eisenerzproduktion. Beide Minen befinden sich innerhalb des Carajás National Forest. Die Aktivitäten des Unternehmens, darunter Kupfer-, Mangan- und Goldabbau, beanspruchen 3 % des Waldes, der eine Fläche von etwa 4.000 km<sup>2</sup> hat.<sup>117</sup> Eine Studie aus dem Jahr 2014 kam zum Ergebnis, dass allein im Amazonas Bergbauinteressen für Gebiete registriert waren, von denen sich 34.117 km<sup>2</sup> in streng geschützten Gebieten und 281.443 km<sup>2</sup> in Gebieten befanden, die indigenes Land sind.<sup>118</sup>

Angesichts der zunehmend intensiven Prospektionsmaßnahmen auf der Suche nach Metallerzen in Tiefseeböden werden sich wahrscheinlich die Konflikte zwischen Bergbauinteressen und Bestrebungen um den Erhalt der Biodiversität künftig auch auf Meeresschutzgebiete ausdehnen.



### 6.1.3 Boden

Bodenkontaminierung ist ein anhaltendes von Bergbau verursachtes Problem, das noch lange nach einer Sanierung fortbestehen kann. Tagebau ist mit dem Aushub immenser Mengen unter der Oberfläche liegender Materialien verbunden. Diese können Schwermetalle und andere Schadstoffe enthalten und potenziell die Bodenoberfläche kontaminieren. Bergbauabfälle wie Bergematerial, taubes Gestein, Schlacken und Schlamm werden in der Regel auf offenen Halden oder in Bergebecken gelagert. Wenn solche Becken brechen oder Risse bekommen oder

## Schutzgebiete

Der Schutzstatus wird Gebieten aufgrund ihres anerkannten natürlichen, ökologischen oder kulturellen Werts zugewiesen. Schutzgebiete sind für die Bewahrung der Biodiversität und intakter natürlicher Ökosysteme wesentlich. Sie dienen unterschiedlichen Arten als Lebensraum und sind für ökologische Prozesse nötig, die in intensiv gemanagten Landschaften nicht möglich sind.<sup>119</sup>

Die Weltnaturschutzunion (International Union for Conservation of Nature - IUCN) unterteilt geschützte Gebiete gemäß ihren Managementzielen in sechs Kategorien:

- 1. Ia Strenges Naturreservat (Strict Nature Reserve):** Streng geschützte Gebiete, die vor Einfluss geschützt werden, um die Biodiversität und möglicherweise geologische/geomorphologische Merkmale zu erhalten. Zutritt durch den Menschen, Benutzung und Auswirkungen werden streng kontrolliert und beschränkt, um den Schutz der Werte zu gewährleisten.
- 2. Ib Wildnisgebiet (Wilderness Area):** Weiträumige (weitgehend) naturbelassene Gebiete ohne ständige oder erhebliche Besiedelung. Wildnisgebiete werden so geschützt und verwaltet, dass ihr natürlicher Zustand erhalten bleibt.
- 3. II Nationalpark (National Park):** Ausgedehnte natürliche oder naturnahe Gebiete, in denen umfangreiche ökologische Prozesse und die dazugehörigen Arten und für diese Gebiete charakteristischen Ökosysteme geschützt werden und die ferner als Grundlage für umweltverträgliche und kulturell akzeptierte spirituelle Bedürfnisse, für Wissenschaft, Bildung, Erholung und Besichtigung dienen.
- 4. III Naturmonument (Natural Monument/Feature):** Schutz eines bestimmten natürlichen Monuments, seien es Landschaftsräume, unterseeische Berge, Unterwasserhöhlen, geologische Besonderheiten wie Höhlen oder sogar lebendige Formen wie eine alte Baumgruppe. In der Regel handelt es sich um kleinflächige Gebiete, die häufig viele Besucher anziehen.
- 5. IV Biotop-/Artenschutzgebiet mit Management (Habitat/Species Management Area):** Gebiete, die hauptsächlich dem Schutz von bestimmten Arten oder Habitaten dienen. Dieses Ziel spiegelt sich beim Management wider. In vielen gemäß Kategorie IV geschützten Gebieten sind Eingriffe gemäß den Anforderungen dieser bestimmten Arten oder zur Wahrung der Habitate erforderlich.
- 6. V Geschützte Landschaft/geschütztes marines Gebiet (Protected Landscape/Seascape):** Landschaften, die im Laufe der Zeit durch die Interaktionen von Mensch und Natur einen einzigartigen Charakter von erheblichem ökologischen, biologischen, kulturellen und ästhetischen Wert erhalten haben. Die Aufrechterhaltung dieser Interaktionen ist unverzichtbar für den Schutz und die Bewahrung der Landschaft und der Natur und anderer Werte.
- 7. VI Ressourcenschutzgebiet mit Management (Protected area with sustainable use of natural resources):** Bewahrung von Ökosystemen und Lebensräumen sowie mit ihnen zusammenhängender kultureller Werte und traditioneller Managementsysteme für Naturressourcen. Im Allgemeinen handelt es sich um große Gebiete. Wobei ein Teil naturbelassen ist, ein Teil nachhaltig gemanagt wird und eine nicht industrielle Nutzung natürlicher Ressourcen im geringen Umfang mit dem Naturschutz vereinbar ist.

Es existieren außerdem einige andere Kriterien und Definitionen, um Gebiete als erhaltenswert zu klassifizieren. Dazu gehören je nach Schutzzschwerpunkt unter anderem:

- 8. Gebiete mit hohem Erhaltungswert (High Conservation Value Areas, HCVA):** natürliche Lebensräume, die aufgrund ihrer biologischen, ökologischen, sozialen oder kulturellen Werte eine überragende oder kritische Bedeutung haben und ein geeignetes Management erfordern, um diese festgestellten Werte zu erhalten oder zu erhöhen. Das Konzept wurde ursprünglich für den Einsatz in der Forstverwaltungszertifizierung entwickelt, später jedoch von „HCV Forest“ (HCV Wald) auf „HCV Area“ (HCV Gebiet) erweitert. Mittlerweile ist es eine wichtige Grundlage für Nachhaltigkeitsstandards für Palmöl, Soja, Zucker, Biotreibstoffe und Kohlenstoff und wird bei Landschaftskartierung, bei Schutzbemühungen und Planung und Interessenvertretung für natürliche Ressourcen verwendet.

- 9. Key Biodiversity Areas (KBA):** Gebiete, die erheblich zur globalen Bewahrung der Biodiversität beitragen. KBA repräsentieren die wichtigsten Räume für den Erhalt der Biodiversität weltweit und werden national mit Hilfe global standardisierter Kriterien und Grenzwerte identifiziert. Sie stellen einen wichtigen Ansatz für nationale Lückenanalysen und Prioritätensetzung dar, um die Wirksamkeit und die Einrichtung von Schutzgebieten zu erhöhen bzw. zu erweitern. KBA sind eine „Schirm“-Ausweisung und schließen u. a. Important Bird and Biodiversity Areas (IBA, wichtige Vogel- und Biodiversitätsgebiete), Important Plant Areas, (IPA, wichtige Pflanzengebiete), Important Sites for Freshwater Biodiversity (wichtige Gebiete für Süßwasser-Biodiversität) und Alliance for Zero Extinction (AZE, Allianz gegen das Artensterben) ein.
- 10. Ramsar-Gebiete:** Gebiete, die gemäß dem Ramsar-Übereinkommen (Übereinkommen über Feuchtgebiete) als international bedeutsame Feuchtgebiete ausgewiesen sind.
- 11. Weltnaturerbebestätten:** Von der UNESCO ausgewählte Stätten, die eine besondere kulturelle, historische, wissenschaftliche oder andere Bedeutung für die Menschheit haben und für die Nachwelt erhalten werden sollen. Weltnaturerbebestätten sind durch internationale Abkommen geschützt.
- 12. Von indigenen Völkern oder Gemeinschaften geschützte Gebiete (Indigenous and community conserved area, ICCA):** Von der IUCN definiert als „natürliche und/oder beeinflusste Ökosysteme, die signifikante Biodiversitätswerte und ökologische Dienste enthalten und freiwillig von (sesshaften oder wandernden) indigenen und lokalen Gemeinschaften durch Gewohnheitsrecht oder andere wirksame Mittel erhalten werden“. Es existieren außerdem einige nationale Gesetze, die das Recht der indigenen Völker anerkennen, Land zu verwalten und/oder zu besitzen (Indigenous Protected Areas in Australien oder terras indígenas in Brasilien).

wenn Abraumhalden erodieren oder falsch gemanagt werden, wird der Boden großflächig kontaminiert. Zur Kontamination des Bodens, die Pflanzen, Tiere und menschliche Lebensgrundlagen betrifft, kann es durch Erosion, Entsorgung oder Grubenwasser kommen.

Bauxit und Eisenerz werden in der Regel im Tagebaubetrieb abgebaut. Dafür muss breitflächig Vegetation vernichtet und Oberboden entfernt werden. Zurück bleiben große abgeholzte Landschaften. Dieser vollständige Verlust an Lebensräumen und die Störung des Ökosystems können sich verheerend auf große Gebiete auswirken und führen zu einem direkten Verlust von Biodiversität und zur Zerteilung von Lebensräumen. Die Abraumrate bezieht sich auf das Verhältnis von Abraum (Abfallmaterial wie Oberboden und taubes Gestein), der bei der Extraktion einer Tonne Erz anfällt. Das Abraumvolumen hängt von Faktoren wie Tiefe der Lagerstätte und Erzqualität ab. Die Abraumrate hochwertiger Eisenerzminen kann bei 6 oder 7 liegen, eine Rate von 1,5 gilt häufig als Grenze für die Wirtschaftlichkeit.<sup>120</sup> Die durchschnittliche Rate für Bauxit liegt in Indien bei 1,2, in Australien bei 0,1.<sup>121</sup>

Der für die Eisenreduktion verwendete Koks wird aus Kohle gewonnen. Die Kohleabbauweise hängt von der Tiefe und Qualität des Kohleflözes ab und kann im Tage- oder Untertagebau erfolgen. Durch Untertagebau wird derzeit ein größerer Anteil am weltweit geförderten Kohlevolumen gewonnen als durch Tagebau.<sup>122</sup> Die Abraumrate von Tagebau ist höher als von Untertagebau.

Der Verlust von Oberboden oder seine Vermischung mit Abraum kann zum Verlust nützlicher mikrobieller Gemeinschaften führen und den Erfolg von Sanierungsmaßnahmen beeinträchtigen.<sup>123</sup> Durch Sanierung können die Bedingungen vor dem Bau der Bergbaustätte nicht wiederhergestellt werden. Untersuchungen haben ergeben, dass die pflanzliche Artenvielfalt in rekultivierten Gebieten

*Am 5. November 2015 brachen in der Nähe von Mariana, einer Stadt im brasilianischen Bundesstaat Minas Gerais, die Dämme eines Absetzbeckens. 60 Mio. Kubikmeter brauner, toxischer Schlamm ergossen sich in den Rio Doce und verseuchten den Fluss und die umliegenden Flussgebiete. Dieses Ereignis wurde als gravierendste Umweltkatastrophe in der Geschichte Brasiliens bezeichnet.*



signifikant niedriger ist und dass nützliche mikrobielle und Pilzbiomasse sowie die Verfügbarkeit wichtiger Pflanzennährstoffe zurückgehen.<sup>124</sup>



Bergbauaktivitäten verschärfen in vielen Fällen die Bodenerosion. Durch Winderosion entstehender Staub kann die Luftqualität mindern, Regenwasserüberläufe oder Sickerwasser von Halden, Deponien oder ausgesetztem Bergematerial können zu hoher Sedimentbelastung von Grundwasser führen und die Wasserlebewesen schädigen.

#### **6.1.4 Acid Mine Drainage (AMD)**

Acid Mine Drainage (AMD) gehört zu den größeren Umweltproblemen im Zusammenhang mit Bergbau. AMD entsteht, wenn schwefelhaltigen Mineralien, die sich meistens in Erzlagern befinden, durch den Kontakt mit Luft und Wasser oxidieren. Dieser Vorgang führt zu sauren Bedingungen, in denen Metalle und andere geologische Materialien sich auflösen. Dieses saure, metallhaltige Wasser sickert dann in die Wasserwege und in das Grundwasser und kann sie vergiften.<sup>125</sup>

Buxton zufolge wurden bei Umweltfragen im Zusammenhang mit stillgelegten Abbaustätten, bei denen die rechtliche Zuständigkeit unklar ist, wenige Fortschritte erreicht.<sup>126</sup> So bestätigte etwa ein Bericht des New South Wales Audit Office vom Mai 2017, dass das langfristige Risiko von Kontaminationsvorfällen an stillgelegten Minen trotz Vorschriften für die Sanierung weiterhin beim australischen Steuerzahler liegt.<sup>127</sup> Ähnlich existieren in Südafrika zwar Gesetze, denen zufolge alle Bergbauunternehmen im Land während des Betriebs der Mine und bei der Schließung Vorbereitungen für eine ökologische Sanierung treffen müssen, jedoch halten sich nur sehr wenige Unternehmen tatsächlich an diese Gesetze und bleiben dabei strafflos.<sup>128</sup>



### 6.1.5 Emissionen

#### **Luftemissionen**

Luftemissionen aus dem Bergbau können als Strom von gasförmigen Materialien oder Partikeln auftreten und sich nicht nur in der unmittelbaren Umgebung, sondern auch regional und sogar global ausbreiten. Zu den gasförmigen Emissionen durch Bergbau gehören Schwefel- und Stickoxide, Kohlenstoffoxide und Methan. In der Regel entstehen sie durch Bergbauausrüstung wie Dieselmotoren und Verfahren wie Sprengarbeiten. Einige gasförmige Schadstoffe wie Methan können aus den Minerallagern selbst austreten.<sup>129</sup> Unter Partikelemissionen durch Rodung, Aushub, Erzzerkleinerung oder Transport leidet die Luftqualität an Bergbauminen am meisten.<sup>130</sup>

2014 erließ die indonesische Regierung ein Ausfuhrverbot für Bauxit. Innerhalb von 18 Monaten wurde daraufhin Malaysia der wichtigste Bauxitlieferant für China. Die Bergbauunternehmen boten den Bauern große Summen für Schürfrechte auf ihrem Land. Durch roten Staub, der infolge von Abbautätigkeiten auf angrenzenden Flächen entstand, wurden auch die Früchte von Bauern vernichtet, die weiterhin ihr Land bewirtschafteten.<sup>131</sup>

Im östlichen Amazonas leiden Einwohner an Eisenerzstaub, der von Schmelzanlagen rund um die Carajás-Mine freigesetzt wird.<sup>132</sup>

Während der Kohleextraktion werden große Mengen Kohlenstaub abgegeben, die die Luft verschmutzen, wenn keine oder keine ausreichenden Filtersysteme installiert wurden. Als Wissenschaftler 2011 Kohlenbergwerkarbeiter in Nordkolumbien untersuchten, stellten sie fest, dass der Kohlenstaub für die Menschen potenziell karzinogen ist.<sup>133</sup>

#### **Lärmemissionen**

Fahrzeuge und Generatoren, die im Bergbau eingesetzt werden, sowie einige Verfahren wie Abraumentfernung, Bohren, Sprengen, Baggern, Zerkleinern, Be- und Entladen verursachen erheblichen Lärm. Diesem Aspekt wird wenig Aufmerksamkeit geschenkt. Jedoch ist Lärm ein großer Störfaktor für wilde Tiere. Er reduziert deren Lebensraumqualität, führt zu Stress und überdeckt andere Geräusche. Besonders schädlich ist der Lärm für solche Arten, die wie Vögel über Geräusche kommunizieren oder wie Fledermäuse mithilfe ihres Gehörs jagen. Lärmbelastung verschärft häufig die mit Lebensraumzerstörung und -zerteilung verbundenen Probleme.<sup>134</sup>

## 6.2 Indirekte ökologische Auswirkungen des Bergbaus

Die direkten ökologischen Auswirkungen des Bergbaus führen indirekt zu lokalen Änderungen der Flächennutzung. Dies wiederum hat weitere ökologische, wirtschaftliche und soziale Implikationen. Zu den indirekten Auswirkungen gehört, dass Minenarbeiter in Gebiete ziehen, in denen Bergbauminen eröffnen. Die damit verbundene Entwaldung, Weidenutzung, landwirtschaftliche Entwicklung und Wasserentnahme bringen zusätzliche Änderungen der Flächennutzung mit sich und führen zu weiterer Lebensraumzerteilung und Verlust von Wildtierarten. Hinzukommt der Druck, der auf Wildtierpopulationen durch Jagen und Wilderei entsteht. Die Auswirkungen des Bergbaus reichen weit über die direkte Abbau-Umgebung hinaus. Der Abbau erfordert Infrastruktur wie Straßen, Schienen,

Dämme und Stromleitungen, die häufig in zuvor unberührten Landschaften und Wildnisgebieten gebaut werden und den Zugang und den Zuzug in diese Gebiete erleichtern.

### 6.2.1 Entwaldung

Ein erheblicher Anteil an der weltweiten Bauxit- und Eisenerzproduktion (jeweils 14 %) findet in fünf Amazonasländern – Brasilien, Peru, Kolumbien, Bolivien und Surinam – statt. Besonders beträchtlich ist die Produktion von Eisenerz und Bauxit im brasilianischen Amazonasbiom und hier insbesondere im Bundesstaat Pará.<sup>135</sup> 60 % der Bergbaupachtverträge, -konzessionen und Explorationsgenehmigungen in Brasilien beziehen sich auf Waldgebiete im Amazonas. Einer neueren Untersuchung zufolge ist die Fläche, die indirekt infolge von Bergbau entwaldet ist, 12-mal größer als die direkt infolge von Bergbau entwaldete Fläche.<sup>136</sup>



2014 zeigte eine Untersuchung, dass 95 % der Entwaldung innerhalb einer Entfernung von 5,5 km von einer Straße bzw. 1 km von einem schiffbaren Fluss stattfanden und dass 35,2 % des brasilianischen Amazonas sehr gut über Flusswege oder Straßen erreichbar waren. Den Schätzungen der Studie zufolge hat das Straßen- und Autobahnnetzwerk im brasilianischen Amazonas eine Länge von über 264.068 km, davon entfällt ein Anteil von 72 % auf unbefestigte Wege und 8,6 % auf ausgebaute Straßen.<sup>137</sup> Durch Entwaldung entlang dieses Netzwerks hat sich durch die Ausdünnung ein Fischgrätmuster ergeben, das auf Google Earth erkennbar ist. Allerdings existieren neben den sichtbaren offiziellen Straßen möglicherweise weitere inoffizielle Straßen in Gebieten, die nicht durch die von den Regierungen verwendeten Fernerkundungsaufnahmen erfasst werden. Diese letzteren Straßen können zu weiteren Schädigungen und Fragmentierungen führen.<sup>138</sup>

Die vom Bauxitabbau und von der Aluminiumproduktion (einschließlich Infrastruktur) betroffene Fläche in Brasilien wird auf 16.000 km<sup>2</sup> geschätzt. Dies entspricht der Gesamtfläche der hawaiianischen Inseln. Die Bauxitreserven liegen ausnahmslos innerhalb des Amazonas-Regenwaldes.<sup>139</sup>

*Fragmentierung  
im brasilianischen  
Amazonaswald  
(Miritituba).*



Folgen des Bergbaus	umweltschädll. Aktivität	Wirkung der Aktivität	Auswirkungs-kategorie	potenzielle globale Auswirkungen
Gefördertes Erz muss zu einem Hafen oder einer anderen Verteilstelle transportiert werden.	Straßen- und Schienenbau	Entwaldung	Wassermenge	Änderungen des Wasserhaushalts gefährden die globale Klimastabilität
			Biodiversität	z. B. Verlust von Arten, die zentrale Ökosystemdienste wie Pflanzenbestäubung bereitstellen
		Lebensraum-zerteilung	Bodenerosion	
			Biodiversität	z. B. Verlust von Arten, die zentrale Ökosystemdienste wie Pflanzenbestäubung bereitstellen
Minenarbeiter mit ihren Familien siedeln sich in vormals unberührten Gebieten an. Die durch die Infrastruktur erschlossenen Gebiete ziehen weitere Menschen an.	Holztransport	Entwaldung	Wassermenge	Änderungen des Wasserhaushalts gefährden die globale Klimastabilität
			Biodiversität	z. B. Verlust von Arten, die zentrale Ökosystemdienste wie Pflanzenbestäubung bereitstellen
			Bodenerosion	
			Luftemissionen	THG-Emissionen verursachen globale Erwärmung
	Landwirtschaft	Lebensraum-zerteilung	Biodiversität	z. B. Verlust von Arten, die zentrale Ökosystemdienste wie Pflanzenbestäubung bereitstellen
		Wasserentnahme	Wassermenge	Änderungen des Wasserhaushalts gefährden die globale Klimastabilität
	Jagd	Druck auf Wildtierpopulationen	Biodiversität	z. B. Verlust von Arten, die zentrale Ökosystemdienste wie Pflanzenbestäubung bereitstellen
	Indirekt in Zusammenhang mit Eisenerzminen in Brasilien stehende Kohleerzeugung	Entwaldung	Wassermenge	Änderungen des Wasserhaushalts gefährden die globale Klimastabilität
			Biodiversität	z. B. Verlust von Arten, die zentrale Ökosystemdienste wie Pflanzenbestäubung bereitstellen
			Bodenerosion	
	CO <sub>2</sub> -Emissionen durch Verbrennungsverfahren	Luftemissionen	THG-Emissionen verursachen globale Erwärmung	
Raffination und Verhüttung verbrauchen große Energiemengen	Wasserkraftwerkbau	Entwaldung	Wasserquantität	Änderungen des Wasserhaushalts gefährden die globale Klimastabilität
			Biodiversität	z. B. Verlust von Arten, die zentrale Ökosystemdienste wie Pflanzenbestäubung bereitstellen
			Bodenerosion	
		CO <sub>2</sub> -Emissionen von verrottendem Pflanzenmaterial	Luftemissionen	THG-Emissionen verursachen globale Erwärmung
	Bau von mit fossilen Brennstoffen betriebenen Kraftwerken	Auswirkungen von (z. B. Kohle-)Abbau	Direkte und indirekte Folgen von Bergbauaktivitäten	alle globalen Folgen von Bergbauaktivitäten
		CO <sub>2</sub> -Emissionen durch Verbrennung fossiler Brennstoffe	Luftemissionen	THG-Emissionen verursachen globale Erwärmung

Tab. 9: Beispiele für indirekte Umweltschäden durch Bergbau und Metallverarbeitung (nicht vollständig)

Zu den indirekten Auswirkungen der Tagebauaktivitäten in der Mine von Vale in Carajás gehört die fast vollkommene Zerstörung von Regenwald entlang der 80 m breiten und 890 km langen Bahntrasse, über die das Erz zum Atlantik transportiert wird. Um Holzkohle für die Verwendung in Eisenwerken zu gewinnen, werden Bäume geschlagen, wobei der Holzeinschlag zu 60 % illegal und in zunehmend entlegenen Gebieten erfolgt, da die Holzvorräte entlang der leicht zugänglichen Waldgebiete erschöpft sind. Über große Flächen hinweg wurden Eukalyptus-Monokulturen angepflanzt.<sup>140</sup> Bereits 2002 wurde die Größe des vom Transportkorridor von der Carajás-Mine zum Atlantik beeinflussten Gebiets auf 300.000 km<sup>2</sup> geschätzt.<sup>141</sup> Eine weitere Auswirkung der massiven Entwaldung im östlichen Amazonas ist die Störung des regionalen Wasserkreislaufs und Klimas.<sup>142</sup> Im Zusammenhang mit der neuen S11D-Mine werden weitere 101 km Schienenstrecke gebaut, die weiteres Regenwaldgebiet sowie indigene Völker gefährden.<sup>143</sup>

Außerdem stehen die zahlreichen geplanten Wasserkraftwerke innerhalb des Amazonasbioms größtenteils im direkten Zusammenhang mit der energieintensiven extraktiven Industrie.<sup>144</sup>



### 6.2.2 Wasserprobleme

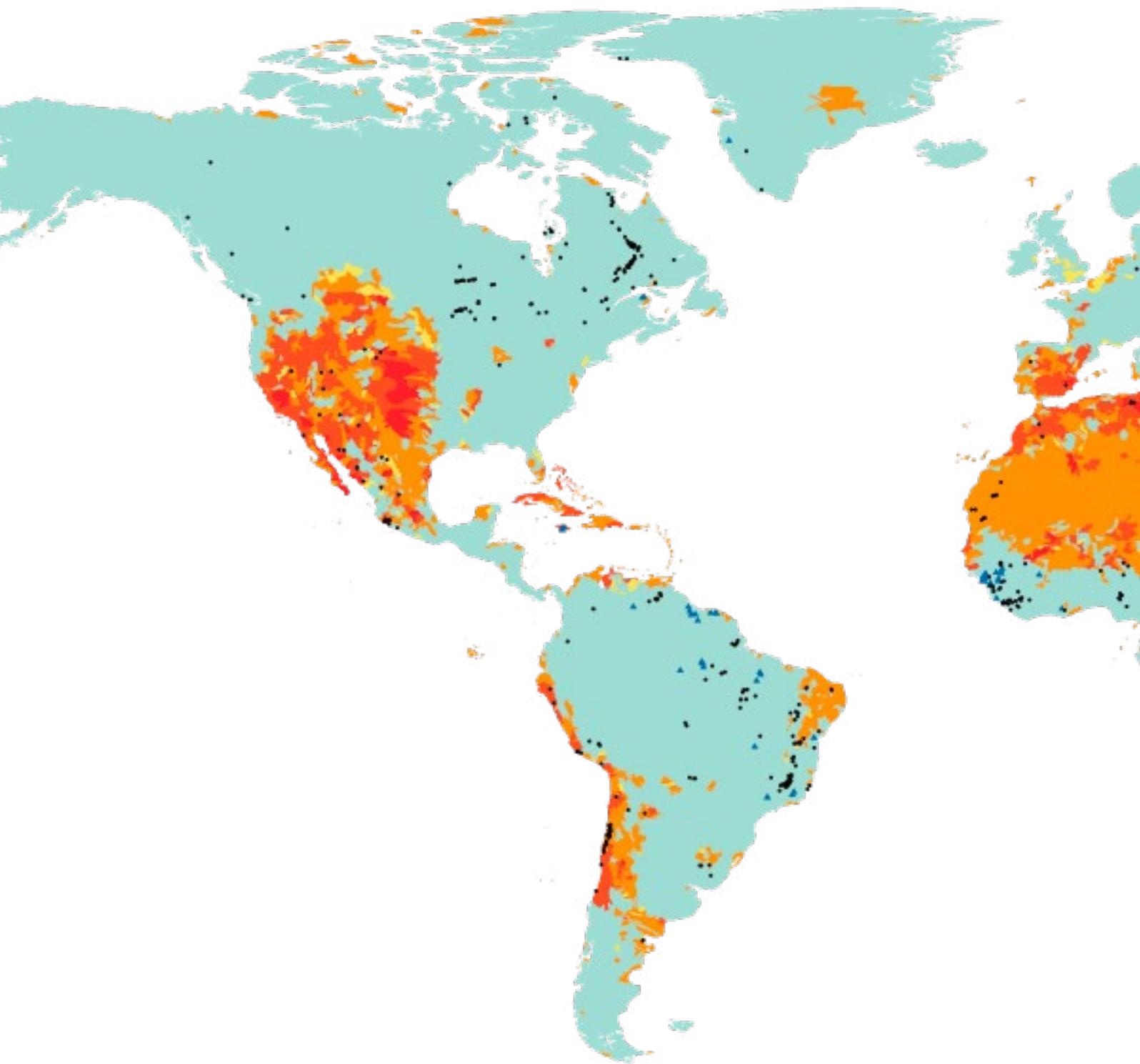
Wasser gehört zu den kritischsten Nachhaltigkeitsthemen für die Bergbauindustrie weltweit. Gleichzeitig gilt Zugang zu Wasser anerkanntermaßen als Voraussetzung für die Wahrung der Menschenrechte. Angesichts dessen sind Wassernutzungskonflikte eine zentrale Frage für die Industrie.<sup>145</sup> Konflikte im Zusammenhang mit Wassernutzung und Wasserverschmutzung sind insbesondere in ariden (trockenen) und semiariden Gebieten häufig.<sup>146</sup>

