

TEXTE

142/2024

Zwischenbericht

# Umweltrisiken und - auswirkungen in globalen Lieferketten deutscher Unternehmen

Branchenstudie metallerzeugende und -verarbeitende  
Industrie

von:

Carolin Grüning, Joseph Strasser, Bibiana García  
adelphi, Berlin

Norbert Jungmichel, Christopher Kapl, Sophia Strack  
Systain Consulting GmbH, Hamburg

Herausgeber:

Umweltbundesamt



TEXTE 142/2024

REFOPLAN des Bundesministeriums Umwelt,  
Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz

Forschungskennzahl 3720 14 103 0

FB001572

Zwischenbericht

# **Umweltrisiken und -auswirkungen in globalen Lieferketten deutscher Unternehmen**

Branchenstudie metallerzeugende und -verarbeitende  
Industrie

von

Carolin Grüning, Joseph Strasser, Bibiana García  
adelphi, Berlin

Norbert Jungmichel, Christopher Kapl, Sophia Strack  
Systain Consulting GmbH, Hamburg

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

## Impressum

### Herausgeber

Umweltbundesamt  
Wörlitzer Platz 1  
06844 Dessau-Roßlau  
Tel: +49 340-2103-0  
Fax: +49 340-2103-2285  
[buergerservice@uba.de](mailto:buergerservice@uba.de)  
Internet: [www.umweltbundesamt.de](http://www.umweltbundesamt.de)

### Durchführung der Studie:

adelphi research gGmbH  
Alt Moabit 91  
10559 Berlin

Systain Consulting GmbH  
Brandstwiete 1  
20457 Hamburg

### Abschlussdatum:

April 2024

### Fachbegleitung:

Fachgebiet I 1.8 Nachhaltige Unternehmen und Verwaltungen, Sustainable Finance,  
Umweltkosten  
Christoph Töpfer

Publikationen als pdf:

<http://www.umweltbundesamt.de/publikationen>

ISSN 1862-4804

Dessau-Roßlau, Oktober 2024

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autorinnen\*Autoren.

**Kurzbeschreibung: Umweltrisiken und -auswirkungen in globalen Lieferketten deutscher Unternehmen**

Die Studie untersucht Risiken für negative Umweltauswirkungen entlang der globalen Lieferketten der deutschen metallherzeugenden und -verarbeitenden Industrie. Sie soll Unternehmen der Branche bei der Umsetzung umweltbezogener Sorgfaltspflichten in ihren Lieferketten unterstützen. Die Analyse basiert auf einer erweiterten multiregionalen Input-Output-Modellierung, ergänzt um Literaturrecherchen zu ausgewählten Rohstoffen. Die Ergebnisse der Modellierung werden geografisch, sektoral und nach Lieferkettenstufe aufbereitet und umfassen die Umweltthemen Treibhausgase, Luftschadstoffe, Fläche, Wasser, wassergefährdende Stoffe sowie Abfälle. Für die Rohstoffe Bauxit (Aluminium), Kupfer sowie Zink werden jeweils typische Umweltauswirkungen und eingetretene Schadensfälle in den vorgelagerten Wertschöpfungsstufen anhand von Länderbeispielen exemplarisch aufgeführt. Die Studie zeigt zudem Zusammenhänge zwischen Risiken für negative Auswirkungen auf die Umwelt und Menschenrechte auf. Auf Grundlage der Analyseergebnisse der Studie werden für Unternehmen der Branche Ansatzpunkte und Maßnahmen zur Minderung von Umweltrisiken und zur Umsetzung umweltbezogener Sorgfaltspflichten formuliert.

**Abstract: Risks for environmental impacts along global upstream supply networks of German businesses – Sector study for the metal producing and processing industry**

The study examines risks for negative environmental impacts along the global supply chains of the German metal producing and processing industry. It aims to support companies in the sector to conduct environmental due diligence in their supply chain. The analysis is based on extended multiregional input-output modelling, supplemented by literature research on selected raw materials. The results are presented geographically, sectorally, and by stage of the supply chain and include potential negative impacts related to the environmental topics of greenhouse gases, air pollutants, land, water, substances hazardous to water and waste. For the raw materials bauxite (aluminum), copper and zinc, typical environmental impacts and cases of damage that have occurred in the upstream stages of the value chain are presented using specific countries as examples. The study also shows correlations between risks for negative impacts on the environment and human rights. Based on the analysis results of the study, starting points and measures for mitigating environmental risks and implementing environmental due diligence are formulated for companies of the sector.

## Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	8
Tabellenverzeichnis .....	9
Abkürzungsverzeichnis.....	11
Zusammenfassung.....	13
Summary .....	17
1 Einleitung.....	21
1.1 Hintergrund.....	21
1.2 Ziele und Anwendungshinweise .....	21
1.3 Methodisches Vorgehen und Aufbau der Studie.....	23
1.3.1 Übersicht der erfassten Umweltthemen .....	23
1.3.2 Methodisches Vorgehen .....	23
1.3.3 Aufbau der Studie .....	24
2 Die metallerzeugende und -verarbeitende Industrie Deutschlands im Überblick.....	26
3 Umweltthemen entlang der Lieferkette .....	29
3.1 Übersicht relevanter Umweltthemen und Vorleistungssektoren in der Lieferkette.....	29
3.2 Zusammenhänge zwischen Risiken für negative Auswirkungen auf die Umwelt und Menschenrechte .....	31
3.3 Relevante Umweltthemen im Detail.....	35
3.3.1 Treibhausgase .....	35
3.3.2 Luftschadstoffe .....	37
3.3.3 Fläche .....	41
3.3.4 Wasser .....	43
3.3.5 Wassergefährdende Stoffe .....	47
3.3.6 Abfälle .....	51
4 Fokuskapitel.....	56
4.1 Bauxit (Aluminium) .....	57
4.1.1 Relevanz von Bauxit (Aluminium) für die deutsche metallerzeugende und -verarbeitende Industrie.....	57
4.1.2 Relevante Umweltthemen der Förderung von Bauxit am Beispiel von Guinea .....	57
4.2 Kupfer.....	61
4.2.1 Relevanz von Kupfer für die metallerzeugende und -verarbeitende Industrie .....	61
4.2.2 Relevante Umweltthemen bei der Förderung von Kupfererzen und -konzentraten am Beispiel von Peru.....	61

4.3	Zink.....	65
4.3.1	Relevanz von Zink für die metallerzeugende und -verarbeitende Industrie .....	65
4.3.2	Relevante Umweltthemen bei der Förderung von Zink am Beispiel Australien .....	66
5	Ansatzpunkte und Maßnahmen zur Minderung von Umweltrisiken und zur Erfüllung umweltbezogener Sorgfaltspflichten .....	70
5.1	Maßnahmen, um Risiken für negative Auswirkungen zu identifizieren und zu bewerten...	70
5.1.1	Breit angelegte Risikoanalyse und vertiefte Risikoanalyse für prioritäre Themen.....	70
5.1.2	Verbindung des eigenen Unternehmens zu potenziellen oder tatsächlichen negativen Auswirkungen bestimmen und Handlungsfelder für Maßnahmen priorisieren.....	74
5.2	Beseitigen, Vermeiden und Mindern von (potenziellen) negativen Auswirkungen.....	74
6	Quellenverzeichnis .....	92
A	Anhang .....	103
A.1	Glossar.....	103
A.2	Ergänzende methodische Hinweise .....	104

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Due-Diligence-Prozesse und Maßnahmen .....	22
Abbildung 2:	Verteilung der Wertschöpfung in der Vorkette der metallerzeugenden und -verarbeitenden Industrie Deutschlands nach Ländern und Lieferkettenstufe (in EUR) (2022).....	27
Abbildung 3:	Verteilung der Wertschöpfung in der Vorkette der metallerzeugenden und -verarbeitenden Industrie Deutschlands nach Vorleistungssektoren .....	28
Abbildung 4:	Verteilung von Treibhausgasemissionen (Mt CO <sub>2</sub> -Äquivalente) in der Vorkette der metallerzeugenden und -verarbeitenden Industrie Deutschlands nach Ländern und Lieferkettenstufen (2022).....	36
Abbildung 5:	Verteilung von Treibhausgasemissionen in der Vorkette der metallerzeugenden und -verarbeitenden Industrie nach Vorleistungssektoren.....	37
Abbildung 6:	Verteilung von Schwefeldioxidemissionen (t SO <sub>2</sub> -Äquivalente) in der Vorkette der metallerzeugenden und -verarbeitenden Industrie nach Ländern und Lieferkettenstufen (2022) .....	38
Abbildung 7:	Verteilung von Schwefeldioxidemissionen (SO <sub>2</sub> -Äquivalente) in der Vorkette der metallerzeugenden und -verarbeitenden Industrie nach Vorleistungssektoren.....	39
Abbildung 8:	Verteilung von Feinstaubemissionen (t PM <sub>2,5</sub> -Äquivalente) in der Vorkette der metallerzeugenden und -verarbeitenden Industrie nach Ländern und Lieferkettenstufen (2022) .....	40
Abbildung 9:	Verteilung von Feinstaubemissionen (PM <sub>2,5</sub> -Äquivalente) in der Vorkette der metallerzeugenden und -verarbeitenden Industrie nach Vorleistungssektoren.....	41
Abbildung 10:	Verteilung der Flächeninanspruchnahme (km <sup>2</sup> ) in der Vorkette der metallerzeugenden und -verarbeitenden Industrie nach Ländern und Lieferkettenstufen (2022) .....	42
Abbildung 11:	Verteilung des Süßwasserverbrauchs (m <sup>3</sup> ) in der Vorkette der metallerzeugenden und -verarbeitenden Industrie nach Ländern und Lieferkettenstufen (2022) .....	44
Abbildung 12:	Verteilung des Süßwasserverbrauchs in der Vorkette der metallerzeugenden und -verarbeitenden Industrie nach Vorleistungssektoren.....	45
Abbildung 13:	Aggregierte Wasserknappheitsrisiken in der Vorkette der metallerzeugenden und -verarbeitenden Industrie.....	46
Abbildung 14:	Verteilung der Einträge von ausgewählten Schwermetallen (t DCB-Äquivalente) in Süßwasser entlang der Vorkette der	

	metallerzeugenden und -verarbeitenden Industrie nach Ländern und Lieferkettenstufen (2022) .....	49
Abbildung 15:	Sektorale Verteilung der Schwermetalleinträge in Süßwasser entlang der Vorkette der metallerzeugenden und -verarbeitenden Industrie .....	50
Abbildung 16:	Verteilung des Abfallaufkommens in der Vorkette der metallerzeugenden und -verarbeitenden Industrie nach Abfallklassen.....	53
Abbildung 17:	Verteilung des Abfallaufkommens (Mt) in der Vorkette der metallerzeugenden und -verarbeitenden Industrie nach Ländern und Lieferkettenstufen (2022) .....	54
Abbildung 18:	Verteilung des Abfallaufkommens in der Vorkette der metallerzeugenden und -verarbeitenden Industrie nach Vorleistungssektoren.....	55
Abbildung 19:	Beispielhafte Lieferkette für die Produktion von Aluminium- Walzprodukten auf Basis von Bauxit aus Guinea .....	59
Abbildung 20:	Beispielhafte Lieferkette für die Produktion von Walz - , Press - und Ziehprodukten auf Basis von Kupfererz aus Peru .....	63
Abbildung 21:	Beispielhafte Lieferkette für die Produktion von verzinkten Stahlteilen auf Basis von Zinkerz aus Australien .....	67

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Überblick über untersuchte Umweltthemen .....	29
Tabelle 2:	Umweltrelevante Sektoren in den Lieferketten der metallerzeugenden und -verarbeitenden Industrie .....	30
Tabelle 3:	Zusammenhänge zwischen Umweltauswirkungen, menschenrechtlichen Auswirkungen und Menschenrechten (Beispiele) .....	33
Tabelle 4:	Farbliche Unterlegung der Umwelt-Governance-Indices.....	56
Tabelle 5:	(Umwelt-)Governance-Kontext – Bauxit .....	58
Tabelle 6:	(Umwelt-)Governance-Kontext – Kupfererze und -konzentrate .....	62
Tabelle 7:	(Umwelt-)Governance-Kontext – Zinkerze und -konzentrate..	66
Tabelle 8:	(1) Transparenz: Die eigene Lieferkette für das Management (potenzieller) negativer Auswirkungen nachvollziehen .....	75
Tabelle 9:	(2) Steuerung: Verankerung eines nachhaltigen Lieferkettenmanagements im Unternehmen .....	76
Tabelle 10:	(3) Steuerung: Definition von klaren Zielen für nachhaltigere Lieferketten und Beschaffung .....	77
Tabelle 11:	(4) Kommunikation: Interner Wissensaufbau und Austausch zu Umweltthemen und Maßnahmen in der Lieferkette .....	80

Tabelle 12:	(5) Kommunikation: Austausch zu Umweltthemen und Maßnahmen mit (Vor-)Lieferanten .....82
Tabelle 13:	(6) Dialog: Austausch mit (potenziell) Betroffenen als Input zur Risikoanalyse und zur effektiven Lösungsfindung.....82
Tabelle 14:	(7) Pilotprojekte: Punktuelle Umsetzung von Veränderungen in der Lieferkette und anschließende Ausweitung.....85
Tabelle 15:	(8) Einkauf und Lieferantenmanagement: Zertifizierungen und Standards bei Produzenten und/oder Rohstoffen .....86
Tabelle 16:	(9) Allianzen: Unternehmens- und branchenübergreifende Ansätze zur Schaffung nachhaltigerer Lieferketten .....88
Tabelle 17:	(10) Stoffkreisläufe: Einsatz von Sekundärrohstoffen und Schaffung von Recyclingkreisläufen .....90
Tabelle 18:	Leitfragen und Quellen zur Einschätzung von Schwere und Eintrittswahrscheinlichkeit einer negativen Umweltauswirkung .....106

## Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Erläuterung
<b>AEMR</b>	Allgemeine Erklärung der Menschenrechte
<b>aEHP</b>	aggregated Environmental Hazard Potential (dt. aggregiertes Umweltgefährdungspotential)
<b>ASM</b>	Artisanal and Small Scale Mining (dt. artisanaler und Kleinbergbau)
<b>BOD</b>	Biochemical Oxygen Demand (dt. Biochemischer Sauerstoffbedarf)
<b>BVT</b>	Beste Verfügbare Techniken
<b>C2C</b>	Cradle to Cradle (dt. „von der Wiege zur Wiege“)
<b>CDP</b>	Carbon Disclosure Project
<b>CO<sub>2</sub></b>	Kohlenstoffdioxid
<b>CO<sub>2</sub>-eq</b>	Kohlenstoffdioxidäquivalente
<b>COD</b>	Chemical Oxygen Demand (dt. chemischer Sauerstoffbedarf)
<b>CRAFT</b>	Code of Risk mitigation for Artisanal and small-scale miners engaging in Formal Trade
<b>CSR</b>	Corporate Social Responsibility
<b>DCB-Äquivalente</b>	1,4-Dichlorbenzol-Äquivalente
<b>DESTATIS</b>	Deutsches Statistik-Informationssystem (auch: Statistisches Bundesamt)
<b>EHP</b>	differenzierte Umweltgefährdungspotenziale
<b>EMAS</b>	Eco-Management and Audit Scheme
<b>ENCORE</b>	Exploring Natural Capital Opportunities, Risks and Exposure
<b>EPI</b>	Environmental Performance Index
<b>EU</b>	Europäische Union
<b>EUR</b>	Euro
<b>ILO</b>	International Labour Organization (dt. Internationale Arbeitsorganisation)
<b>ILO-Konvention Nr. 155</b>	Übereinkommen über Arbeitsschutz und Arbeitsumwelt
<b>ILO-Konvention Nr. 187</b>	Übereinkommen über den Förderungsrahmen für den Arbeitsschutz
<b>IRMA</b>	Initiative for Responsible Mining Assurance
<b>ISO</b>	International Organization for Standardization
<b>km<sup>2</sup></b>	Quadratkilometer
<b>KMU</b>	Kleine und mittlere Unternehmen
<b>KPIs</b>	Key-Performance-Indikatoren
<b>LESS</b>	Low Emission Steel Standard
<b>LkSG</b>	Lieferkettensorgfaltspflichtengesetz

<b>Abkürzung</b>	<b>Erläuterung</b>
<b>LKW</b>	Lastkraftwagen
<b>LSM</b>	Large Scale Mining (dt. industrieller Großbergbau)
<b>m<sup>3</sup></b>	Kubikmeter
<b>Mio.</b>	Millionen
<b>Mrd.</b>	Milliarden
<b>MRIO-Analyse</b>	Multiregionale Input-Output-Analyse
<b>Mt</b>	Megatonne
<b>NE-Metalle</b>	Nichteisenmetalle
<b>NOx</b>	Stickoxide
<b>OECD</b>	Organisation for Economic Co-Operation and Development (dt. Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung)
<b>PM</b>	Particulate Matter (dt. Feinstaub)
<b>POPs</b>	Persistent Organic Pollutants (dt. persistente organische Schadstoffe)
<b>SO<sub>2</sub></b>	Schwefeldioxid
<b>t</b>	Tonnen
<b>tier</b>	eng. für Stufe der Wertschöpfungskette
<b>UBA</b>	Umweltbundesamt
<b>UN-Leitprinzipien</b>	Leitprinzipien für Wirtschaft und Menschenrechte der Vereinten Nationen
<b>UNDRIP</b>	UN-Deklaration zu den Rechten indigener Völker
<b>UNO</b>	United Nations Organization (dt. Vereinte Nationen)
<b>UNO-Pakt I</b>	Internationaler Pakt über wirtschaftliche, soziale und kulturelle Rechte
<b>UNO-Pakt II</b>	Internationaler Pakt über bürgerliche und politische Rechte
<b>WGI</b>	Worldwide Governance Indicators
<b>WVM</b>	Wirtschaftsvereinigung Metalle
<b>WWF</b>	World Wide Fund For Nature

## Zusammenfassung

Das im Auftrag des Umweltbundesamtes (UBA) durchgeführte Forschungsprojekt „Innovative Werkzeuge für das Umwelt- und Nachhaltigkeitsmanagement in der Wertschöpfungskette“ (FKZ 3720 14 103 0) soll Unternehmen bei der praktischen Umsetzung des Konzepts der umweltbezogenen und menschenrechtlichen Sorgfalt in der Lieferkette unterstützen. In einer Reihe von Branchenstudien sollen Risiken für negative Umweltauswirkungen entlang der Lieferketten von Branchen der deutschen Wirtschaft beschrieben und illustriert werden. Bei der Risikobeschreibung soll zudem eine integrative Perspektive auf Umwelt- und Menschenrechtsrisiken in Lieferketten gestärkt werden. Die vorliegende Studie zur deutschen metallerzeugenden und -verarbeitenden Industrie ist die siebte und letzte Publikation in der Reihe von Branchenstudien. Das Forschungsprojekt wird von adelphi in Zusammenarbeit mit Sustain bearbeitet.

Die vorliegende Studie:

- ▶ gibt einen Überblick über Risiken für negative Umweltauswirkungen auf den einzelnen Stufen der vorgelagerten internationalen Wertschöpfungskette der deutschen metallerzeugenden und -verarbeitenden Industrie und beschreibt exemplarisch tatsächliche negative Auswirkungen;
- ▶ analysiert exemplarisch die mit ausgewählten Rohstoffen verbundenen Risiken für negative Umweltauswirkungen;
- ▶ zeigt anhand von Länderbeispielen exemplarisch, welche Verbindungen zwischen (potenziellen) negativen Umwelt- und menschenrechtlichen Auswirkungen bestehen können und
- ▶ zeigt Handlungsansätze und Beispielmaßnahmen auf und gibt Aufschluss über weitere Branchenaktivitäten und Initiativen.

Die Studie soll die bisherigen Aktivitäten der Bundesregierung in Bezug auf die praktische Umsetzung umweltbezogener Sorgfaltspflichten von Unternehmen in Deutschland flankieren und anreichern. Sie geht über die im Lieferkettensorgfaltspflichtengesetz (LkSG) genannten umweltbezogenen Sorgfaltspflichten hinaus und versteht die Auseinandersetzung mit Risiken für negative Umweltauswirkungen in der Wertschöpfungskette als eigenständiges Handlungsfeld. Gleichwohl soll sie zu einem integrativen Verständnis von umweltbezogener und menschenrechtlicher Sorgfaltspflicht beitragen, da vielschichtige Zusammenhänge zwischen beiden Themen bestehen (vgl. Scherf et al. 2019).

Die vorliegende Studie betrachtet im Speziellen den Sektor der Metallerzeugung und -verarbeitung, welches den beiden Sektoren „Metallerzeugung und -bearbeitung“ (WZ08-24 gemäß der Klassifikation der Wirtschaftszweige) und „Herstellung von Metallerzeugnissen“ (WZ08-25 gemäß der Klassifikation der Wirtschaftszweige) entspricht (DESTATIS 2008). Sie bezieht sich auf Umweltauswirkungen in der vorgelagerten Wertschöpfungskette des Sektors (in der Studie „Vorkette“ oder „Lieferkette“ genannt). Methodisch setzt die Studie auf einen Mix aus ökologisch erweiterten, multiregionalen Input-Output-Modellen (MRIO-Modellen), einschlägigen Studien, Online-Tools und Expert\*innen-Interviews. Die Modellierung mithilfe der MRIO ist bezogen auf die Umsätze des Jahres 2022.

In der Studie werden die folgenden Umweltthemen für die Lieferkette der deutschen metallerzeugenden und -verarbeitenden Industrie analysiert:

- ▶ **Treibhausgase:** Die steigende Konzentration von Treibhausgasen in der Atmosphäre, insbesondere durch die Nutzung fossiler Energieträger, führt zu einem Anstieg der bodennahen Lufttemperatur im globalen Mittel (IPCC 2018). In der Vorkette der deutschen metallerzeugenden und -verarbeitenden Industrie verteilten sich die Emissionen im Jahr 2022 jeweils etwa zur Hälfte auf die Stufe der direkten Lieferanten (tier 1) und auf die vorgelagerten Stufen der indirekten Lieferanten (tier 2-n). Die Emissionen entstanden mit einem Anteil von 53 % an den Gesamtemissionen entlang der Vorkette vor allem innerhalb Deutschlands. Über ein Drittel der Gesamtemissionen entfiel auf die Stromerzeugung entlang der gesamten Vorkette. Weitere 29 % gingen auf die Gewinnung und Verarbeitung fossiler Energieträger zurück, welche sowohl für die Energieerzeugung als auch als Rohstoff für die Metallerzeugung (insbesondere Koks Kohle zur kohlenstoffbasierten Stahlherstellung) benötigt werden. Energetische und prozessuale Maßnahmen zur Steigerung der Effizienz an den eigenen Standorten wie auch bei Lieferanten sind ein erster Hebel zur Reduktion dieser Treibhausgasemissionen.
- ▶ **Luftschadstoffe (Schwefeldioxidäquivalente und Feinstaub der Partikelgröße PM<sub>2,5</sub>-Äquivalente):** Die Verbrennung fossiler Energieträger verursacht säurebildende Abgase, insbesondere Schwefeldioxid und Stickoxide. Die Versauerung von Böden und Gewässern kann Pflanzen schädigen. Hohe lokale Konzentrationen von Schwefeldioxid und Stickstoffoxiden können zudem zu Atemwegserkrankungen führen und die menschliche Gesundheit gefährden (UBA 2022b). In der Vorkette der deutschen metallerzeugenden und -verarbeitenden Industrie verteilten sich die Emissionen von SO<sub>2</sub>-Äquivalenten im Jahr 2022 zu 61 % auf die Stufe der direkten Lieferanten und zu 39 % auf die indirekten Lieferanten der tieferen Lieferkettenstufen. Zwei Drittel der Emissionen entstanden innerhalb Deutschlands. Sektoral gingen die Emissionen von SO<sub>2</sub>-Äquivalenten zu 43 % auf die Stromerzeugung und zu einem Drittel auf die Vorleistungen innerhalb des Sektors der Metallerzeugung und -verarbeitung selbst zurück. Feinstaub kann ebenfalls Atemwegserkrankungen auslösen. In der Vorkette der deutschen metallerzeugenden und -verarbeitenden Industrie entfielen im Jahr 2022 zwei Drittel der Feinstaubemissionen der Partikelgröße von PM<sub>2,5</sub>-Äquivalenten auf die Stufe der direkten Lieferanten und ein Drittel auf die weiteren vorgelagerten Stufen. Mehr als die Hälfte der Emissionen entstand innerhalb Deutschlands. Die Feinstaubemissionen gingen vor allem auf die Vorleistungen der metallerzeugenden und -verarbeitenden Industrie selbst (48 %) und auf die Stromerzeugung (29 %) entlang der Vorkette zurück.
- ▶ **Fläche:** Die Beanspruchung von Böden kann je nach Nutzungsform und -intensität erhebliche negative Auswirkungen auf die Umwelt haben. In erster Linie kann die Flächeninanspruchnahme zur Verdrängung von natürlichen und wertvollen Ökosystemen und damit zum Verlust der lokalen Artenvielfalt führen. Die Flächeninanspruchnahme erfolgte fast ausschließlich auf den tieferen Lieferkettenstufen. Geografisch sind die höchsten Flächeninanspruchnahmen in Deutschland, China und Frankreich zu verorten. Die Flächeninanspruchnahme in der Vorkette lag fast ausschließlich bei land- und forstwirtschaftlichen Prozessen für die Gewinnung von Grundstoffen, z. B. für Schmierfette und -öle, Lacke u. Ä. sowie als Rohstoff zur energetischen Verwertung.
- ▶ **Wasser:** Der Verbrauch von großen Wassermengen aus (natürlichen) Reservoirs kann lokale Wasserknappheiten verschärfen. Dies ist insbesondere beim Verbrauch von Wasser in Regionen mit Wasserknappheitsrisiken kritisch. Die fehlende Verfügbarkeit von Wasser kann lokal den Anbau von Nahrungsmitteln, die Fischerei und die Trinkwasserversorgung beeinträchtigen und zu Beeinträchtigungen der biologischen Vielfalt führen. In der Vorkette

der deutschen metallerzeugenden und -verarbeitenden Industrie entfielen die Wasserverbräuche zu 61 % auf die Stufe der direkten Lieferanten und zu 39 % auf die weiter vorgelagerten Lieferkettenstufen. Bereits auf der Stufe der direkten Lieferanten der metallerzeugenden und -verarbeitenden Industrie – und damit im unmittelbaren Einflussbereich – sind Länder bzw. Regionen mit hohem Wasserverbrauch bei gleichzeitig hohen Knappheitsrisiken zu finden, beispielsweise in Teilen Chinas, Italiens, Spaniens und der Türkei. Mehr als die Hälfte des Wasserverbrauchs ging auf Vorleistungen des metallerzeugenden und -verarbeitenden Sektors selbst zurück, ein Viertel auf die Stromerzeugung entlang der Vorkette.

- ▶ **Wassergefährdende Stoffe (Schwermetalleinträge):** Hohe Konzentrationen von Schwermetallen im Wasser gefährden Lebewesen und die menschliche Gesundheit (UBA 2019a). Bei Überschreitung bestimmter Konzentrationen können Wachstumsstörungen bei Pflanzen und Organismen, Störungen bei der Reproduktion von Lebewesen und der mikrobiologischen Stoffumsetzung auftreten, die zum Absterben von Arten führen. Die Schwermetalleinträge in der Vorkette der deutschen metallerzeugenden und -verarbeitenden Industrie gingen vorrangig auf Vorleistungen des metallerzeugenden und -verarbeitenden Sektors selbst zurück.
- ▶ **Abfälle:** Abfälle stellen eine Gefahr für die Umwelt dar, indem sie im Falle einer Deponierung Flächen in Anspruch nehmen und zu Schadstoffemissionen in Luft, Wasser und Böden führen können; im Falle einer Beseitigung oder sonstigen Verwertung anstelle des Recyclings werden wertvolle Ressourcen vernichtet. Ein Anteil von 41 % des Abfallaufkommens in der Vorkette der metallerzeugenden und -verarbeitenden Industrie entfiel im Jahr 2022 auf die Stufe der direkten Lieferanten. Der Anteil der Abfälle auf den tieferen Lieferkettenstufen betrug 59 %. Abfälle, die als gefährlich klassifiziert sind, machten etwa 4 % des Gesamtabfallaufkommen aus. Kritisch ist insbesondere das Aufkommen von gefährlichen Abfällen in Ländern mit unzureichender Umwelt-Governance. Die meisten Abfälle traten in Deutschland, Russland, den USA und Kanada sowie in Brasilien, Südafrika und Norwegen auf. Sektoral gingen die Abfälle zu jeweils 38 % auf die bergbauliche Gewinnung von Erzen und Konzentraten sowie auf die Gewinnung und Verarbeitung von fossilen Energieträgern zurück.

Neben der Analyse einzelner Umweltthemen enthält die Studie auch eine vertiefte Betrachtung exemplarisch ausgewählter Rohstoffe, die Unternehmen bei der Umsetzung der umweltbezogenen und menschenrechtlichen Sorgfalt weiter unterstützen soll. Mithilfe der vertieften Betrachtung sollen auch mögliche Lücken in der Aussagekraft der multiregionalen Input-Output-Analyse geschlossen werden, insbesondere in Hinblick auf die Umweltauswirkungen im Rohstoffabbau. Vor diesem Hintergrund befasst sich die Studie vertieft mit den Lieferketten von:

- ▶ Bauxit (Aluminium)
- ▶ Kupfer
- ▶ Zink

Auf Basis der Analyseergebnisse werden in zehn Steckbriefen ausgewählte Handlungsansätze und Maßnahmen vorgeschlagen, die Unternehmen der metallerzeugenden und -verarbeitenden Industrie nutzen können, um negative Umweltauswirkungen in ihren Lieferketten zu beseitigen, zu vermeiden oder zu mindern, und die Bestandteile eines kohärenten Sorgfaltspflichtenmanagements sein können:

1. Transparenz: Die eigene Lieferkette für das Management (potenzieller) negativer Auswirkungen nachvollziehen
2. Steuerung: Verankerung eines nachhaltigen Lieferkettenmanagements im Unternehmen
3. Steuerung: Definition von klaren Zielen für nachhaltigere Lieferketten und Beschaffung
4. Kommunikation: Interner Wissensaufbau und Austausch zu Umweltthemen und Maßnahmen in der Lieferkette
5. Kommunikation: Austausch zu Umweltthemen und Maßnahmen mit (Vor-)Lieferanten
6. Dialog: Austausch mit (potenziell) Betroffenen als Input zur Risikoanalyse und zur effektiven Lösungsfindung
7. Pilotprojekte: Punktuelle Umsetzung von Veränderungen in der Lieferkette und anschließende Ausweitung
8. Einkauf und Lieferantenmanagement: Zertifizierungen und Standards bei Produzenten und/oder Rohstoffen
9. Allianzen: Unternehmens- und branchenübergreifende Ansätze zur Schaffung nachhaltigerer Lieferketten
10. Stoffkreisläufe: Einsatz von Sekundärrohstoffen und Schaffung von Recyclingkreisläufen

Die Steckbriefe nehmen Erkenntnisse aus dem Austausch mit Branchenexpert\*innen auf und greifen auf die eigenen Praxiserfahrungen des Projektkonsortiums zurück.

## Summary

The research project "Innovative tools for environmental and sustainability management in the value chain" (Research code 3720 14 103 0), conducted on behalf of the German Environment Agency (UBA), aims to support companies in the practical implementation of the concept of environmental and human rights due diligence in their supply chains. In a series of sector studies, risks for negative environmental impacts along the supply chains of the German industry are being described and illustrated. In addition, the studies aim to strengthen an integrative perspective on environmental and human rights issues in supply chains. The study at hand on the German metal producing and processing industry is the seventh and final publication in the series of sector studies. The research project is being conducted by adelphi in cooperation with Systain.

The present study:

- ▶ provides an overview of which negative environmental impacts arise at the individual stages of the upstream international value chain of the German metal producing and processing industry and gives examples of actual negative impacts;
- ▶ analyses the risks for negative environmental impacts associated with selected raw materials;
- ▶ uses country examples to show which links can exist between (potential) negative environmental and human rights impacts and
- ▶ shows approaches for action and exemplary measures and provides information on further sector activities and initiatives.

The study is intended to accompany and enrich the previous activities of the Federal Government with regard to the practical implementation of environmental due diligence. The study goes beyond the environmental due diligence requirements of the German Supply Chain Due Diligence Act (Lieferkettensorgfaltspflichtengesetz – LkSG) and understands the management of actual and potential negative environmental impacts in the value chain as an independent field of action. It aims to contribute to an integrative understanding of environmental and human rights due diligence, as there are multi-layered connections between environmental impacts and human rights (cf. Scherf et al. 2019).

This study looks specifically at the metal production and processing industry, which corresponds to the two sectors "Metal production and processing" (WZ08-24 according to the classification of economic activities) and "Manufacture of fabricated metal products" (WZ08-25 according to the classification of economic activities) (DESTATIS 2008). The study focuses on the environmental impacts in the upstream value chain of the sector ("supply chain"). Methodologically, the study relies on a mix of ecologically extended, multi-regional input-output models (MRIO), relevant studies, online tools and expert interviews. The modelling using the MRIO is based on the sales of 2022.

The study analyses the following environmental issues for the value chains of the German metal producing and processing industry:

- ▶ **Greenhouse gases:** The increasing emission of greenhouse gases in the atmosphere, particularly due to the use of fossil fuels, causes an increase in the global average temperature level (IPCC 2018). Along the upstream chain of Germany's metal production and processing industry, around half of the emissions in 2022 were distributed between the

direct suppliers (tier 1) and the indirect suppliers at upper supply chain levels (tier 2-n). Emissions were primarily released in Germany, accounting for 53 % of total emissions along the upstream chain. Over a third of total emissions were attributable to electricity generation along the entire upstream chain. Another 29 % were attributable to the extraction and processing of fossil fuels, which are required both for energy generation and as a raw material for metal production (in particular coking coal for carbon-based steel production). Energy and process-related measures to increase efficiency at own production sites of the metal production and processing industry as well as at supplier level are an initial lever for reducing these greenhouse gas emissions.

- ▶ **Air pollutants (Sulfur dioxide equivalents and particulate matter of particle size PM2.5 equivalents):** The combustion of fossil fuels causes acid-forming exhaust gases, especially sulfur dioxide and nitrogen oxides. The acidification of soils and water can damage plants. High local concentrations of sulfur dioxide and nitrogen oxides can also lead to respiratory diseases and endanger human health (UBA 2022b). Along the upstream chain of Germany's metal production and processing industry, 61 % of SO<sub>2</sub> equivalent emissions in 2022 were distributed among direct suppliers and 39 % among indirect suppliers at upper supply chain levels. Two thirds of emissions were generated in Germany. Sector-wise, 43 % of SO<sub>2</sub> equivalent emissions were attributable to electricity generation and one third to intermediate inputs by the metal production and processing sector itself. Particulate matter emissions can also cause respiratory diseases. In the upstream chain of Germany's metal production and processing industry, two thirds of particulate matter emissions with a particle size of PM2.5 equivalents in 2022 were attributable to the direct supplier level and one third to the upper levels of the indirect suppliers. More than half of the emissions were generated in Germany. The particulate matter emissions were primarily attributable to the upstream activities of the metal production and processing industry itself (48 %) and to electricity generation (29 %) along the upstream chain.
- ▶ **Land Use:** Depending on the type and intensity, the use of land and soils can have significant negative effects on the environment. First and foremost, land use can lead to the displacement of natural and valuable ecosystems and thus to the loss of local biodiversity. Land use in the supply chain of Germany's metal production and processing sector was found almost exclusively at the upper levels of the supply chain. Geographically, the highest land use was in Germany, China and France. The land use in the upstream chain was almost exclusively related to agricultural and forestry processes for the extraction of raw materials, e.g. for lubricating greases and oils, paints, etc. and as a raw material for energy recovery.
- ▶ **Water:** The consumption of large quantities of water from (natural) reservoirs can intensify local water shortages. This is particularly critical when water is consumed in regions with water scarcity risks. The lack of availability of water can affect local food production, fishing and drinking water supplies and lead to impairments of biodiversity. In the upstream chain of Germany's metal production and processing industry, 61 % of water consumption was attributable to the direct supplier stage and 39 % to the upper supply chain levels. Even at the level of direct suppliers to the metal production and processing industry - and thus in the immediate sphere of influence - countries or regions with high water consumption and simultaneously high risks of water scarcity can be found, for example in regions at China, Italy, Spain and Turkey. More than half of the water consumption was attributable to upstream processes of the metal production and processing sector itself, and a quarter to electricity generation along the upstream chain.

- ▶ **Water pollution (Heavy metal inputs):** High concentrations of heavy metals in water endanger living organisms and human health (UBA 2019a). If certain concentrations are exceeded, growth disorders in plants and organisms, disruptions in the reproduction of living organisms and the microbiological conversion of substances can occur, leading to the death of species. The heavy metal inputs in the upstream chain of Germany's metal production and processing industry were primarily attributable to inputs from the metal-production and processing sector itself.
- ▶ **Waste:** Waste poses a threat to the environment by land use, potentially pollutant emissions into the air, water and soil and the destruction of valuable resources, if the waste is disposed of or otherwise recovered instead of being recycled. The direct supplier stage accounted for 41 % of the waste generated in the upstream chain of Germany's metal production and processing industry in 2022. The share of waste at the upper supply chain levels of indirect suppliers amounted to 59 %. Waste being classified as hazardous waste accounted for around 4 % of total waste volume. Hazardous waste in countries with inadequate environmental governance is particularly critical. Most waste along the value chain occurred in Germany, Russia, the USA and Canada as well as Brazil, South Africa and Norway. In terms of sectors, 38 % of waste was attributable to the mining of ores and concentrates and another 38 % to the extraction and processing of fossil fuels.