Im August 2017 protestierten Stammesführer indigener Völker gegen die geplante Erweiterung des Kohletagebaus El Cerrejón in der Region La Guajira. Durch diese Erweiterung würde der Wasserverbrauch des Werks von gegenwärtig 142 l pro Sekunde auf 307 l pro Sekunde steigen, und der nahe gelegene Fluss Bruno müsste als Ausgleich für die Wasserknappheit umgeleitet werden. Die Stammesführer befürchteten, dass sich ihre Wasserressourcen erschöpfen und dass der trockene tropische Wald, durch den der Bach fließt, abstirbt. Im August 2017 wies das Verfassungsgericht Kolumbiens den multinationalen Konzern an, vorübergehend Maßnahmen zu stoppen, mit denen der Lauf des Bruno geändert werden sollte.<sup>147</sup>

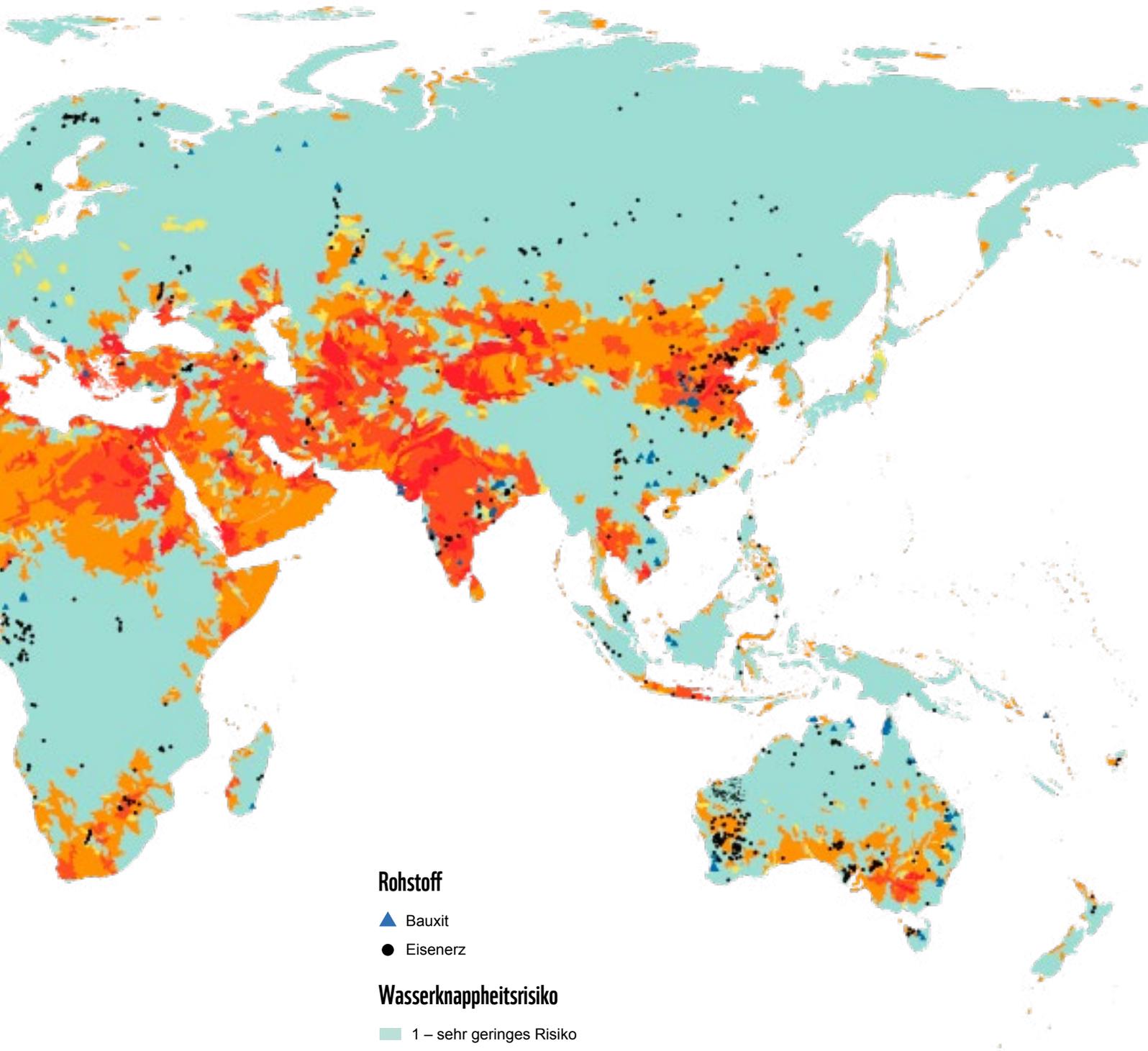


### 6.2.3 Soziale Auswirkungen

In der Vergangenheit haben nur wenige Bergbauprojekte Umweltauswirkungen überhaupt berücksichtigt, sodass einige ehemalige Standorte bis heute für andere Zwecke ungeeignet sind und immer noch saniert werden. Erst im letzten Viertel des 20. Jahrhunderts wurde anerkannt, dass Bergbau Umweltschäden verursacht. Das war der Anlass für entsprechende Gesetze und Vorschriften und führte zu Sanierungsmaßnahmen, hauptsächlich in Nordamerika und in Europa.<sup>148</sup> Die Gesetze wurden in diesen Regionen zunehmend durchgesetzt und trieben dadurch die Betriebskosten des Bergbaus in die Höhe. Viele Unternehmen verlagerten daraufhin ihre Tätigkeiten in entfernte Standorte in Kanada und Australien oder in Entwicklungsländer in Südamerika, Asien und Afrika, wo weniger strenge Gesetze gelten und ihre Durchsetzung schwach ist.<sup>149</sup> Die negativen Auswirkungen



**Abb. 13:**  
WWF Wasserknappheit  
Risikokarte (2018)



**Rohstoff**

- ▲ Bauxit
- Eisenerz

**Wasserknappheitsrisiko**

- 1 – sehr geringes Risiko
- 2 – geringes Risiko
- 3 – mäßiges Risiko
- 4 – hohes Risiko
- 5 – sehr hohes Risiko

des Bergbaus wurden auf diese Weise insgesamt in Entwicklungsländer verlagert, wo sie häufig die Lebensgrundlagen der Bevölkerung vor Ort schädigten und an vielen Orten Konflikte zwischen lokaler Bevölkerung und Bergbaubetrieben auslösten, während die wirklichen Wertschöpfungsschritte in industrialisierten Ländern stattfinden.<sup>150</sup> Der Begriff „Ressourcenfluch“ wurde geprägt, um zu

## Konfliktminerale in Aluminium- und Stahllegierungen

In der Regel werden Aluminium und Stahl nicht mit Konfliktmineralien in Zusammenhang gebracht. Im Hinblick auf Mineralien, die der Finanzierung von bewaffneten Auseinandersetzungen in bestimmten Regionen dienen, steht die Elektronikindustrie im Fokus. Zu den „Konfliktmineralien“ gehören gemäß US-amerikanischem Recht die Metalle Zinn, Tantal, Wolfram und Gold, mit deren Abbau wahrscheinlich bewaffnete Auseinandersetzungen in den betroffenen Regionen finanziert werden. In der Wertschöpfungskette nachgelagerte Unternehmen bezeichnen diese Metalle oftmals als „3TG“. Abschnitt 1502 des „Dodd-Frank Wall Street Reform and Consumer Act“ von 2010<sup>155</sup> zufolge müssen alle Unternehmen, die diese Metalle verwenden, offenlegen, ob die Bezugsquelle in der Demokratischen Republik Kongo (DRK) oder in angrenzenden Staaten liegt, und in diesem Fall einen Bericht einreichen, in dem sie die Beachtung der gebührenden Sorgfalt mit einer Beschreibung der Maßnahmen nachweisen, die sie im Hinblick auf die Quelle und die Produktkette ergriffen haben.<sup>156</sup> Die im Mai 2017 verabschiedete EU-Verordnung zu Konfliktmineralien ist das europäische Pendant zum Dodd-Frank Act. Die Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) ist die Durchführungsstelle des Gesetzes in Deutschland. Einige Mineralien wie Zinn, Wolfram, Kupfer und Nickel werden zu Stahl und Aluminium hinzugefügt, um Legierungen mit bestimmten Eigenschaften wie Korrosionsbeständigkeit oder Härte zu gewinnen. Der Dodd-Frank Act 1502 ist auf 3TG und im Hinblick auf seinen geografischen Geltungsbereich auf die Demokratische Republik Kongo und angrenzende Staaten beschränkt. Allerdings stehen die Gewaltkonflikte nicht nur mit diesen vier Mineralien im Zusammenhang und sind geografisch nicht auf Zentralafrika begrenzt. Das Heidelberger Institut für Internationale Konfliktforschung (HIK) identifizierte 2016 global 402 Konflikte, von denen 98 im Zusammenhang mit Ressourcen standen. Es sei darauf hingewiesen, dass 67 % der Ressourcenkonflikte – und damit ein höherer Anteil als bei anderen Konflikten – gewaltsam verliefen.<sup>157</sup> Eisenerzabbau und -aufarbeitung sind bei vielen dieser Mineralien nicht vertikal integriert und haben mitunter informellen Charakter. Daher sind die Möglichkeiten von Unternehmen, vorgelagerte Lieferketten zu prüfen, häufig begrenzt. 2013 veröffentlichte das „Bloomberg Magazine“ einen Beitrag, dem zufolge die deutschen Unternehmen BMW, Porsche, Volkswagen und Siemens über einen österreichischen Anbieter Wolfram aus Kolumbien bezogen. Dieses stammte aus einer Mine unter der Kontrolle der Guerrillagruppe FARC.<sup>158</sup>

2017 verabschiedete die Europäische Union eine Verordnung, die 2021 in Kraft tritt und die Einfuhr von 3TG aus Konflikt- und Hochrisikogebieten in die EU mit Offenlegungs- und Sorgfaltspflichten verbindet. Zwar ist die EU-Verordnung ebenso wie der US-amerikanische Dodd-Frank Act 1502, dessen europäisches Pendant sie ist, auf Zinn, Wolfram, Tantal und Gold begrenzt, geht jedoch insofern weiter, als die geografische Begrenzung auf die zentralafrikanische Region entfällt.<sup>159</sup> Die Verordnung wurde von einigen Organisationen der Zivilgesellschaft als wichtiger Schritt in die richtige Richtung begrüßt, jedoch dafür kritisiert, dass sie nicht umfangreich genug ist und mehrere Schlupflöcher bietet. So gilt sie etwa nur für Einfuhren oberhalb einer bestimmten Mengenschwelle, die zum Beispiel für Gold bei 100 kg liegt. Einige relevante Mineralien wie etwa Kobalt oder Lithium, die ebenfalls in der DR Kongo abgebaut werden, wurden nicht aufgenommen. Die EU-Verordnung basiert weitgehend auf der OECD-Richtlinie für Rohstoffe aus Konfliktgebieten (Due Diligence Guidance for Responsible Supply Chains of Minerals from Conflict-Affected and High-Risk Areas<sup>160</sup>).

Die OECD-Richtlinien gelten für alle Mineralressourcen und für die gesamte Lieferkette bis hin zum fertigen Produkt. Sie haben einen normativen Charakter für Unternehmen, die potenzielle Konfliktminerale beziehen, sind jedoch nicht rechtlich bindend. Die rechtlich verbindliche EU-Verordnung hingegen deckt nur einen kleinen Teil der Lieferkette ab.<sup>161</sup>

**Tab. 10:**  
Beispiele für Nicht-3TG-  
Konfliktminerale  
(Schele & ten Kate 2015,  
Smith 2013)

Land	Mineral (relevant für die deutsche Stahl- und Aluminiumindustrie)	Konflikt
<b>Brasilien (unterschiedliche Regionen)</b>	Möglicherweise Aluminium/ Bauxit, Kupfer, Nickel, Eisenerz und Stahl, Chrom, Mangan, Titan, Zink ...	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bewegung indigener Völker und landloser Bauern gegen die Regierung</li> </ul>
<b>Kolumbien (landesweit)</b>	Nickel, Eisenerz; Kupfer, Wolfram ...	<ul style="list-style-type: none"> <li>• neoparamilitärische Einheiten</li> <li>• Drogenkartelle gegen Regierung</li> <li>• illegaler Abbau</li> </ul>
<b>Mexiko (unterschiedliche Regionen)</b>	Eisenerz, Kupfer und möglicherweise viele andere (Aluminium, Mangan, Molybdän ...)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gewalt unter Drogenkartellen, paramilitärischen</li> <li>• Gruppen, Drogenkartelle gegen Vigilantengruppen gegen Regierung</li> </ul>
<b>Indonesien (West Papua)</b>	Kupfer	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unabhängigkeitsbewegung gegen Regierung</li> </ul>
<b>Philippinen (Mindanao, Palawan, Sulu)</b>	Kupfer, Nickel, Eisenerz, Chromit, Zink, Mangan ...	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bewaffnete Gruppen gegen Regierung,</li> <li>• ländliche Mobilisierung</li> </ul>

beschreiben, dass natürliche Ressourcen die Wirtschaft eines Entwicklungslands so weit stören können, dass aus dem Segen ein Fluch wird.<sup>151</sup>

Indigene Völker gehören zu den am stärksten von Bergbau betroffenen Gruppen. Die durch Bergbau verursachten Umweltschäden drohen angestammte Gebiete zu schädigen oder zu vernichten, sodass sie des Rechts beraubt werden, diese Gebiete zur Wahrung ihrer kulturellen Identität zu nutzen. Das Recht der auf Kenntnis der Sachlage gegründeten vorherigen Zustimmung (Free Prior and Informed Consent, FPIC) verpflichtet zur Konsultation und Kooperation mit indigenen Völkern, bevor Maßnahmen ergriffen werden, die sie betreffen. Dieses Recht wird in vielen Teilen der Welt regelmäßig nicht gewahrt. Dabei geht es nicht nur um die Umweltauswirkungen von großen Bergbauprojekten, die häufig die Interessen indigener und nicht indigener Gemeinschaften betreffen. Bauprojekte führen vielfach zu umfangreichen Umsiedlungen und zu Vertreibung, da vor der Umsetzung eines Bergbauprojekts alle menschlichen Siedlungen im betreffenden Gebiet aufgelöst und vernichtet werden müssen. In vielen Fällen sind Gemeinschaften nicht dazu bereit, ihr Land aufzugeben. Die daraus folgenden Landnahmen und Zwangsvertreibungen ziehen häufig Menschenrechtskonflikte nach sich, die wiederum zu Gegengewalt führen. Solche unrechtmäßigen Umsiedlungen sind ein verbreitetes Problem. Betroffene verlieren ihre Unterkünfte und Zugang zu Nahrungsmitteln, Wasser und Arbeit.<sup>152</sup>

In vielen Ländern existieren Gesetze, denen zufolge sich unterirdische Mineral-lager im staatlichen Besitz befinden. Die Landbesitzer haben keine rechtliche Handhabe, Anspruch auf die wertvollen Lager in ihrem Boden zu erheben – eine rechtlich ausweglose Situation für indigene Gemeinschaften. Internationale Vereinbarungen wie das Übereinkommen über eingeborene und in Stämmen lebende Völker (169) der Internationalen Arbeitsorganisation (ILO), das 1991 zum Schutz des Landes dieser Völker in Kraft trat, haben Änderungen in nationalen Gesetzen zum Bergbau vorangebracht. Jedoch reichten diese oft nicht aus, um die Rechte indigener Völker zu schützen.<sup>153</sup> In Brasilien etwa liegt derzeit dem Kongress ein

Vorschlag für eine Verfassungsänderung (215/2000) vor, die die Landrechte indigener Völker und die Biodiversität ernsthaft bedroht. Diese Änderung, die die Bancada Ruralista begünstigt –, eine informelle Gruppierung aus Politikern, die die Interessen der Agrarindustrie vertreten – würde kommerzielle Aktivitäten wie Bergbau, Energieerzeugung und Transport zulassen, ohne die zentrale Rolle zu berücksichtigen, die diese geschützten Gebiete für den Schutz von Wäldern, Wasser, Biodiversität und das Klima haben.

Zu den weiteren Problemen, die nicht nur indigene Völker betreffen, gehören ein Anstieg an AIDS/HIV-Erkrankungen im Zusammenhang mit Wanderarbeit, die sozialen Folgen von erhöhtem Alkohol- und Drogenmissbrauch, verschärfte Geschlechterungleichheit und verbundene Konflikte.<sup>154</sup>

## 6.3 Umweltprobleme bei der Aluminium- und Stahlverarbeitung

### 6.3.1 Aluminium

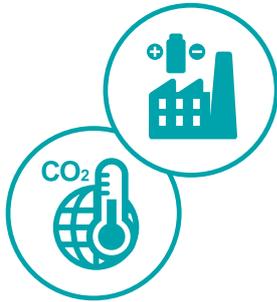
#### Raffinierung von Aluminiumoxid

Mithilfe des Bayer-Verfahrens, das 90 % der Aluminiumoxidraffinerien verwenden, wird Aluminiumoxid aus Bauxit unter Einsatz von Natronlauge gewonnen. Durch dieses Verfahren entsteht jedoch auch Rotschlamm, ein quantitativ wichtiges Nebenprodukt: Pro Tonne Aluminiumoxid entstehen 1-1,5 t Rotschlamm. Die Zusammensetzung des Rotschlammes hängt vom jeweiligen Erz ab. Sein Wasseranteil beträgt bis zu 50 %.

Rotschlamm ist stark alkalisch und salzhaltig und enthält mitunter auch radioaktive Elemente sowie Arsen und Chrom und zieht u. a. deswegen große Umweltprobleme nach sich.<sup>162</sup> Für Menschen stellt er bei direktem Kontakt ein unmittelbares Gesundheitsrisiko dar, da er stark ätzend ist. Das Einatmen von alkalischen Staubpartikeln aus getrocknetem Rotschlamm kann zu Atemwegsinfektionen und zu Augenirritationen führen.<sup>163</sup> Die langfristigen Umweltauswirkungen ergeben sich aus der hohen Salzkonzentration, die zu Bodenversalzung führt. Dies sowie der hohe Schadstoffgehalt haben nicht zuletzt auch für die Landwirtschaft gravierende Folgen.<sup>164</sup>

Die Lagerung und das Management dieses Abfallprodukts stellen ernsthafte Probleme für die Industrie dar. In der Vergangenheit wurde Rotschlamm in Gewässer geleitet. Noch 2006 leitete die einzige Aluminiumanlage Griechenlands Bauxitrückstände über eine Pipeline ins Meer. Einige küstennahe Aluminiumwerke in anderen Ländern setzten diese Praxis bis 2012 fort.<sup>165</sup> Die am weitesten verbreitete Entsorgungsmethode ist die Lagerung in großen künstlichen, abgedichteten Teichen. Hier wird der Schlamm mehrere Male gereinigt und gefiltert und liegt dann als Dickschlamm vor.<sup>166</sup> Im Oktober 2010 ergossen sich rund eine Million Kubikmeter Rotschlamm aus dem Deponiebecken eines Aluminiumwerks im ungarischen Ajka in die Umgebung, als ein Damm brach. Zehn Menschen starben und 150 wurden verletzt. Eine fast 40 km<sup>2</sup> große Fläche wurde kontaminiert und Leben in nahe gelegenen Flüssen vernichtet.<sup>167</sup>





### Aluminiumschmelze

Die wichtigsten Abfallprodukte aus der Aluminiumproduktion aus Aluminiumoxid sind Luftemissionen wie Perfluorkohlenwasserstoffe und CO<sub>2</sub>. Das bei der Schmelzflusselektrolyse verwendete Kohlenstoffmaterial (durch den Anodenverbrauch) setzt beim Verbrennen Treibhausgase frei. Hinzukommen die Emissionen durch die elektrische Energie für das Verfahren.<sup>168</sup> Vergleicht man die Lebenszyklen von acht Metallproduktionsverfahren, dann ergibt sich, dass Aluminium mit 211 MJ pro Kilogramm Primäraluminium (dies entspricht etwa 6 l Benzin) nach Titan den zweithöchsten Energieverbrauch hat und mit Emissionen von 22,4 kg CO<sub>2</sub>-Äquivalenten (CO<sub>2</sub>-äq) pro Kilogramm Rohaluminium<sup>169</sup> verbunden ist. 2013 wurden 3 % der Elektrizität weltweit von der Aluminiumindustrie verbraucht und 1 % der globalen THG-Emissionen verursacht.<sup>170</sup> Bis zu 80 % der gesamten Emissionen der Wertschöpfungskette von Primäraluminium gehen auf die hoch energieintensive Schmelzflusselektrolyse nach dem Hall-Heroult-Prozess zurück.<sup>171</sup>

Aluminiumhütten befinden sich grundsätzlich in der Nähe von Kraftwerken, die ihre Stromversorgung sichern. In vielen Fällen handelt es sich um Kohlekraftwerke, die die Luft verschmutzen und Treibhausgase freisetzen. 41 % des Stroms weltweit wird durch Kohlekraftwerke gewonnen, in einigen Ländern liegt der Anteil noch höher.<sup>172</sup> 2016 bezogen 61 % der Aluminiumhütten weltweit Energie aus Kohlekraftwerken. In Europa betrug der Anteil der von Kohlekraftwerken belieferten Aluminiumhütten 9 %, beim Energiemix entfiel mit 72 % der größte Anteil auf Wasserkraft. In China wurden 90 % der Aluminiumhütten mit Kohle betrieben.<sup>173</sup>



Allerdings können auch erneuerbare Energieträger mit erheblichen Umweltfolgen einhergehen. Der Energiebedarf von Aluminiumhütten ist einer der Gründe, warum Wasserkraftwerke weltweit gebaut werden.<sup>174</sup> In Brasilien werden Wasserkraftwerke wie die gigantische Anlage Belo Monte am Fluss Xingú errichtet, um unter anderem Aluminiumhütten zu versorgen.<sup>175</sup> Das Kraftwerk Tucuruí, das 1984 am Tocantins gebaut wurde, beliefert hauptsächlich Aluminiumwerke.<sup>176</sup> Eine Studie des Amazon Environmental Research Institute (IPAM) zum Tapajos-Flussgebiet legt nahe, dass gemäß dem brasilianischen Zehnjahres-Energieplan ein Großteil der Energie an die extractive Industrie geliefert werden soll.<sup>177</sup> Während die brasilianische Regierung Wasserkraftwerke bauen lässt, deren Abnehmer Aluminiumhütten sind, steigt auch die Anzahl der Wasserkraftwerke, die von den Aluminiumbetrieben selbst gebaut werden und sich in ihrem Besitz befinden.<sup>178</sup>

Die Umweltauswirkungen durch Wasserkraftwerke sind erheblich. Dazu gehören Zerschneidung von vormals zusammenhängenden Wassersystemen, kritische Änderung der Wasserflüsse, Überschwemmung großer Landflächen, Zerteilung von Lebensräumen durch Straßenbau und Installation von Leitungen mit nicht vorhersehbaren ökologischen Auswirkungen.<sup>179</sup> Die Wasserkraftwerke setzen außerdem Treibhausgase einschließlich CO<sub>2</sub> frei sowie Methan, das durch die Verrottung von organischem Material in tiefen Wasserschichten entsteht und freigesetzt wird, wenn Wasser aus diesen Schichten durch Turbinen und Überläufe geleitet wird. Auch die sozialen Auswirkungen von Wasserkraftwerken wie Zwangsvertreibung sowie Rückgang von Fischbeständen und anderen Flussressourcen, auf die die indigenen Völker angewiesen sind, sind erheblich. Zu den sozialen Auswirkungen gehört außerdem, dass die Lebensgrundlagen nachgelagerter Gemeinschaften, die vom Fischen und vom Anbau in den Überschwemmungsgebieten der Flussläufe abhängen, gefährdet sind.<sup>180</sup>

Zu den weltweit größten Bauxitlieferanten gehören Entwicklungsländer, die das unverarbeitete Erz an Industrieländer liefern, wo es zur Gewinnung von Aluminium, einem deutlich wertvolleren Rohstoff, dient. 2014 verhängte die indonesische Regierung ein Ausfuhrverbot von Rohbauxit, um die heimische Wertschöpfung zu unterstützen und erteilte nur Unternehmen, die nachweislich Aluminiumoxidraffinerien und -hütten bauten, auf fünf Jahre begrenzte Exportlizenzen.<sup>181</sup> In Ländern wie Guinea, dem wichtigsten Bauxit-Ausfuhrland für Deutschland, gehört unzureichende Energieversorgung zu den wichtigsten Begrenzungsfaktoren für die Aluminiumverarbeitung. Der Präsident der Republik Guinea ordnete in einer Rede auf einer Bergbaukonferenz im Mai 2017 an, dass Bergbauunternehmen, die mehr als eine bestimmte Menge Bauxit produzieren, „verpflichtet sind, ein Aluminiumoxidwerk zu bauen“.<sup>182</sup> Es ist zu erwarten, dass aufgrund der zunehmenden Anstrengungen der Ausfuhrländer, Bauxit im eigenen Land zu verarbeiten, neue Kraftwerke zur Deckung des entsprechend höheren Energiebedarfs gebaut werden. Aufgrund der fossilen Brennstoffe im Energiemix ist die Aluminiumverarbeitung in Guinea mit der Freisetzung von viermal mehr Treibhausgasen pro Einheit verbunden als in Norwegen.<sup>183</sup> Da Guinea das Land mit den reichsten Bauxitvorkommen ist, könnten die Umweltauswirkungen einer erweiterten Aluminiumproduktion dramatisch sein.



### 6.3.2 Stahl

Die Stahlindustrie ist mit einem Anteil von 25 % an den industriellen CO<sub>2</sub>-Emissionen der weltweit größte industrielle Verursacher von CO<sub>2</sub>-Emissionen. Die CO<sub>2</sub>-Emissionen durch die Industrie gehen größtenteils auf den Einsatz von Koks und Kohle für die Roheisenerzeugung zurück.<sup>184</sup> Kohle hat im Stahlproduktionsverfahren mehrere Funktionen: Sie dient als Brennstoff und als Reduktionsmittel für Eisenerz in der Primärstahlproduktion, als Brennstoff für den Hochofen und indirekt für die Stromerzeugung zur Stahlproduktion über die Elektrostrahlroute

*Bauxitmine von Worsley Alumina in der Nähe der Stadt Boddington in Westaustralien.*



oder in Walzwerkanlagen. Die Eisenreduktion im Hochofen erfordert 330 kg Kohle und Koks pro Tonne Stahl und setzt über 400 kg CO<sub>2</sub>/t<sup>185</sup> frei. In einer integrierten Anlage stammen 50 % der Energie aus Kohle, 35 % aus Elektrizität, 5 % aus Erdgas und 5 % aus anderen Gasen.<sup>186</sup>



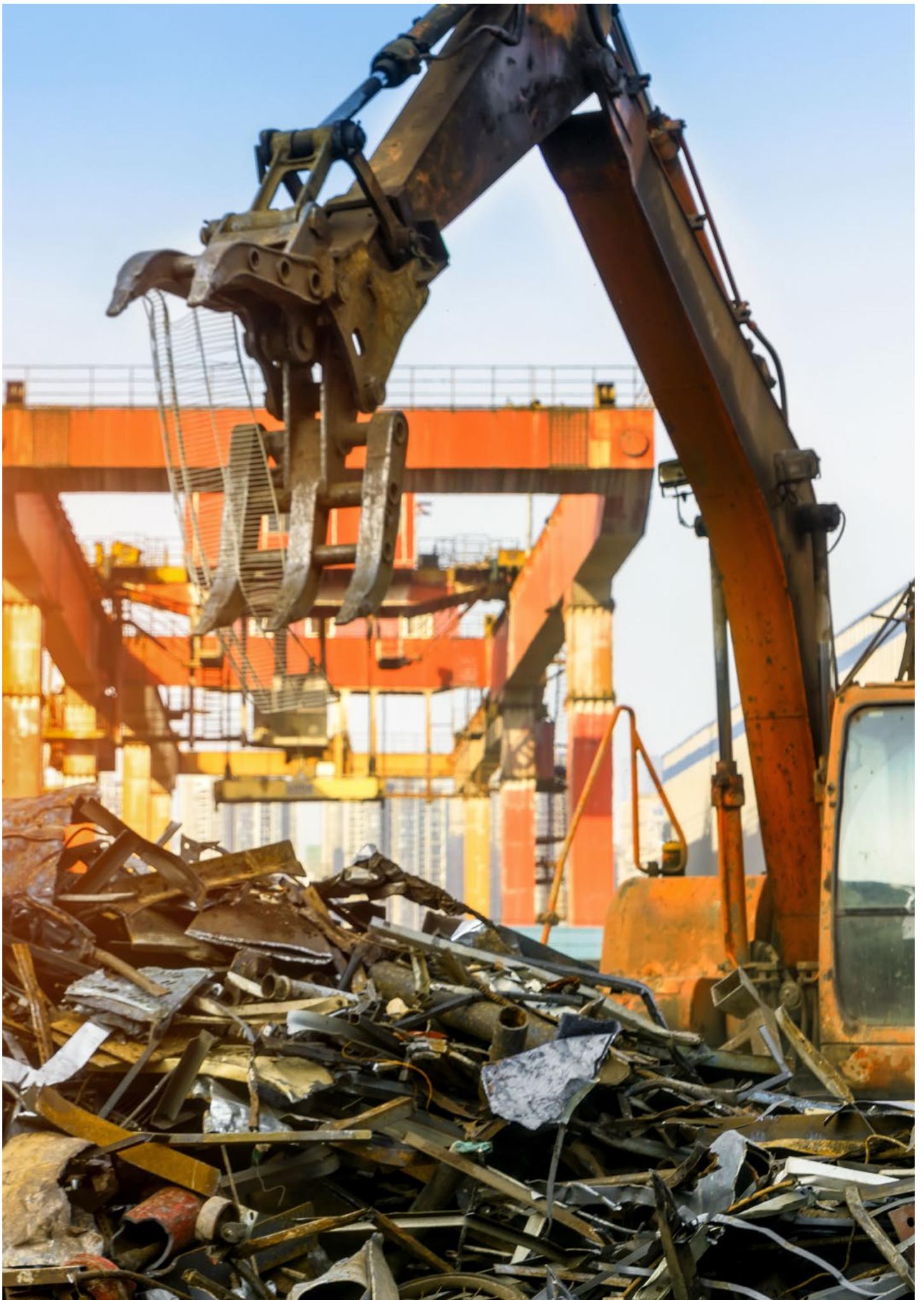
Der Einsatz von Kohle in der Roheisenerzeugung erhöht nicht nur die CO<sub>2</sub>-Emissionen, sondern treibt auch die Entwaldung im brasilianischen Amazonasgebiet voran.<sup>187</sup> In Brasilien wird zunehmend aus Urwaldholz gewonnene Holzkohle statt Koks als Reduktionsmittel verwendet. Dadurch erreichen die CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Einheit Stahl um bis zu neunmal höhere Werte im Vergleich zu Koks.<sup>188</sup>

## 6.4 Unternehmensrisiken im Zusammenhang mit Umweltschäden in den Aluminium- und Stahl-Lieferketten

Die Umweltauswirkungen von Bergbaubetrieben haben auch für die Unternehmen selbst direkte oder indirekte Risiken. Unternehmensrisiken können physischer Art sein oder im Zusammenhang mit Gesetzen und Vorschriften oder dem Unternehmensruf stehen. Zu den physischen Risiken gehören negative Folgen für den Betrieb durch äußere physische Auswirkungen. Risiken im Zusammenhang mit Gesetzen und Vorschriften (regulatorische Risiken) entstehen durch Gesetzesänderungen oder durch Nichteinhaltung bestehender Gesetze, die strenger durchgesetzt werden. Risiken für den Unternehmensruf der entscheidend für die Lizenzvergabe und für die Beziehungen zu Lieferanten und Kunden sein kann – können durch negative Aufmerksamkeit entstehen.

**Tab. 11:**  
Beispiele für Risiken (gemäß den drei oben genannten Risikokategorien), die der Mineralien extrahierenden und verarbeitenden Industrie durch Umweltauswirkungen entstehen.

Risikokategorie	Bergbau	Erzverarbeitung
<b>Physisch</b>	Wasserknappheit zwingt Unternehmen zur Senkung seiner Produktion wie etwa im Fall von Norsk Hydro in Brasilien 2017.	Unzuverlässige Energielieferung aus Wasserkraftwerken in Trockenperioden kann den Hüttenbetrieb in vom Klimawandel betroffenen Regionen gefährden.
<b>Regulatorisch</b>	Nation. Gesetzesänderungen, z. B. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Abbauverbot aufgrund von lokalen Protesten (z. B. im Fall von El Cerrejón in Kolumbien)</li> <li>• Änderungen nationaler oder internationaler Umwelt- oder Abfallentsorgungsgesetze</li> </ul>	Nation. Gesetzesänderungen, z. B. <ul style="list-style-type: none"> <li>• neue Vorschriften für Energieträger wie etwa durch die Energiewende in Deutschland</li> <li>• Änderungen von Abfalllagerungs- und -aufbereitungsgesetzen</li> </ul> Internationale Gesetzesänderungen, z. B. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gesetze zur Sorgfaltspflicht wie der Dodd-Frank-Act 1502, oder die EU-Verordnung zu Konfliktmineralien ...</li> </ul>
<b>Unternehmensruf</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• lokale Wassermengen- oder Wasserqualitätsprobleme können zu Konflikten mit der lokalen Bevölkerung führen und potenziell dem Unternehmensruf schaden.</li> <li>• Durch Brüche von Bergebecken werden große Gebiete kontaminiert. Negative Medienberichterstattung schädigt den Ruf.</li> </ul>	Unternehmen, die Metalle aus Konfliktregionen beziehen, verletzen ihre Sorgfaltspflichten und ziehen damit negative Aufmerksamkeit in den Medien auf sich.



*Das Konzept der Kreislaufwirtschaft geht über das Recycling nach der Produktnutzungsphase hinaus.*

Es besteht ein zunehmend dringender Bedarf an globalen Strategien für das nachhaltige Management unserer Gesellschaften und Volkswirtschaften. Unternehmen – und zwar insbesondere große Unternehmen – haben kontinuierliche Fortschritte dabei gemacht, Informationen zu verantwortungsvollen Praktiken und zu Nachhaltigkeit in ihren Berichten aufzunehmen. Allerdings steht zu befürchten, dass Unternehmen die Berichterstattung als Lizenz dafür betrachten, ihre Tätigkeiten unverändert fortzusetzen.<sup>189</sup> In dieser Hinsicht dienen die Ziele für nachhaltige Entwicklung der Vereinten Nationen als Richtlinien, die Unternehmen und Regierungen in ihre strategische Ausrichtung integrieren sollten, um ihre Nachhaltigkeitsziele zu erreichen.

Es mangelt jedoch eindeutig am Bewusstsein dafür, dass Unternehmen selbst von ökologischen Systemen und ihren Dienstleistungen (den Ökosystemdienstleistungen) abhängen. Diese ermöglichen erst auf direkte und indirekte Weise viele Prozesse, die zentral für Unternehmen sind. Es ist ferner offensichtlich, dass die gegenseitigen Abhängigkeiten von Unternehmen in global verbundenen Lieferketten ernsthafte Risiken darstellen. Die Widerstandsfähigkeit gegen externe Schocks wird künftig immens an Bedeutung gewinnen.

Das Konzept der nachhaltigen Entwicklung geht auf den Brundtland Bericht von 1987 zurück. Dabei handelte es sich um das erste Dokument, das die internationale Aufmerksamkeit auf die Folgen lenkte, die unser Konsum und unsere Produktionsverfahren auf unsere Umwelt und letztendlich auf die Zukunft der Menschheit haben. Der Bericht war Anlass für eine fortlaufende Diskussion über das Versagen von Unternehmen, in angemessener Weise auf die kritischen Nachhaltigkeitsprobleme wie die Übernutzung natürlicher Ressourcen und die globale Erwärmung sowie auf Fragen der sozialen Gerechtigkeit zu reagieren.

**Die grundlegende systematische Voraussetzung für eine Förderung von nachhaltiger Entwicklung besteht in der Entkopplung des Wirtschaftswachstums vom Ressourceneinsatz einschließlich seiner Umweltauswirkungen.**

Mittlerweile haben sich Politiker und Wissenschaftler weltweit mit Nachhaltigkeit und alternativen wirtschaftlichen Konzepten beschäftigt und Lösungen entwickelt. Festzustellen ist jedoch, dass die Regierungen aufgrund der vermeintlichen Bedrohung des Wirtschaftswachstums außerstande scheinen, eine adäquate Strukturen verändernde Politik durchzusetzen.<sup>190</sup>

Die grundlegende systematische Voraussetzung für eine Förderung von nachhaltiger Entwicklung besteht in der Entkopplung des Wirtschaftswachstums vom Ressourceneinsatz einschließlich seiner Umweltauswirkungen. Die Umsatzgenerierung ist an die Ressourcensextraktion und -nutzung gebunden – mit all ihren Umweltauswirkungen. Entkopplung impliziert, dass der gleiche Wert durch weniger Ressourcen und folglich weniger Umweltauswirkungen erzeugt wird. Die Attraktivität der Entkoppelung liegt für Unternehmen und für Politiker in der Möglichkeit, gleichzeitig Nachhaltigkeit und Wirtschaftswachstum zu erreichen.<sup>191</sup>

Die Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung und die Ziele für nachhaltige Entwicklung, die den weltweiten Aktionsplan der Welt für soziale Inklusion, ökologische Nachhaltigkeit und wirtschaftliche Entwicklung repräsentieren, dient Unternehmen als Grundlage für die Erreichung ihrer Nachhaltigkeitsziele. In diesem Zusammenhang erweist sich die Kreislaufwirtschaft als potenzielle Nachhaltigkeitsstrategie für Unternehmen jeder Größe.<sup>192</sup> Die Ellen MacArthur Stiftung,

die zu den engagiertesten Befürwortern der Kreislaufwirtschaft gehört, beschreibt Kreislaufwirtschaft als ein auf „Wiederherstellung und Sanierung ausgelegtes [Konzept] mit dem Ziel, zu jedem Zeitpunkt für größtmögliche(n) Nützlichkeit und Wert von Produkten, Komponenten und Materialien zu sorgen, wobei zwischen technischen und biologischen Zyklen unterschieden wird“.<sup>193</sup> Das Ziel der Kreislaufwirtschaft besteht folglich darin, Ressourcen so lang wie möglich zu nutzen und neue Wege der Verknüpfung von Ressourcen, Produktdesign, Produktion und Verbrauch zu finden.<sup>194</sup> Im Gegensatz dazu steht die lineare Wirtschaft, die aus natürlichen Ressourcen über Produktion Abfall erzeugt und letztendlich aufgrund von Ressourcenerschöpfung und Umweltverschmutzung die Umwelt zerstört.<sup>195</sup>

Da die Vision der Kreislaufwirtschaft auf bestehenden Unternehmensmodellen basiert<sup>196</sup>, stößt sie möglicherweise auf weniger Widerstand bei den Unternehmen als Konzepte, die vollständige Paradigmenwechsel erfordern. In den vergangenen Jahren fand das Konzept der Kreislaufwirtschaft zunehmend Anklang bei Unternehmen und Regierungen. So wurde es in die beiden letzten Fünfjahrespläne der chinesischen Regierung integriert und wird bereits umgesetzt.<sup>197</sup> 2015 nahm die Europäische Kommission ein Kreislaufwirtschaftspaket an, zu dem überarbeitete Legislativvorschläge zum Thema Abfall gehören, mit denen der Übergang Europas zu einer Kreislaufwirtschaft gefördert werden soll. Es sei darauf hingewiesen, dass der WWF dieses Paket als unzureichend für die Reduzierung des immensen EU-Fußabdrucks kritisiert hat.<sup>298</sup> Das 2012 vom Bundeskabinett beschlossene Ressourceneffizienzprogramm (ProgRess) beinhaltet Kreislaufwirtschaftsstrategien.<sup>199</sup>

Das Konzept der Kreislaufwirtschaft geht über das Recycling nach der Produktnutzungsphase hinaus. In der Kreislaufwirtschaft sollen Produkte und Dienstleistungen neu definiert und so gestaltet werden, dass kein Abfall entsteht, Produkte und Material so lange wie möglich genutzt werden und natürliche Systeme sich regenerieren können.<sup>200</sup>

## 7.2 Aluminium und Stahl in der Kreislaufwirtschaft

Das niederländische Beratungsunternehmen Metabolic hat für die praktische Umsetzung der Kreislaufwirtschaft sieben Säulen definiert, die auch als Benchmark dienen, um zu messen, ob Projekte tatsächlich den Anforderungen einer Kreislaufwirtschaft entsprechen. Diese Säulen können im kleinen (Unternehmen) oder im großen Maßstab (Volkswirtschaft oder Weltwirtschaft) angewandt werden.<sup>201</sup>

1. Materialien werden so in die Wirtschaft eingebracht, dass sie mit kontinuierlich hohem Wert im Kreislauf bleiben.
2. Energie wird grundsätzlich aus erneuerbaren Quellen gewonnen.
3. Biodiversität wird strukturell und durch alle menschlichen Aktivitäten unterstützt.
4. Die menschliche Gesellschaft und Kultur werden erhalten.
5. Die Gesundheit und das Wohlergehen von Menschen und anderen Arten werden strukturell unterstützt.
6. Menschliche Aktivitäten erzeugen über finanzielle Werte hinausgehende Werte.
7. Das Wirtschaftssystem ist auf inhärente Weise anpassungsfähig und widerstandsfähig.

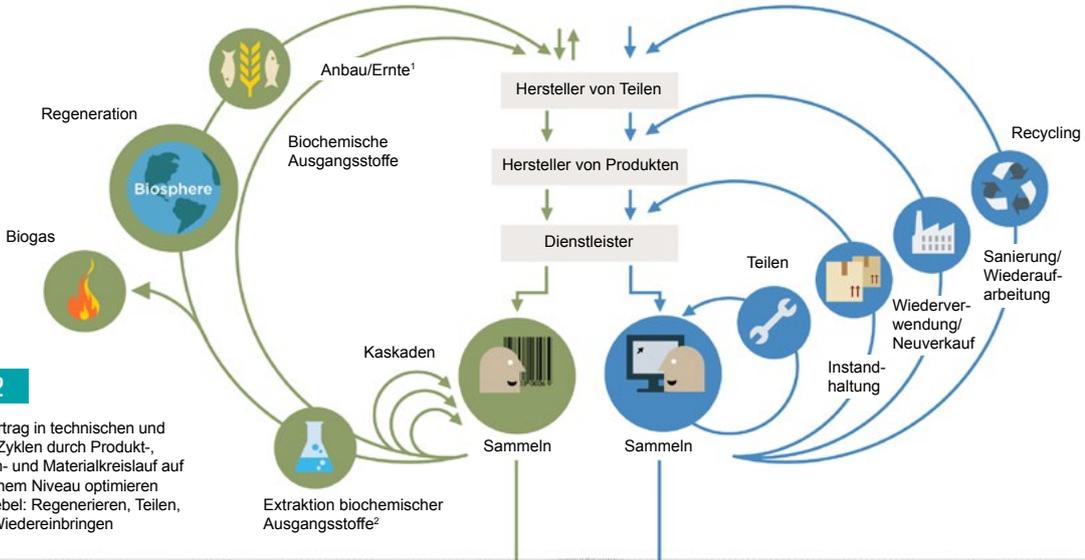
**PRINZIP 1**

Naturkapital durch Kontrolle endlicher Reserven und Ausgewogenheit der Flüsse erneuerbarer Ressourcen erhalten und verbessern  
 ReSOLVE-Hebel: Regenerieren, Virtualisieren, Austauschen



**PRINZIP 2**

Ressourcenertrag in technischen und biologischen Zyklen durch Produkt-, Komponenten- und Materialkreislauf auf höchstmöglichem Niveau optimieren  
 ReSOLVE-Hebel: Regenerieren, Teilen, Optimieren, Wiedereinbringen



**PRINZIP 3**

Höhere Systemeffektivität durch Erkennung negativer externer Effekte und durch besseres Design  
 Alle ReSOLVE-Hebel

Minimierung systematischer Sickerverluste und negativer externer Effekte

- 1) Jagen und Fischen
- 2) Nachernteprodukte und Haushaltsabfall sind mögliche Eingangsstoffe

**Abb. 14:** Diagramm des Kreislaufwirtschaftssystems.  
 Quelle: EMF 2015

Im Hinblick auf Aluminium und Stahl, einschließlich Abbau, sind insbesondere die Säulen 1 bis 4 relevant. Aluminium und Stahl lassen sich leicht in eine Kreislaufwirtschaft integrieren, da sie ohne qualitative Einbußen immer wieder recycelt werden können. Jährlich werden über 90 % des in Gebäuden und Automobilteilen enthaltenen Aluminiums nach Ende ihres Lebenszyklus sowie Schätzungen zufolge 80 % des rückgewinnbaren und recycelbaren Stahls recycelt.<sup>202</sup> Stahl eignet sich aufgrund seiner magnetischen Eigenschaften, die eine Rückgewinnung aus allen effizienten Abfallströmen erleichtern, ideal für Recycling. Nichtsdestoweniger konnte 2015 global nur ein Drittel der Nachfrage nach Stahl durch Stahlschrott gedeckt werden, wobei dessen Verfügbarkeit in China und in Entwicklungsländern Erwartungen zufolge steigen wird.

Die Erzeugung von Sekundäraluminium erfordert im Vergleich zur Produktion von Primäraluminium lediglich 5 % der Energie und ist mit nur 5 % der Emissionen der Primärproduktion verbunden. Durch eine Umstellung auf erneuerbare Energiequellen könnten diese Emissionen auf null reduziert werden.

Vorausgesetzt, die Nachfrage nach Aluminium und Stahl als Rohstoffe für nachhaltigere Projekte, z. B. Lösungen für erneuerbare Energie, hält weiterhin hin an bzw. steigt, dann erhöht sich auch die Nachfrage nach besserem Produktdesign und besseren Produktionsverfahren, die die ökologische und soziale Leistung von Produkten erhöhen.

Die Gestaltung und Erzeugung von Stahl- und Aluminiumprodukten sollten die Wiederverwendung, Wiederaufarbeitung, Rückgewinnung und letztendlich ihr Recycling unterstützen. Um einer Kreislaufwirtschaft zu entsprechen, muss Produktdesign fünf hierarchische Anforderungen erfüllen:

1. Das Produktdesign sollte möglichst wenig Materialeinsatz erfordern.
2. Produkte sollten zum Zweck der Wiederverwendung langlebig sein.
3. Produkte sollten sich leicht reparieren lassen.
4. Produkte sollten sich zur Unterstützung einer Wiederaufarbeitung leicht auseinandernehmen lassen.
5. Recycling ist der Schritt, der nach Ausschöpfung der anderen Möglichkeiten verbleibt und bei dem Abfall wieder in den Produktionsprozess gelangt.

## Beispiele von Aluminium und Stahl in der Kreislaufwirtschaft

### Reduzierung

2013 brachte Unilever „komprimierte“ Dosen für Marken wie Sure, Dove und Vaseline auf den Markt. Diese komprimierten Aluminiumsprühdosen enthalten ein Viertel weniger Metall und kommen im Vergleich zum herkömmlichen Modell mit der halben Menge Treibgas aus. Bislang konnten so mehr als 1.500 t Aluminium eingespart werden, genug, um eine Million Fahrräder herzustellen. Einige Jahre später folgten Boots, ein britisches Unternehmen, und Natura Cosméticos, ein brasilianisches Unternehmen, diesem Beispiel und reduzierten ihre Kohlenstoffbilanz ebenfalls um 25 % pro Dose. Mittlerweile hat die Ardagh Group die „weltweit leichteste dreiteilige Sprühdose aus Stahl“ für unterschiedliche Produkte von Henkel produziert. Die Wanddicke von Haarspraydosen („Drei-Wetter-Taft“) wurde reduziert. So können über 15 % des in der Produktionsphase verwendeten Materials und Wassers eingespart werden.<sup>204</sup> Darüber hinaus kommen diese Initiativen direkt der Unternehmensbilanz zugute.

### Wiederverwendung

Angesichts von Budgeteinschnitten und einer veralteten Infrastruktur entschied das Muskingum County Engineers Office in Ohio (USA), Stahlträger von alten Brücken einzusetzen, um den Brückenüberbau der lokalen Green Valley Road Bridge zu ersetzen. Das County schätzt, dass durch die Wiederverwendung der Stahlträger 51.000 US-Dollar eingespart werden konnten.<sup>205</sup>

### Wiederaufarbeitung

In der Regel bestehen etwa 80 % einer Windturbine aus Stahlkomponenten. Unterschiedliche Teile können wiederaufgearbeitet werden, darunter Getriebe, Generatoren, Lager und Läufer. Die Nachfrage nach Windturbinen steigt so schnell, dass die Lieferzeiten bis zu zwei Jahren betragen. Bestehende Windturbinen können jedoch innerhalb von nur vier Monaten und zu einem Bruchteil der Kosten einer neuen Turbine aufgearbeitet und geliefert werden. Die Rentabilität der ursprünglichen Investition kann sich durch Wiederaufbereitung, mit der die Lebensdauer der Turbine um bis zu 20 Jahren verlängert werden kann, fast verdoppeln. Durch das Wiederaufbereitungsverfahren lassen sich auch die Turbinenleistung erhöhen, die Generatorwicklungen, die Getriebegröße und sogar die Software für die Turbine ändern, um lokalen Bedingungen Rechnung zu tragen oder die Energieerzeugung zu erhöhen.<sup>206</sup>

### Recycling

Der südamerikanische Stahlkonzern Gerdau startete sein „Basis der Pyramide“ („BOP“)-Projekt 2007 in Partnerschaft mit dem öffentlichen Sektor und gemeinnützigen Organisationen. Im Zuge des Projekts erhielten mehr als 1.200 zum informellen Sektor der Schrottsammler gehörende Personen in Brasilien, Chile, Peru und Uruguay Schulungen zur Förderung ihrer Technik- und Management-Kenntnisse. In den Projekt-Städten werden mittlerweile jährlich 1.630 t Abfall korrekt recycelt und entsorgt. Zwischen 2011 und 2013 stieg das Volumen des gesammelten Schrotts um 228 % jährlich und das durchschnittliche Jahreseinkommen der Schrottsammler um 155 %.<sup>207</sup>

Wiederverwendung und Wiederaufarbeitung (sowie ein allgemein geringerer Konsum) sind wichtige Prinzipien des Kreislaufwirtschaftsmodells und haben Vorrang vor Recycling. Unternehmen, die Stahl- und Aluminiumprodukte nutzen, sind im Hinblick auf Strategien, bei denen Wiederverwendung und Wiederaufarbeitung vorrangige Prinzipien sind, im Rückstand. Getränkehersteller zum Beispiel verwenden Aluminiumdosen, die nicht aus recyceltem Aluminium sind, und sind weit davon entfernt, die Wiederverwendung von Aluminiumdosen zu unterstützen.<sup>203</sup>

Recycling allein reicht nicht zur Deckung des globalen Stahl- und Aluminiumbedarfs aus. Daher wird Bergbau wohl weiter eine wichtige Rolle spielen. Hersteller sollten daher ihre vorgelagerten Lieferketten daraufhin kontrollieren, ob die Lieferanten die zweite bis vierte strukturelle Säule der Kreislaufwirtschaft in ihre Unternehmensstrategien und -tätigkeiten integrieren. Konkret heißt das, dass die Metalle und Mineralien, die sie kaufen, keine ökologischen oder sozialen Schäden verursachen und dass sie auf erneuerbare Energie umstellen sollten. Neue Zertifizierungssysteme mit Best Practices oder andere Überprüfungsmaßnahmen können bei diesen Anstrengungen sinnvoll sein.