In addition to analysing individual environmental issues, the study also includes an in-depth assessment of selected raw materials, which should further support companies in implementing environmental and human rights due diligence. These include:

- ▶ bauxite (aluminum)
- ▶ copper
- ▶ zinc

The in-depth analysis is also intended to close possible gaps in the informative value of the MRIO analysis, particularly with regard to the environmental impact of raw material extraction.

Based on the analytical results, selected courses of action and measures that companies in the metal producing and processing industry can use to eliminate, avoid or mitigate negative environmental impacts in their supply chains and which can be part of a coherent due diligence process are suggested in ten fact sheets:

1. Transparency: Tracking of the supply chain for the management of (potential) negative impacts
2. Management: Establishing sustainable supply chain management in the company
3. Management: Definition of clear targets for more sustainable supply chains and procurement
4. Communication: Building internal know-how and exchange on environmental issues and measures in the supply chain
5. Communication: Exchange on environmental issues and measures with (upstream) suppliers
6. Dialogue: Exchange with (potentially) affected stakeholders as input to risk analysis and effective solution finding
7. Pilot projects: Selective implementation of changes in the supply chain and subsequent scaling up
8. Sourcing and supplier management: Certifications and standards for producers and/or raw materials

9. Collaborative actions: Cross-company and cross-sector approaches to create more sustainable supply chains
10. Circular economy: Use of secondary raw materials and creation of recycling loops

The fact sheets incorporate findings from the exchange with sector experts and draw on the project consortium's own practical experience.

# 1 Einleitung

## 1.1 Hintergrund

Das im Auftrag des Umweltbundesamtes (UBA) durchgeführte Forschungsprojekt „Innovative Werkzeuge für das Umwelt- und Nachhaltigkeitsmanagement in der Wertschöpfungskette“ (FKZ 3720 14 103 0) soll Unternehmen bei der praktischen Umsetzung des Konzepts der umweltbezogenen und menschenrechtlichen Sorgfalt in der Lieferkette unterstützen. In einer Reihe von Branchenstudien sollen Risiken für negative Umweltauswirkungen entlang der Lieferketten von Branchen der deutschen Wirtschaft beschrieben und illustriert werden. Dabei soll auch die integrative Betrachtung von Umwelt- und Menschenrechtsrisiken in Lieferketten gestärkt werden. Die vorliegende Studie untersucht den Sektor der Metallerzeugung und -verarbeitung, welches den beiden Sektoren „Metallerzeugung und -bearbeitung“ (WZ08-24 gemäß der Klassifikation der Wirtschaftszweige) und „Herstellung von Metallerzeugnissen“ (WZ08-25 gemäß der Klassifikation der Wirtschaftszweige) entspricht (DESTATIS 2008) (siehe Kapitel 2).

## 1.2 Ziele und Anwendungshinweise

Unternehmen sind aufgefordert, ihrer Verantwortung für den Schutz von Menschenrechten und der Umwelt nachzukommen. Diese Verantwortung konkretisiert sich in einer sogenannten „unternehmerischen Sorgfaltspflicht“. Denn Unternehmen beeinflussen durch ihre Geschäftstätigkeiten und -beziehungen das Leben der Menschen und die Umwelt an ihren Standorten, aber auch entlang globaler Liefer- und Wertschöpfungsketten. Sie müssen sich daher mit den tatsächlichen und möglichen negativen Auswirkungen ihrer Aktivitäten auf die Menschenrechte und Umwelt auseinandersetzen.

Die vorliegende Studie bettet sich in den Sorgfaltspflichtenansatz (Due-Diligence-Prozess) des Leitfadens der Organisation for Economic Co-Operation and Development (OECD) für die Erfüllung der Sorgfaltspflicht für verantwortungsvolles unternehmerisches Handeln (OECD 2018) ein, wie in Abbildung 1 dargestellt. Der Sorgfaltspflichtenansatz widmet sich den „tatsächlichen negativen Effekten oder potenziellen negativen Effekten („Risiken“)" (OECD 2018; S. 15) auf die Umwelt und Menschenrechte, die aus Unternehmensaktivitäten entstehen (können).<sup>1</sup> Die Studie:

- ▶ gibt einen Überblick über Risiken für negative Umweltauswirkungen auf den einzelnen Stufen der vorgelagerten internationalen Wertschöpfungskette der deutschen metallerzeugenden und -verarbeitenden Industrie und beschreibt exemplarisch tatsächliche negative Auswirkungen;
- ▶ analysiert exemplarisch die mit ausgewählten Rohstoffen verbundenen Risiken für negative Umweltauswirkungen;
- ▶ zeigt anhand von Länderbeispielen exemplarisch, welche Verbindungen zwischen (potenziellen) negativen Umwelt- und menschenrechtlichen Auswirkungen bestehen können und

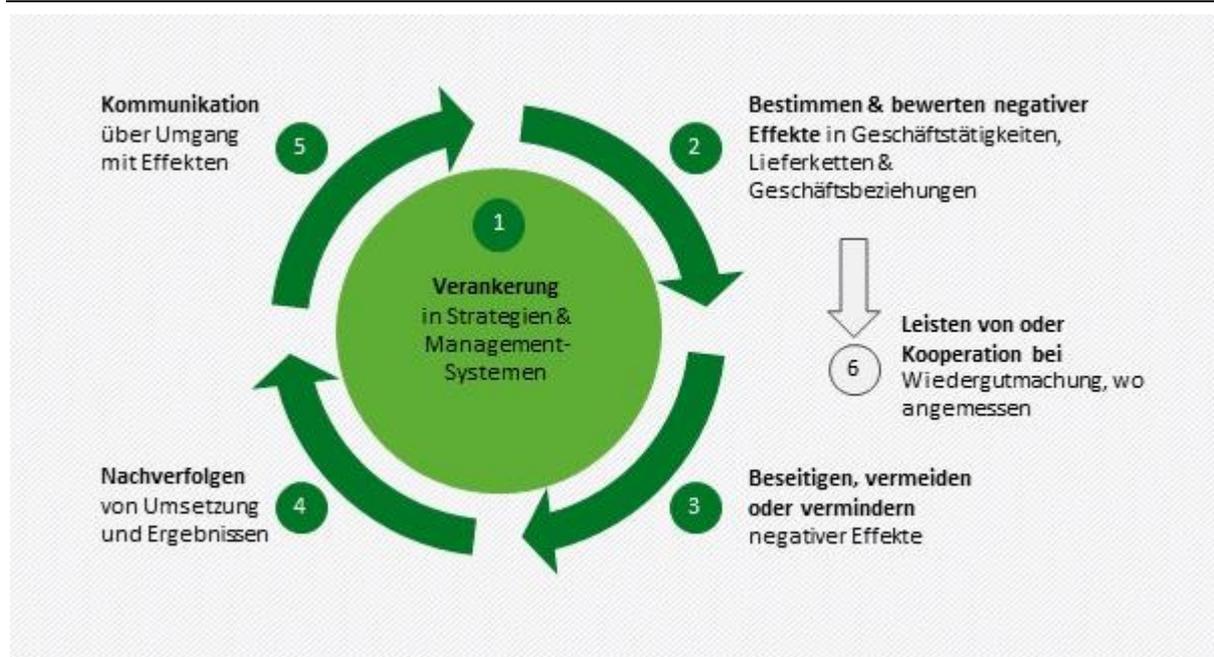
---

<sup>1</sup> Das Verständnis der Begriffe „Umweltauswirkungen“ und „Risiko“ wird im Glossar im Anhang näher ausgeführt.

- ▶ zeigt Handlungsansätze und Beispielmaßnahmen auf und gibt Aufschluss über weitere Branchenaktivitäten und Initiativen.

Sie soll Unternehmen der deutschen metallherzeugenden und -verarbeitenden Industrie somit unterstützen, (potenzielle) negative Umweltauswirkungen in ihrer vorgelagerten Wertschöpfungskette zu identifizieren und zu bewerten und Maßnahmen zur Beseitigung, Vermeidung, Minderung oder Wiedergutmachung der Auswirkungen zu ergreifen (Schritte 2, 3 und 6 in Abbildung 1). Die Inhalte dieser Studie bieten Anhaltspunkte auf Branchenebene, können eine auf Unternehmensebene durchzuführende Risikoanalyse der eigenen spezifischen Lieferkette jedoch nicht ersetzen.

**Abbildung 1: Due-Diligence-Prozesse und Maßnahmen**



Quelle: Eigene Darstellung, adelphi. In Anlehnung an OECD (2018, S. 22).

### Bezug der Studie zum Lieferkettensorgfaltspflichtengesetz (LkSG)

Die Bundesregierung hat im Juni 2021 das Gesetz über die unternehmerischen Sorgfaltspflichten zur Vermeidung von Menschenrechtsverletzungen in Lieferketten verabschiedet. Das LkSG stellt seit 2023 an Unternehmen ab 3.000 Mitarbeitenden Anforderungen an die Umsetzung menschenrechtlicher und umweltbezogener Sorgfaltspflichten und wurde seit 2024 auf Betriebe mit mehr als 1.000 Mitarbeitenden ausgeweitet. Betroffene Unternehmen werden verpflichtet, eine Grundsatzerklärung zur Achtung der Menschenrechte zu verabschieden. Zudem müssen Unternehmen eine Risikoanalyse durchführen und ein Risikomanagement sowie einen Beschwerdemechanismus einrichten und öffentlich über Präventions- und Abhilfemaßnahmen, die sich auf die Ergebnisse der Risikoanalyse beziehen, berichten. Der Anwendungsbereich des Gesetzes bezieht sich neben dem eigenen Geschäftsbereich eines Unternehmens auch auf unmittelbare Zulieferer. Für mittelbare Zulieferer ist eine anlassbezogene Sorgfaltspflicht vorgesehen. Anforderungen an die umweltbezogene Sorgfalt ergeben sich aus dem LkSG, wenn negative Umweltauswirkungen (z. B. kontaminiertes Wasser) zu Menschenrechtsverletzungen führen (§ 2 (9) LkSG) und wenn es darum geht, Schadstoffe, die für Mensch und Umwelt gefährlich sind, zu verbieten. Das LkSG greift für Letzteres aus drei internationalen Übereinkommen (§ 2 (1) LkSG) bestimmte umweltbezogene Pflichten auf, die Unternehmen einzuhalten haben: das

Übereinkommen von Minamata vom 10. Oktober 2013 über Quecksilber, das Stockholmer Übereinkommen vom 23. Mai 2001 über persistente organische Schadstoffe (POPs) und das Basler Übereinkommen über die Kontrolle der grenzüberschreitenden Verbringung gefährlicher Abfälle und ihrer Entsorgung vom 22. März 1989.<sup>2</sup>

Die Studie soll die bisherigen Aktivitäten der Bundesregierung in Bezug auf die praktische Umsetzung umweltbezogener Sorgfaltspflichten von Unternehmen in Deutschland flankieren und anreichern. Sie geht über die im LkSG genannten umweltbezogenen Sorgfaltspflichten hinaus und versteht die Auseinandersetzung mit Risiken für negative Umweltauswirkungen in der Wertschöpfungskette als eigenständiges Handlungsfeld. Gleichwohl soll sie zu einem integrativen Verständnis von umweltbezogener und menschenrechtlicher Sorgfaltspflicht beitragen, da vielschichtige Zusammenhänge zwischen beiden Themen bestehen (vgl. Scherf et al. 2019).

## 1.3 Methodisches Vorgehen und Aufbau der Studie

### 1.3.1 Übersicht der erfassten Umweltthemen

Die Studie betrachtet die folgenden sechs Umweltthemen:

- ▶ Treibhausgase
- ▶ Luftschadstoffe
- ▶ Fläche
- ▶ Wasser
- ▶ Wassergefährdende Stoffe (beispielhaft anhand von Schwermetalleinträgen)
- ▶ Abfälle entlang der Vorketten

Für die sechs Umweltthemen werden auf den verschiedenen Stufen der Wertschöpfungskette der deutschen metallherzeugenden und -verarbeitenden Industrie die Umweltauswirkungen ermittelt (Kapitel 3). Für ausgewählte Rohstoffe (Bauxit/Aluminium, Kupfer, Zink) werden jeweils typische Umweltauswirkungen und eingetretene Schadensfälle in den vorgelagerten Wertschöpfungsstufen anhand von Länderbeispielen exemplarisch aufgeführt (Kapitel 4). Die Auswahl der in Kapitel 4 beschriebenen Risiken erfolgte unter Berücksichtigung der „Schwere“ und „Eintrittswahrscheinlichkeit“ der (zu erwartenden) negativen Umweltauswirkungen. Leserinnen und Leser sollen so die auf Branchenebene zusammengestellten Informationen als Ausgangspunkt nutzen und mit ihren unternehmensspezifischen Daten abgleichen können.

### 1.3.2 Methodisches Vorgehen

Methodisch beruht die Studie auf einem Mix aus ökologisch erweiterten multiregionalen Input-Output-Modellen (MRIO-Analyse), Ökobilanzdaten, einschlägigen Studien, Online-Tools, Nachhaltigkeitsberichten und im Austausch mit Expert\*innen. Grundsätzlich werden bestehende Daten(-quellen) verwendet und keine Primärdaten erhoben.

Mithilfe der MRIO-Analyse liefert die Studie einen Überblick darüber, welche Umweltauswirkungen in der vorgelagerten globalen Wertschöpfungskette der Unternehmen der deutschen metallherzeugenden und -verarbeitenden Industrie auftreten bzw. auftreten können. Bei der MRIO-Analyse werden zunächst Verflechtungen von vorgelagerten

---

<sup>2</sup> Die Studie befasst sich nicht explizit mit den Anforderungen der drei genannten Umwelt-Abkommen.

Wertschöpfungsketten auf Grundlage volkswirtschaftlicher Daten modelliert. Somit wird aufgezeigt, in welchem Umfang die deutsche metallerzeugende und -verarbeitende Industrie Vorleistungen aus welchen Ländern und von welchen Vorleistungssektoren bezieht. Die Modellierung erfolgt weiter für die tieferen Lieferkettenstufen bis hin zur Gewinnung von Rohstoffen, Energieträgern und land- und forstwirtschaftlichen Rohstoffen. Auf diese Weise wird die Struktur der globalen vorgelagerten Wertschöpfungsketten offengelegt. Die volkswirtschaftlichen Daten sind ergänzt um ökologische Daten der jeweiligen Sektoren im betreffenden Land. So können beispielsweise die Treibhausgasemissionen oder der Wasserverbrauch entlang der vorgelagerten Wertschöpfungskette der deutschen metallerzeugenden und -verarbeitenden Industrie quantifiziert werden. Grundlage für die erweiterte Input-Output-Analyse bildet EXIOBASE 3.7. Der Ansatz hat jedoch auch Grenzen. Die Daten für Nicht-OECD-Länder sind nur gering aufgelöst. Beispielsweise können die afrikanischen Länder (Ausnahme Südafrika) nur aggregiert angegeben werden. Zudem können einzelne Nichteisenmetalle (NE-Metalle) oder Rohstoffe nicht separat ausgewiesen werden. Darüber hinaus bestehen bei EXIOBASE Datenlücken bei der Rohstoffgewinnung, sodass die ökologischen Auswirkungen des Rohstoffabbaus im Vergleich zu industriellen Prozessen weniger detailliert abgebildet sind. Die Angaben der MRIO-Analyse bilden die Verteilung für die deutsche metallerzeugende und -verarbeitende Industrie und die damit verbundenen Vorleistungen im statistischen Mittel ab.

Die Analysen auf Basis der MRIO-Analysen werden qualitativ ergänzt durch eine Auswertung der Tools Exploring Natural Capital Opportunities, Risks and Exposure (ENCORE) zur Bewertung der ökologischen Relevanz von Sektoren („Materiality-Rating“), der World Wide Fund For Nature (WWF) Risk Filter Suite zur Analyse von regionalen Knappheitsrisiken bei Wasser sowie des MVO Nederland Corporate Social Responsibility (CSR) Risk Checks zur Identifizierung von ökologischen Risiken einzelner Sektoren. ENCORE bewertet die ökologische Relevanz („Materiality“) von einzelnen Sektoren und damit verbundenen Prozessen. Ähnlich geht auch der MVO Nederland CSR Risk Check vor, in dem die Risiken für Rohstoffen bzw. Produkten und deren vorgelagerter Wertschöpfungskette dargestellt werden. Die WWF Risk Filter Suite wiederum bietet eine regionalisierte Analyse in Bezug auf Knappheitsrisiken für Wasser.

Für ausgewählte Rohstoffe, denen in der deutschen metallerzeugenden und -verarbeitenden Industrie eine wichtige Bedeutung zukommt und die mit hohen Risiken für (potenzielle) negative Umweltauswirkungen einhergehen, werden exemplarisch anhand von Länderbeispielen entsprechende Risiken entlang der vorgelagerten Wertschöpfungsstufen identifiziert (Kapitel 4). Die Informationen zu Abbau und Aufbereitung von Bauxit (Aluminium), Kupfer und Zink in den Fokuskapiteln basieren auf bestehenden Datenquellen und Studien sowie Berichten über eingetretene Umweltauswirkungen. Dadurch sollen auch mögliche Lücken in der Aussagekraft der MRIO-Analyse geschlossen werden.

### **1.3.3 Aufbau der Studie**

In **Kapitel 2** wird zunächst die Struktur der vorgelagerten Lieferkette der deutschen metallerzeugenden und -verarbeitenden Industrie anhand der Modellierung durch MRIO-Tabellen dargestellt. Die Modellierung bildet die Grundlage für die anschließende Analyse der einzelnen Umweltthemen in der Lieferkette.

In **Kapitel 3** sind die Umweltthemen anhand der Nachbildung der Lieferkettenstrukturen dargelegt: Welche negativen Umweltauswirkungen sind auf welchen vorgelagerten Wertschöpfungsstufen der deutschen metallerzeugenden und -verarbeitenden Industrie besonders stark ausgeprägt? In welchen Ländern? In welchen Vorleistungssektoren?

Unternehmen können so branchenbezogene Informationen mit ihren unternehmensspezifischen Daten abgleichen und eine Einschätzung dazu vornehmen, welche Risiken für negative Umweltauswirkungen vorliegen und ob das Unternehmen durch seine Geschäftstätigkeit entsprechende Auswirkungen verursacht bzw. verursachen könnte, dazu beiträgt oder mit den Auswirkungen in Verbindung steht bzw. stehen könnte. Daraus ergeben sich auch Ansatzpunkte, (potenzielle) negative Umweltauswirkungen zu reduzieren oder zu vermeiden, beispielsweise durch proaktives Engagement mit Wertschöpfungspartnern.

Im **Kapitel 4** werden die o. g. Umweltthemen für die Lieferketten der Rohstoffe Bauxit (Aluminium), Kupfer sowie Zink vertieft analysiert. In diesem Zusammenhang werden exemplarisch Risiken für negative Umweltauswirkungen bei der Gewinnung und Verarbeitung der Rohstoffe jeweils anhand eines länderspezifischen Fallbeispiels veranschaulicht. Zudem werden Zusammenhänge von Umwelt- und menschenrechtlichen Auswirkungen näher beschrieben, soweit diese ersichtlich sind.

In **Kapitel 5** werden auf den vorherigen Kapiteln aufbauend geeignete Schritte zur Identifizierung und Bewertung sowie mögliche Handlungsansätze zur Beseitigung, Vermeidung und Minderung von Risiken für negative Auswirkungen aufgeführt. Entsprechende weiterführende Quellen und Hilfestellungen werden aufgezeigt. In zehn Steckbriefen werden ausgewählte übergreifende Handlungsansätze zur Vermeidung und Minderung der identifizierten (potenziellen) negativen Umweltauswirkungen dargestellt. Die Steckbriefe bieten eine Hilfestellung für die unternehmerische Praxis.

## 2 Die metallerzeugende und -verarbeitende Industrie Deutschlands im Überblick

Die Studie untersucht die beiden Wirtschaftssektoren „Metallerzeugung und -bearbeitung“ (WZ08-24 gemäß der Klassifikation der Wirtschaftszweige) und „Herstellung von Metallerzeugnissen“ (WZ08-25 gemäß der Klassifikation der Wirtschaftszweige). Die metallerzeugende und -verarbeitende Industrie ist in der folgenden Analyse mithilfe Multiregionaler Input-Output-Modellierungen (MRIO-Modellierungen) dargestellt. Die MRIO-Analyse wurde auf Basis vorliegender statistischer Daten für das Jahr 2022 vorgenommen.

### Überblick über den Sektor

Die folgenden Daten und die darauf aufbauenden Modellierungen beziehen sich auf die statistischen Erfassungen des Statistischen Bundesamtes (DESTATIS) zu Unternehmen ab einer Betriebsgröße von über 20 Beschäftigten. Demnach erzielte die deutsche metallerzeugende und -verarbeitende Industrie im Jahr 2022 einen Gesamtumsatz von ca. 258 Mrd. EUR (DESTATIS 2023). In der metallerzeugenden und -verarbeitenden Industrie arbeiteten im Jahr 2022 gemäß DESTATIS etwa 740.000 Beschäftigte in ca. 4.100 Betrieben. Der Industriezweig umfasst folgende wichtige Untersektoren:

- ▶ Erzeugung und erste Bearbeitung von NE-Metallen (Umsatz 2022 = 54,4 Mrd. EUR)
- ▶ Erzeugung von Roheisen, Stahl und Ferrolegierungen (Umsatz 2022 = 36,0 Mrd. EUR)
- ▶ Herstellung von Schmiede-, Press-, Zieh-, Stanzteilen u. Ä. (Umsatz 2022 = 19,8 Mrd. EUR)
- ▶ Stahl- und Leichtmetallbau (Umsatz 2022 = 18,9 Mrd. EUR)
- ▶ Herstellung von Schneidwaren, Werkzeugen, Schließern und Beschlägen (Umsatz 2022 = 18,6 Mrd. EUR)

### Hinweise

Für die Analyse der vorgelagerten globalen Wertschöpfungskette der metallerzeugenden und -verarbeitenden Industrie in dieser Studie wurde die MRIO-Modellierung der beiden oben genannten Sektoren vorgenommen. Dabei werden sektorspezifische statistische Mittelwerte in Deutschland einschließlich der vorgelagerten Lieferketten im In- und Ausland herangezogen. Bei der Modellierung auf Basis statistischer Daten ist zu beachten, dass die aktuellen Verschiebungen bei der Herkunft von Energieträgern und von Rohstoffen (insbesondere durch den Angriffskrieg Russlands auf die Ukraine) wegen des Nachlaufs der statistischen Daten noch nicht in den MRIO-Modellierungen abgebildet werden können. Demzufolge ist Russland weiterhin als nennenswertes Land in den einzelnen Auswertungen zu finden.

### Verteilung der Wertschöpfungsanteile nach Lieferkettenstufen

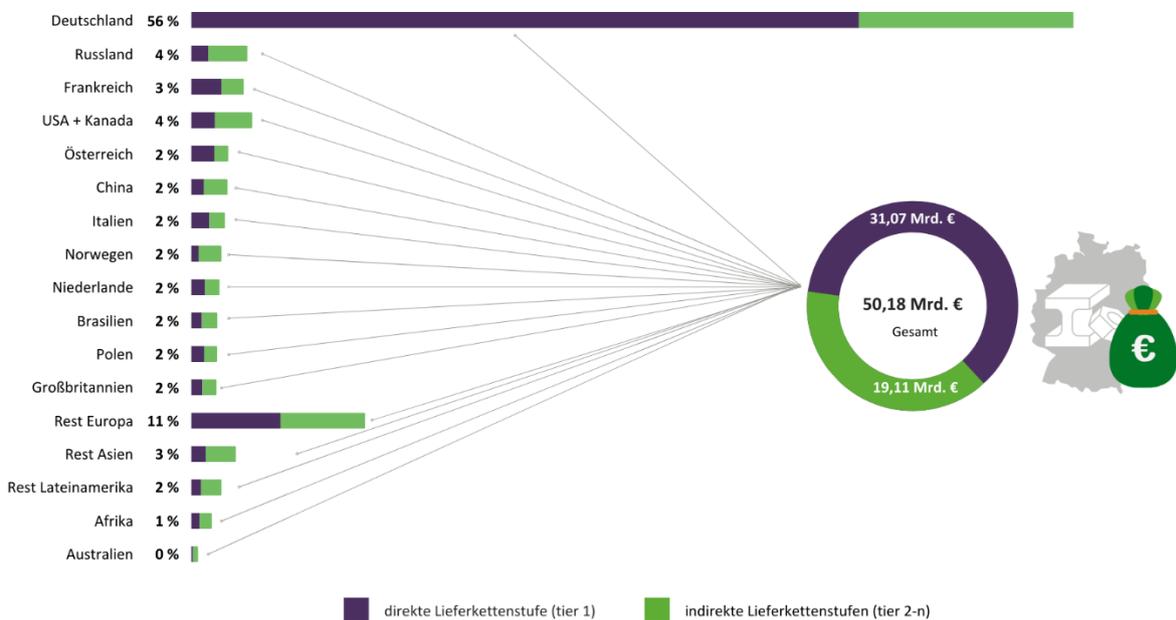
Für die folgende Darstellung der Wertschöpfungskette sämtlicher Vorleistungen der metallerzeugenden und -verarbeitenden Industrie (Rohstoffe und Materialien, Waren und Güter, Dienstleistungen, Investitionsgüter) wird im Rahmen der MRIO-Analyse der Indikator „Value Added“ (Wertschöpfung) herangezogen. Die Modellierung ergab für das Jahr 2022 auf den vorgelagerten Lieferkettenstufen der metallerzeugenden und -verarbeitenden Industrie eine Wertschöpfung von 50 Mrd. EUR. Drei Fünftel der Wertschöpfung wurden gemäß der Modellierung auf der Stufe der direkten Lieferanten erzielt (31 Mrd. EUR) (Abbildung 2). Auf

den tieferen Stufen bis hin zur Rohstoffgewinnung wurden 19 Mrd. EUR an Wertschöpfung erzielt.

### Geografische Verteilung der Wertschöpfung in der Vorkette der metallergzeugenden und -verarbeitenden Industrie

Im Jahr 2022 wurden 56 % der Wertschöpfung entlang der Vorkette in Deutschland erbracht (28 Mrd. EUR), insbesondere auf der Stufe der direkten Lieferanten bzw. der ersten Lieferkettenebene (Abbildung 2). Weitere 30 % der Wertschöpfung in der Vorkette erfolgten innerhalb Europas, insbesondere in Russland, Frankreich, Österreich und Italien. In den USA und Kanada wurden zusammen 3 % der Wertschöpfung erbracht und in China sowie Brasilien jeweils 2 %.

**Abbildung 2: Verteilung der Wertschöpfung in der Vorkette der metallergzeugenden und -verarbeitenden Industrie Deutschlands nach Ländern und Lieferkettenebene (in EUR) (2022)**

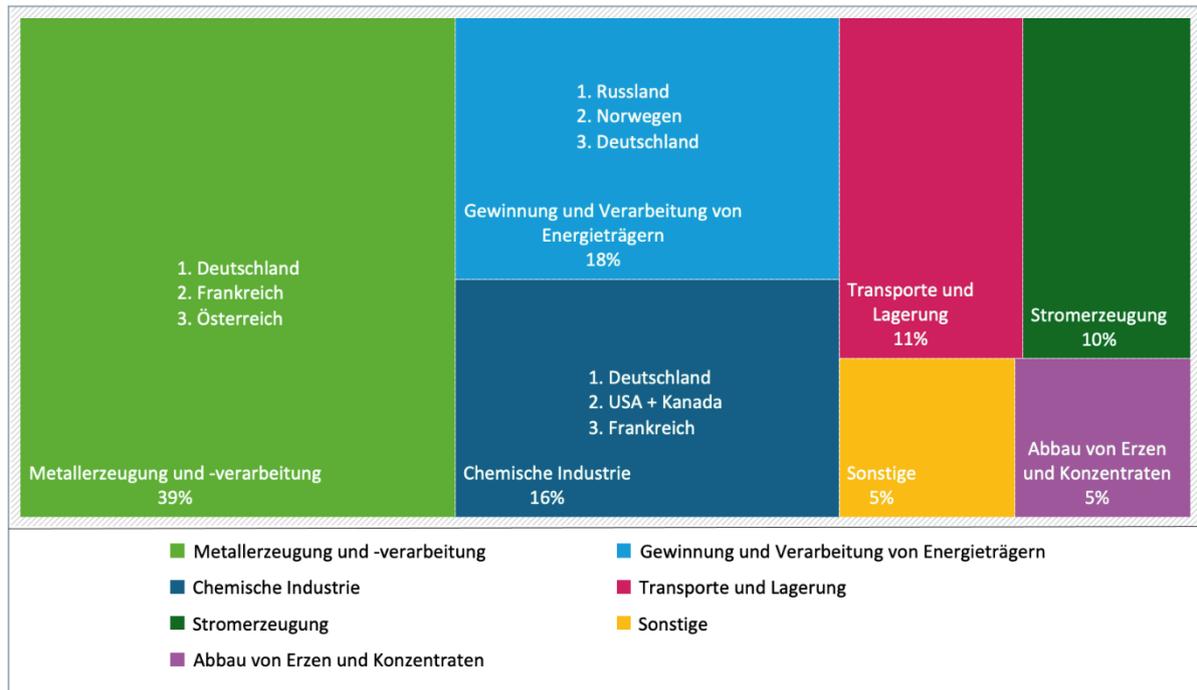


Quelle: Eigene Darstellung, Sustain. Auf Basis von MRIO-Analysen mittels EXIOBASE 3.7.

### Sektorale Verteilung der Wertschöpfung in der Vorkette der metallergzeugenden und -verarbeitenden Industrie

Gemäß der Modellierung wurden im Jahr 2022 knapp zwei Fünftel der Wertschöpfung entlang der Vorkette innerhalb der metallergzeugenden und -verarbeitenden Industrie selbst erbracht, größtenteils in Deutschland (im Folgenden Abbildung 3). Knapp ein Fünftel der Wertschöpfung ging auf die Gewinnung und Verarbeitung von Energieträgern zurück. Die chemische Industrie machte 16 % der Vorleistungen aus, die Stromerzeugung sowie Transporte und Lagerung jeweils ein Zehntel.

**Abbildung 3: Verteilung der Wertschöpfung in der Vorkette der metallherzeugenden und -verarbeitenden Industrie Deutschlands nach Vorleistungssektoren**



Quelle: Eigene Darstellung, Systain. Auf Basis von MRIO-Analysen mittels EXIOBASE 3.7.

## 3 Umweltthemen entlang der Lieferkette

### 3.1 Übersicht relevanter Umweltthemen und Vorleistungssektoren in der Lieferkette

Das folgende Kapitel soll Unternehmen dabei helfen, tatsächliche und potenzielle negative Umweltwirkungen in der eigenen Lieferkette zu identifizieren. Dies ist ein zentraler Schritt bei der Umsetzung eines Sorgfaltspflichten- bzw. Due-Diligence-Prozesses. Im Folgenden werden die Umweltthemen Treibhausgase, Luftschadstoffe, Fläche, Wasser, wassergefährdende Stoffe und Abfall betrachtet. Ausgangspunkte bilden Modellierungen der Lieferkette der deutschen metallherzeugenden und -verarbeitenden Industrie. Die Angaben zu den jeweiligen Umweltthemen sollen ein besseres Verständnis schaffen, an welchen Stellen in der vorgelagerten Wertschöpfungskette eines Unternehmens, das in dieser Branche tätig ist, bereits negative Umweltauswirkungen auftreten. Die Modellierungen ersetzen nicht die eigene Risikoanalyse, können aber Hinweise für mögliche Schwerpunktsetzungen geben (siehe auch Hinweise zum unternehmensspezifischen Vorgehen in Kapitel 5). Vorleistungssektoren oder Länder in der eigenen Lieferkette, die große Auswirkungen auf ein bestimmtes Umweltthema haben, sollten besonderes Augenmerk bei der eigenen Analyse erfahren.

Tabelle 1 stellt die Datenquellen für die folgenden Kapitel dar. Neben den MRIO-Tabellen sind dies Datenbanken, die öffentlich zugänglich und nutzbar sind. Unternehmen können mit diesen Quellen auch direkt arbeiten, um die spezifische Wertschöpfungskette des eigenen Unternehmens zu untersuchen und weitere Informationen über tatsächliche und potenzielle negative Umweltauswirkungen zu sammeln.

**Tabelle 1: Überblick über untersuchte Umweltthemen**

Umweltthema	Messgröße/Definition	Quellen
Treibhausgase	Kohlenstoffdioxidäquivalente (CO <sub>2</sub> -eq)	MRIO, ENCORE, CSR Risk Check
Luftschadstoffe	Versauerungspotenzial mit der Angabe in Schwefeldioxid (SO <sub>2</sub> )-Äquivalenten sowie die Angabe von gesundheitsschädlichen Feinstaubemissionen durch den Indikator der PM <sub>2,5</sub> -Äquivalente	MRIO, ENCORE, CSR Risk Check
Fläche	Beanspruchte Fläche für Gebäude, Infrastruktur, den Abbau von Rohstoffen sowie für die Belegung von Agrar- und Forstflächen	MRIO, ENCORE, CSR Risk Check
Wasser	Wasserverbrauch von sog. blauem Wasser, d. h. Wasserentnahme aus Wasserreservoirs, regionalisierte Analyse von Wasserverbrauch in Regionen mit Knappheitsrisiken	MRIO, ENCORE, CSR Risk Check, WWF Risk Filter Suite, ÖkoRes II
Wassergefährdende Stoffe	Einträge von ausgewählten Schwermetallen	MRIO, ENCORE, CSR Risk Check, WWF Risk Filter Suite, ÖkoRes II
Abfall	Aufkommen an gefährlichen und ungefährlichen Abfällen sowie Entsorgung und Recycling von Abfällen	MRIO, ENCORE, CSR Risk Check

Quelle: Eigene Darstellung, adelphi & Systain.

Tabelle 2 zeigt überblicksartig die umweltrelevanten Sektoren in der Vorkette der metallherzeugenden und -verarbeitenden Industrie und die entsprechend relevanten Umweltthemen. Die metallherzeugende und -verarbeitende Industrie selbst ist hinsichtlich der Treibhausgase, Luftschadstoffe, des Wassers, der wassergetragenen Schadstoffe und Abfälle in hohem Maße relevant. Die Gewinnung von fossilen Rohstoffen, welche sowohl für den hohen Energiebedarf als auch als Prozessrohstoff für die metallherzeugende und -verarbeitende Industrie benötigt werden, ist bei mehreren Umweltthemen relevant (Treibhausgase, Luftschadstoffe, Abfälle). Die Stromerzeugung durch Nutzung fossiler Energieträger verursacht Treibhausgase und Luftschadstoffe und benötigt große Mengen an Wasser. Schließlich ist auch die bergbauliche Gewinnung von Erzen und Konzentraten hinsichtlich der Abfälle und den damit einhergehenden potenziellen negativen Auswirkungen auf die Umwelt relevant.

**Tabelle 2: Umweltrelevante Sektoren in den Lieferketten der metallherzeugenden und -verarbeitenden Industrie**

Vorleistungssektor	Relevanz Lieferkettenstufen	Umweltthemen	Anmerkungen
Metallerzeugung und -verarbeitung	Direkte Lieferanten und Vorlieferanten	Treibhausgase, Luftschadstoffe, Wasser, wassergetragene Schadstoffe, Abfälle	Hoher Energiebedarf sowie direkte Prozessemissionen; negative Umweltauswirkungen insbesondere durch die Nutzung fossiler Energieträger inkl. Koks Kohle bei der kohlenstoffbasierten Stahlherstellung, hohe Wasserverbräuche u. a. für Prozesskühlung, Staubbindung, die chemische Extraktion; damit einhergehend Verschmutzung von Wasser durch Schwermetalleinträge
Stromerzeugung	Direkte Lieferanten und Vorlieferanten	Treibhausgase, Luftschadstoffe, Wasser	Negative Umweltauswirkungen insbesondere bei Nutzung fossiler Energieträger
Gewinnung von Energieträgern	Direkte Lieferanten und Vorlieferanten	Treibhausgase, Luftschadstoffe, Abfälle	Mit der Reduktion der Nutzung von fossilen Energieträgern entlang der Wertschöpfungskette sowie dem Einsatz nicht-fossiler Rohstoffe z.B. durch Anwendung energieeffizienter Verfahren oder alternativer Technologien bei der Metallerzeugung sinken auch die Emissionen durch die Gewinnung von Energieträgern
Gewinnung von Erzen und Konzentraten	Direkte Lieferanten und Vorlieferanten	Abfälle	Negative Umweltauswirkungen durch die hohen Mengen an Erd- und Gesteinsmengen, die für die bergbauliche Gewinnung bewegt werden; damit einhergehend die Belastung u. A. mit Schwermetallen der Abraummengen und welche in die Umwelt gelangen können

Quelle: Eigene Darstellung, adelphi.