Der nächste Abschnitt bietet Beispiele für Maßnahmen, die für die Vermeidung oder Verringerung von ökologischen oder sozialen Schäden geeignet sind und daher den Weg für die Kreislaufwirtschaft ebnen.

### 7.3 Unternehmensmaßnahmen für verantwortungsvollen Bergbau

Bergbau ist per se nicht nachhaltig, wenn die Definition von Nachhaltigkeit impliziert, dass wir Ressourcen nur in einem Maß nutzen, das der Fähigkeit der Erde entspricht, sie zu ersetzen. Daher vertreten wir die Ansicht, dass der Begriff „Nachhaltigkeit“ im Kontext der Bergbauindustrie irreführend ist. Die Bergbau- und Metallindustrie ist sich zunehmend dieser Diskrepanz bewusst und verwendet daher stattdessen eher Begriffe wie „verantwortungsvoll“ oder „Stewardship“, die keine Erneuerbarkeit implizieren. Die meisten Industrieverbände und

#### Der „One Planet“-Ansatz<sup>210</sup>

Wenn sich aktuelle Trends beim Bevölkerungswachstum und Konsumverhalten fortsetzen, dann werden wir schon bald jedes Jahr Ressourcen und Dienstleistungen der Natur in Anspruch nehmen, die einer Biokapazität von zwei Erden entsprechen. Eine Überbeanspruchung der Biokapazität in diesem Ausmaß ist hingegen nur kurzfristig möglich. Die Folgen werden zukünftig immer gravierender werden und die Rohstoffrisiken für Unternehmen steigen. Das wird sich u. a. äußern in Wasserknappheit, Lebensmittel- und Energieknappheit und steigenden Rohstoffpreisen.

Zur Bewahrung der Bewohnbarkeit und Widerstandsfähigkeit unseres Planeten für künftige Generationen müssen hinreichend ehrgeizige Ziele festgelegt und die relevantesten Fragen angegangen werden. Der WWF strebt an, gemeinsam mit Unternehmen an Lösungen zu arbeiten, die gesundes Wirtschaften innerhalb der planetaren Grenzen ermöglicht. Das heißt zum Beispiel, dass wir gemeinsam mit Unternehmen Methoden und Strategien entwickeln, um Ziele zu setzen und Fortschritte zu messen, um so die wirtschaftliche Entwicklung vom Ressourceneinsatz einschließlich der mit ihm verbundenen Umweltschäden zu entkoppeln.

**Der WWF befürwortet Unternehmensstrategien in der Metall- und Bergbauindustrie, die über die regulatorischen Ziele in Schwellen- und Industrieländern hinausgehen.**

---

Zertifizierungssysteme wie zum Beispiel die Initiative for Responsible Mining Assurance (IRMA), Responsible Steel oder die Aluminium Stewardship Initiative (ASI) verwenden diese Begriffe. Andere wie das International Council on Mining and Metals (ICMM), ein Industrieverband von Bergbau- und Metallunternehmen, beschreiben sich als „internationale Organisation, die sich für eine sichere, faire und nachhaltige Bergbaubranche“<sup>208</sup> einsetzen.

Beim Übergang zum verantwortungsvollen Bergbau haben das Konzept und die Strategien von Richtlinien, Vorschriften und Vereinbarungen, die die Regierung erlässt bzw. trifft, um ökologische und soziale Verantwortung in der Bergbau- und Metallindustrie zu unterstützen, große Bedeutung. Allerdings müssen sie auch der Kapazität nationaler und regionaler Regierungen Rechnung tragen, diese umzusetzen. Sofern die Kapazitäten unzureichend sind, bilden Unternehmensstrategien und -ethik die entscheidende Grundlage für dieses Ziel.

Das Interesse an den Nachhaltigkeitszielen ist auf Unternehmensseite seit ihrer Verabschiedung 2015 gestiegen. Etwa 40 % der weltweit größten Unternehmen nehmen mittlerweile bei ihren Berichten auf sie Bezug.<sup>209</sup> Alle Nachhaltigkeitsziele sind für die Metall- und Bergbauindustrie relevant (siehe Abbildung 15). Wenn Unternehmen sie bei der Berichterstattung berücksichtigen, dann verbessert das ihre Kenntnisse zu den durch sie verursachten Auswirkungen und das trägt dazu bei, Möglichkeiten für die Vermeidung oder Minimierung der Auswirkungen zu finden. Unternehmen können auf unterschiedliche Instrumente zurückgreifen, um ihre Tätigkeiten auf die Anforderungen der Kreislaufwirtschaft (siehe die oben beschriebenen sieben Säulen) und anderer Nachhaltigkeitsziele abzustimmen.

Der WWF befürwortet Unternehmensstrategien in der Metall- und Bergbauindustrie, die über die regulatorischen Ziele in Schwellen- und in Industrieländern hinausgehen.

Bergbau kann zwar mit einigen positiven regionalen oder nationalen Vorteilen punkten, hat jedoch auf lokaler Ebene häufig weitreichende negative soziale und ökologische Auswirkungen. In diesem Bericht wurden die wichtigsten sozialen und ökologischen Auswirkungen des Bergbaus beschrieben. Verantwortungsvoller Bergbau beschäftigt sich in erster Linie mit dem ausgewogenen und wirksamen Management dieser Auswirkungen. Dazu gehören die Wahrung der Rechte und des Wohlergehens indigener Völker und lokaler Gemeinschaften, die wirksame Planung von Flächennutzung und Ressourcen sowie die Transparenz betrieblicher Tätigkeiten einschließlich Offenlegung der Finanzsituation und der Umweltauswirkungen sowie der Aktivitäten im Bereich der gesellschaftlichen Unternehmensverantwortung.

### **7.3.1 Menschenrechte und Transparenz**

#### **Wahrung der Rechte, Gesundheit und Sicherheit indigener Völker und lokaler Gemeinschaften und der Beschäftigten**

Es existieren nicht nur zwischen Gebieten, für die Abbaugenehmigungen erteilt wurden, und Schutzgebieten erhebliche Überschneidungen, sondern auch zwischen solchen Abbaugebieten und dem verbleibenden Land indigener Völker. Die gesellschaftliche Verantwortung von Unternehmen, die Rechte indigener Völker zu schützen und die Teilhabe-Grundsätze umzusetzen, gehören zu den größten Herausforderungen, denen sich der Bergbau gegenüberstellt. In diesem

Zusammenhang hat sich das Recht der auf Kenntnis der Sachlage gegründeten vorherigen Zustimmung (Free Prior and Informed Consent, FPIC) als zentrales Prinzip erwiesen.

Die indische Regierung hat Bergbaukonzernen Genehmigungen für den Bauxitabbau am Berg Niyamgiri im Bundesstaat Orissa erteilt. Diese Entscheidung, die zu massiven Protesten führte, gefährdet die Lebensgrundlage der Dongria Kondh, einer indigenen Volksgruppe, die den Berg als Heiligtum betrachtet und von den Früchten der Hänge lebt.

Eine allgemein gültige Definition von FPIC existiert gegenwärtig nicht. Allerdings geht aus Richtlinien hervor, dass die Beratungsverfahren und die Zustimmung auf lokaler Ebene von den vom Projekt betroffenen Menschen selbst geleitet werden sollten.<sup>211</sup> Die Stellungnahme des International Council on Mining and Metals (ICMM) zu indigenen Völkern und Bergbau<sup>212</sup> stellt begrüßenswerte Überlegungen zur Perspektive der Industrie auf FPIC-Konzepte und -Verfahren dar.<sup>213</sup> Die Stellungnahme des ICMM zu indigenen Völkern und Bergbau<sup>214</sup> verlangt von Mitgliedern, dass sie: 1. mit potenziell betroffenen indigenen Völkern kommunizieren, 2. die Rechte indigener Völker verstehen und wahren, 3. Untersuchungen für eine Basisanalyse und Folgenabschätzung durchführen, um die Folgen und rechtliche Fragen zu verstehen, 4. für echte Teilhabe an Entscheidungsfindungsverfahren sorgen, 5. vereinbaren, was unter bestimmten Umständen „Zustimmung“ bedeutet und 6. mithilfe von Dialog und Zusammenarbeit mit zuständigen Behörden die Zustimmung erzielen.<sup>215</sup> Der Stellungnahme des ICMM zufolge sollen Mitglieder die nationalen Gesetze zu FPIC-Verfahren einhalten. Allerdings ist bekannt, dass die Industrie im Hinblick auf FPIC häufig ihre eigenen Zusagen nicht einhält.<sup>216</sup> Es besteht mit anderen Worten das Risiko, dass einige Unternehmen sich öffentlich zu FPIC bekennen, dieses Verfahren jedoch zu ihren Gunsten ausnutzen.<sup>217</sup> Außerdem sind Bergbauunternehmen – einschließlich ICMM-Mitglieder, die in Ländern tätig sind, in denen FPIC nicht in nationales Recht aufgenommen wurde – nicht verpflichtet, die FPIC-Grundsätze in ihre Unternehmensstrategie zu integrieren.<sup>218</sup> Von einigen Stellen wird die Ansicht vertreten, dass Unternehmen, die gegen die FPIC-Grundsätze verstoßen, Menschenrechte verletzen.<sup>219</sup>

*Die indische Regierung hat Bergbaukonzernen Genehmigungen für den Bauxitabbau am Berg Niyamgiri im Bundesstaat Orissa erteilt. Diese Entscheidung, die zu massiven Protesten führte, gefährdet die Lebensgrundlage der Dongria Kondh, einer indigenen Volksgruppe, die den Berg als Heiligtum betrachtet und von den Früchten der Hänge lebt.*



Zusammengefasst handelt es sich bei dem FPIC-Verfahren um ein kritisches und komplexes partizipatorisches Verfahren, das sorgfältig strukturiert und umgesetzt werden muss, da andernfalls das Risiko unbeabsichtigter Folgen für soziale Gruppen, das Risiko der Nötigung und das Risiko besteht, dass Unternehmen das Verfahren zu ihrem eigenen Vorteil nutzen.<sup>220</sup> Künftig können Zertifikate, z. B. über die Initiative for Responsible Mining Assurance (IRMA), eine Organisation, die sich für neue ökologische und soziale Standards im Kontext des Bergbaus einsetzt, strengere FPIC-Verfahren unterstützen oder entsprechende Anreize schaffen.

### **Mehr Transparenz zur Verhinderung von Korruption im Kontext des Bergbaus und seiner Folgen für die sozioökonomische Entwicklung**

In einem vor kurzem veröffentlichten Bericht, der auf Recherchen in 18 rohstoffreichen Ländern von Australien bis Simbabwe basierte, hat Transparency International systematische Korruptionsrisiken bei den Verfahren für die Bergbau-Lizenzerteilung und für Genehmigungen identifiziert.<sup>221</sup> Korruption trägt zum „Ressourcenfluch“ bei und beeinflusst, inwieweit durch Mineralressourcen erzielte Erträge für die sozioökonomische Entwicklung umverteilt werden.

Extractive Industries Transparency Initiative (EITI) ist eine Länderinitiative mit dem Ziel, bestimmte Grundsätze und Verfahren durchzusetzen, mit denen eine verantwortungsvolle und transparente Staatsführung in ressourcenreichen Ländern gestärkt wird, indem alle von Unternehmen geleisteten Zahlungen und alle staatlichen Einnahmen aus Öl, Gas und Bergbauerzeugnissen überprüft und vollständig veröffentlicht werden. Dies ist auch durch Zusammenarbeit mit Unternehmen möglich, die alle an Regierungen geleisteten Zahlungen offenlegen. Außerdem hat das Engagement von Unternehmen sogar dazu geführt, dass einige Länder die EITI-Umsetzung angestoßen haben.<sup>222</sup>

## **7.3.2 Biodiversität, Wasser und Bodenressourcen**

### **Erhaltung der Biodiversität**

Bergbau findet häufig innerhalb oder in der Nähe von Schutzgebieten statt und beeinträchtigt ihren Kultur- und Biodiversitätswert. Für den Schutz der Biodiversität haben sich die Einrichtung von No-go-Areas sowie die Hierarchie der Schadensminderung einschließlich Biodiversitäts-Offsets (Ausgleichsmaßnahmen) als hilfreiche Maßnahmen erwiesen.

Die Mine von Carajás gehört zu den weltweit größten Eisenerzminen. Sie befindet sich im brasilianischen Amazonas-Regenwaldgebiet. Der Bergbau in dieser Region führt in bestimmten Gebieten zu Entwaldung.

Gebiete mit Zutrittsverbot („No-go-Areas“): Dieser Begriff bezeichnet im Allgemeinen den „Respekt vor gesetzlich ausgewiesenen Schutzgebieten und die Gewährleistung, dass jegliche neuen Betriebstätigkeiten oder Änderungen an bestehenden Betriebstätigkeiten mit dem Wert vereinbar sind, der die Grundlage für die Zuweisung des Schutzstatus war.“ So fordert der ICMM in seiner Stellungnahme, dass „Mitglieder Weltnaturerbegebiete weder als mögliche Erschließungsgebiete erkunden noch in solchen Gebieten Bergbau betreiben“.<sup>223</sup> Der WWF hat dazu aufgerufen, die Gebiete zu erweitern, die No-go-Areas für den Bergbau sind und außerdem andere sensible Gebiete wie wichtige Wassereinzugsgebiete aufzunehmen und damit ihren Schutz über den derzeitigen national geltenden Schutzstatus zu erweitern.<sup>224</sup> Der künftige IRMA-Standard definiert



*Die Mine von Carajás gehört zu den weltweit größten Eisenerzminen. Sie befindet sich im brasilianischen Amazonas-Regenwaldgebiet. Der Bergbau in dieser Region führt in bestimmten Gebieten zu Entwaldung.*

No-go-Areas breiter und schließt neben Weltnaturerbestätten auch als Weltkulturerbe offiziell nominierte Gebiete, gemäß Kategorien I bis II der International Union for Conservation of Nature (IUCN) geschützte Gebiete, Kernzonen von UNESCO-Biosphärenreservaten sowie Gebiete ein, in denen indigene Völker leben oder mutmaßlich in (freiwilliger) Isolation leben.<sup>225</sup> Allerdings sind der IRMA-Standard ebenso wie die ICMM-Anforderungen freiwillig. Es liegt an den nationalen gesetzgebenden Instanzen, Vorschriften zu No-go-Areas, einschließlich Zutrittsverbot für den extraktiven Sektor, zu erlassen und durchzusetzen.

Die Durchsetzung von No-go-Areas ist ebenso wie die Einhaltung durch den extraktiven Sektor mit Schwierigkeiten verbunden. So sind die Mitglieder des ICMM zwar angehalten, rechtlich geschützte Gebiete zu respektieren und ihren Wert zu erhalten, jedoch ist diese Stellungnahme für ICMM-Mitglieder nicht bindend und alle anderen Unternehmen – und das sind die meisten – unterliegen keiner Verpflichtung, sich an die No-go-Area-Prinzipien zu halten. Nur 1,7 % der beim MSCI Energy Index<sup>226</sup> registrierten Unternehmen, der Großteil von ihnen ICMM-Mitglieder, haben sich beispielsweise verpflichtet, No-go-Areas einzuhalten.<sup>227</sup> Infolgedessen sind selbst global wichtige Gebiete betroffen, u. a. solche, die zum Weltnaturerbe gehören und nur etwa 1 % der Erdoberfläche bedecken oder etwas über 10 % der weltweiten Schutzgebiete insgesamt.<sup>228</sup> Das legt nahe, dass stärkere Unternehmensrichtlinien zu No-go-Areas – ob für vor- und nachgelagerte Bereiche der Bergbau-Wertschöpfungskette – dringend erforderlich sind.

Ein weiterer wichtiger Ansatz zum Schutz der Biodiversität im extraktiven Sektor ist die Hierarchie der Schadensminderung.<sup>229</sup> Sie unterstützt angemessene Reaktionen auf potenzielle Auswirkungen jeglicher neuer Betriebstätigkeiten oder Änderungen an bestehenden Betriebstätigkeiten auf die Biodiversität.<sup>230</sup>

Innerhalb der Schadensminderungshierarchie muss das Thema Biodiversität zu einem frühen Zeitpunkt, bereits bei der Planung und dem Design von Entwicklungsprojekten berücksichtigt werden, um Nettoverluste der Biodiversität zu verhindern und womöglich Nettogewinne zu erzielen.<sup>231</sup> Beim Umweltmanagement von Entwicklungsprojekten wird die Schadensminderungshierarchie weithin als Best Practice anerkannt.

Die Schadensminderungshierarchie zur Begrenzung der Schäden für Biodiversität besteht aus den folgenden vier Optionen mit abnehmender Priorität:<sup>232</sup>

1. Vermeiden: Antizipation und Vermeidung von negativen Auswirkungen auf die Biodiversität, bevor Maßnahmen ergriffen oder Entscheidungen getroffen werden. „No-go-Areas“ sollten unter diese Option fallen.
2. Minimieren: Reduzierung der Dauer, Intensität und des Umfangs von Auswirkungen, die realistischerweise nicht vermeidbar sind.
3. Wiederherstellen: Maßnahmen zur Wiedergutmachung von Degradation oder Schäden an bestimmten Biodiversitätsmerkmalen oder Ökosystemen.
4. Ausgleichen: Naturschutzerfolge infolge von Maßnahmen zur Kompensation für nicht von einem Projekt betroffene Gebiete, um erhebliche negative, weder vermeidbare noch wiederherstellbare Auswirkungen eines Bergbauprojekts auszugleichen.

Die Schadensminderungshierarchie wird zunehmend in die gesetzliche Compliance integriert und bei von Unternehmen zu leistenden Zahlungen eingesetzt, bei denen staatliche Stellen als Vermittler auftreten, sowie auch bei freiwilligen Zahlungen. Mit solchen Kompensationsmaßnahmen sollen Auswirkungen von Infrastrukturprojekten ausgeglichen werden.<sup>233</sup> Über diese Ansätze sind 2016 mindestens 4,8 Mrd. US-Dollar in Umweltsanierungs- und Umweltschutzmaßnahmen geflossen. Damit hat sich der Transaktionswert innerhalb von fünf Jahren in etwa verdoppelt.<sup>234</sup> Großenteils stammen diese Mittel aus dem privaten Sektor, wobei die Nachfrage durch die Sektoren Energie, Verkehr, und Bergbau/Mineralien dominiert.

Allerdings hatten 2016 freiwillige Ausgleichsmaßnahmen nur einen geringen Anteil an den Ausgleichs- und Kompensationsmärkten, die sich Schätzungen zufolge auf 4,8 Mrd. US-Dollar belaufen. Eine zentrale Erkenntnis aus den Kompensationsprojekten im vergangenen Jahrzehnt besteht darin, dass die Entwickler solcher Projekte (wie etwa Bergbauunternehmen) mit großer Wahrscheinlichkeit ohne gesetzliche Anforderungen oder Marktnachfrage nicht für Biodiversitätsausgleich sorgen.<sup>235</sup> Das legt nahe, dass sich die Schadensminderungshierarchie künftig nur dann durchsetzen lassen wird, wenn gesetzliche Anforderungen und Marktnachfrage weiterentwickelt werden.

**Tab. 12:**  
Äußerst geringe Anzahl an Offset-Projekten 2016: Anzahl umgesetzter und in Entwicklung befindlicher Projekte, Flächenangaben nach Region.  
*Quelle: Bennett et al. 2017, S. 48.*

Region	umgesetzt	in Entwicklung	Fläche (ha)
Afrika und Naher Osten	2	–	n/a
Asien	1	–	n/a
Europa	9	3	2.591
Lateinamerika und Karibik	2	1	22
Nordamerika	2	3	236.069
<b>Gesamt</b>	<b>16</b>	<b>7</b>	<b>272.999</b>

## Management von Minenstilllegungen

**Die integrierte Abschlussbetriebsplanung** zur Vermeidung von erheblichen Auswirkungen und Schäden für die Umwelt, Gesundheit und Sicherheit ist eine ständige Herausforderung im Bergbau. Clark et al. beschreiben die Geschichte solcher Stilllegungen folgendermaßen: „Vor den 1960ern fehlte in den meisten Ländern allgemein ein Bewusstsein für Probleme im Zusammenhang mit Minenstilllegungen. In den 1970ern bis 1980ern begann die Sensibilisierung für Umweltfragen wie AMD, Landrückgewinnung und Sanierung und zunehmend rückten in den 1990ern auch Themen der nachhaltigen wirtschaftlichen, ökologischen und sozialen Entwicklung, die mit Stilllegungen großer Bergbaubetriebe zusammenhängen, in das Zentrum der Aufmerksamkeit. Diese Entwicklung setzt sich bis ins neue Jahrtausend fort.“<sup>236</sup>

**Regulierungsbehörden haben häufig begrenzte Kapazitäten im Hinblick auf Stilllegungen von Bergbaubetrieben, insbesondere in Entwicklungsländern.**

Mittlerweile werden Pläne für Minenstilllegung von den meisten Regierungsbehörden weltweit nachgefragt. In über 100 Ländern gehören derartige Pläne zu den Umweltverträglichkeitsprüfungen.<sup>237</sup> Nichtsdestoweniger sind die Herangehensweisen im Hinblick auf Standards für Umweltverträglichkeitsprüfungen und rechtliche Anforderungen etwa für das Verfahren der Stilllegung, die Verantwortung von Unternehmen für einen Standort und die Rechte von Landbesitzern und Gemeinschaften in der Umgebung des Betriebs je nach Land sehr unterschiedlich.<sup>238</sup> In einer Überprüfung kritischer Gesetzeslücken in Bezug auf die Stilllegungen von Bergbaubetrieben und auf entsprechende länderspezifische Umsetzungsregelungen merken Clark et al. an: 1. Die Gesetze und Regelungen zu Stilllegungen im Bergbau basieren häufig auf den ökologischen Aspekten eines Standorts. Sozioökonomische Aspekte werden selten berücksichtigt. 2. In den wenigsten Ländern existieren entsprechende umfangreiche Gesetze, die etwa die (finanzielle) Sicherung regeln, sodass Unternehmen ihren Verpflichtungen entgehen können. 3. Regulierungsbehörden haben häufig begrenzte Kapazitäten im Hinblick auf Stilllegungen von Bergbaubetrieben, insbesondere in Entwicklungsländern.<sup>239</sup> Außerdem schreiben nur zwei Länder, Neuseeland und Kanada, eine Bewertung der kumulativen Auswirkungen im Rahmen der Umweltverträglichkeitsprüfung vor. Daher hängen Qualität und Wirkungen einer Abschlussbetriebsplanung weitgehend von gesetzlichen Vorschriften und Kapazitäten ab.

Zusammenfassend lässt sich sagen: Gesetze spielen eine wichtige Rolle für effektive Minenstilllegung. Im Zusammenhang mit Minenstilllegungsanforderungen sind jedoch zur Ergänzung schwacher rechtlicher Anforderungen oder unzureichender Kapazitäten auch Unternehmensmaßnahmen wichtig. Es wurden einige Fortschritte erzielt. Die Weltbank hat Richtlinien für die Sicherung der für die Stilllegung erforderlichen Kosten entwickelt, um die Nichterfüllung finanzieller Verpflichtungen eines Bergbaubetriebs bei Stilllegung zu verhindern<sup>240</sup>, und ICMM hat ein Toolkit entwickelt, das Unternehmen bei der Überprüfung ihres Vorgehens bei Betriebsstilllegung unterstützt.<sup>241</sup> Dieses Toolkit basiert auf einem iterativen Ansatz für Stilllegungen und integriert Risiken und Möglichkeiten als Richtlinien für Abschlussbetriebsplanungen.<sup>242</sup> Dazu kann auch gehören, dass Unternehmen über vorgeschriebene Sanierungs- und Risikominimierungsmaßnahmen hinausgehen und etwa Möglichkeiten für soziale Verbesserungen ergreifen und Gemeinschaften in der Umgebung von langfristigen Vorteilen profitieren. Anglo American beispielsweise hat einige seiner Standorte in Australien in Windenergieparks und Anbauflächen für *Jatropha* zur Erzeugung von grüner Energie umgewandelt.<sup>243</sup> Allerdings besteht ohne Kontrollen des Stilllegungsverfahrens und seiner Qualität das Risiko, dass Unternehmen unzulängliche Maßnahmen ergreifen. Dies trifft insbesondere auf Länder ohne vereinbarte

Standards, Kapazitäten und Prüfungen zu. Eine Zertifizierung durch IRMA einschließlich der Verwendung ihrer Standards zu Stilllegungen<sup>244</sup> kann Anreize für vertrauenswürdiger Stilllegungsverfahren bieten.