### 3.2 Zusammenhänge zwischen Risiken für negative Auswirkungen auf die Umwelt und Menschenrechte

Die Umweltauswirkungen in den Lieferketten der deutschen metallerzeugenden und -verarbeitenden Industrie können auch mit menschenrechtlichen Risiken in Verbindung stehen. Die möglichen Zusammenhänge sind vielschichtig und oftmals wechselseitig. In vielen Fällen ist der Umweltzustand ausschlaggebend dafür, Menschenrechte wie das Recht auf Zugang zu sauberem Trinkwasser oder auf Gesundheit ausüben zu können. Negative Umweltauswirkungen können außerdem zu Migration bzw. Flucht führen, was wiederum als negative menschenrechtliche Auswirkung auf die Betroffenen verstanden werden kann. Ferner sind langfristige Auswirkungen von Umweltschäden auf den Menschenrechtszustand zukünftiger Generationen zu beachten (vgl. Jalalova 2016) sowie „schleichende“ Umweltauswirkungen, die erst über einen längeren Zeitraum zur Gefahr für Menschen und Umwelt werden, etwa die Anreicherung von Schadstoffen in Ökosystemen oder der Atmosphäre. Auch bei der Planung bzw. Umsetzung von Maßnahmen zum Schutz der Umwelt und zur Achtung der Menschenrechte können unerwünschte Nebeneffekte eintreten (Buderath et al. 2021), wenn beispielsweise Kleinbäuerinnen und Kleinbauern durch Naturschutzmaßnahmen den Zugang zu ihrem Land verlieren und ihnen keine ökonomische Alternative geboten wird. Tabelle 3 gibt exemplarisch einen Überblick über solche Zusammenhänge.<sup>3</sup> Die Auflistung erhebt keineswegs Anspruch auf Vollständigkeit, sondern soll mithilfe von Beispielen die vielschichtigen Zusammenhänge zwischen Umweltauswirkungen und Menschenrechten skizzieren. Insgesamt sollten mögliche Zusammenhänge immer einzelfallspezifisch betrachtet werden (vgl. Scherf et al. 2019, S. 17). Zu folgenden Menschenrechten werden in der Tabelle 3 exemplarisch Zusammenhänge mit Umweltthemen aufgezeigt:

- ▶ Recht auf Leben (Art. 3 Allgemeine Erklärung der Menschenrechte (AEMR); Art. 6 Internationaler Pakt über bürgerliche und politische Rechte (UNO-Pakt II)) (UNO 1948, 1966)
- ▶ Recht auf Gesundheit (Art. 25 AEMR; Art. 12 Internationaler Pakt über wirtschaftliche, soziale und kulturelle Rechte (UNO-Pakt I)) (UNO 1948, 1996)
- ▶ Recht auf Nahrung (Art. 25 AEMR; Art. 11 UNO-Pakt I) (UNO 1948, 1996)
- ▶ Recht auf Wasser (Art. 11 UNO-Pakt I)<sup>4</sup> (UNO 1996)
- ▶ Recht auf einen angemessenen Lebensstandard (Art. 25 AEMR; Art. 11 UNO-Pakt I) (UNO 1948, 1996)
- ▶ Recht auf Wohnung und Schutz vor Vertreibung (Art. 25 AEMR; Art. 11 UNO-Pakt I) (UNO 1948, 1996)

---

<sup>3</sup> Informationen zu menschenrechtlichen Risiken entstammen hauptsächlich dem Forschungsbericht „Die Achtung von Menschenrechten entlang globaler Wertschöpfungsketten – Risiken und Chancen für Branchen der deutschen Wirtschaft“ (Weiss et al. 2020) und der Studie „Umweltbezogene und menschenrechtliche Sorgfaltspflichten als Ansatz zur Stärkung einer nachhaltigen Unternehmensführung“ (Scherf et al. 2019).

<sup>4</sup> Das Recht auf Wasser ist weder im UNO-Pakt I noch in der Allgemeinen Erklärung der Menschenrechte explizit verankert. In ihrem General Comment Nr. 15 aus dem Jahr 2002 hat der UN-Ausschuss für wirtschaftliche, soziale und kulturelle Rechte argumentiert, dass das Recht auf Wasser durch das Recht auf einen angemessenen Lebensstandard (Art. 11 UNO-Pakt I) abgedeckt sei (UNO 1996). In der Resolution 64/292 vom 28. Juli 2010 wurde das Recht auf Zugang zu sauberem Wasser von der UNO-Vollversammlung als Menschenrecht anerkannt. Resolutionen der Vollversammlung sind jedoch nicht rechtlich bindend.

- ▶ Gesundheit und Sicherheit der Arbeiterinnen und Arbeiter (Übereinkommen über Arbeitsschutz und Arbeitsumwelt (ILO-Konvention Nr. 155) sowie Übereinkommen über den Förderungsrahmen für den Arbeitsschutz (ILO-Konvention Nr. 187))<sup>5</sup> (ILO 1981, 2009)
- ▶ Rechte indigener Völker (UN-Deklaration zu den Rechten indigener Völker (UNDRIP)<sup>6</sup> (UNO 2007))

---

<sup>5</sup> Keines der genannten Instrumente wurde von allen UNO-Mitgliedsstaaten ratifiziert. Indirekt sind Gesundheits- und Arbeitsschutzrechte jedoch auch in vielen weiteren ILO-Instrumenten verankert. Darüber hinaus ist Arbeitshygiene beispielsweise auch explizit in Art. 12 des UNO-Pakts I erwähnt (UNO 1996).

<sup>6</sup> Die Erklärung der Vereinten Nationen über die Rechte der indigenen Völker gilt als internationaler Referenzrahmen, ist aber nicht rechtlich verbindlich.

**Tabelle 3: Zusammenhänge zwischen Umweltauswirkungen, menschenrechtlichen Auswirkungen und Menschenrechten (Beispiele)**

Umweltthema	Umweltauswirkung	Menschenrechtliche Auswirkung	Menschenrecht
Luftschadstoffe (und Staubbelastung)	Belastung von Ökosystemen (u. a. Schädigungen an Flora und Fauna)  Quecksilberbelastung	Gesundheitsgefährdungen  Verlust von Zugang zu Jagdwild durch Artensterben	Recht auf Leben (Art. 3 AEMR; Art. 6 UNO-Pakt II) (UNO 1948, 1966)  Recht auf Gesundheit (Art. 25 AEMR; Art. 12 UNO-Pakt I) (UNO 1948, 1996)  Gesundheit und Sicherheit der Arbeiterinnen und Arbeiter (ILO-Konvention Nr. 155 sowie 187) (ILO 1981, 2009)  Recht auf Nahrung (Art. 25 AEMR; Art. 11 UNO-Pakt I) (UNO 1948, 1996)
Wassergefährdende Stoffe	Grundwasserverunreinigung	Gesundheitsgefährdungen der Arbeiterinnen und Arbeiter sowie der Anwohnerinnen und Anwohner  Einbußen bei Agrarerträgen	Recht auf Leben (Art. 3 AEMR; Art. 6 UNO-Pakt II) (UNO 1948, 1966)  Recht auf einen angemessenen Lebensstandard (Art. 25 AEMR; Art. 11 UNO-Pakt I) (UNO 1948, 1996)  Recht auf Gesundheit (Art. 25 AEMR; Art. 12 UNO-Pakt I) (UNO 1948, 1996)  Arbeits- und Gesundheitsschutz (ILO-Konvention Nr. 155 sowie 187) (ILO 1981, 2009)  Recht auf Nahrung (Art. 25 AEMR; Art. 11 UNO-Pakt I) (UNO 1948, 1996)

Umweltthema	Umweltauswirkung	Menschenrechtliche Auswirkung	Menschenrecht
			Recht auf Wasser (Art. 11 UNO-Pakt I) (UNO 1996)
Wasser	Belastung von Ökosystemen (z. B. durch Wasserknappheit)	Beeinträchtigung des Zugangs zu Wasser	Recht auf Wasser (Art. 11 UNO-Pakt I) (UNO 1996)  Recht auf Leben (Art. 3 AEMR; Art. 6 UNO-Pakt II) (UNO 1948, 1966)
Fläche	Belastung von Ökosystemen (z. B. durch Waldrodung)	Landnahme  Zwangsumsiedlung, Vertreibung	Recht auf Wohnung und Schutz vor Vertreibung (Art. 25 AEMR; Art. 11 UNO-Pakt I) (UNO 1948, 1996)  Recht auf einen angemessenen Lebensstandard (Art. 25 AEMR; Art. 11 UNO-Pakt I) (UNO 1948, 1996)  Rechte indigener Völker (UNDRIP) (UNO 2007)

Quelle: Eigene Darstellung, adelphi.

### 3.3 Relevante Umweltthemen im Detail

#### 3.3.1 Treibhausgase

##### **Problemaufriss und (potenzielle) negative Auswirkungen**

Die steigende Konzentration von Treibhausgasen in der Atmosphäre führt zu einem Anstieg der bodennahen Lufttemperatur im globalen Mittel (im Folgenden IPCC 2018). Die Klimaveränderungen führen u. a. zum Schrumpfen von Gletschern und Eiskappen sowie zu Extremwetterereignissen wie Hitzewellen und Starkniederschlägen. Darüber hinaus können durch das Erreichen von sogenannten Kipp-Punkten irreversible Veränderungen auftreten. Die Geschwindigkeit der Klimaveränderungen wirkt sich besonders negativ auf Ökosysteme bzw. die Pflanzen- und Tierwelt aus, die sich nicht oder nur langsam anpassen können. Damit verbunden sind menschenrechtliche Themen durch den potenziellen Verlust natürlicher Lebensgrundlagen der lokalen Bevölkerung in gefährdeten Gebieten. Dies betrifft insbesondere die Ernährungssicherheit und die Trinkwasserversorgung. Mit der globalen Erwärmung nimmt die Häufigkeit hitzebedingter Krankheiten zu. Lokale Extremwetterereignisse wie Überflutungen bedrohen das menschliche Leben und das Eigentum der dortigen Bevölkerung.

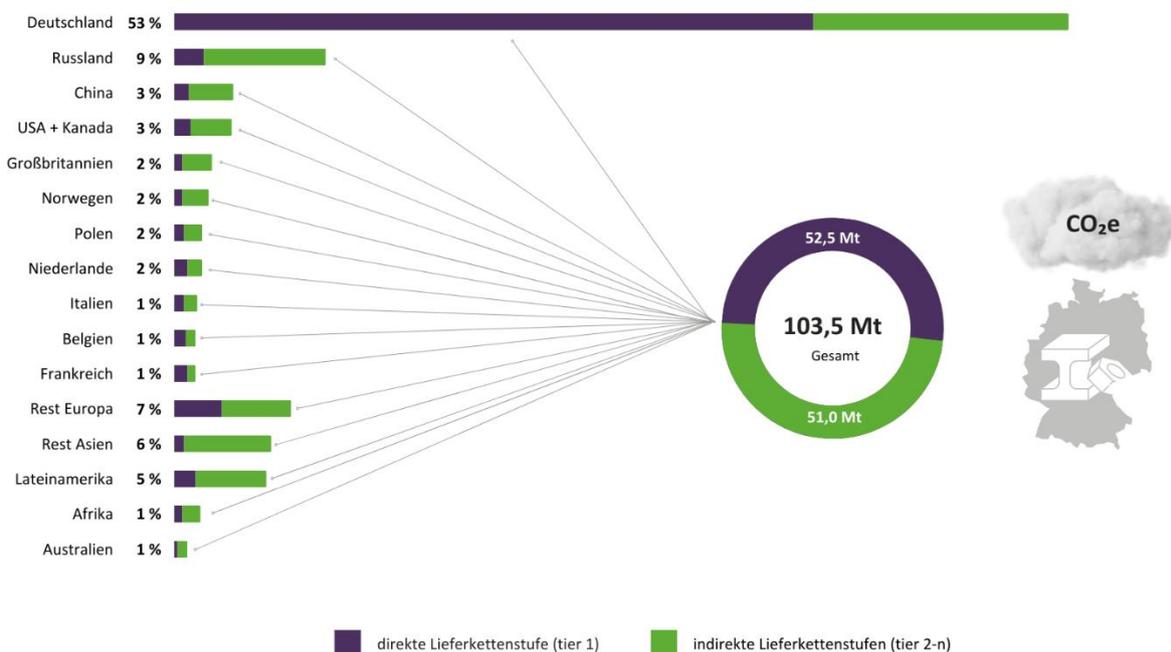
##### **Verteilung von Treibhausgasemissionen in der Vorkette der metallerzeugenden und -verarbeitenden Industrie nach Lieferkettenstufen**

Die Treibhausgasemissionen in der vorgelagerten Wertschöpfungskette summierten sich im Jahr 2022 gemäß der Modellierung auf 103 Mt CO<sub>2</sub>-Äquivalente. Die Emissionen verteilten sich ungefähr hälftig auf die Stufe der direkten Lieferanten (tier 1) und die tieferen Stufen der Wertschöpfungskette (tier 2-n) (Abbildung 4).

##### **Geografische Verteilung von Treibhausgasemissionen in der Vorkette der metallerzeugenden und -verarbeitenden Industrie**

Mehr als die Hälfte der Treibhausgasemissionen entlang der vorgelagerten Wertschöpfungskette der metallerzeugenden und -verarbeitenden Industrie entstand im Jahr 2022 innerhalb Deutschlands (53 %) (im Folgenden Abbildung 4). Auf das europäische Ausland (inkl. Türkei und Russland) ging etwa ein Viertel der Emissionen zurück (27 %), vor allem auf Russland, Großbritannien und Norwegen. Bei Russland ist dies größtenteils auf die Gewinnung fossiler Energieträger inkl. der fossilen Rohstoffe für die kohlenstoffbasierte Stahlerzeugung (Kokskohle) zurückzuführen. Auf die Vorketten in China gingen 3 % der Emissionen zurück, ebenso auf die USA und Kanada.

**Abbildung 4: Verteilung von Treibhausgasemissionen (Mt CO<sub>2</sub>-Äquivalente) in der Vorkette der metallergezeugenden und -verarbeitenden Industrie Deutschlands nach Ländern und Lieferkettenstufen (2022)**

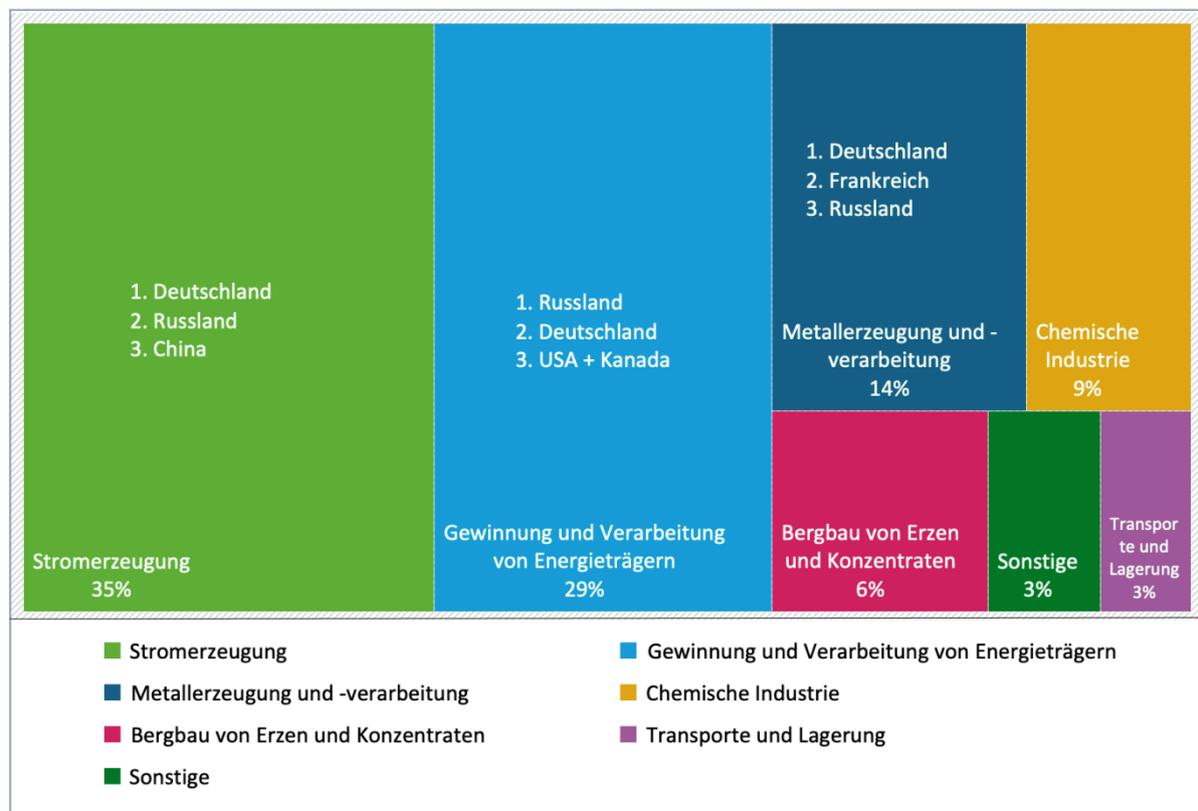


Quelle: Eigene Darstellung, Sustain. Auf Basis von MRIO-Analysen mittels EXIOBASE 3.7.

### Sektorale Verteilung von Treibhausgasemissionen in der Vorkette der metallergezeugenden und -verarbeitenden Industrie

Abbildung 5 zeigt, dass 35 % der Treibhausgasemissionen auf die Stromerzeugung entlang der gesamten Vorkette zurückzuführen sind. Weitere 29 % gehen auf die Gewinnung und Verarbeitung fossiler Energieträger zurück, welche sowohl für die Energieerzeugung als auch als Rohstoff für die Metallherzeugung (insbesondere Kohle bzw. Koks zur kohlenstoffbasierten Stahlherstellung) benötigt werden. Weitere 14 % der Emissionen gehen auf die metallergezeugende und -verarbeitende Industrie als Vorleistungssektor zurück. Ein weiteres Zehntel wird durch chemische Vorprodukte verursacht. Energetische und prozessuale Maßnahmen zur Steigerung der Effizienz an den eigenen Standorten wie auch bei Lieferanten sind ein erster Hebel zur Reduktion dieser Treibhausgasemissionen. Weitere Maßnahmen sind der Bezug von Metallen aus emissionsarmen bzw. alternativen Herstellungsrouten und -technologien sowie der Einsatz von Strom aus erneuerbaren Quellen sowohl an den eigenen Standorten der metallergezeugenden und -verarbeitenden Industrie als auch bei (Vor-)Lieferanten.

**Abbildung 5: Verteilung von Treibhausgasemissionen in der Vorkette der metallherzeugenden und -verarbeitenden Industrie nach Vorleistungssektoren**



Quelle: Eigene Darstellung, Sustain. Auf Basis von MRIO-Analysen mittels EXIOBASE 3.7.