### **Management von Umweltschutz, Energieverbrauch und Abfall durch bessere Analysen/Bewertungen und Berichte**

**Science-based-targets** sind quantifizierte Ziele, zu denen sich Unternehmen verpflichtet haben, um die THG-Emissionen auf ein Niveau zu senken, das der Dekarbonisierung entspricht, die erforderlich ist, um den globalen Temperaturanstieg auf unter 2 C° im Vergleich zu den vorindustriellen Werten zu begrenzen.<sup>245</sup> Unternehmen formulieren klar definierte Pfade, die Angaben dazu enthalten, inwieweit, auf welche Weise und innerhalb welcher Fristen sie ihre THG-Emissionen reduzieren werden. Das CDP, vormals Carbon Disclosure Project, organisiert das globale Offenlegungssystem, über das Unternehmen, Städte, Staaten und Regionen ihre Umweltauswirkungen messen und managen können, und unterstützt Unternehmen dabei, ihre THG-Emissionsziele zu erreichen. CDP hat eine umfangreiche Umweltdatenbank aufgebaut, die klimarelevante Unternehmensdaten von Unternehmen weltweit enthält. Anhand der Daten können Unternehmen ihre eigene Leistung messen und sich ehrgeizigere Klimaschutzziele setzen.

Unter den in allen Sektoren tätigen 44 Unternehmen, die sich zu den wissenschaftlich fundierten Zielen verpflichtet haben, sind fünf Bergbaubetriebe, darunter vier, die an der Eisenerz-Wertschöpfungskette beteiligt sind. Konkret handelt es sich um China Steel, Mahindra Sanyo Special Steel, Manni Group SpA und Outokumpu Oyj. Allerdings steht bei allen noch die Erklärung ihrer Strategien und Ziele aus.<sup>246</sup>

Beim Abfall-, Umwelt- und Energiemanagement spielen gesetzliche Vorschriften eine wichtige Rolle, insbesondere in Regionen, in denen eine Kohlenstoffsteuer erhoben wird oder ein Emissionshandelssystem existiert. Systeme, mit denen Unternehmen ihre Nachhaltigkeitsaktivitäten in diesem Bereich messen und melden können, tragen ebenfalls zur Erreichung des Ziels bei. Die Global Reporting Initiative (GRI) ist eine auf einem Netzwerk basierende Organisation, die einen umfassenden Rahmen für Nachhaltigkeitsberichterstattung erarbeitet hat, der weltweit Anwendung findet. Er enthält Prinzipien und Indikatoren, die Organisationen und Unternehmen nutzen können, um ihre ökonomische, ökologische und soziale Leistung zu messen. GRI hilft Unternehmen und Staaten weltweit, ihre Beiträge zu kritischen Nachhaltigkeitsthemen wie Klimawandel, Menschenrechte, Regierungsführung und gesellschaftliches Wohlergehen nachzuvollziehen und zu kommunizieren.

Alcoa, eines der weltweit größten Bauxitförderunternehmen, legt seine Berichte gemäß dem GRI-Standard in zwei Regionen vor: Aluminiumabbau in Lateinamerika und Bergbau in Ozeanien (Australien). Rio Tinto verwendet den GRI-Berichterstattungsstandard für einige seiner Tätigkeiten in Europa, Nordamerika, Asien und Ozeanien. Norsk Hydro, die Aluminium Corporation of China (Chalco) und die Compagnie des Bauxites de Guinée (CBG) legen keinerlei Berichte vor. Außerdem verwenden Alcoa und Rio Tinto für ihre Tätigkeiten in Entwicklungsländern nicht den GRI-Standard.

Vale, ebenfalls eines der großen Eisenerz abbauenden Unternehmen, erstattet Bericht gemäß GRI-Standard für seine Tätigkeiten in Lateinamerika und der

**Kumulative  
Folgenabschätzungen  
basieren auf der  
kumulativen Betrachtung  
von Umweltauswirkungen,  
die sich aus Aktivitäten  
in Vergangenheit,  
Gegenwart und Zukunft  
ergeben. Dazu gehören  
direkte und indirekte  
menschliche Aktivitäten.**

---

Karibik (Brasilien) und in Asien (Indonesien). Rio Tinto wendet GRI-Standards für seine Tätigkeiten in Europa, Nordamerika, Asien und Ozeanien an, BHB Billiton Group für seine Tätigkeiten in Afrika (Südafrika), Lateinamerika und der Karibik (Chile), Fortescue Metals Group Limited für seine Tätigkeiten in Ozeanien (Australien), ArcelorMittal für seine Tätigkeiten in Lateinamerika und der Karibik (Brasilien, Argentinien, Mexiko), Asien (Indien) und Europa, Mitsui & Co für seine Tätigkeiten in Thailand (jedoch nicht gemäß GRI) und Japan, Mellanoinvest für seine Tätigkeiten in Europa und Kumba Iron Ore für seine beiden Standorte in Afrika (Südafrika).<sup>247</sup> Es ist bemerkenswert, dass keines dieser Unternehmen Berichte über seine Aktivitäten in Afrika vorlegt, auch solche Unternehmen nicht, die dort wie Rio Tinto mehrere Standorte betreiben.

### 7.3.3 Bekämpfung der indirekten Auswirkungen des Bergbaus

Die unmittelbaren lokalen Auswirkungen des Bergbaus sind häufig gering im Vergleich zu den viel weiter reichenden und langfristigen Auswirkungen der Bergbauinfrastruktur und der sozioökonomischen Änderungen. Kumulative Folgenabschätzungen basieren auf der Gesamtbetrachtung von Umweltauswirkungen, die sich aus Aktivitäten in Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft ergeben. Dazu gehören direkte und indirekte menschliche Aktivitäten.<sup>248</sup> Die Einschätzung der kumulativen Folgen ist daher für die Entscheidungsfindung im Bergbau und für Lösungsansätze für die größeren Auswirkungen wichtig. Trotzdem schreiben nur zwei Länder, Neuseeland und Kanada, kumulative Folgenabschätzungen vor. Der WWF empfiehlt bessere Einschätzungen der kumulativen Auswirkungen in mehr Ländern. Indirekte Folgen und ihre Einschätzung werden im Industry Guide on Cumulative Impact Assessment (Leitfaden für kumulative Folgenabschätzung für die Industrie) des Minerals Council of Australia (2015) berücksichtigt. Weitere Beispiele sind der Good Practice Guide on Cumulative Impacts der Universität Queensland<sup>249</sup> und andere wissenschaftliche Veröffentlichungen.

Indirekte Umweltfolgen können ganz oder teilweise mithilfe strategischer Flächennutzungsplanung (Raumordnung) abgefedert werden. Dieser Ansatz sieht die Beteiligung mehrerer Interessengruppen vor, darunter Behörden, Unternehmen und Gemeinschaften vor Ort. Eine mögliche Initiative für Bergbauunternehmen besteht etwa in öffentlich-privaten Partnerschaften, die zu diesem Zweck vor oder gleich zu Beginn von Bergbauaktivitäten eingerichtet werden. Gegenwärtig werden Versuche unternommen, öffentlich-private Partnerschaften zu bilden, um die nachhaltige Entwicklung in sogenannten Wachstumskorridoren zu unterstützen. Wachstumskorridore sind Gebiete, in denen Unternehmen, deren Tätigkeiten auf natürlichen Ressourcen basieren – das trifft etwa auf den landwirtschaftlichen und den extraktiven Sektor zu – strategisch entwickelt werden, um das wirtschaftliche Wachstum zu fördern. Die Weltbank unterstützt zum Beispiel Mosambik und Liberia bei der Entwicklung von Wachstumskorridoren. Das soll gewährleisten, dass Bergbauinvestitionen in die Entwicklung von lokal angepassten Aktivitäten wie Land- und Forstwirtschaft und Kleinbergbau integriert werden können, um indirekte Vorteile durch Mineralabbau zu erreichen und Stellen zu schaffen.<sup>250</sup>

Voraussetzung für diese Art von Partnerschaften und Ansatz in Wachstumskorridoren sind gründliche Kenntnisse der direkten und indirekten Folgen für die Ressourcen. Beispielsweise erfordert der Abbau von Bauxit und Eisenerz Zugang zu Wasser, das gleichzeitig oftmals die Lebensgrundlage lokaler Gemeinschaften bildet. Daher müssen die Vereinbarung und Umsetzung eines Water

Zertifizierungssysteme für die Bergbau- und Mineralindustrie befinden sich erst im Anfangsstadium und haben noch einen weiten Weg vor sich.

Stewardship-Rahmenwerks gewährleistet werden. Allerdings strebt bislang kein Unternehmen der Bergbau- und Mineralbranche eine Zertifizierung für Water Stewardship an, sodass kein Zertifikat, zum Beispiel durch die Alliance for Water Stewardship<sup>251</sup>, ausgestellt wurde. ICMM hat ebenfalls ein Water Stewardship-Rahmenwerk entwickelt, das auf folgenden vier zentralen Elementen basiert und Unternehmen bei wasserbezogenen Problemen unterstützen kann: 1. Transparenz und Verantwortung, 2. proaktive, inklusive Herangehensweise, 3. auf Flussgebieten basierender Ansatz, 4. effektives Wasserressourcenmanagement.<sup>252</sup> Ohne Zertifizierung oder eine andere Form des Nachweises lässt sich jedoch schwerlich feststellen, wie die von ICMM veröffentlichten Leitlinien vor Ort umgesetzt werden, insbesondere in Wasserrisikogebieten.

### 7.3.4 Best Practices, Standards und Zertifizierung

Im Gegensatz zum Landwirtschaftssektor, wo runde Tische und Zertifizierungen von Best Practices die Eckpfeiler der Nachhaltigkeit bilden, sind Bestrebungen, Verfahren im extraktiven Sektor zu ändern, deutlich weniger sichtbar. Durch Zertifizierung von Best Practices sollen Konsumenten über die Nachhaltigkeit von Waren und Dienstleistungen informiert werden, um die Kaufkraft in Richtung umweltfreundlicher und sozial verantwortlicher Angebote zu lenken.<sup>253</sup> Erst seit Kurzem existieren in diesem Sektor Zertifikate für Best Practices sowie Industrieverbände, die sich für Nachhaltigkeit einsetzen. Durch sie kann die Entwicklung nachhaltigerer Produkte an einem nachgelagerten Bereich der Wertkette gefördert werden.

Der Teilerfolg dieser Systeme wird jedoch ebenso wie in der Landwirtschaft wahrscheinlich nicht nur von den Standards oder den Leitlinien für die Best Practices abhängen, sondern auch von der Steuerung dieser Systeme, insbesondere im Hinblick auf die Qualität der Maßnahmen und die Verfahren für Umsetzung und Prüfung. Außerdem ist die Nachverfolgbarkeit – die Kenntnisse über die Herkunft der Mineralien durch Dokumentation entlang der Lieferkette, z. B. auch zu den beteiligten Akteuren – im Bergbau- und Mineralsektor nicht gut entwickelt. Hinzukommt: Auch wenn Zertifizierung als Wundermittel für die Gewährleistung von ökologischer und sozialer Gerechtigkeit erscheint – selbst im Agrarsektor, wo Öko-Zertifizierungen am weitesten verbreitet sind, sind lediglich 1,1 % des globalen Produktionsgebiets zertifiziert.<sup>254</sup> Zertifizierungssysteme für die Bergbau- und Mineralindustrie befinden sich erst im Anfangsstadium und haben noch einen weiten Weg vor sich.

Zu den wichtigsten Initiativen, mit denen verantwortungsvoller Bergbau durch Zertifizierung von Best Practices oder Industrieverbände für Nachhaltigkeit gefördert werden, gehören:

Die 2002 gegründete **Initiative for Responsible Mining Assurance (IRMA)** ist ein Zusammenschluss von Nichtregierungsorganisationen, Unternehmen, die Mineralien und Metalle für den Weiterverkauf in anderen Produkten kaufen, betroffene Gemeinden, Bergbauunternehmen und Gewerkschaften. Sie wird als Standard-Organisation und Zertifizierungsstelle für Bergbauprojekte fungieren (Initiativen wie die Aluminium Stewardship Initiative werden von ihr nicht zertifiziert). Derzeit entwickelt IRMA Standards für ökologische und soziale Fragen im Zusammenhang mit Bergbau, darunter für Arbeitsrecht, Menschenrechte, indigene Völker und kulturelles Erbe, Konfliktreaktionen, Umweltkontrollen und Stilllegungen. Ab 2018/2019 bietet IRMA von Prüfern bestätigte Analysen

an, in denen die von Unternehmen erzielten Ergebnisse mit dem Standard for Responsible Mining von IRMA verglichen werden. Die Zertifizierung von Unternehmen beginnt demzufolge erst 2018. Wie üblich bei Zertifizierungen wird der Erfolg wahrscheinlich nicht nur vom Standard selbst, sondern auch von seiner Steuerung abhängen, insbesondere in Bezug auf die Qualität der Zertifizierung und der Umsetzungs- und Prüfverfahren.

Die **Aluminium Stewardship Initiative (ASI)** ist ein seit kurzem bestehender Standard und eine Initiative für die Kennzeichnung von Aluminiumprodukten. Ihr Ziel ist die Festlegung global anwendbarer Standards für Nachhaltigkeitsleistung und die Material-Überwachung für die Aluminium-Wertschöpfungskette. Nachhaltigkeit (THG-Emissionen, Erhalt und Management der Biodiversität, Abfallmanagement), und Menschenrechte sind zentrale Aspekte dieses Stewardship-Programms. Zu den industriellen Mitgliedern gehören einige Automobilhersteller wie die BMW Group, Audi und Jaguar Land Rover. Zu den Herstellern unter den Mitgliedern gehören einige große Unternehmen wie Alcoa, Norsk Hydro und Rio Tinto.<sup>255</sup> Das ASI Certification-Programm startete formal im Dezember 2017.

Für die Stahlindustrie ist **ResponsibleSteel** der bzw. das erste globale Standard und Zertifizierungssystem, an dem mehrere Interessengruppen beteiligt sind. ResponsibleSteel entwickelt einen unabhängigen Standard (Abschluss voraussichtlich 2018/2019), mit dem Stahl zertifiziert wird, der an jedem Punkt der Lieferkette verantwortungsvoll gekauft und produziert wurde, um Unternehmen und Verbraucher bei Kaufentscheidungen zu unterstützen. Diese Organisation arbeitet mit IRMA zusammen und strebt Nachhaltigkeitsziele im Hinblick auf die Verfügbarkeit von sauberem Wasser, Reduzierung von THG-Emissionen und Schaffung von Arbeitsplätzen an, die einzelnen Personen und Gemeinschaften zugutekommen, sowie verantwortungsvolle Produktion und verantwortungsvollen Konsum.

Das **International Council on Mining and Metals (ICMM)** ist ein 2001 gegründeter internationaler Zusammenschluss, in dem 25 Bergbau- und Metallunternehmen und über 30 regionale Rohstoffvereinigungen organisiert sind, die sich für Umweltfreundlichkeit und soziale Aspekte in der Bergbauindustrie einsetzen.<sup>256</sup> ICMM-Mitglieder verpflichten sich, die vom Council festgelegten zehn Prinzipien<sup>257</sup> und sieben Stellungnahmen<sup>258</sup> umzusetzen, die Anleitung zu Best Practices für nachhaltige Entwicklung in der Bergbau- und Metallindustrie bieten. Allerdings geht aus einer durch Mitglieder erfolgten Bewertung der Unternehmensstrategien hervor, dass die Mitglieder der Organisation die Entwicklung von Best Practices für Nachhaltigkeit vorangebracht haben, dass jedoch selbst die Unternehmen mit den besten diesbezüglichen Leistungen in der Bergbau- und Metallbranche hinter den Zielvorgaben für Umsetzung, Überwachung, Berichterstattung und bei Konsequenzen aus Non-Compliance zurückbleiben.<sup>259</sup>

## 7.4 Der Finanzsektor

Das Finanzsystem ist eine, wenn nicht die Voraussetzung für wirtschaftliche Aktivitäten. Sein ursprünglicher Sinn ist der Transfer von Finanzmitteln, Einlagen etc. einzelner Personen zu wirtschaftlichen und anderen Aktivitäten. Über das Finanzsystem wird der Strom der finanziellen Mittel in Form von Krediten, direkter Projektfinanzierung, Versicherungszahlungen, Investitionen oder von Kapitalisierung von Aktien organisiert, um nur wenige zu nennen. Einzelhaus-

halte oder Personen können Geld verleihen oder sparen. Ohne derartige Dienste wären Altersvorsorge oder Erwerb von Land oder Wohneigentum für die meisten Menschen außerhalb ihrer Möglichkeiten, zumindest in dem Umfang und mit der Leichtigkeit, die wir heutzutage kennen. Das Finanzsystem dient durch Unterstützung dieser Aktivitäten einem positiven und zentralen Zweck.

Für den Bergbausektor spielt das Finanzsystem im Hinblick auf die Volumen und Empfänger von Kapitalflüssen in die Realwirtschaft sowie im Hinblick auf die mit dem Zugang zu Kapital verbundenen Bedingungen eine wichtige Rolle. Wirtschaftliche Aktivitäten und ihre Auswirkungen auf Ökosysteme, Lebensräume, Biodiversität, den Klimawandel und auf Ressourcen, von denen wir abhängig sind, werden wesentlich durch Zugang zu Finanzierung möglich gemacht oder unterstützt.

Das Finanzsystem besteht aus Investitionen und Finanzierung von Subsystemen. Ein Blick auf die Institutionen und finanziellen Akteure ist daher sinnvoll. Im Investitions-Subsystem sind dies Investoren (Einzelhandel und institutionelle Investoren), Versicherungsunternehmen oder Inhaber von Vermögenswerten, die einen direkten Überblick über die Regeln und Anforderungen haben, denen gemäß die Investitionen getätigt werden. Sofern Umweltfolgen Risiken darstellen, sollten sie theoretisch bereits an diesem Punkt berücksichtigt werden. Das Investitionssystem wird erheblich von Finanzmittlern wie Ratingagenturen und Investitionsberatern und dem tatsächlichen Marktplatz oder regulierten Finanzmärkten (Aktienmärkten und Handelsmärkten) beeinflusst.

Die Kreditvergabe – etwa durch ein Finanzinstitut, das einen Kredit an einen wirtschaftlichen Sektor vergibt – gehört zu den zentralen Elementen des Finanzsystems. Diese Institute befinden sich nicht ausschließlich in privater Hand. Im Bergbau- und Metallsektor sind öffentliche Kreditinstitute, zum Beispiel multilaterale und Entwicklungsfinanzierungsinstitute, potenziell viel relevanter. Beispiele für derartige öffentliche Einrichtungen sind die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW), die französische Agence Française de Développement (AFD), die Europäische Bank für Wiederaufbau und Entwicklung (EBWE), die Europäische Investitionsbank (EIB) und die Asiatische Infrastrukturinvestmentbank (AIB). Über diese Institutionen verfolgen Regierungen ihr eigenes Interesse daran, zum Beispiel ihren Zugang zu Rohstoffen zu sichern.<sup>260</sup>

Investoren und Banken müssen Richtlinien und Grundsätze für Kreditvergaben bzw. Investitionen entwickeln und in einen Dialog mit dem Bergbausektor treten. Den Ausgangspunkt einer solchen Investitionspolitik sollten eindeutige Leitlinien bilden, zum Beispiel zu No-go-Areas, Einhaltung von Leitlinien der Industrie zum Recht der auf Kenntnis der Sachlage gegründeten vorherigen Zustimmung, Korruptionsbekämpfung, Berichterstattung etc. (siehe auch Abschnitt 7.3). Diesen Prinzipien zufolge sollten Unternehmen, die diese Kriterien nicht erfüllen, keine Finanzmittel erhalten, wenn sie sich etwa um Abbaugenehmigungen bewerben. Zur Unterstützung von Entscheidungsfindungsverfahren für Investitionen oder Finanzierung müssen konkrete Kriterien festgelegt werden.

Ein noch besser geeigneter Ansatz bestünde darin, die Rolle der Unternehmen sektorenübergreifend und innerhalb der Bergbauindustrie im Hinblick auf die Einhaltung der planetaren Grenzen zu bewerten. Finanzinstitute müssen systematisch analysieren, in welchem Maß Unternehmensmodelle zur Wahrung dieser Grenzen beitragen. Die Ergebnisse dieser Analysen sollten bei Kreditvergabe- und Investitionsentscheidungen von zentraler Bedeutung sein. Auch No-go-Areas wären ein Aspekt eines solchen Ansatzes. Jedoch sollten die Unternehmensstrate-

**Investoren und Banken müssen Richtlinien und Grundsätze für Kreditvergaben bzw. Investitionen entwickeln und in einen Dialog mit dem Bergbausektor treten.**

**Abb. 15:**  
Größte Problembereiche für Bergbau und die SDGs.  
Quelle: Columbia Centre on Sustainable Investment (CCI), UN Sustainable Development Solutions Network (SDSN), Entwicklungsprogramm der Vereinten Nationen (UNDP) und Weltwirtschaftsforum, 2016.



gie und die zukunftsweisenden Investitionsentscheidungen sowie ihre Implikationen für die planetaren Grenzen systematisch und nicht als zusätzliches Element innerhalb einer Risikobewertung für den Unternehmensruf geprüft werden.

## 7.5 Politik

Der folgende Abschnitt vermittelt einen Überblick über politische Strategieoptionen und Mechanismen, mit denen die Umweltauswirkungen des Bergbaus gemindert und der Übergang der Metall- und Bergbauindustrie zur Kreislaufwirtschaft unterstützt werden kann. Politik spielt in unterschiedlichen Hinsichten eine immens wichtige Rolle. Mehrere Veröffentlichungen weisen die direkten Verbindungen zwischen guter und schlechter Regierungsführung und Umweltfolgen nach.<sup>261</sup> Politik kann auf internationaler, nationaler und regionaler Ebene erheblichen Einfluss auf Umweltauswirkungen ausüben und ist somit für Export- wie für Importländer relevant. Dieser Abschnitt ist entsprechend der unterschiedlichen Ebenen in internationale, europäische und bundesdeutsche Politik unterteilt.

### 7.5.1 Internationale Politik

Im September 2000 kamen die Staats- und Regierungschefs von 189 Ländern im Amtssitz der Vereinten Nationen zusammen und unterzeichneten die Millen-

**Die internationale Politik muss sich aufgrund des engen Zusammenhangs mit den SDGs eingehender mit Metall- und Erz-Lieferketten und ihren ökologischen/sozialen Auswirkungen beschäftigen.**

numserklärung, mit der sie sich auf acht messbare Ziele einigten, die von der Bekämpfung extremer Armut und Hunger (Halbierung der Anzahl der extrem von Armut betroffenen Menschen) bis zur Förderung der Geschlechtergleichheit und Reduzierung der Kindersterblichkeit bis 2015 reichen. Zur Millenniumserklärung gehören die sogenannten Millenniums-Entwicklungsziele.<sup>262</sup> Im September 2015 wurden die Millenniumserklärung und die Millenniums-Entwicklungsziele auf der Vollversammlung der Vereinten Nationen durch die Agenda 2030 und die Ziele für nachhaltige Entwicklung (SDGs) ersetzt. Die Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung und die Ziele für nachhaltige Entwicklung repräsentieren den weltweiten Aktionsplan der Welt für soziale Inklusion, ökologische Nachhaltigkeit und wirtschaftliche Entwicklung. Die SDGs umfassen 17 Ziele, die Millenniumsziele 8 Ziele und 169 Unterziele.

Bergbau spielt für alle 17 Ziele eine größere oder kleinere Rolle. Das Columbia Centre on Sustainable Investment (CCSI), das UN Sustainable Development Solutions Network (SDSN), das Entwicklungsprogramm der Vereinten Nationen (UNDP) und das Weltwirtschaftsforum haben die Verbindungen zwischen Bergbau und den SDGs analysiert. In Abbildung 15 sind die größten Überschneidungs- und Problembereiche für Bergbau und die SDGs dargestellt.

Zu den größten Herausforderungen gehört die Umsetzung der Ziele in einzelstaatliche Gesetzgebung. Dazu gehören die auf den ursprünglichen 17 SDGs basierende Festlegung der jeweiligen nationalen Ziele unter Berücksichtigung der Rohstoffe und die Umsetzung umfangreicher nationaler Maßnahmenpläne.

Das Kernstück des Pariser Abkommens von 2015 bilden die Nationally Determined Contributions („national festgelegte Beiträge“, NDCs). Diese sehen vor, dass die Vertragsstaaten Anstrengungen zur Senkung ihrer Emissionen unternehmen und sich an die Auswirkungen des Klimawandels anpassen. Wie in den vorangehenden Abschnitten beschrieben, spielen Stahl und Aluminium eine wichtige Rolle und müssen nicht nur bei den NDCs von Ländern berücksichtigt werden, in denen Bergbau betrieben wird, sondern in der gesamten Lieferkette.

Jedes Land muss den extraktiven Unternehmen Ziele einschließlich klarer Zeitvorgaben und Anweisungen setzen, um Fortschritte bei den SDGs zu erreichen. Außerdem müssen Politiker für die Erfüllung der SDGs enger mit unterschiedlichen Interessengruppen aus der Zivilgesellschaft, Wissenschaft und dem privaten Sektor zusammenarbeiten. Die internationale Politik muss sich aufgrund des engen Zusammenhangs mit den SDGs eingehender mit Metall- und Erz-Lieferketten und ihren ökologischen/sozialen Auswirkungen beschäftigen. Damit die ökologischen und sozialen Auswirkungen der jeweiligen Rohstoffe und Unternehmen nachvollzogen werden können, muss Transparenz verpflichtend sein. Nur so können Leitfäden und Roadmaps für Verbesserung überwacht und bewertet werden.

**Alternative ökonomische Konzepte** zum wachstumsorientierten Kapitalismus sind etwa das Nullwachstums-, das Wachstumsrücknahme- und das Suffizienz-Konzept. Sie entsprechen der sechsten Säule der Kreislaufwirtschaft: Menschliche Aktivitäten erzeugen Werte, die über finanzielle Werte hinausgehen. Im Wesentlichen fordern diese Konzepte einen Paradigmenwechsel und eine neue Ordnung der sozialen und ökologischen Werte. Zum jetzigen Zeitpunkt bleiben dies großenteils theoretische Diskussionen. Mit einer zunehmenden Sensibilisierung und der Entwicklung der Kreislaufwirtschaft jedoch könnten Suffizienzkonzepte in Zukunft ihren Weg in die allgemeinen wirtschaftlichen Konzepte finden.

Ressourceneffizienz spielt entlang der gesamten Lieferketten eine wichtige Rolle dabei, die Umweltauswirkungen zu reduzieren. Auf der letztjährigen G20-Gipfelkonferenz war das ein Thema, das jedoch noch eingehender untersucht werden muss. Angesichts der unzureichenden Daten und unterschiedlichen Ansätze in den Vertragsstaaten sollte eine internationale Behörde Koordinationsaufgaben übernehmen. Dem Bericht des International Resource Panel<sup>263</sup> zufolge „könnten durch eine geeignete Politik bis 2050 der nationale Ressourcenverbrauch um bis zu 28 % und die THG-Emissionen um etwa 74 % gesenkt werden, bei einem Konjunkturanstieg von 1 %“. Die Ressourceneffizienz kann bei der Reduzierung der Umweltauswirkungen nur ein Faktor unter anderen sein und muss in Diskussionen als solcher betrachtet werden. Weitere für die Minimierung von Umweltauswirkungen zentrale Konzepte, die in der internationalen Politik eine entsprechende Geltung erhalten müssen, sind Suffizienz und Wachstumsrücknahme.

### 7.5.2 Politik der Europäischen Union

Es existieren mehrere EU-Verordnungen, -Initiativen und -Verfahren zum Thema Bergbau und Metalle. Einige beschäftigen sich auf direkte Weise mit Bauxit/Aluminium und Eisenerz/Stahl, andere wie die Verordnung zu Konfliktmineralien, die über Zinn mit Stahl verbunden ist, auf indirekte Weise. In diesem Abschnitt geht es um die EU-Rohstoffinitiative, die Verordnung zu Konfliktmineralien und die Liste kritischer Rohstoffe sowie das Kreislaufwirtschaftspaket.

Die Rohstoffinitiative vom November 2008 („Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament und den Rat – Die Rohstoffinitiative – Sicherung der Versorgung Europas mit den für Wachstum und Beschäftigung notwendigen Gütern“, COM(2008)699) basiert auf drei Säulen:

1. fairer und dauerhafter Zugang zu Rohstoffen auf dem Weltmarkt
2. dauerhafte Versorgung mit Rohstoffen aus europäischen Quellen
3. Ressourceneffizienz und Versorgung mit „sekundärem Rohstoff“ durch Recycling

Die Priorität der EU besteht darin, die Versorgungsrisiken zu minimieren und faire Marktbedingungen für den Zugang zu Ressourcen in Drittstaaten zu schaffen. Infolgedessen nahm die EU politische Dialoge zum Thema Rohstoffe mit Ländern wie Argentinien, Brasilien, Kanada, Chile, China, Kolumbien, Grönland, Japan, Mexiko, Peru, Russland, den USA und Uruguay auf. Neben den bilateralen Verträgen ist die Förderung des Bergbaus in Europa ein weiterer wichtiger Schwerpunkt. Die Strategie deckt alle von der europäischen Industrie verwendeten Rohstoffe außer landwirtschaftliche Erzeugnisse und Brennstoffe ab. Eine besonders wichtige Rolle spielen Ressourcen, die für Technologien zur Minderung des Klimawandels, für Telekommunikation und High-Tech erforderlich sind. Die Sicherung des Zugangs zu diesen Rohstoffen ist wesentlich für die Wettbewerbsfähigkeit und das wirtschaftliche Wachstum in der EU sowie für die Ziele der Strategie Europa 2020.

Allerdings zeigt die Initiative einen großen Mangel an Kohärenz, vor allem im Hinblick auf entwicklungspolitische Ziele und auf Nachhaltigkeit. Nachhaltigkeit und Entwicklung werden zwar erwähnt, jedoch werden Mittel unterstützt, die Entwicklungsmöglichkeiten ressourcenreicher Entwicklungsländer mit Sicherheit grundsätzlich unterminieren.<sup>264</sup>

Ebenfalls eine wichtige Rolle spielt die EU-Verordnung zu Konfliktmineralien, das europäische Pendant zum US-amerikanischen Gesetz zu Konfliktmineralien, Artikel 1502 des Dodd-Frank-Gesetzes. Die neue Verordnung, der vier kritische Minerale unterliegen (Zinn, Tantal, Wolfram und Gold, auch 3TG genannt), wird am 1. Januar 2021 in Kraft treten. Konfliktmineralien werden auf einer offiziellen EU-Website folgendermaßen beschrieben: „In politisch instabilen Gebieten können mit dem Handel von Mineralien bewaffnete Gruppen finanziert, Zwangsarbeit und andere Menschenrechtsverletzungen gefördert und Korruption und Geldwäsche unterstützt werden.“<sup>265</sup>

Die neue Verordnung hat folgende Ziele:

1. EU-Importeure von 3TG (Zinn, Tantal, Wolfram und Gold) entsprechen den internationalen Standards für verantwortungsvolle Beschaffung gemäß Festlegung durch die OECD.
2. Die Beschaffung von 3TG innerhalb und außerhalb der EU durch Hütten und Raffinerien erfolgt verantwortungsvoll.
3. Die Verknüpfung zwischen Konflikten und illegalem Mineralabbau wird durchbrochen.
4. Die Entwicklung vor Ort wird unterstützt und Ausbeutung und Misshandlung von lokalen Gemeinschaften, darunter im Bergbau tätigen Personen, werden beendet.

Gemäß der Definition von „Konfliktmineral“ würden eine Reihe weiterer Rohstoffe wie Bauxit, Eisenerz oder Kobalt in den Geltungsbereich dieser Verordnung fallen, wurden jedoch nicht in die Liste aufgenommen. Dadurch werden Ziele und Wirkung dieser Verordnung erheblich untergraben. Allerdings lässt sich einräumen, dass diese Verordnung die erste ihrer Art in diesem Sektor ist und als erweiterbar für andere Rohstoffe betrachtet werden kann.

Drittens wird in diesem Abschnitt die Liste kritischer Rohstoffe behandelt. Kritische Rohstoffe sind solche Rohstoffe, die wirtschaftlich und strategisch für die Wirtschaft der EU wichtig sind, deren Beschaffung jedoch mit hohen Risiken verbunden ist.<sup>266</sup> Eine erste Analyse kritischer Rohstoffe für die EU wurde 2010 von der Ad-hoc-Arbeitsgruppe für die Definition kritischer Rohstoffe veröffentlicht. Außer Wissenschaftlern gehörten der Arbeitsgruppe Unternehmensverbände und nationale Behörden an. Der jüngste Bericht wurde 2017 veröffentlicht. 27 von 78 nichtenergetischen und Nichtnahrungsmittelrohstoffen wurden von der EU als „kritisch“ klassifiziert.<sup>267</sup>

Die Liste beinhaltet keine ökologische und soziale Kritikalität, sondern basiert ausschließlich auf wirtschaftlichen Versorgungsrisiken und auf der Bedeutung der Rohstoffe für die EU. Abgesehen davon, dass Kritikalität nicht ohne die sozialen und ökologischen Dimensionen erklärt werden kann, ist ein solcher Ansatz mit großen Risiken für europäische Unternehmen und Behörden verbunden. Wie in einigen vorangehenden Abschnitten erläutert, spielen Aluminium und Stahl eine bedeutende Rolle für die Wirtschaft der EU und gehen mit großen Auswirkungen und sozialen Problemen einher, werden jedoch in der Liste nicht berücksichtigt.

Außerdem hat die EU einen Aktionsplan für die Kreislaufwirtschaft entwickelt. Dieser enthält allgemeine Maßnahmen mit Bezug zu Produktdesign, Produktionsverfahren, Konsum, Abfall, Innovation, Investitionen und zu anderen



*Am 11. Januar 2017 beschloss die Bundesregierung die Neuauflage der Nachhaltigkeitsstrategie von 2016. Die Neuauflage ist auf die 17 Nachhaltigkeitsziele der Vereinten Nationen abgestimmt und hat einen stärkeren Schwerpunkt auf globaler Verantwortung.*

übergreifenden Themen. Die Maßnahmen beschäftigen sich nicht nur mit Plastik, Lebensmitteln, Biomasse und Dünger, sondern auch detailliert mit kritischen Rohstoffen und dem Bauwesen, für das Stahl und Aluminium wichtig sind. Im Hinblick auf Kreisläufe für kritische Rohstoffe behandelt der Aktionsplan übergreifende Richtlinien wie die Abfallrahmenrichtlinie. Die EU strebt danach, Best Practices für die Rückgewinnung kritischer Rohstoffe aus Bergbauabfällen und -abfalldeponien zu teilen. Nichtsdestoweniger hat der Aktionsplan etwa bei der Abfallverordnung Schwächen und die Ansprüche an eine europäische Kreislaufwirtschaft sind nicht hoch genug. So enthält er weder eine detaillierte Beschreibung der besten verfügbaren Verfahren (BAP) für Bergbauabfall, noch wird erklärt, welche Bedeutung der Abfall für die Reduzierung von Metallimporten und den Bergbau in der EU hat.

### **7.5.3 Bundesdeutsche Politik**

Zentral für die bundesdeutsche Nachhaltigkeitspolitik ist die Nachhaltigkeitsstrategie. 2002 verabschiedete die Bundesrepublik ihre erste Nachhaltigkeitsstrategie, die seither regelmäßig aktualisiert wurde, zum letzten Mal 2016. Diese jüngste Version ist auf die Nachhaltigkeitsziele der Vereinten Nationen abgestimmt, ein zentraler Aspekt ist die globale Verantwortung.

Im Hinblick auf Rohstoffe wie Bauxit/Aluminium und Eisenerz/Stahl konzentriert sich die Strategie auf Ressourceneffizienz. Letztendlich kann dabei lediglich eine generelle Senkung des Ressourcenverbrauchs den derzeitigen Druck auf die Umwelt mindern und bei der Priorisierung einzelner Metalle helfen. Wie in den vorangehenden Abschnitten erläutert, muss der Grundsatz der Entkopplung des Wirtschaftswachstums vom Ressourceneinsatz die Grundlage bilden und im Fokus der Politik stehen.

Am 11. Januar 2017 beschloss die Bundesregierung die Neuauflage der Nachhaltigkeitsstrategie von 2016. Die Neuauflage ist auf die 17 Nachhaltigkeitsziele der Vereinten Nationen abgestimmt und hat einen stärkeren Schwerpunkt auf globaler Verantwortung.

Die zweite zentrale Strategie der Bundesregierung mit direktem Bezug zu Rohstoffen wie Eisenerz und Bauxit ist neben der Nachhaltigkeitsstrategie die Rohstoffstrategie. Die im Oktober 2010 verabschiedete Rohstoffstrategie („Sicherung einer nachhaltigen Rohstoffversorgung Deutschlands mit nicht-energetischen mineralischen Rohstoffen“)<sup>268</sup> ähnelt der Nachhaltigkeitsstrategie im Wesentlichen.

Zum Aktionsplan der Strategie gehören bilaterale Rohstoffpartnerschaften, Programme für die Explorationsfinanzierung, Garantien für ungebundene Finanzkredite (sogenannte Hermes-Bürgschaften) und Innovationsförderungsprogramme in den Bereichen Ressourcenforschung, Ressourcen und Materialeffizienz, Verbindung zwischen der Erforschung und Entwicklung von Umwelttechnik sowie ihrer Marktdurchdringung sowie Recycling. Außerdem wurde Rohstoffpolitik als interdisziplinäre Aufgabe innerhalb der Bundesregierung verankert und Instrumente der Außenwirtschaftsförderung eingerichtet.<sup>269</sup>

Die Bundesregierung und unterschiedliche staatliche Stellen haben Aktivitäten und Verfahren in Gang gesetzt, die hier nicht detailliert erläutert werden können. Einige sind jedoch in der Fußnote genannt.<sup>270</sup>

Ressourceneffizienz stand auf Veranlassung der Bundesregierung erstmalig auf der Agenda für den G20-Gipfel 2017 in Hamburg. Außerdem initiierte sie den Ressourceneffizienzdialog beim Gipfel.<sup>271</sup> In der bundesdeutschen Rohstoffstrategie spielt Ressourceneffizienz eine wichtige Rolle.

Das Ziel von ProgRess, dem Ressourceneffizienzprogramm der Bundesregierung, besteht in der Verdoppelung der Ressourceneffizienz bis 2020 (im Vergleich zu 1994). Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) fasste das Ziel von ProgRess folgendermaßen zusammen: „... die Bundesregierung [strebt] eine möglichst weitgehende Entkopplung des Wirtschaftswachstums vom Ressourceneinsatz sowie die Senkung der damit verbundenen Umweltbelastungen, die Stärkung der Zukunfts- und Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Wirtschaft und dadurch die Förderung von stabiler Beschäftigung und sozialem Zusammenhalt an“. Ressourceneffizienz ist neben Versorgungssicherheit und Diversifikation von Rohstoffen zentral und daher ist ProgRess eine wichtige Säule für die bundesdeutsche Rohstoffstrategie. ProgRess ist ein Schritt in die richtige Richtung, jedoch fehlen konkrete Ziele für höhere Ressourceneffizienzen und für die absolute Reduzierung des Ressourcenverbrauchs.

Um Nachhaltigkeit der Lieferketten zu fördern, müssen solche Initiativen, Instrumente etc. vorgebracht werden, die Transparenz in den Lieferketten fördern und sich mit den Mängeln beim Import und Export von und nach Deutschland befassen. EITI, eine globale Initiative für größere finanzielle Transparenz und Verantwortung im Rohstoffsektor, ist ein Anfang, konzentriert sich jedoch auf Transparenz im extraktiven Sektor des umsetzenden Landes und hat keine Geltung für die gesamte Lieferkette.

Wie der Name der deutschen Rohstoffstrategie nahelegt, besteht das Ziel in der langfristigen Versorgung mit Rohstoffen. Der Schwerpunkt liegt dabei auf

**Die damit verbundene Macht kann die deutsche Industrie nutzen, um die Bergbautätigkeiten in relevanten Ländern zu verbessern.**

---

wirtschaftlichen Aspekten statt auf Nachhaltigkeit. 2017 veröffentlichte der BDI (Bundesverband der deutschen Industrie) eine Stellungnahme zur Rohstoffversorgung der deutschen Wirtschaft. Insbesondere in den Bereichen erneuerbare Energien, Elektrofahrzeuge und Industrie 4.0 sieht der BDI künftige Herausforderungen. Wie im Abschnitt zur europäischen Politik beschrieben, stehen Versorgung und wirtschaftliche Risiken im Zentrum der deutschen Rohstoffstrategie. Das Gleiche gilt für das Positionspapier des BDI, wobei Versorgung und wirtschaftliche Risiken auf unzureichende Weise mit den ökologischen und sozialen Auswirkungen des Imports von nichtenergetischen und Nichtnahrungsmittelrohstoffen verknüpft werden.

Aufforderungen zu innovativen Rohstoffprojekten wie etwa im Tiefseebergbau-bereich mangelt es aufgrund eines fehlenden rechtlichen Rahmens nicht nur an Folgerichtigkeit, sondern sie stehen auch der Nachhaltigkeit und dem Umweltschutz entgegen.<sup>272</sup>

Zudem kann die Kreislaufwirtschaft nicht auf ein einzelnes Land oder einen einzelnen Sektor begrenzt werden, sondern muss global gelten und auf einem Umsetzungsplan basieren. Deutschland exportiert Waren wie Automobile, Maschinen und Aluminiumhalbzeuge in Länder, in denen keine funktionierende Kreislaufwirtschaft existiert. Das zeigt, wie bedeutend die Förderung von Wissenstransfer und die Verknüpfung mit Entwicklungspolitik sind. Laut BDI möchte die deutsche Industrie zur Verbesserung der Situation von Mensch und Umwelt beitragen. Jedoch seien ihre Möglichkeiten „stark begrenzt“. Unter anderem deswegen, weil es „keine relevanten deutschen Bergbaukonzerne gibt, die Rohstoffe in Schwellen- und Entwicklungsländern fördern“. Diese Aussage greift jedoch deutlich zu kurz und lässt die im Hinblick auf Bergbauunternehmen machtvolle Position der deutschen Industrie außer Acht. Deutschland gehört zu den größten Wirtschaftsnationen. Die damit verbundene Macht kann die deutsche Industrie nutzen, um die Bergbautätigkeiten in relevanten Ländern zu verbessern. Sie kann Druck auf in privater und in öffentlicher Hand befindliche Bergbauunternehmen mit mangelhaften Verfahren ausüben und über die Auswahl ihrer Lieferanten Nachhaltigkeit, Verantwortung und Transparenz in den Lieferketten verbessern.

Der Gesetzgeber kann ebenso wie die Industrie mithilfe unterschiedlicher Mechanismen erheblichen Einfluss auf ökologische und soziale Auswirkungen ausüben. Zur bundesdeutschen Rohstoffstrategie gehören Rohstoffpartnerschaften, die bislang mit der Mongolei, Kasachstan und Peru geschlossen wurden. Außerdem existieren vergleichbare Vereinbarungen (keine Regierungsabkommen, sondern Vereinbarungen auf ministerieller Ebene) mit Australien und Chile. In diese Vereinbarungen müssen Sorgfaltspflichten zu ökologischen und sozialen Aspekten für Unternehmen und politische Akteure auf allen Ebenen aufgenommen werden. Das Gleiche gilt für jeden zwischen der Bundesregierung und anderen Ländern geschlossenen Vertrag im Bergbau-Kontext.

Der WWF steht für die Bewahrung der Biologischen Vielfalt und für eine Zukunft, in der Mensch und Natur im Einklang miteinander leben. Wir sind davon überzeugt, dass Wohlstand auf lange Sicht nur dann möglich ist, wenn im Zentrum all unserer Tätigkeiten Nachhaltigkeit steht. Daher müssen wir nicht nachhaltige Praktiken überprüfen und Lösungen finden, von denen Menschen, die Natur und die Volkswirtschaften gleichermaßen profitieren. Die Schaffung einer funktionierenden Kreislaufwirtschaft für die Metall- und Bergbauindustrie könnte als Beispiel für die notwendige Transformation dienen – sie erfordert auf verschiedenen Ebenen kollaborative und koordinierte Anstrengungen unterschiedlicher Akteure und Interessengruppen.



### 8.1 Investoren

Um nachhaltige Akteure in der Metall- und Bergbauindustrie zu werden, müssen Investoren ...

1. ... für alle Schritte der Wertschöpfungskette im Bergbau integrierte ökologische und soziale Kriterien oder zwingend vorgeschriebene Entscheidungskriterien festlegen, die maßgeblich für Investitionen oder direkte Finanzierungsverfahren sind;
2. ... Instrumente schaffen, mit denen systematisch analysiert werden kann, welche Unternehmenspraktiken die Grenzen des Planeten berücksichtigen und welche nicht;
3. ... Standards und Richtlinien für Umweltrisikoplanungen und Auswirkungen entwickeln, die bei internen Entscheidungen eingesetzt werden.



### 8.2 Unternehmen

Dem Bundesverband der Deutschen Industrie zufolge möchte die deutsche Industrie „einen Beitrag zur Verbesserung der Situation für die Menschen und die Umwelt leisten“. Jedoch seien ihre Möglichkeiten u. a. deswegen „stark begrenzt“, da es „keine relevanten deutschen Bergbaukonzerne gibt, die Rohstoffe in Schwellen- und Entwicklungsländern fördern“ (BDI 2017). Das ist aus unserer Perspektive nicht überzeugend. Wie in diesem Bericht dargestellt, gehört Deutschland zu den wichtigsten Importeuren von Aluminium und Stahl und zu den weltweit führenden Exportnationen von Halbzeugen. Diese immense wirtschaftliche Macht geht mit der Macht einher, Änderungen hin zu Nachhaltigkeit zu bewirken, und sollte daher im positiven Sinne eingesetzt werden. WWF fordert Unternehmen auf, ...

1. ... ihre Risiken, Auswirkungen und Verantwortung in Bezug auf die Bergbau- und Metall-Wertschöpfungskette festzustellen;
2. ... in Zusammenarbeit mit Wissenschaftlern, NRO, Behörden und anderen Akteuren unternehmensspezifische Strategien zu entwickeln und zu implementieren, um die besten verfügbaren Verfahren (BAP) und Technologien (BAT) zu verbessern;
3. ... gebührende Sorgfalt (Due Diligence) von ihren Lieferanten zu verlangen, um die Einhaltung von Standards im Bergbau zu gewährleisten;

4. ... relevante Nachhaltigkeitsziele wie etwa Ziele 6, 7, 9, 11, 12, 13 und 15 als Orientierung für Unternehmensplanung und -management aufzunehmen;
5. ... die Entwicklung alternativer nachhaltiger Quellen wie etwa Urban Mining anzustreben;
6. ... die Ökodesign-Prinzipien einzuhalten und die Umweltauswirkungen von Produkten während ihres gesamten Lebenszyklus zu berücksichtigen, um ihre Wiederverwendung, Wiederaufarbeitung, Rückgewinnung und letztendlich ihr Recycling zu unterstützen;
7. ... erneuerbare Energien zu verwenden;
8. ... glaubwürdige Zertifizierungssysteme wie IRMA zu implementieren.



### 8.3 Verbraucher

In einer Kreislaufwirtschaft kann die Abfallpyramide (oder Abfallhierarchie) als Richtlinie für Verbraucher dienen, um systematisch Ressourcen zu schonen und Abfall zu vermeiden. WWF fordert Verbraucher daher dazu auf, ...

1. ... den Gesamtverbrauch an Erzeugnissen, die auf mineralstoffintensiven Produktionsverfahren basieren, zugunsten umweltfreundlicher Alternativen zu reduzieren;
2. ... sich über die Herkunft von Produkten zu informieren (einschließlich der Rohstoffproduktion) und, sofern solche Informationen schwer erhältlich sind, entsprechenden Zugang von Unternehmen zu verlangen;
3. ... nachhaltige Lösungen für alle Produkte und Dienstleistungen nachzufragen und durch ihre Kaufentscheidungen Änderungen zu bewirken;
4. ... über unterschiedliche Kanäle (einschließlich der Verkaufsstellen) Transparenz der Unternehmen einzufordern.



### 8.4 Regierung

Höchste Priorität sollten die Reduzierung des Ressourcenverbrauchs und der Übergang zu einer wirklich gerechten Kreislaufwirtschaft haben. Das Maßnahmenpaket zur Kreislaufwirtschaft der EU<sup>273</sup> konzentriert sich sehr auf Abfallmanagement und Recycling. Auf Recycling sollte jedoch erst nach Ausschöpfung der Möglichkeiten zur Abfallvermeidung und -reduzierung zurückgegriffen werden. Die Ressourcenpolitik der Bundesrepublik sollte sich auf die Reduzierung der Ressourcennutzung auf ein global gerechtes und umweltverträgliches Niveau konzentrieren. Due Diligence-Berichte und -Standards beruhen in der Industrie weitestgehend auf Freiwilligkeit. Umweltgesetze werden häufig nicht vor Ort durchgesetzt und Menschenrechtsverletzungen ziehen oftmals keine Konsequenzen nach sich. Die deutsche Regierung sollte angesichts dessen Verantwortung übernehmen und Vorschriften für direkt am Bergbau oder indirekt über ihre Lieferkette beteiligte deutsche Unternehmen vorantreiben. In dieser Hinsicht muss die deutsche Regierung ...

1. ... Richtlinien und Gesetzen Vorrang einräumen, die die absolute Ressourcennutzung reduzieren, und die Bevölkerung Deutschlands über die Optionen für

- Ressourcenschonung, Wiederverwendung und Recycling informieren;
2. ... potenzielle Alternativen zu Aluminium und Stahl durch erneuerbare Ressourcen feststellen und Forschung und Entwicklung fördern, um aus diesen Alternativen wirtschaftlich tragfähige Lösungen zu gewinnen;
  3. ... in einem demokratischen und inklusiven Verfahren die deutsche Rohstoffstrategie unter Berücksichtigung der ökologischen und sozialen Kritikalität von Rohstoffen überarbeiten;
  4. ... die deutsche Nachhaltigkeitsstrategie in allen Bundesbehörden und -abteilungen umsetzen;
  5. ... konkrete und verbindliche Ressourceneffizienzquoten für Aluminium, Stahl und andere mineralische Ressourcen integrieren, um das Ziel des deutschen Ressourceneffizienzprogramms (ProgRess) zu erreichen, die Ressourceneffizienz bis 2020 im Vergleich zum Stand von 1994 zu verdoppeln. Ein Ziel zur Reduzierung des absoluten Verbrauchs mineralischer Ressourcen in das Programm aufnehmen;
  6. ... eindeutige soziale und ökologische Kriterien für den Import mineralischer Ressourcen in die EU festlegen, eine rechtlich verbindliche Verordnung ausarbeiten, die von europäischen Unternehmen und EU-Behörden die Einhaltung der Richtlinie verlangt;
  7. ... die Aufnahme von Bauxit und Eisenerz in die EU-Verordnung zu Konfliktmineralien, die 2021 in Kraft tritt, unterstützen. Diese Verordnung berücksichtigt vier kritische Rohstoffe: Zinn, Tantal, Wolfram und Gold. Die Tatsache, dass diese beiden kritischen „Konfliktmineralien“ in der Verordnung nicht berücksichtigt werden, unterminiert das Ziel und die Wirkung der Verordnung weitgehend;
  8. ... ökologische und soziale Kritikalität in der Liste kritischer Rohstoffe der EU und in die Rohstoffstrategie berücksichtigen bzw. in die Liste aufnehmen;
  9. ... bei der Entwicklung oder Aktualisierung von Richtlinien zu mineralischen Ressourcen auf Bundesebene die zentralen Nachhaltigkeitsziele (6, 7, 9, 11, 12, 13, 15) berücksichtigen;
  10. ... Regierungen und Unternehmen sollten gründliche Umweltverträglichkeitsprüfungen (UVPs) bei Projekten der mineralgewinnenden Industrie vornehmen und implementieren, einschließlich in der Lizenzierungsphase für die Exploration. Hier sollten auch die indirekten Auswirkungen linearer Infrastruktureinrichtungen berücksichtigt werden.