### Ergänzungen

Die ergänzende sektorale Analyse der negativen ökologischen Auswirkungen anhand des ENCORE-Tools (im Folgenden ENCORE o.J.c) weist eine hohe Bewertung von Treibhausgasemissionen bei der bergbaulichen Gewinnung von Primäraluminium (siehe auch Kapitel 4.1.2) und anderen (Edel-)Metallen aus. Insbesondere werden bei diesen Prozessen Methan und andere Treibhausgase freigesetzt. Weiterhin stuft ENCORE die Treibhausgasemissionen bei der Erzeugung von Stahl und Aluminium als sehr hoch ein, ebenso für die Gewinnung, Raffinierung und den Transport von fossilen Energieträgern. Auch wird die Bedeutung der Stromerzeugung bzgl. der Treibhausgasemissionen als hoch eingeschätzt.

Der MVO CSR Risk Check (im Folgenden MVO Nederland 2024) empfiehlt als Maßnahme zur Treibhausgasreduktion die Verbesserung der Effizienz in der Stahlproduktion sowie die Anwendung Bester Verfügbarer Techniken (BVT) und die Steigerung des Recyclinganteils bei der Stahlproduktion. Zudem verweist der MVO CSR Risk Check auf den hohen Energiebedarf bei der bergbaulichen Gewinnung von mineralischen Rohstoffen sowie der anschließenden Weiterverarbeitung, z. B. beim Schmelzen und in Raffinerien.

### 3.3.2 Luftschadstoffe

#### Problemaufriss und (potenzielle) negative Auswirkungen

Im Folgenden sind die Ergebnisse der MRIO-Analyse für den Umweltaspekt „Luftschadstoffe“ anhand des Versauerungspotenzials auf Basis der SO<sub>2</sub>-Äquivalente und die Feinstaubemissionen in PM<sub>2,5</sub>-Äquivalenten dargestellt. Die Verbrennung fossiler Energieträger verursacht säurebildende Abgase, insbesondere Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>) und Stickoxide (NO<sub>x</sub>). Die

Versauerung von Böden und Gewässern durch diese säurebildenden Luftschadstoffe (SO<sub>2</sub>-Äquivalente) kann Pflanzen schädigen. Hohe lokale Konzentrationen von SO<sub>2</sub> und NO<sub>x</sub> können zudem zu Atemwegserkrankungen führen und die menschliche Gesundheit gefährden (UBA 2022b). Feinstaubemissionen entstehen ebenfalls primär bei der Verbrennung fossiler Energieträger. Feinstaub kann zudem Atemwegserkrankungen auslösen und das Krebsrisiko erhöhen, je nach Eindringungstiefe und Partikelgröße (UBA 2022a). Die Emission von Luftschadstoffen kann die Gesundheit von Menschen und somit das Menschenrecht auf den Schutz der Gesundheit beeinträchtigen.

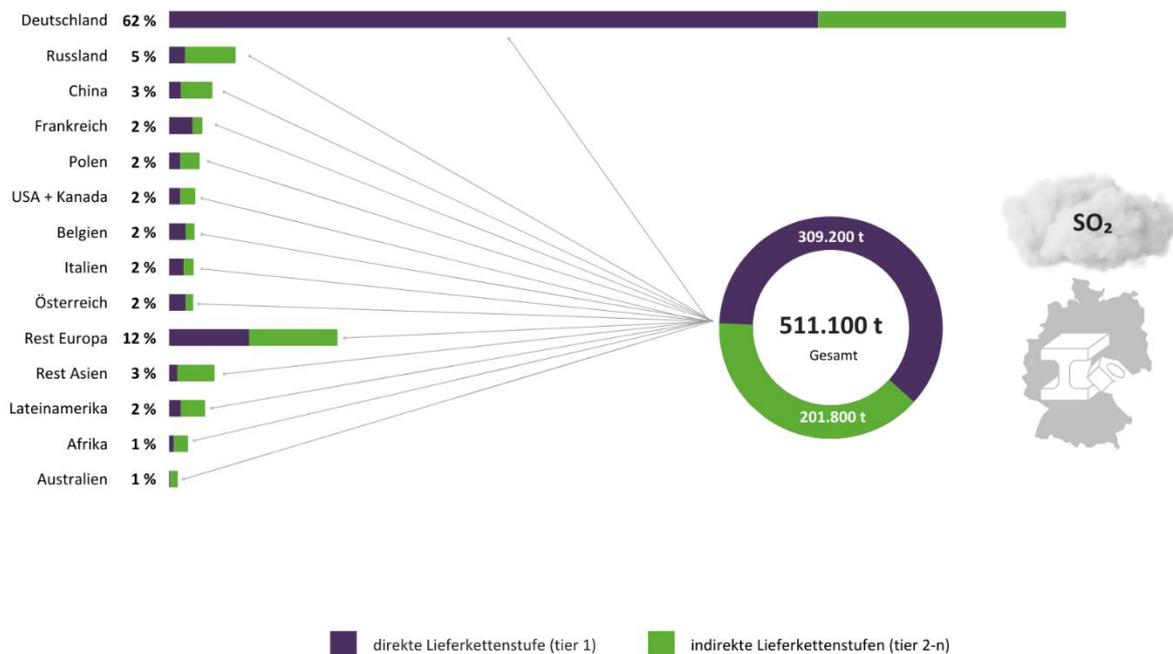
### Verteilung von Schwefeldioxidemissionen in der Vorkette der metallherzeugenden und -verarbeitenden Industrie nach Lieferkettenstufen

Im Jahr 2022 verursachte die metallherzeugende und -verarbeitende Industrie Deutschlands in der vorgelagerten Wertschöpfungskette ca. 0,51 Mt an SO<sub>2</sub>-Äquivalenten. 61 % wurden bei den direkten Lieferanten emittiert, 39 % bei den indirekten Lieferanten auf den vorgelagerten Lieferkettenstufen (Abbildung 6).

### Geografische Verteilung von Schwefeldioxidemissionen in der Vorkette der metallherzeugenden und -verarbeitenden Industrie

Der Großteil der Emissionen an SO<sub>2</sub>-Äquivalenten entstand in Deutschland mit einem Anteil von knapp zwei Dritteln (Abbildung 6). Die Emissionen traten größtenteils auf der Stufe der direkten Lieferanten auf und gingen vor allem auf die Stromerzeugung und die metallherzeugende und -verarbeitende Industrie zurück. Auf das europäische Ausland (inkl. Türkei und Russland) entfiel etwa ein Viertel der Emissionen, insbesondere auf Russland, Frankreich und Polen. Etwa 6 % der SO<sub>2</sub>-Äquivalente entstanden in Asien, vor allem in China.

**Abbildung 6: Verteilung von Schwefeldioxidemissionen (t SO<sub>2</sub>-Äquivalente) in der Vorkette der metallherzeugenden und -verarbeitenden Industrie nach Ländern und Lieferkettenstufen (2022)**

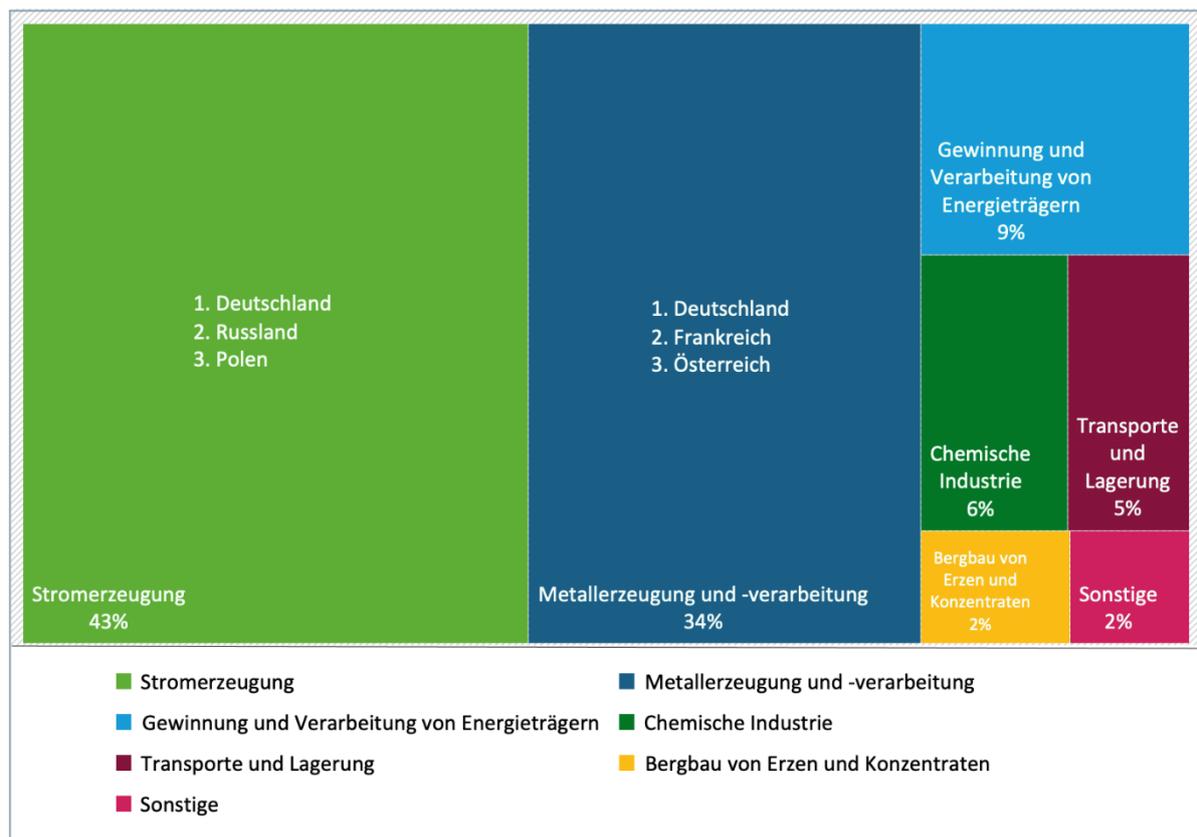


Quelle: Eigene Darstellung, Sustain. Auf Basis von MRIO-Analysen mittels EXIOBASE 3.7.

### Sektorale Verteilung von Schwefeldioxidäquivalenten

Etwa 43 % der Emissionen von SO<sub>2</sub>-Äquivalenten in der Vorkette der metallherzeugenden und -verarbeitenden Industrie gingen im Jahr 2022 auf die Stromerzeugung zurück (Abbildung 7). Ausschlaggebend hierbei ist vor allem die Verbrennung fossiler Energieträger. Die Emissionen entstanden vorrangig innerhalb Deutschlands sowie im europäischen Ausland, v. a. in Ländern mit hohem Kohlestromanteil wie Russland und Polen. Energieeffizienzmaßnahmen und der Bezug von Strom aus erneuerbaren Energieträgern bei (Vor-)Lieferanten sind Ansätze zur Reduktion der Emissionen in der Vorkette. Ein Drittel der Emissionen von Schwefeldioxidäquivalenten trat durch die Vorleistungen innerhalb des Sektors der Metallherzeugung und -verarbeitung auf. Diese entstanden hauptsächlich im Inland sowie im europäischen Ausland mit der dortigen Metall- und Stahlproduktion (Frankreich, Österreich, Belgien, Italien, Schweden). Auch hier ist neben den direkten Prozessemissionen der Metallherzeugung der hohe Energiebedarf ausschlaggebend. Ein Zehntel der Emissionen ist mit der Gewinnung und Verarbeitung von Energieträgern verbunden.

**Abbildung 7: Verteilung von Schwefeldioxidemissionen (SO<sub>2</sub>-Äquivalente) in der Vorkette der metallherzeugenden und -verarbeitenden Industrie nach Vorleistungssektoren**



Quelle: Eigene Darstellung, Sustain. Auf Basis von MRIO-Analysen mittels EXIOBASE 3.7.

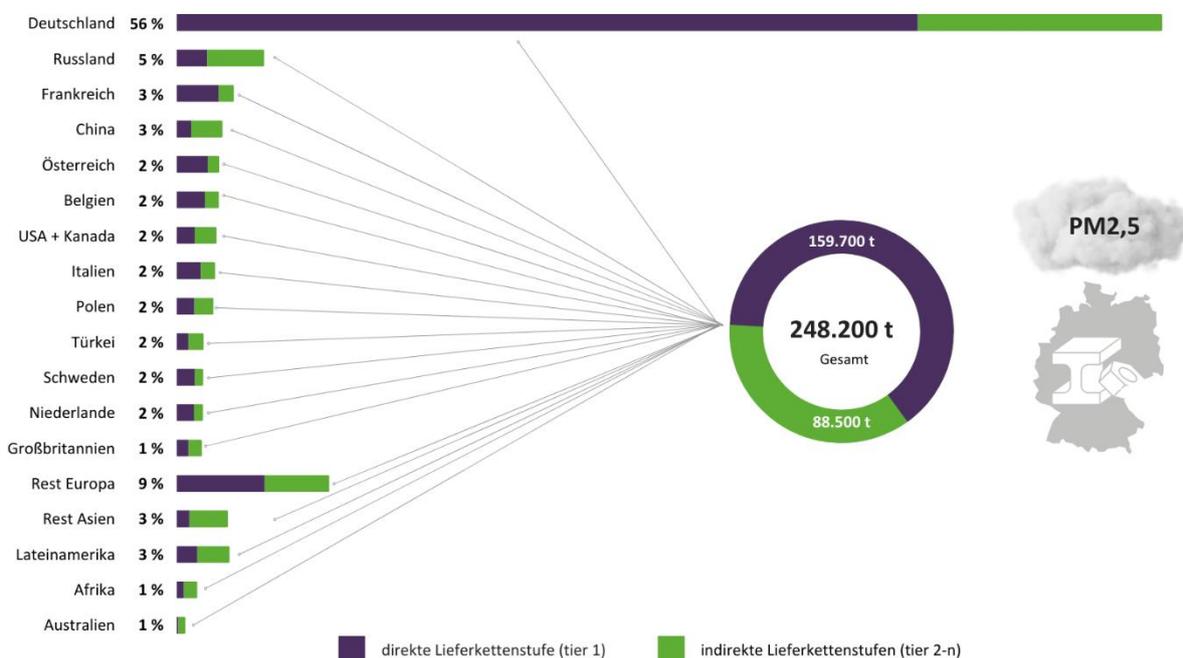
### Verteilung von Feinstaubemissionen (PM<sub>2,5</sub>-Äquivalente) in der Vorkette der metallherzeugenden und -verarbeitenden Industrie nach Lieferkettenstufen

Entlang der Wertschöpfungskette der metallherzeugenden und -verarbeitenden Industrie entstanden im Jahr 2022 etwa 0,25 Mt an Feinstaubäquivalenten der Partikelgröße 2,5 µm und kleiner (PM<sub>2,5</sub>-Äquivalente). Auf die Stufe der direkten Lieferanten (tier 1) gingen zwei Drittel der Feinstaubemissionen zurück und ein Drittel auf die weiter vorgelagerten Stufen in der Vorkette (Abbildung 8).

### Geografische Verteilung von Feinstaubemissionen (PM<sub>2,5</sub>-Äquivalente) in der Vorkette der metallherzeugenden und -verarbeitenden Industrie

Mehr als die Hälfte der Emissionen an PM<sub>2,5</sub>-Äquivalenten entstand innerhalb Deutschlands (56 %), vor allem auf der Stufe der direkten Lieferanten (Abbildung 8). Die Emissionen entstanden vor allem durch die Vorleistungen der metallherzeugenden und -verarbeitenden Industrie selbst sowie durch die Stromerzeugung entlang der inländischen Wertschöpfungskette. Ein Drittel der Emissionen an Feinstaub (PM<sub>2,5</sub>-Äquivalente) trat im europäischen Ausland (inkl. Türkei und Russland) auf, insbesondere in Russland, Frankreich, Österreich und Belgien. Auf Asien entfielen 6 % der Feinstaubemissionen, insbesondere auf China.

**Abbildung 8: Verteilung von Feinstaubemissionen (t PM<sub>2,5</sub>-Äquivalente) in der Vorkette der metallherzeugenden und -verarbeitenden Industrie nach Ländern und Lieferkettenstufen (2022)**

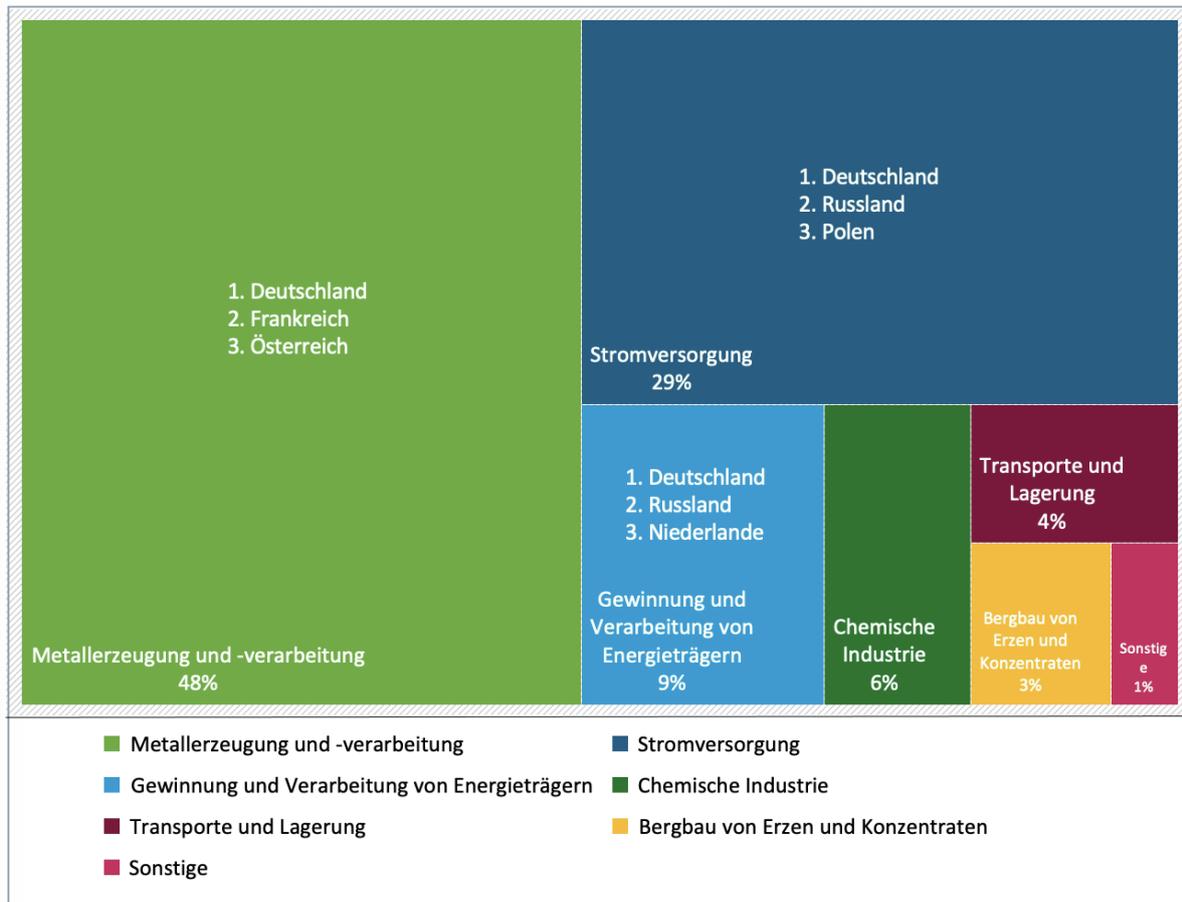


Quelle: Eigene Darstellung, Sustain. Auf Basis von MRIO-Analysen mittels EXIOBASE 3.7.

### Sektorale Verteilung von Feinstaubemissionen (PM<sub>2,5</sub>-Äquivalente) in der Vorkette der metallherzeugenden und -verarbeitenden Industrie

Die Feinstaubemissionen in der vorgelagerten Wertschöpfungskette gingen im Jahr 2022 fast zur Hälfte auf die Vorleistungen der metallherzeugenden und -verarbeitenden Industrie zurück, insbesondere in Deutschland und in der Metall- und Stahlindustrie im europäischen Ausland (Frankreich, Österreich, Russland, Belgien, Italien, Schweden, Finnland) (im Folgenden Abbildung 9). Etwa ein Viertel der Emissionen an Feinstaubäquivalenten PM<sub>2,5</sub> ist mit der Stromerzeugung entlang der Wertschöpfungskette verbunden, insbesondere in Deutschland. Die Feinstaubemissionen der Stromerzeugung in Russland, Polen und China entstanden durch den hohen Anteil an Kohleverstromung am Strommix. Ein Zehntel der Feinstaubemissionen macht die Gewinnung und Verarbeitung von fossilen Energieträgern aus. Wie auch bei den Emissionen von Schwefeldioxid bieten Energieeffizienzmaßnahmen und der Bezug von Strom aus erneuerbaren Energieträgern bei (Vor-)Lieferanten Möglichkeiten zur Reduktion der Feinstaubemissionen in der Vorkette. Weitere Feinstaubemissionen gehen auf die chemische Industrie sowie Transporte zurück.

**Abbildung 9: Verteilung von Feinstaubemissionen (PM2,5-Äquivalente) in der Vorkette der metallerzeugenden und -verarbeitenden Industrie nach Vorleistungssektoren**



Quelle: Eigene Darstellung, Sustain. Auf Basis von MRIO-Analysen mittels EXIOBASE 3.7.

### Ergänzungen

Das ENCORE-Tool identifiziert eine hohe Bedeutung der Emission von Luftschadstoffen bei der bergbaulichen Gewinnung von Metallen, darunter die Freisetzung von Cyanid in die Atmosphäre bei Laugungsprozessen sowie Kohlengrus, Feinstaub und Schwefeldioxidemissionen (vgl. auch Kapitel 4). Zudem werden bei der Stahlerzeugung Schwefeldioxid und Schwefelwasserstoff aus Abfallschlacke und Verunreinigungen in die Atmosphäre emittiert (ENCORE o.J.). Bei der Verbrennung von Kohle zur Energiegewinnung ist zudem die Freisetzung von Quecksilber in die Atmosphäre zu berücksichtigen. Der MVO CSR Risk Check weist auf die Luftverschmutzung durch die bergbaulichen Prozesse hin, bei denen Stickoxide, Feinstaub und Schwefeloxide entstehen und in die Atmosphäre gelangen (MVO Nederland 2024).

### 3.3.3 Fläche

#### Problemaufriss und (potenzielle) negative Auswirkungen

Die Beanspruchung von (natürlichen) Flächen kann je nach Nutzungsform und -intensität erhebliche negative Auswirkungen auf die Umwelt haben (im Folgenden UBA 2023). In erster Linie kann die Flächeninanspruchnahme zur Verdrängung von natürlichen und wertvollen Ökosystemen und damit zum Verlust der lokalen Artenvielfalt führen. Dies ist z. B. der Fall, wenn für die Gewinnung von land- und forstwirtschaftlichen Flächen naturnahe Flächen umgewandelt werden. Ähnliches gilt auch für den oberflächennahen Rohstoffabbau, z. B. im Tagebau für die

Gewinnung von Rohstoffen und Energieträgern. Bei der Rohstoffgewinnung sowohl durch land- und forstwirtschaftliche Prozesse als auch durch den Bergbau sind die induzierten Flächeninanspruchnahmen zu berücksichtigen. Die Rohstoffgewinnung erfordert die infrastrukturelle Erschließung der betreffenden Gebiete für Verkehrswege, Wohneinheiten etc. Menschenrechtliche Implikationen ergeben sich insbesondere, wenn durch die Flächeninanspruchnahme die Lebensgrundlage der lokalen Bevölkerung verloren geht. Dies kann bis hin zu Menschenrechtsverletzungen durch Landnahme, Zwangsumsiedlungen oder Vertreibung reichen. Die Ergebnisse der MRIO-Analyse im Folgenden beschreiben die quantitative Flächeninanspruchnahme. Sie geben keine Auskunft über die Intensität der Nutzung. Die Ergebnisse dienen daher als Anhaltspunkt, in welchem Maße Flächen in der vorgelagerten Wertschöpfungskette belegt werden.

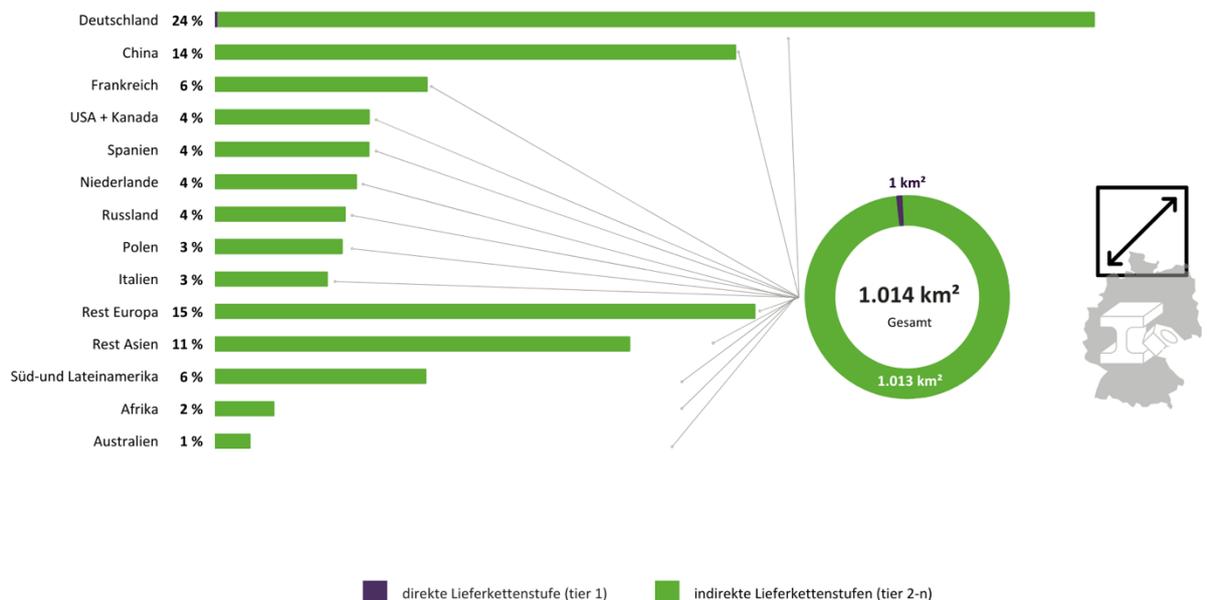
### Verteilung der Flächeninanspruchnahme in der Vorkette der metallherzeugenden und -verarbeitenden Industrie nach Lieferkettenstufen

Die Vorkette der metallherzeugenden und -verarbeitenden Industrie nahm im Jahr 2022 ca. 1.000 Quadratkilometer (km<sup>2</sup>) Fläche in Anspruch. Die Flächeninanspruchnahme erfolgte fast ausschließlich auf den tieferen Stufen der Lieferkette (tier 2-n) (Abbildung 10).

### Geografische Verteilung der Flächeninanspruchnahme in der Vorkette der metallherzeugenden und -verarbeitenden Industrie

Ein Viertel der Flächeninanspruchnahme erfolgte in Deutschland (Abbildung 10). Weitere 38 % der Flächeninanspruchnahme gingen auf das europäische Ausland (inkl. Türkei und Russland) zurück, insbesondere auf Frankreich, Spanien und die Niederlande. 14 % der Flächen wurden in China beansprucht, weitere 11 % im Rest Asiens. 14 % der Flächen wurden in China beansprucht, weitere 11 % im Rest Asiens.

**Abbildung 10: Verteilung der Flächeninanspruchnahme (km<sup>2</sup>) in der Vorkette der metallherzeugenden und -verarbeitenden Industrie nach Ländern und Lieferkettenstufen (2022)**



Quelle: Eigene Darstellung, Sustain. Auf Basis von MRIO-Analysen mittels EXIOBASE 3.7.

## **Sektorale Verteilung der Flächeninanspruchnahme in der Vorkette der metallerzeugenden und -verarbeitenden Industrie**

Die Flächeninanspruchnahme in der Vorkette lag im Jahr 2022 gemäß der MRIO-Analyse fast ausschließlich bei land- und forstwirtschaftlichen Prozessen. Land- und forstwirtschaftliche Rohstoffe finden sich u. a. als Grundstoff für Schmierfette und -öle, Lacke u. Ä. sowie als Rohstoff zur energetischen Verwertung. Bei der Quantifizierung der Flächeninanspruchnahme ist darauf hinzuweisen, dass landwirtschaftliche Prozesse selbst bei geringer Bedeutung in Rohstoff- und Prozessketten aufgrund der benötigten Flächen für Rohstoffträge in der Flächeninanspruchnahme dominieren. Auch sind in der MRIO-Modellierung bergbauliche Prozesse aufgrund der Datenlage nur unzureichend abgebildet, sodass die Flächeninanspruchnahme der bergbaulichen Prozesse in der obigen Auswertung eher unterschätzt dargestellt sind.

### **Ergänzungen**

Ergänzend zur quantitativen Analyse bietet das ENCORE-Tool weitere Anhaltspunkte für potenzielle negative Umweltauswirkungen hinsichtlich der Flächeninanspruchnahme durch die bergbauliche Gewinnung von Metallen (im Folgenden ENCORE o.J.c). ENCORE identifiziert große negative ökologische Auswirkungen durch die Zerstörung und Fragmentierung von natürlichen Lebensräumen. Bodenerosion und seismische Aktivitäten können Erdbeben und Bodensenkungen verursachen. Zudem kann der Einsatz schwerer Maschinen, von Sprengstoffen und brennbaren Flüssigkeiten zu Bränden an den Tagebaustandorten führen (siehe auch Kapitel 4). Darüber hinaus geht die Förderung von Erdöl und Erdgas für die Energieerzeugung mit hohen Risiken der Degradierung von natürlichen Flächen einher.

Der MVO CSR Risk Check (im Folgenden (MVO Nederland 2024) verweist auf den hohen Flächenbedarf beim Nickelabbau, welcher in ökologisch sensiblen Gebieten zur Entwaldung führt, vor allem in lateritischen Lagerstätten in den (Sub-)Tropen (Indonesien, Philippinen). Bei der Eisenerzgewinnung zerstört die Bewegung riesiger Erd- und Gesteinsmengen die Landschaftsstruktur und die Biodiversität. Selbst nach der Stilllegung von Förderstätten bestehen lang andauernde Folgen für das heimische Ökosystem. Darüber hinaus verursacht der Bau der notwendigen Infrastruktur (Straßen, Schienenwege, Häfen, Dämme, Kraftwerke, Siedlungen) in den z. T. abgelegenen Abbaugebieten Einschnitte in Ökosysteme.

### **3.3.4 Wasser**

#### **Problemaufriss und (potenzielle) negative Auswirkungen**

Im Folgenden wird der Verbrauch von sogenanntem blauen Wasser betrachtet, d. h. der Verbrauch von Süßwasser aus Gewässern und dem Grundwasser, welches nicht wieder zurückgeführt wird. Wasserverbrauch bezieht sich gemäß der Definition des Global Water Footprint Standard (herausgegeben vom Water Footprint Network) auf Wasser, welches entweder in einem Produkt eingeschlossen wird oder im Zuge der Herstellung desselben verdunstet (Hoekstra et al. 2011). Der Verbrauch von großen Wassermengen aus (natürlichen) Wasserreservoirs kann zu Beeinträchtigungen der biologischen Vielfalt in Flüssen, Seen und Feuchtgebieten bis hin zur Austrocknung führen. Die Folgen einer Wasserübernutzung sind insbesondere in Regionen mit saisonaler und/oder regionaler Wasserknappheit schwerwiegend. Ebenso besteht bei der Entnahme von Grundwasser die Gefahr, dass der Grundwasserspiegel sinkt. Die fehlende Verfügbarkeit von Wasser kann lokal den Anbau von Nahrungsmitteln, die Fischerei und die Trinkwasserversorgung beeinträchtigen und damit der dortigen Bevölkerung die Lebensgrundlage entziehen (UBA 2018). Darüber hinaus können Wassernutzungskonflikte

lokale Konflikte verschärfen oder zur Benachteiligung von lokalen Bevölkerungsgruppen beitragen.

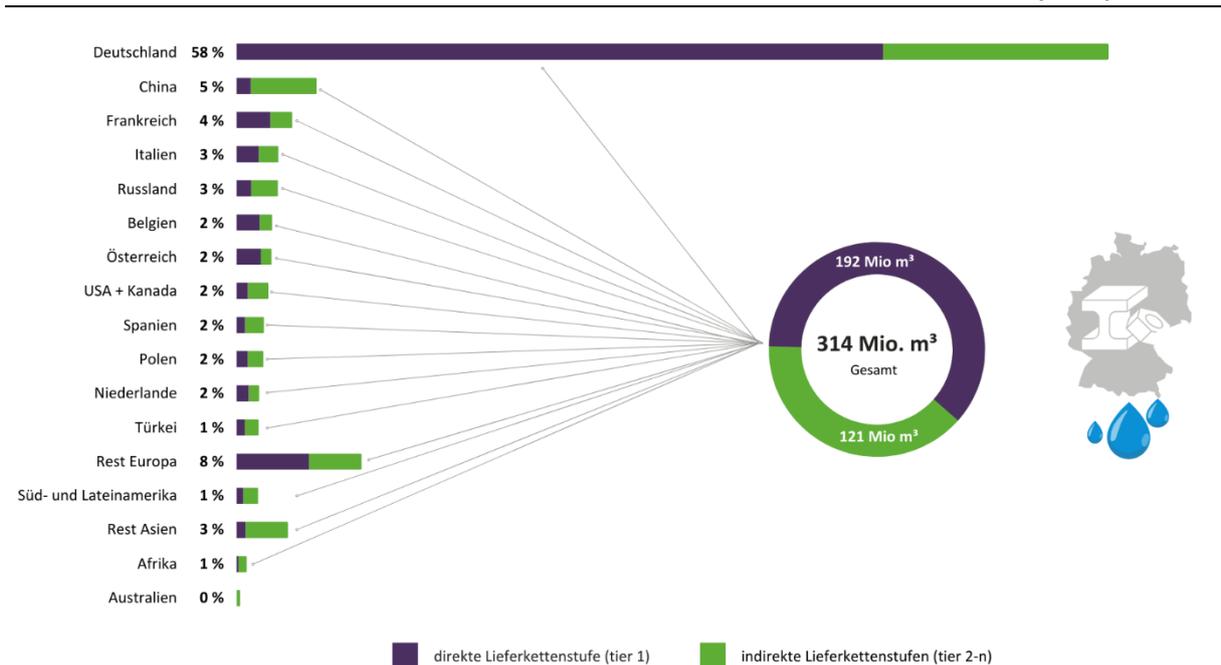
### Verteilung des Wasserverbrauchs in der Vorkette der metallherzeugenden und -verarbeitenden Industrie nach Lieferkettenstufen

Insgesamt wurden in der vorgelagerten Wertschöpfungskette der metallherzeugenden und -verarbeitenden Industrie im Jahr 2022 etwa 314 Mio. m<sup>3</sup> blaues Wasser verbraucht. 61 % des Wasserbrauchs entfielen auf die direkte Lieferkettenstufe, 39 % auf die tieferen Lieferkettenstufen (Abbildung 11).

### Geografische Verteilung des Wasserverbrauchs in der Vorkette der metallherzeugenden und -verarbeitenden Industrie

Mehr als die Hälfte des Wasserverbrauchs entfiel auf die Vorketten im Inland (58 %) (Abbildung 11). Im europäischen Ausland (inkl. Türkei und Russland) ist ein Anteil von 29 % am gesamten Wasserverbrauch in der Vorkette zu verzeichnen, insbesondere in Frankreich, Italien und Russland. In einigen Regionen Italiens, Spaniens und der Türkei bestehen hohe bis sehr hohe Wasserknappheitsrisiken (WWF 2023b). Auf China gehen 5 % des Wasserverbrauchs zurück, wo auch mit hohen und sehr hohen Wasserknappheitsrisiken in weiten Landesteilen zu rechnen ist.

**Abbildung 11: Verteilung des Süßwasserverbrauchs (m<sup>3</sup>) in der Vorkette der metallherzeugenden und -verarbeitenden Industrie nach Ländern und Lieferkettenstufen (2022)**



Quelle: Eigene Darstellung, Systain. Auf Basis von MRIO-Analysen mittels EXIOBASE 3.7.