## Referenzen

---

- A**li (2017). Guinea to Mandate Domestic Refining of Bauxite. Aluminium Insider. <https://aluminiuminsider.com/guinea-mandate-domestic-refining-bauxite/> (Zugriff: 24.10.2017).
- Ali, S. H., Giurco, D., Arndt, N., Nickless, E., Brown, G., Demetriades, A., Durrheim, R., Enriquez, M. A., Kinnaird, J., Littleboy, A., Meinert, L.D., Oberhänsli, R., Salem, J., Schodde, R., Schneider, G., Vidal, O., Yakovleva, N. (2017). Mineral supply for sustainable development requires resource governance. *Nature* 543, 367–372.
- ASI (2017). About Aluminium. Aluminium Stewardship Initiative. <https://aluminium-stewardship.org/about-asi/aluminium-and-sustainability/> (Zugriff: 17.10.2017).
- Auty, R. M. (1993). *Sustaining Development in Mineral Economies: The Resource Curse Thesis*. Routledge.
- Aviva, Investec, WWF (2015). Safeguarding outstanding natural value. The role of institutional investors in protecting natural World Heritage sites from extractive activity. Aviva Investors, Investec Asset Management and World Wide Fund for Nature.
- B**anerjee, S. B. (2012). A Climate for Change? Critical Reflections on the Durban United Nations Climate Change Conference. *Organization Studies*, 33(12), 1761-1786.
- Barber, C. P., Cochrane, M. A., Souza, C. M. Jr., Laurance, W. F. (2014). Roads, deforestation, and the mitigating effect of protected areas in the Amazon. *Biological Conservation* 177, 203–209.
- Barbier, E.B., Moreno-Mateos, D., Rogers, A.D., Pendleton, L., Danovaro, R., Henry, L., Morato, T., Ardron, J., Van Dover, C.L. (2014). Protect the deep sea. *Nature*, Vol. 505, 475–477.
- BaP (2017). Werkstoffe – Materialien. BaP stainless steel solutions GmbH. [http://www.bap-edelstahl.de/Werkstoffe\\_Materialien.html](http://www.bap-edelstahl.de/Werkstoffe_Materialien.html). (Zugriff: 06.12.2017).
- BBOP (2012). Standard on Biodiversity Offsets. Business and Biodiversity Offsets Programme. [http://www.forest-trends.org/documents/files/doc\\_3078.pdf](http://www.forest-trends.org/documents/files/doc_3078.pdf) (Zugriff: 15.12.2017).
- BDI (2017). Rohstoffversorgung 4.0 – Handlungsempfehlungen für eine nachhaltige Rohstoffpolitik im Zeichen der Digitalisierung. Bundesverband der Deutschen Industrie e.V. [https://issuu.com/bdi-berlin/docs/201710\\_position\\_bdi\\_rohstoffversorgung](https://issuu.com/bdi-berlin/docs/201710_position_bdi_rohstoffversorgung) (Zugriff: 16.05.2018)
- Bennett, G., Gallant, M., ten Kate, K. (2017). State of Biodiversity Mitigation 2017. Markets and Compensation for Global Infrastructure Development. Forest Trends' Ecosystem Marketplace.
- BIR (2017). World Steel Recycling in Figures 2012 – 2016. Bureau of International Recycling.
- Biswas, B. (2012). Red Mud Disposal: The Ecological Concern of Alumina Refining. Al Circle Blog. <http://blog.alcircle.com/2012/10/11/red-mud-disposal-the-ecological-concern-of-alumina-refining/> (Zugriff: 17.01.2018)
- Bundesverband der Deutschen Industrie e.V. (2017). Rohstoffversorgung 4.0. Handlungsempfehlungen für eine nachhaltige Rohstoffpolitik im Zeichen der Digitalisierung.
- BMUB (2016). Klimaschutzplan 2050 – Klimaschutzpolitische Grundsätze und Ziele der Bundesregierung. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit. [https://www.bmu.de/fileadmin/Daten\\_BMU/Download\\_PDF/Klimaschutz/klimaschutzplan\\_2050\\_bf.pdf](https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Klimaschutz/klimaschutzplan_2050_bf.pdf) (Zugriff: 15.05.2018)
- BMUB (2017). (2017). G20-Gipfel beschließt Ressourceneffizienz-Dialog. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit. <https://www.bmu.de/themen/wirtschaft-produkte-ressourcen-tourismus/ressourceneffizienz/ressourceneffizienz-in-der-g20/> (Zugriff: 04.02.2018).
- BMW (2010). Rohstoffstrategie der Bundesregierung. Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie.
- BMZ (2010). Entwicklungsfaktor extractive Rohstoffe. BMZ SPEZIAL 166 , Ein Positionspapier des BMZ. Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung.
- Booz & Company (2010). Driving a Green Revolution in the Global Auto Industry – Implications of New Automotive Trends for Steel Makers. worldsteel-44 Konferenz in Tokio am 5. Oktober 2010, Booz & Company. <https://www.slideshare.net/wrusso1011/driving-a-green-rev> (Zugriff: 16.01.2018).
- BPB (2017). Deutschland: Entwicklung des Außenhandels – Import, Export und Exportüberschuss in absoluten Zahlen, 1993 bis 2016. Bundeszentrale für Politische Bildung. <http://www.bpb.de/nachschlagen/zahlen-und-fakten/globalisierung/52842/aussenhandel> (Zugriff: 25.04.2018).
- Butterworth, T. (2012). Welcome To The Age Of Urban Mining. Forbes. <https://www.forbes.com/sites/trevorbutterworth/2012/07/17/welcome-to-the-age-of-urban-mining/#6af1a76633d5> (Zugriff: 19.01.2018).
- Buxton, A. (2012). MMSD+ 10: Reflecting on a decade of mining and sustainable development. International Institute for Environment and Development.
- C**arvalho (2017). Mining industry and sustainable development: time for change. *Food and Energy Security*, Vol. 6(2), 61–77
- Ciacci, L., Eckelman, M., Passarini, F., Chen, W., Vassura, I., Morselli, L. (2014). Historical evolution of greenhouse gas emissions from aluminium production at a country level. *Journal of Cleaner Production* 84, 540-549.

Çiftçi, B. (2017). The challenges ahead for the steelmaking materials markets. World Steel Association. <https://www.worldsteel.org/media-centre/blog/2017/steelmaking-materials-markets.html> (Zugriff: 17.05.2018).

Clark, A. L. Koh N. & Clark, J. (2000). Legal Framework for Mine Closure. In Mine Closure and Sustainable Development Workshop, organized by the World Bank and Metal Mining Agency of Japan', Washington D.C.

Critical Raw Materials Alliance (2018). What are Critical Raw Materials? <http://criticalrawmaterials.org/critical-raw-materials/> (Zugriff: 07.01.2018).

**D**agenborg, J., Solsvik, T. (2018). Hydro denies Brazil alumina plant contaminated local environment. <https://www.reuters.com/article/us-norsk-hydro-brazil/hydro-denies-brazil-alumina-plant-contaminated-local-environment-idUSKBN1HG1MH> (Zugriff: 15.05.2018).

Destatis (2017). Daten für 2016, unterschiedliche Datensätze. Statistisches Bundesamt. <https://www-genesis.destatis.de>.

Deutscher Bundestag (2017). Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Niema Movassat, Anette Groth, Heike Hänsel, weiterer Abgeordneter und der Fraktion DIE LINKE. – Drucksache 18/10832 – Die Rolle der Kompetenzzentren Bergbau und Rohstoffe an den Auslandshandelskammern in der Deutschen Rohstoffstrategie.

Dias, A.S., Lawrence, K., Suárez, C.F., Charity, S., Granizo, T., Maretti, C. (eds.) (2017). State of the Amazon: Deforestation trends. WWF Living Amazon Initiative and Latin America and Caribbean.

Direction Nationale des Eaux et Forêts (2015). Liste des aires protégées de Guinée. <http://www.eaux-forets.gouv.gn/index.php/mot-du-directeur/9-uncategorised/112-liste-des-aires-protgees-de-guinee> (Zugriff: 21.11.2017).

Dongyong, C. (2017). Future Megatrends and the Steel Industry. Asian Steel Watch Vol. 03, 6–11.

DSMA (2017). Objectives. Deep Sea Mining Alliance. <http://www.deepsea-mining-alliance.com/en-objectives.php> (Zugriff: 07.12.2017).

Dudley, N. (Editor) (2008). Guidelines for Applying Protected Area Management Categories. IUCN.

Duran, A., Rauch, J., Gaston, K.J. (2013). Global spatial coincidence between protected areas and metal mining activities. *Biological Conservation* 160, 272–278.

**E**dwards, D.P., Sloan, S., Weng, L., Dirks, P., Sayer, J., Laurance, W.F. (2014). Mining and the African environment. *Conservation Letters*, 7(3), 302–311.

EMF (2015). Towards a Circular Economy: Business Rationale for an Accelerated Transition. Ellen Mac Arthur Foundation. [https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/TCE\\_Ellen-MacArthur-Foundation\\_9-Dec-2015.pdf](https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/TCE_Ellen-MacArthur-Foundation_9-Dec-2015.pdf) (Zugriff: 21.12.2017).

EPA (2017). TENORM: Bauxite and Alumina Production Wastes.

United States Environmental Protection Agency. <https://www.epa.gov/radiation/tenorm-bauxite-and-alumina-production-wastes> (Zugriff: 24.10.2017).

EPA (2017a). Decision on the TTRL marine consent application. New Zealand Environmental Protection Authority. <http://www.epa.govt.nz/news/epa-media-releases/Pages/TTRL-2017-decision.aspx> (Zugriff: 13.11.2017).

Escobar, H. (2015). Mud tsunami wreaks ecological havoc in Brazil. *Science* 350, 1138.

EU Verordnung 2017/821 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Mai 2017 zur Festlegung von Pflichten zur Erfüllung der Sorgfaltspflichten in der Lieferkette für Unionseinführer von Zinn, Tantal, Wolfram, deren Erzen und Gold aus Konflikt- und Hochrisikogebieten.

**F**earnside, P.M. (2016). Environmental and Social Impacts of Hydroelectric Dams in Brazilian Amazonia: Implications for the Aluminum Industry. *World Development*, 77, 48–65.

Feldt, H. & Kerkow, U. (2013). Menschenrechtliche Probleme im peruanischen Rohstoffsektor und die deutsche Mitverantwortung. Bischöfliches Hilfswerk MISEREOR e.V..

Ferretti, I., Zaroni, S., Zavanella, L., Diana, A. (2007). Greening the aluminium supply chain. *International Journal of Production Economics*, Vol. 108, 236–245.

Franks, D.M., Brereton, D., Moran, C.J., Sarker, T., Cohen, T. (2010). Cumulative Impacts – a Good Practice Guide for the Australian Coal Mining Industry. Centre for Social Responsibility in Mining & Centre for Water in the Minerals Industry, Sustainable Minerals Institute, The University of Queensland. Australian Coal Association Research Program.

**G**alarraga Gallastegui, I. (2002). The use of eco-labels: A review of the literature. *Environmental Policy and Governance*, 12(6), 316–331.

Gelencsér, A., Kovács, N., Turóczy, B., Rostási, Á., Hoffer, A., Imre, K., Nyirő-Kósa, I., Csákberényi-Malasics, D., Tóth, Á., Czitrovsky, A., Nagy, A., Nagy, S., Ács, A., Kovács, A., Ferincz, Á., Hartyáni, Z., Pósfai, M. (2011). The Red Mud Accident in Ajka (Hungary): Characterization and Potential Health Effects of Fugitive Dust. *Environmental Science & Technology* 45 (4), 1608–1615.

Gibson, G., Klinck, J. (2005). Canada's Resilient North: The Impact of Mining on Aboriginal Communities. *Pimatisiwin: A Journal of Aboriginal and Indigenous Community Health* 3(1), 116–139).

Google Maps. (2018). Google Maps. [online] Available at: <https://www.google.de/maps/place/4%C2%B013'13.3%22S+55%C2%B002'08.1%22W/@-4.1078702,-55.3385181,114206m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x0:0x0!8m2!3d-4.220373!4d-55.035584> (Zugriff: 21.06. 2018).

Guj, P., Martin, S., Maybee, B., Cawood, F.T., Bocoum, B., Gosai, N., Huibregtse, S. (2017). Transfer pricing in mining with a focus on Africa: a reference guide for practitioners. Weltbankgruppe.

Gunther, M. (2014). Why are major beverage companies refusing to use a 90% recycled can? The Guardian. <https://www.theguardian.com/sustainable-business/2014/oct/30/recycled-aluminum-novelis-ford-cocacola-pepsi-miller-budweiser-beer> (Zugriff: 26.01.2018).

**H**agemann & Partner (2017). Chemie am Auto. Folie 1: Eisen und Aluminium, zwei unverzichtbare Metalle im Autobau. Hagemann & Partner Bildungsmedien. [http://www.chemie-am-auto.de/begleitmaterial/pdfs/Folie\\_Eisen\\_Aluminium\\_1.jpg](http://www.chemie-am-auto.de/begleitmaterial/pdfs/Folie_Eisen_Aluminium_1.jpg) (Zugriff: 18.01.2018).

Haalboom, B. 2012. The intersection of corporate social responsibility guidelines and Indigenous rights: examining neoliberal governance of a proposed mining project in Suriname. *Geoforum*. 43(5):969–979.

Hanna, P., & Vanclay, F. (2013). Human rights, Indigenous peoples and the concept of Free, Prior and Informed Consent. *Impact Assessment and Project Appraisal*, 31(2), 146–157.

Head, J. (2016). Bauxite in Malaysia: The environmental cost of mining. BBC. <http://www.bbc.com/news/world-asia-35340528> (Zugriff: 24.10.2017).

Heinrich Böll Stiftung (2011). Analysis of the EU Raw Materials Initiative. <https://www.boell.de/en/ecology/resource-governance-analysis-of-the-eu-raw-materials-initiative-11124.html> (Zugriff: 14.02.2018).

IIK (2017). Conflict Barometer 2016. Heidelberg Institute for International Conflict Research.

Hoekstra, J., Boucher, T., Ricketts, T., Roberts, C. (2005). Confronting a biome crisis: global disparities of habitat loss and protection. *Ecology Letters* 8, 23–29.

Huy, D., Andruleit, H., Babies, H.-G., Elsner, H., Homberg-Heumann, D., Meßner, J., Röhling, S. Schauer, M., Schmidt, S., Schmitz, M., Szurlies, M., Wehenpohl, B., Wilken, H., Bahr, A., Hofrichter, W., Tallig, A. (2016). Deutschland – Rohstoffsituation 2015. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe.

**I**CMM (2008). Planning for Integrated Mine Closure: Toolkit. International Council on Mining and Metals.

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

ICMM (2012b). The role of minerals and metals in a low carbon economy. The International Council on Mining and Metals.

ICMM (2013). Community Development Toolkit. Available from <https://www.icmm.com/news-and-events/news/articles/icmm-presents-updated-community-development-toolkit/> (Zugriff: 04.01.14).

IIED (2002). Breaking New Ground: Mining, Minerals and Sustainable Development. Chapter 9: Local Communities and Mines. *Breaking New Grounds*. International Institute for Environment and Development.

International Resource Panel (2017). Resource Efficiency: Potential and Economic Implications.

IRMA (2016). IRMA Standard for Responsible Mining IRMA-STD-001 Draft v2.0. Initiative for Responsible Mining Assurance.

ISA (2017). Deep Seabed Minerals Contractors. International Seabed Authority. <https://www.isa.org.jm/deep-seabed-minerals-contractors> (Zugriff: 20.11.2017).

IUCN/PACO (2012). Mining sector development in West Africa and its impact on conservation. IUCN/PACO, Gland, Switzerland and Ouagadougou, Burkina Faso.

**J**ain, R., Z. C. Cui, Domen, J. K. (2016). Environmental impact of mining and mineral processing. Elsevier, Butterworth-Heinemann Publ., S. 322 ff.

Jégourel, Y., Chalmin, P. (2015). Aluminium and GHG Emissions: Are all Top Producers playing the same game? Cyclope for AluWatch.

Jennings, S.R., Neuman, D.R., Blicher, P.S. (2008). Acid Mine Drainage and Effects on Fish Health and Ecology: A Review. Reclamation Research Group.

Joppa, L.N., Pfaff, A. (2009). High and far: biases in the location of protected areas. *Plos One* 4, 8273.

Jungmichel, N., Schampel, C., Weiss, D. (2017). Umweltatlas Lieferketten – Umweltwirkungen und Hot-Spots in der Lieferkette. adelphi/Systain.

**K**emp, D., Bond C.J., Franks D.M., Cote, C. (2010). Mining, water and human rights: making the connection. *Journal of Cleaner Production* 18, 1553–1562.

KPMG (2014). Guinea Country mining guide. KPMG Global Mining Institute, KPMG International.

KPMG (2018). How to report on the SDGs. KPMG International Cooperative. <https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/xx/pdf/2018/02/how-to-report-on-sdgs.pdf> (Zugriff: 16.05.2018).

**L**eón-Mejía, G., Espitia-Pérez, L., Hoyos-Giraldo, L.S., Da Silva, J., Hartmann, A., Pêgas Henriques, J.A., Quintana, M. (2011). Assessment of DNA damage in coal open-cast mining workers using the cytokinesis-blocked micronucleus test and the comet assay. *Science of the Total Environment*, 409, 686–691.

Leotaud, V.R. (2017). Seabed mining approved in New Zealand despite environmentalists' concerns. *Mining.com*. <http://www.mining.com/seabed-mining-approved-new-zealand-despite-environmentalists-concerns/> (Zugriff: 13.11.2017).

Leotaud, V.R. (2017a). Colombian First Nations protest against coal mine. *Mining.com*. <http://www.mining.com/colombian-first-nations-protest-coal-mine/> (Zugriff: 13.12.2017).

Lernoud, J., Potts, J., Sampson, G., Garibay, S., Lynch, M., Voora, V., Willer, H., Wozniak, J. (2017). *The State of Sustainable Markets – Statistics and Emerging Trends 2017*. ITC, Geneva. [http://www.intracen.org/uploadedFiles/intracenorg/Content/Publications/State-of-Sustainable-Market-2017\\_web.pdf](http://www.intracen.org/uploadedFiles/intracenorg/Content/Publications/State-of-Sustainable-Market-2017_web.pdf) (Zugriff: 16.05.2018).

Li, J.C. (2008). *Environmental Impact Assessments in Developing Countries: An Opportunity for Greater Environmental Security?* Foundation for Environmental Security and Sustainability.

Lichtenstein, J., Oppelt, R. (2017). Five inconvenient truths for the global steel industry. <https://www.accenture.com/us-en/blogs/blogs-five-global-steel-industry> (Zugriff: 13.11.2017).

Lutter, S., Giljum, S., Lieber, M., Manstein, C. (2016). *Die Nutzung natürlicher Ressourcen – Bericht für Deutschland 2016*. Umweltbundesamt.

**M**ayes, W.M., Burke, I.T., Gomes, H.I., Anton, Á.D., Molnár, M., Feigl, V., Ujaczki, É. (2016). Advances in Understanding Environmental Risks of Red Mud After the Ajka Spill, Hungary. *Journal of Sustainable Metallurgy*, 2 (4), 332–343.

McKinsey (2014). *Learnings from upstream integration of steelmakers*. OECD workshop, Cape Town, December 11, 2014. McKinsey & Company. <http://www.oecd.org/sti/ind/Session%20%20%20-%20McKinsey%20-%20OECD-SA%20Dec%202014.pdf> (Zugriff: 10.10.2017).

MMSD (2002). *Mining for the Future. Mine Closure Working Paper*. <http://pubs.iied.org/pdfs/G00884.pdf> (Zugriff: 24.01.2018).

Minerals Council of Australia (2015). *Cumulative Environmental Impact Assessment Industry Guide*.

miningfacts.org (2012). *What is Artisanal and Small-Scale Mining?* <http://www.miningfacts.org/communities/what-is-artisanal-and-small-scale-mining/> (Zugriff: 16.11.2017).

Moser, C. (2013). *Die Folgen des Bergbaus in Brasilien*. In: *Vom Erz zum Auto. Rohstoffe für die Reichen – schlechte Lebensbedingungen für die Armen*. Misereor, 13.

Muñoz, S.O., Gladek, E. (2017). *One Planet Approaches – Methodology Mapping and Pathways Forward*. Metabolic, WWF Niederlande, WWF Schweiz, IUCN Niederlande.

Murray, A., Skene, K., Haynes, K. (2017). The Circular Economy: An interdisciplinary exploration of the concept and its application in a global context. *Journal of Business Ethics* 140, 369–380.

**N**ew South Wales Audit Office (2017). *Mining rehabilitation security deposits*. <https://www.audit.nsw.gov.au/publications/latest-reports/mining-rehabilitation-security-deposits> (Zugriff: 24.01.2018).

Natural Resource Governance Institute (2017). *2017 Resource Governance Index*.

Norgate, T.E., Jahanshahi, S., Rankin, W. (2006). Assessing the environmental impact of metal production processes. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 15, 838–848.

**O**ECD (2010). *Materials Case Study 2: Aluminium*. Working Document. OECD Global Forum on Environment focusing on Sustainable Materials Management, 25.–27. Oktober 2010, Mechelen, Belgien. OECD-Umweltdirektorat.

OECD (2012). *Steelmaking Raw Materials: Market and Policy Developments*. Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung, OECD Direktorat für Wissenschaft, Technologie und Industrie, Stahl-Ausschuss.

OECD (2016). *OECD Due Diligence Guidance for Responsible Supply Chains of Minerals from Conflict-Affected and High-Risk Areas*. Third Edition, OECD Publishing, Paris.

OECD (2017). *Due Diligence Guidance for Meaningful Stakeholder Engagement in the Extractive Sector*. OECD Publishing, Paris. [https://read.oecd-ilibrary.org/governance/oecd-due-diligence-guidance-for-meaningful-stakeholder-engagement-in-the-extractive-sector\\_9789264252462-en#page1](https://read.oecd-ilibrary.org/governance/oecd-due-diligence-guidance-for-meaningful-stakeholder-engagement-in-the-extractive-sector_9789264252462-en#page1) (Zugriff: 16.05.2018).

Öko-Institut (2017). *Elektromobilität – Faktencheck*. [https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/FAQ\\_Elektromobilitaet\\_Oeko-Institut\\_2017.pdf](https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/FAQ_Elektromobilitaet_Oeko-Institut_2017.pdf) (Zugriff: 18.10.2017).

Olmez, G.M., Dilek, F.B., Karanfil, T., Yetis, U. (2016). The environmental impacts of iron and steel industry: a life cycle assessment study. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 130, 195–201.

Owen, J.R., & Kemp, D. (2014). 'Free prior and informed consent', social complexity and the mining industry: Establishing a knowledge base. *Resources Policy*, 41, 91–100.

**P**arry, L. (2014). New laws could hand miners 10% of Brazil's national parks and indigenous lands. *The Conversation*. <http://theconversation.com/new-laws-could-hand-miners-10-of-brazils-national-parks-and-indigenous-lands-33912> (Zugriff: 22.11.2017).

Phillips, D. (2015). Another huge and open iron mine is carved out of Brazil's rain forest. Washington Post. [https://www.washingtonpost.com/world/the\\_americas/another-huge-and-open-iron-mine-is-carved-out-of-brazils-rain-forest/2015/04/13/cc1ce49a-cd75-11e4-8730-4f473416e759\\_story.html?utm\\_term=.49147566cf29](https://www.washingtonpost.com/world/the_americas/another-huge-and-open-iron-mine-is-carved-out-of-brazils-rain-forest/2015/04/13/cc1ce49a-cd75-11e4-8730-4f473416e759_story.html?utm_term=.49147566cf29) (Zugriff: 22.11.2017).

Pilgrim, H., Groneweg, M., Reckordt, M. (2017). Ressourcenfluch 4.0 – Die sozialen und ökologischen Auswirkungen von Industrie 4.0 auf den Rohstoffsektor. PowerShift e. V.

Pooler, M., Feng, E. (2017). Steel industry grapples with curse of oversupply. Financial Times. <https://www.ft.com/content/992ad270-b4d3-11e7-aa26-bb002965bce8> (Zugriff: 13.11.2017).

Pontikes, Y. (2006). Disposal. Red Mud Project. <http://redmud.org/red-mud/disposal/> (Zugriff: 17.01.2018).

Prosser, I., Wolf, L., Littleboy, A. (2011). Water. CSIRO Science and Solutions for Australia Series, Chapter 10. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO). [http://www.publish.csiro.au/ebook/chapter/9780643103283\\_Chapter\\_10](http://www.publish.csiro.au/ebook/chapter/9780643103283_Chapter_10). (Zugriff: 15.05.2018).

Pulitzer Centre, 2016. Mine Closures: What's happening in the backyard? <https://pulitzercenter.org/reporting/mine-closure-whats-happening-south-africas-backyard> (Zugriff: 24.01.2018).

**R**eckordt, M. (2017). EU: Konfliktminerale-Verordnung tritt in Kraft. Press release, Powershift e.V. <https://power-shift.de/pressemitteilung-eu-konfliktminerale-verordnung-tritt-in-kraft-breites-buendnis-der-zivilgesellschaft-fordert-nachbesserungen/> (Zugriff: 17.01.2018).

Reuters (2017). Guinea bauxite mining back to normal after week of riots. September 25, 2017. <https://www.reuters.com/article/us-guinea-mining/guinea-bauxite-mining-back-to-normal-after-week-of-riots-idUSKCN1C025D> (Zugriff: 16.11.2017).

Reuters (2017a). UPDATE 1-Aluminium producer Norsk Hydro warns of Brazil bauxite shortfall. September 25, 2017. <https://www.reuters.com/article/norsk-hydro-brazil/update-1-aluminium-producer-norsk-hydro-warns-of-brazil-bauxite-shortfall-idUSL8N1M60OF> (Zugriff: 20.11.2017).

Reuters (2018). Norway's Hydro says Brazil plant made unauthorized spills. <https://www.reuters.com/article/us-norsk-hydro-brazil/norways-hydro-says-brazil-plant-made-unauthorized-spills-idUSKCN1GN0SN> (Zugriff: 15.05.2018).

Rünker, R. (2017). Intelligente Industrie durch zirkuläre Wertschöpfung. Friedrich-Ebert-Stiftung.

RUSAL (2016). Creating value. Annual Report 2016. UC RUSAL.

Russau, C. (2016). Erzabbau in Brasilien: Der hohe Preis eines billigen Rohstoffs. In: Diebstahl unter der blanken Oberfläche: Wie die Stahlindustrie sich aus der Verantwortung stiehlt. Christliche Initiative Romero e.V. (CIR).

Rüttinger, L., Treimer, R., Tiess, G., Griestop, L. (2016). Umwelt- und Sozialauswirkungen der Bauxitgewinnung und Aluminiumherstellung in Pará, Brasilien. adelphi.

**S**ANDRP (2016). Drought hits hydropower: Shows how unreliable is hydro in changing climate. South Asia Network on Dams, Rivers and People. <https://sandrp.wordpress.com/2016/06/10/drought-hits-hydropower-shows-how-unreliable-is-hydro-in-changing-climate/> (Zugriff: 17.01.2018).

Sarna, S.K. (2015). Understanding Iron Ores and mining of Iron Ore. <http://ispatguru.com/understanding-iron-ores-and-mining-of-iron-ore/> (Zugriff: 20.11.2017).

Sassoon, M. (2009). Financial Surety: Implementation of Financial Surety for Mine Closure. World Bank Oil, Gas, and Mining Policy Division.

Scheele, F., ten Kate, G. (2015). There is more than 3TG. Stichting Onderzoek Multinationale Ondernemingen.

SEC (2012). Final Rule: Conflict Minerals. [Release No. 34-67716; File No. S7-40-10]. United States Securities and Exchange Commission. <https://www.sec.gov/rules/final/2012/34-67716.pdf> (Zugriff: 13.12.2017).

SERI, GLOBAL 2000, Friends of the Earth Europe (2013). Kein Land in Sicht. Wie viel Land benötigt Europa weltweit zur Deckung seines Konsums? Sustainable Europe Research Institute, GLOBAL 2000, Friends of the Earth Europa.

Serrenho, A.C., Mourão, Z.S., Norman, J., Cullena, J.M., Allwood, J.M. (2016). The influence of UK emissions reduction targets on the emissions of the global steel industry. Resources, Conservation and Recycling, 107, 174–184.

Smith, M. (2013). Terrorist Tungsten in Colombia Taints Global Phone-to-Car Sales. Bloomberg. <https://www.bloomberg.com/news/articles/2013-08-08/terrorist-tungsten-in-colombia-taints-global-phone-to-car-sales> (Zugriff: 13.12.2017).

Sonter, L.J., Barrett, D.J., Moran, C.J., Soares-Filho, B.S. (2015). Carbon emissions due to deforestation for the production of charcoal used in Brazil's steel industry. Nature Climate Change 5, 359–363.

Sonter, L.J., Herrera, D., Barrett, D.J., Galford, G.L., Moran, C.J., Soares-Filho, B. S. (2017). Mining drives extensive deforestation in the Brazilian Amazon. Nature Communications 8, 1013.

Spohr, M. (2016). Human Rights Risks in Mining. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) und Max-Planck-Stiftung für Internationalen Frieden und Rechtsstaatlichkeit.

Statistisches Bundesamt (2017). Statistisches Jahrbuch 2016.

Stephens, C., Ahern, M. (2002). Worker and Community Health Impacts Related to Mining Operations Internationally. Mining, Minerals and Sustainable Development, International Institute for Environment and Development (IIED).

**T**he Columbia Center on Sustainable Investment (CCSI), UN Sustainable Development Solutions Network (SDSN), United Nations Development Programme (UNDP), and the World Economic Forum (2016). Mapping Mining to the Sustainable Development Goals: An Atlas.

The Guardian (2016). Outrage as plant bosses acquitted over fatal toxic spill in Hungary. <https://www.theguardian.com/world/2016/jan/28/outrage-plant-bosses-acquitted-fatal-toxic-spill-hungary> (Zugriff: 24.10.2017)

Transparency International (2017). Combating corruption in mining approvals: assessing the risks in 18 resource-rich countries. [https://www.transparency.org/\\_view/publication/8093](https://www.transparency.org/_view/publication/8093) (Zugriff: 24.01.2018).

Tripathi, N., Singh, R.S., Hills, C.D. (2016). Reclamation of Mine-impacted Land for Ecosystem Recovery. John Wiley & Sons, ab Seite 208.

**U**N (2015). Adoption of the Paris Agreement. Conference of the Parties, Twenty-first session Paris, 30 November to 11 December 2015. <https://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/l09r01.pdf> (Zugriff: 15.05.2018).

UNHRC (2017). Report of the Special Rapporteur on the issue of human rights obligations relating to the enjoyment of a safe, clean, healthy and sustainable environment. United Nations Human Rights Council.

USGS (2017). Mineral Commodity Summaries 2017. U.S. Geological Survey.

**V**ale (2016). S11D Railroad extension nearing completion.

<http://www.vale.com/en/aboutvale/news/pages/s11d-railroad-extension-nearing-completion.aspx> (Zugriff: 17.01.2018).

Van Dover, C.L., Ardron, J. A., Escobar, E., Gianni, M., Gjerde, K.M., Jaeckel, A., Jones, D.O.B., Levin, A., Niner, H.J., Pendleton, L., Smith, C.R., Thiele, T., Turner, P.J., Watling, L., Weaver, P. P. E (2017). Biodiversity loss from deep-sea mining. *Nature Geoscience* 10(7), 464–465.

VDMA (2017). Maschinenbau in Zahl und Bild 2017. VDMA Verlag GmbH.

Vidal, O., Goffé, B., Arndt, N. (2013). Metals for a low-carbon society. *Nature Geoscience*, Vol. 6, 894– 896.

Virah-Sawmy, M., Ebeling, J., Taplin, R. (2014). Mining and biodiversity offsets: A transparent and science-based approach to measure “no-net-loss”. *Journal of Environmental Management*, Vol. 143, 61–70.

**W**edding, L. M., Reiter, S.M., Smith, C.R., Gjerde, K. M., Kittinger, J.N., Friedlander, A.M., Gaines, S. D., Clark, M. D., Thurnherr, A.M., Hardy, S.M., Crowder, L.B. (2015). Managing mining of the deep seabed. *Science*, Vol. 349 (6244), 144–145.

WEF (2015). Mining & Metals in a Sustainable World 2050. World Economic Forum

World Aluminium (2017). Primary Aluminium Production. The International Aluminium Institute. <http://www.world-aluminium.org/statistics/#data>, Zugriff: 17.10.2017.

World Aluminium (2017a). Primary Aluminium Smelting Power Consumption. International Aluminium Institute. <http://www.world-aluminium.org/statistics/primary-aluminium-smelting-power-consumption/#data> (Zugriff: 11.12.2017).

World Bank (2017). Commodity Markets Outlook. International Bank for Reconstruction and Development / World Bank.

World Bank (2017a). The Growing Role of Minerals and Metals for a Low Carbon Future. International Bank for Reconstruction and Development / World Bank.

World Coal Association (2017). Coal mining. <https://www.worldcoal.org/coal/coal-mining> (Zugriff: 23.11.2017).

World Coal Association (2017a). Coal & electricity. <https://www.worldcoal.org/coal/uses-coal/coal-electricity> (Zugriff: 11.12.2017).

World Steel Association (2016). Fact Sheet – Steel and raw materials. [https://www.worldsteel.org/en/dam/jcr:140482e9-5875-4c2d-abc4-19767ed48437/fact\\_raw+materials\\_2016.pdf](https://www.worldsteel.org/en/dam/jcr:140482e9-5875-4c2d-abc4-19767ed48437/fact_raw+materials_2016.pdf) (Zugriff: 08.11.2017).

World Steel Association (2016a). Energy use in the steel industry. Fact Sheet.

World Steel Association (2017). World Steel in Figures.

WVM (2017). 16.17 Der Geschäftsbericht der Nichteisen-Metallindustrie. Wirtschaftsvereinigung Metalle.

WVM (2017a). Metallstatistik 2016. Wirtschaftsvereinigung Metalle.

WV Stahl (2017). Fakten zur Stahlindustrie in Deutschland 2016. Wirtschaftsvereinigung Stahl.

**Y**oung, P., Mulholland, A., Beristain, J., Ding, S., Sporre, G., Buzhenitsa, G., Kleyweg, R. (2016). Global deep dive: China well supplied. Deutsche Bank Markets Research, Deutsche Bank AG/Sydney.

- 1) Ziel 6: sauberes Wasser und sanitäre Einrichtungen, Ziel 7: bezahlbare und saubere Energie, Ziel 9: Industrie, Innovation und Infrastruktur, Ziel 11: nachhaltige Städte und Gemeinden, Ziel 12: nachhaltige/r Konsum und Produktion, Ziel 13: Maßnahmen zum Klimaschutz, Ziel 15: Leben an Land.
- 2) <http://www.stockholmresilience.org/research/planetary-boundaries/planetary-boundaries/about-the-research/the-nine-planetary-boundaries.html>
- 3) <http://www.stockholmresilience.org/research/planetary-boundaries.html>
- 4) Carvalho 2017
- 5) z. B. Ali et al. 2017, Huy et al. 2016, ICMM 2012 und 2012b, Pilgrim et al. 2017, WEF 2015
- 6) Pilgrim et al. 2017
- 7) Vidal et al. 2013, Weltbank 2017
- 8) Jungmichel et al. 2017
- 9) Lutter et al. 2016
- 10) <https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/ImFokus/IndustrieVerarbeitendesGewerbe/AutomobilindustrieWirtschaftDeutschlandKartell.html> (Zugriff: 19.01.2018)
- 11) Statistisches Bundesamt 2017, VDMA 2017
- 12) Weitere Informationen zu Begriffen und Produktionsverfahren, siehe Kapitel 3.
- 13) Huy et al. 2016
- 14) <http://www.aluinfo.de/statistik.html> (Zugriff: 18.01.2018)
- 15) z. B. Olmez et al. 2016, Norgate et al. 2006, Virah-Sawmy et al. 2014
- 16) z. B. Spohr 2016, Feldt & Kerkow 2013
- 17) z. B. WEF 2015, Ali et al. 2017, ICMM 2012
- 18) z. B. ICMM; IRMA; ASI oder ResponsibleSteel, siehe Kapitel 6
- 19) BMWi 2010, BMZ 2010
- 20) *ibid.*, Deutscher Bundestag 2017
- 21) Verordnung (EU) Nr. 2017/821
- 22) Scheele & ten Kate 2015, Reckordt 2017
- 23) Der Begriff „Konfliktmineral“ bezieht sich auf Minerale, die wie Zinn, Tantal, Wolfram und Gold von bewaffneten Gruppen in politisch instabilen Gegenden, häufig mithilfe von Zwangsarbeit, zur Finanzierung ihrer Aktivitäten (z. B. für den Kauf von Waffen) abgebaut werden.
- 24) BMZ 2010
- 25) Auty 1993
- 26) Spohr 2016
- 27) [www.amnesty.org](http://www.amnesty.org)
- 28) [www.oxfam.org](http://www.oxfam.org)
- 29) [www.globalwitness.org](http://www.globalwitness.org)
- 30) [www.misereor.de](http://www.misereor.de)
- 31) <https://power-shift.de>
- 32) UNHRC 2017
- 33) Ferretti et al. 2007, ASI 2017
- 34) [http://www.aluminiumleader.com/production/how\\_aluminium\\_is\\_produced/](http://www.aluminiumleader.com/production/how_aluminium_is_produced/)
- 35) Rüttinger et al. 2016
- 36) WVM 2017
- 37) World Steel Association 2016
- 38) WV Stahl 2017
- 39) World Steel Association 2016
- 40) Çiftçi 2017
- 41) International Trade Centre Trade Map, Product Code 72- Iron and Steel, Data for 2016. [http://www.trademap.org/Country\\_SelProduct\\_TS.aspx?nvpm=1||||72||2|1|1|1|2|1|2|1|1](http://www.trademap.org/Country_SelProduct_TS.aspx?nvpm=1||||72||2|1|1|1|2|1|2|1|1). Zugriff am 08.11.2017
- 42) International Trade Centre Trade Map, various datasets for 2016. Zugriff am 08.11.2017
- 43) International Trade Centre Trade Map, Product Code 73- Articles of Iron and Steel, Data for 2016. [http://www.trademap.org/Country\\_SelProduct\\_TS.aspx?nvpm=1||||73||2|1|1|2|2|1|2|1|1](http://www.trademap.org/Country_SelProduct_TS.aspx?nvpm=1||||73||2|1|1|2|2|1|2|1|1). Zugriff am 08.11.2017
- 44) Daten zu Handelsvolumen von Aluminiumoxid nicht verfügbar
- 45) Daten zu Handelsvolumen von Aluminiumoxid nicht verfügbar
- 46) Jungmichel et al. 2017, BPB 2017
- 47) Lutter et al. 2016
- 48) Huy et al. 2016
- 49) Statistisches Bundesamt (Destatis), 2017, Daten für 2016, unterschiedliche Datensätze
- 50) WVM 2017
- 51) Statistisches Bundesamt (Destatis), 2017, Daten für 2016, unterschiedliche Datensätze
- 52) In den Niederlanden existieren keine Aluminiumraffinerien. Jegliches aus den Niederlanden importiertes Aluminiumoxid ist ein Reexport, wurde also aus einem anderen Land in die Niederlande importiert und danach ohne Verarbeitung wiederausgeführt. Aus den Niederlanden 2016 importiertes Aluminium beinhaltet mit hoher Wahrscheinlichkeit selbst Reexporte, da das aus den Niederlanden importierte Volumen die jährliche Produktion des Landes übersteigt. Letzteres gilt ebenso für aus Großbritannien oder Österreich (Österreich hat 2016 kein Aluminium produziert) importiertes Aluminium.
- 53) WVM 2017
- 54) USGS 2017
- 55) KPMG 2014
- 56) Reuters 2017
- 57) McKinsey 2014
- 58) Anders stellt sich die Situation bei wertvollen Metallen wie Gold oder Silber dar; hier spielen Einzel- und Kleinunternehmen eine relevante Rolle. Schätzungen zufolge hängen vornehmlich in Entwicklungsländern mehr als 100 Mio. Menschen direkt von solchen Unternehmen ab ([miningfacts.org](http://miningfacts.org) 2012).
- 59) SNL Metals & Mining, a group within S&P Global Market Intelligence
- 60) Statistisches Bundesamt (Destatis), 2017, Daten für 2016, unterschiedliche Datensätze
- 61) Huy et al. 2016

- 62) WV Stahl 2017
- 63) SBundesamt (Destatis), 2017, Daten für 2016, unterschiedliche Datensätze
- 64) WV Stahl 2017
- 65) Bundesamt (Destatis), 2017, Daten für 2016, unterschiedliche Datensätze
- 66) Statistisches Bundesamt (Destatis), 2017, Daten für 2016, WA2701 Steinkohle, Steinkohlenbriketts
- 67) WV Stahl 2017
- 68) Ibid.
- 69) Ibid.
- 70) USGS 2017
- 71) SNL Metals & Mining, eine Gruppe von S&P Global Market Intelligence
- 72) Lichtenstein & Oppelt 2017
- 73) Pooler & Feng 2017
- 74) Lichtenstein & Oppelt 2017
- 75) WVM 2017
- 76) <http://recycling.world-aluminium.org/review/recycling-indicators/>
- 77) BIR 2017
- 78) Çiftçi 2017
- 79) UN 2015
- 80) Dongyong 2017
- 81) BMUB 2016
- 82) <http://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Dossier/energiewende.html>
- 83) World Bank 2017a
- 84) Dongyong 2017
- 85) Öko-Institut 2017
- 86) Wedding et al. 2015, Barbier et al. 2014
- 87) Van Dover et al. 2017
- 88) ISA 2017
- 89) DSMA 2017
- 90) EPA 2017a, Leotaud 2017
- 91) <https://www.umweltbundesamt.de/themen/abfall-ressourcen/abfallwirtschaft/urban-mining#textpart-5>
- 92) Butterworth 2012
- 93) <https://www.umweltbundesamt.de/themen/abfall-ressourcen/abfallwirtschaft/urban-mining#textpart-5>
- 94) Jégourel & Chalmin 2015
- 95) Sonter et al. 2015, Çiftçi 2017
- 96) Spohr et al. 2016, Carvalho 2017
- 97) Jain et al. 2016
- 98) Prosser et al. 2011
- 99) Jain et al. 2016, IRMA 2016
- 100) Reuters 2017a
- 101) Escobar 2015
- 102) Dagenborg & Solsvik 2018, Reuters 2018
- 103) <https://protectedplanet.net/c/world-database-on-protected-areas>
- 104) Duran et al. 2013
- 105) Ibid.
- 106) Ibid.
- 107) Aviva et al. 2015
- 108) Einbezogen sind gewährte und angewandte Konzessionen, wobei die Gebietsüberschneidung mit Weltnaturerbestätten größer als 1 % ist. Die WWF Bewertung berücksichtigt: laufende Bergbauprojekte innerhalb von WHS.
- 109) Befinden sich innerhalb eines Radius von 20 km von einer Weltnaturerbestätte entfernt.
- 110) Hoekstra et al. 2005, Joppa & Pfaff 2009
- 111) Joppa & Pfaff 2009
- 112) Duran et al. 2013
- 113) Edwards et al. 2013
- 114) <https://whc.unesco.org/en/list/155>
- 115) IUCN/PACO 2012
- 116) Direction Nationale des Eaux et Forêts 2015. Diese Zahl beruht auf einer konservativen Berechnung, da sie Ramsar-Gebiete (Erklärung s. u.) außen vor lässt, die sich (teilweise) mit einem oder mehreren ausgewiesenen Schutzgebieten überschneiden.
- 117) Phillips 2015
- 118) Parry 2014
- 119) Dudley 2008
- 120) Sarna 2015
- 121) Tripathi et al. 2016
- 122) World Coal Association 2017
- 123) Jain et al. 2016
- 124) Ibid.
- 125) Jennings et al. 2008
- 126) Buxton 2012
- 127) New South Wales Audit Office, 2017
- 128) Pulitzer Centre, 2016
- 129) Jain et al. 2016
- 130) Ibid.
- 131) Head 2016
- 132) Russau 2016
- 133) León-Mejía et al. 2011
- 134) Jain et al. 2016
- 135) Dias et al. 2017
- 136) Sonter et al. 2017
- 137) Barber et al. 2014
- 138) Dias et al. 2017
- 139) SERI et al. 2013
- 140) SERI et al. 2013
- 141) IEED 2002
- 142) Moser 2013
- 143) Vale 2016
- 144) Dias et al. 2017, Parry 2014, see also section 6.3.1
- 145) Kemp et al. 2010
- 146) Spohr et al. 2016
- 147) Leotaud 2017a
- 148) Carvalho 2017
- 149) Guj et al. 2017
- 150) Jain et al. 2016, SERI et al. 2013
- 151) Auty 1993
- 152) Spohr et al. 2016

- 153) Buxton 2012
- 154) e.g. Gibson & Klinck 2005, Stephens & Ahern 2002
- 155) Dodd-Frank Act 1502
- 156) SEC 2012
- 157) HIIK 2017
- 158) Smith 2013
- 159) Verordnung (EU) Nr. 2017/821
- 160) OECD 2016
- 161) Reckordt 2017
- 162) OECD 2010, EPA 2017
- 163) Gelencsér et al. 2011
- 164) Mayes et al. 2016
- 165) Pontikes 2006, Biswas 2012
- 166) Ibid.
- 167) The Guardian 2016, Mayes et al. 2016
- 168) OECD 2010
- 169) Norgate et al. 2006
- 170) Jégourel & Chalmin 2015, Rüttinger et al. 2016
- 171) Ciacci et al. 2014
- 172) World Coal Association 2017a
- 173) World Aluminium 2017a
- 174) Fearnside 2016
- 175) Pilgrim et al. 2017
- 176) Fearnside 2016
- 177) Dias et al. 2017
- 178) Fearnside 2016
- 179) Fearnside 2016, Dias et al. 2017
- 180) Ibid.
- 181) USGS 2017
- 182) AI 2017
- 183) Paraskevas et al. 2016
- 184) Serrenho et al. 2016
- 185) Backmann et al. 2016
- 186) World Steel Association 2016a
- 187) Sonter et al. 2017
- 188) Sonter et al. 2015
- 189) Ibid.
- 190) e.g. Banerjee 2012
- 191) Muñoz & Gladek 2017
- 192) Murray et al. 2017
- 193) EMF 2015
- 194) Rünker 2017
- 195) Murray et al. 2017
- 196) Muñoz & Gladek 2017
- 197) Murray et al. 2017
- 198) [http://wwf.panda.org/wwf\\_news/?257498/EU-circular-economy-package-a-failed-promise](http://wwf.panda.org/wwf_news/?257498/EU-circular-economy-package-a-failed-promise)
- 199) <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/case-studies/german-resource-efficiency-programme-progress-ii>
- 200) EMF 2015
- 201) <https://www.metabolic.nl/the-seven-pillars-of-the-circular-economy/>
- 202) Çiftçi 2017
- 203) Gunther 2014
- 204) <https://www.theguardian.com/innovative-sustainability/2017/dec/08/shrink-reuse-create-story-five-sustainable-packaging-wins>
- 205) <https://www.worldsteel.org/steel-by-topic/circular-economy/case-studies/reuse-case-studies.html>
- 206) <https://www.worldsteel.org/steel-by-topic/circular-economy/case-studies/remanufacture-case-studies.html>
- 207) <https://www.worldsteel.org/steel-by-topic/circular-economy/case-studies/recycle-case-studies.html>
- 208) <https://www.icmm.com/en-gb/about-us>
- 209) KPMG 2018
- 210) <http://www.oneplanetthinking.org>
- 211) Owen und Kemp 2014
- 212) ICMM 2013
- 213) Owen und Kemp 2014
- 214) ICMM 2013
- 215) Owen und Kemp 2014; ICMM 2013
- 216) Owen und Kemp 2014
- 217) Hanna und Vanclay 2013
- 218) Buxton 2012; Hanna und Vanclay 2013; ICMM 2013
- 219) Haalboom 2012; Hanna und Vanclay 2013
- 220) Owen & Kemp 2014; Hanna und Vanclay 2013
- 221) Transparency International 2017
- 222) <http://eiti.org>
- 223) <https://www.icmm.com/en-gb/members/member-commitments/position-statements/mining-and-protected-areas-position-statement>
- 224) <http://www.wwf.org.za/?3780/WWF-calls-on-banks-and-mining-companies-to-avoid-no-go-zones>
- 225) <http://www.responsiblemining.net/irma-standard/irma-standard-draft-v2.0/chapter-3.7-protected-areas#1>
- 226) Dieser Index erfasst Segmente mit hoher und mittlerer Marktkapitalisierung in 23 entwickelten Märkten.
- 227) Aviva et al. 2015
- 228) Aviva et al. 2015, <https://www.iucn.org/content/world-heritage-and-iucn-green-list-protected-areas>
- 229) BBOP 2012
- 230) Ibid.
- 231) Ibid.
- 232) Ihre Anzahl variiert von vier bis sechs, jedoch sind die folgenden vier die gebräuchlichsten:
- 233) Bennett et al. 2017
- 234) Ibid.
- 235) Ibid
- 236) Clark et al. 2000
- 237) <http://www.fess-global.org/workingpapers/eia.pdf>
- 238) MMSD 2002
- 239) Ibid.
- 240) Sassoon 2009
- 241) ICMM 2008
- 242) Ibid.
- 243) Buxton 2012
- 244) <http://www.responsiblemining.net/irma-standard/irma-standard-draft-v2.0/chapter-4.2-reclamation-and-closure>

- 245) <http://sciencebasedtargets.org/what-is-a-science-based-target/>
- 246) <http://sciencebasedtargets.org/companies-taking-action/>
- 247) <http://database.globalreporting.org/search/>
- 248) Li 2008
- 249) Franks et al. 2010
- 250) Buxton 2012
- 251) <http://a4ws.org/water-stewards/registered-sites/>
- 252) <https://www.icmm.com/water-stewardship-framework>
- 253) Galarraga Gallastegui 2002
- 254) Lernoud et al. 2017
- 255) <https://aluminium-stewardship.org/about-asi/current-members/>
- 256) <https://www.icmm.com/en-gb/about-us>
- 257) <http://www.icmm.com/en-gb/members/member-commitments/icmm-10-principles>
- 258) <http://www.icmm.com/en-gb/members/member-commitments/position-statements>
- 259) Buxton 2012
- 260) KfW (Kreditanstalt für Wiederaufbau), AFD (Agence française de développement), EBRD (European Bank for Reconstruction and Development), EIB (European Investment Bank), AIIB (Asian Infrastructure Investment Bank)
- 261) e.g. Natural Resource Governance Institute 2017
- 262) <http://www.sdgfund.org/mdgs-sdgs>
- 263) International Resource Panel 2017
- 264) Heinrich Böll Stiftung 2011
- 265) [http://ec.europa.eu/trade/policy/in-focus/conflict-minerals-regulation/regulation-explained/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/trade/policy/in-focus/conflict-minerals-regulation/regulation-explained/index_en.htm)
- 266) CRM Alliance 2018
- 267) Antimon, Baryt, Beryllium, Bismuth, Borat, Kobalt, Koks-kohle, Flussspat, Gallium, Germanium, Hafnium, Helium, Indium, Magnesium, natürlicher Graphit, Naturkautschuk, Niobium, Phosphorit, Phosphor, Scandium, Siliziummetall, Tantal, Wolfram, Vanadium, Metalle der Platingruppe, Schwere seltene Erden, Leichte seltene Erden
- 268) BMWi 2010
- 269) Hermes-Bürgschaften, Ressourcenkompetenzzentren, EU-Richtlinien und -Verordnungen zu Bilanzen und Transparenz und Umsetzungsgesetze der Bundesregierung, Forschungsprojekte des UBA/BMU, Umsetzungsgesetz für die EU-Konfliktmineralverordnung, nationaler Aktionsplan gemäß VN-Leitprinzipien
- 270) Grundsätze, nationale Aktionspläne, BMZ: Rohstoffe / BMZ: Menschenrechtskonzept, Tiefseebergbau/ Nationaler Masterplan Maritime Technologien (NMMT), künftige Gesetze zu Sorgfaltspflichten, Multi-Stakeholder Partnerschaften für unterschiedliche Rohstoffe
- 271) BMUB 2017
- 272) BDI 2017
- 273) [http://ec.europa.eu/environment/circular-economy/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/circular-economy/index_en.htm)



100%  
RECYCLED



**Sie möchten die Arbeit  
des WWF mit einer Spende  
unterstützen?**

Bank für Sozialwirtschaft Mainz

BIC: BFSWDE33MNZ

IBAN: DE06 5502 0500 0222 2222 22

**WWF Deutschland**

Reinhardtstraße 18  
10117 Berlin | Germany

Tel.: +49(0)30 311 777 700

Fax: +49(0)30 311 777 888



**Unser Ziel**

Wir wollen die weltweite Zerstörung der Natur und Umwelt stoppen und eine Zukunft gestalten, in der Mensch und Natur in Einklang miteinander leben.

[wwf.de](http://wwf.de) | [info@wwf.de](mailto:info@wwf.de)