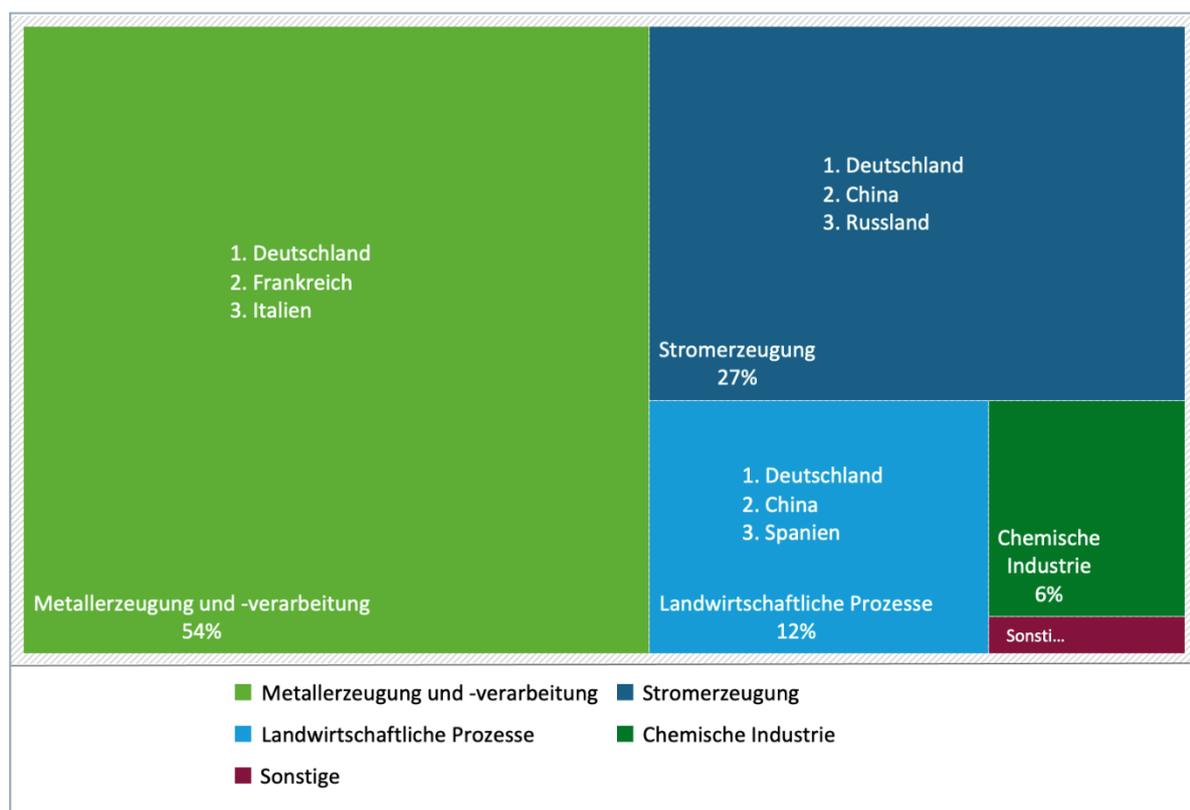
### Sektorale Verteilung des Wasserverbrauchs in der Vorkette der metallherzeugenden und -verarbeitenden Industrie

Mehr als die Hälfte des Verbrauchs an blauem Wasser in der Vorkette der metallherzeugenden und -verarbeitenden Industrie entfiel im Jahr 2022 auf die Branche selbst<sup>7</sup>, insbesondere in Deutschland (54 %) (Abbildung 12). Mehr als ein Viertel des Wasserverbrauchs ist auf die

<sup>7</sup> Als Vorkette gelten hier Unternehmen der metallherzeugenden und -verarbeitenden Industrie, die ihre Waren und Dienstleistungen an andere Unternehmen der Branche liefern.

Stromerzeugung entlang der Vorkette zurückzuführen. Sowohl für die Metallherzeugung und -verarbeitung als auch für die Stromerzeugung werden große Wassermengen zur Prozesskühlung verbraucht. Der Bezug von Strom aus erneuerbaren Energiequellen anstelle von fossilen Energieträgern bei Lieferanten und Vorlieferanten kann demzufolge auch zur Verringerung des Wasserverbrauchs beitragen. Eine weitere mögliche Maßnahme zur Verringerung des Wasserverbrauchs kann die (energetische) Optimierung der entsprechenden Prozesse sein, um somit den Kühlbedarf zu senken (z. B. verbesserte Abwärmenutzung in der Stahlproduktion (vgl. UBA 2019c)). Weitere 12 % des Wasserverbrauchs waren mit landwirtschaftlichen Prozessen in der Vorkette verbunden. Landwirtschaftsprozesse haben generell einen großen Anteil am gesamten Wasserverbrauch in den Vorketten, auch wenn die Rohstoffmengen nur gering sind.

**Abbildung 12: Verteilung des Süßwasserverbrauchs in der Vorkette der metallergezeugenden und -verarbeitenden Industrie nach Vorleistungssektoren**



Quelle: Eigene Darstellung, Systain. Auf Basis von MRIO-Analysen mittels EXIOBASE 3.7.

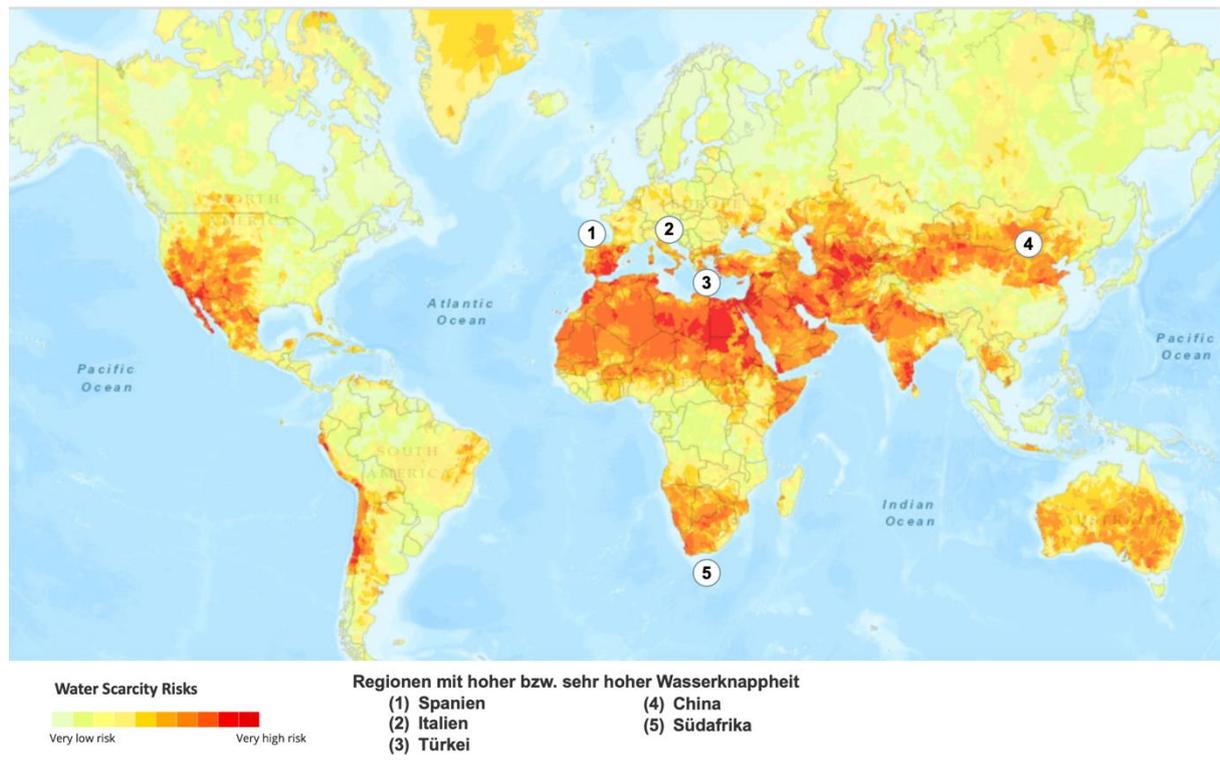
### Ergänzungen

Zur Identifizierung von negativen Umweltauswirkungen in Regionen mit Wasserknappheit eignet sich die Nutzung des Indikators „Scarcity Risk“ des Water Risk Filters innerhalb der WWF Risk Filter Suite, mit dem kritische Regionen lokalisiert werden können (WWF 2023b). Der Indikator aggregiert sieben risikobasierte Bewertungen bzw. Knappheitsindikatoren zur Verfügbarkeit und zur Nutzung von Süßwasser<sup>8</sup>. Dies ist auf der Weltkarte in Abbildung 13 dargestellt. In der Abbildung sind besondere Risikogebiete markiert, in die sich Vorketten der metallergezeugenden und -verarbeitenden Industrie verzweigen. Innerhalb Europas ist vor allem

<sup>8</sup> Aridity; water depletion; baseline water stress; blue water scarcity; available water remaining; drought frequency probability; projected change in drought occurrence (WWF 2023a).

für Spanien (1) das aggregierte Wasserknappheitsrisiko als besonders hoch ausgewiesen. Darüber hinaus sind in Italien (2) und der Türkei (3) Regionen mit hohem Wasserknappheitsrisiko und gleichzeitig nennenswerten Wasserverbräuchen in der Vorkette der metallerzeugenden und -verarbeitenden Industrie zu finden. Ebenso sind der Norden und Nordosten Chinas (4) sowie Südafrika (5) Regionen mit hohen bis sehr hohen Wasserknappheitsrisiken, in die sich die Vorketten der metallerzeugenden und -verarbeitenden Industrie vor allem auf der Rohstoffebene verzweigen (können).

**Abbildung 13: Aggregierte Wasserknappheitsrisiken in der Vorkette der metallerzeugenden und -verarbeitenden Industrie**



Quelle: WWF 2023b.

Die Bewertung negativer ökologischer Auswirkungen bezogen auf den Wasserverbrauch im ENCORE-Tool gibt weitere Aufschlüsse (im Folgenden ENCORE o.J.c). ENCORE verzeichnet für die bergbauliche Gewinnung von Metallen eine hohe Relevanz in Bezug auf Wasserverbräuche (siehe auch Kapitel 4). Große Wassermengen werden v. a. zur Kühlung von Anlagen und zur Staubbildung, für die chemische Extraktion sowie anschließend beim Schmelzen und bei der Raffination benötigt. Zudem wird die Auswirkung auf den Grundwasserspiegel im Zuge der bergbaulichen Gewinnung genannt. Damit kann das lokale Risiko von Wasserknappheit steigen. ENCORE bewertet ebenso die Relevanz der Wasserverbräuche für die Stahlherstellung als hoch, wo Wasser für die Kühlung, Dampferzeugung und Staubbildung sowie zum Löschen von Kohlekoks benötigt wird. ENCORE weist darüber hinaus bei der Nutzung von Strom auf Wasserverbräuche für Kühlzwecke bei den Kraftwerken und die hohe Verdunstung bei Stauseen für die Wasserkraft hin.

Der CSR Risk Check verweist auf die hohen Wasserbedarfe für die bergbauliche Gewinnung von Rohstoffen (im Folgenden (MVO Nederland 2024). Für viele bergbauliche Prozesse werden große Mengen Wasser benötigt. Dies kann in den betroffenen Regionen zur Senkung des Grundwasserspiegels und zur Austrocknung von Gewässern führen, was Auswirkungen auf die

Wasserversorgung der lokalen Bevölkerung hat. Zudem identifiziert der MVO CSR Risk Check Risiken für die Stahlproduktion aufgrund der hohen Wasserbedarfe für Kühl- und Reinigungsprozesse.

Mit Blick auf die bergbauliche Gewinnung einzelner mineralischer Rohstoffe in Regionen mit einem Risiko der Wasserknappheit bewertet ÖkoRess II (Dehoust et al. 2020) die folgenden Metalle mit einem hohem Umweltgefährdungspotenzial in der Kategorie „Wasserstress“:

- ▶ Chrom aufgrund der Abbaugelände vor allem in Südafrika, der Türkei und Kasachstan
- ▶ Kupfer mit dem Hauptabbau Land Chile, welches im Nordteil ein sehr hohes Wasserknappheitsrisiko hat (siehe weitere Informationen zu Kupfer in Kapitel 4.2)
- ▶ Magnesium: China ist das wichtigste Abbau Land, u. a. mit dem Qarhan-Salzsee in der Provinz Qinghai im Landesinneren, wo zurückgehende Wasserstände verzeichnet werden, ebenso am Great Salt Lake in Utah in den USA und am Toten Meer in Israel (Schmitz 2019).
- ▶ Platin, welches insbesondere in Südafrika abgebaut wird

Des Weiteren stuft die Studie die Gewinnung von Beryllium, Magnesit, Molybdän, Rhenium, Rhodium, Selen und Tellur sowie Fluorit bzw. Flussspat, welches als Flussmittel für Schlacken in der Metallindustrie Anwendung findet, mit einem hohen Umweltgefährdungspotenzial bzgl. „Wasserstress“ ein.

### 3.3.5 Wassergefährdende Stoffe

#### Problemaufriss und (potenzielle) negative Auswirkungen

Zur exemplarischen Analyse wassergefährdender Stoffe entlang der Wertschöpfungskette wurde der Gewässereintrag der ausgewählten Schwer- bzw. Halbmetalle Antimon, Arsen, Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel und Quecksilber in EXIOBASE modelliert. Je nach Reaktivität und Auswirkungen auf Menschen und Ökosysteme sind diese zu bewerten. Die Ökotoxizität dieser Schwermetalle ist in DCB-Äquivalenten (1,4-Dichlorbenzol) an Einträgen in Süßwasser angegeben. Hohe Konzentrationen von Schwermetallen im Wasser gefährden Lebewesen und die menschliche Gesundheit (im Folgenden UBA 2019a). Bei Überschreitung bestimmter Konzentrationen können Wachstumsstörungen bei Pflanzen und Organismen, Störungen bei der Reproduktion von Lebewesen und der mikrobiologischen Stoffumsetzung auftreten, die zum Absterben von Arten führen. Humantoxikologisch schädigen hohe Schwermetallkonzentrationen den menschlichen Organismus. Blei beeinflusst beispielsweise die neurologische Entwicklung von Kindern und kann die Nieren schädigen. Cadmium beeinträchtigt ebenfalls die Nierenfunktion und führt bei vorgeschädigten Personen zu einem erhöhten Krankheitsrisiko. Zudem zählt Cadmium zu den krebserregenden Stoffen. Quecksilber schädigt ebenfalls die Nieren und wirkt neurotoxisch. Die Modellierung kann nur Anhaltspunkte liefern, da die Daten zu den Gewässereinträgen sehr stark von der Datenlage und -qualität in den jeweiligen Ländern abhängen, d. h. ein hoher Eintrag an wassergefährdenden Stoffen kann auch auf eine gute Datenlage in dem Land zurückgehen.

Insgesamt kann der Eintrag wassergefährdender Stoffe negative Auswirkungen auf die Lebewesen im Gewässer haben und das Ökosystem beeinträchtigen. Die Verschmutzung von Gewässern kann ebenfalls mit negativen Folgen für die lokale Bevölkerung einhergehen (UNO 2021), wenn der Zugang zu sauberem Wasser nicht mehr gewährleistet ist (Recht auf Zugang zu sauberem Wasser). Ist das Wasser verschmutzt, steht es nicht mehr als Trinkwasser oder zur

Bewirtschaftung von Feldern zur Verfügung oder kann, wenn es trotzdem genutzt wird, zu gesundheitlichen Schäden führen. Darüber hinaus können Fischbestände eingeschränkt werden, die als Nahrungs- (Recht auf Nahrung) und Einkommensquelle (Recht auf Arbeit) der einheimischen Bevölkerung dienen. Der Eintrag von wassergefährdenden Stoffen beeinträchtigt (potenziell) die Gesundheit von Menschen und somit das Menschenrecht auf den Schutz der Gesundheit.

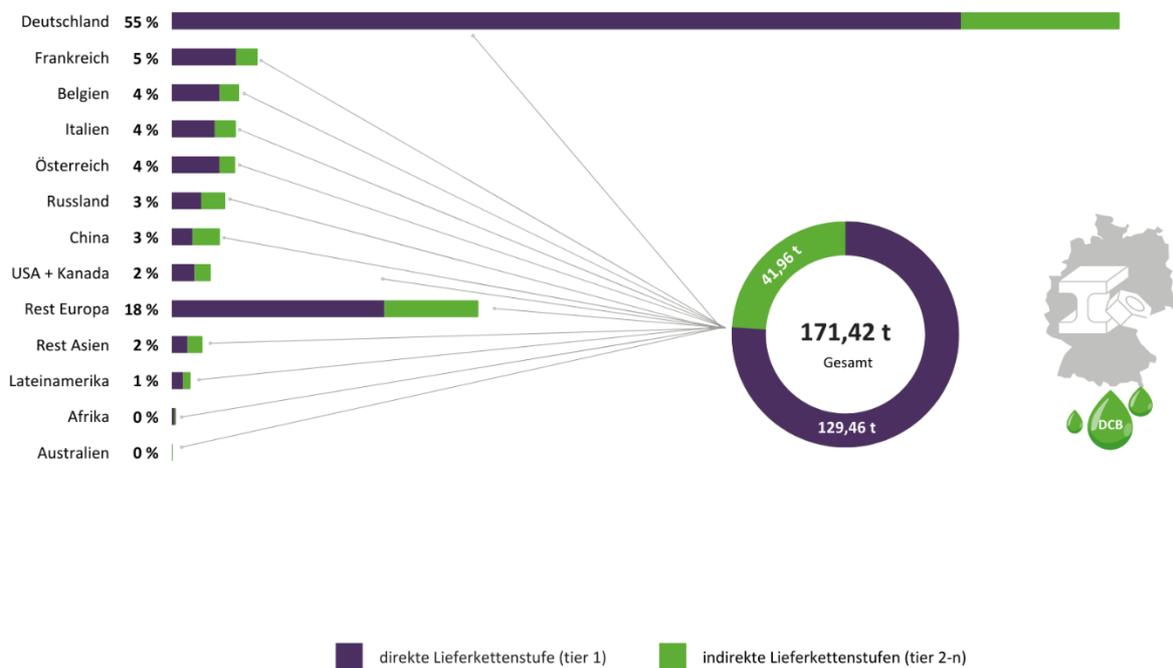
#### **Verteilung der Einträge von Schwermetallen in Gewässer nach Lieferkettenstufen**

Die Analyse der Modellierung der Lieferkette anhand der MRIO-Modellierung zeigt, dass im Jahr 2022 auf der direkten Lieferkettenstufe (tier 1) der metallerzeugenden und -verarbeitenden Industrie drei Viertel der Schwermetalleinträge in Süßwasser vorzufinden waren und ein Viertel auf den vorgelagerten Stufen (tier 2-n) (siehe Abbildung 14). Bei dieser Verteilung ist zu berücksichtigen, dass das Bild durch die Datenqualität beeinflusst wird, d. h. in zahlreichen Ländern bilden die Daten die tatsächlichen Schwermetalleinträge nur unzureichend ab.

#### **Geografische Verteilung der Einträge von Schwermetallen in Gewässer entlang der Vorkette der metallerzeugenden und -verarbeitenden Industrie**

Die Modellierung ergab einen Anteil von 55 % der Schwermetalleinträge bei Lieferanten und Vorlieferanten innerhalb Deutschlands (Abbildung 14). Weitere 37 % entstanden entlang der Wertschöpfungskette im europäischen Ausland (inkl. Russland und der Türkei). Dabei sind Schwermetalleinträge vor allem im westeuropäischen Ausland zu verzeichnen. In China wurden 3 % der Einträge der untersuchten Schwermetalleinträge identifiziert, 2 % im Rest Asiens und nur 1 % in Lateinamerika. Es ist darauf hinzuweisen, dass das Bild durch eine vergleichsweise gute Datenqualität in den europäischen Ländern verzerrt ist, sodass die Schwermetallmengen höher ausfallen können als in Ländern, wo diese Daten nur unzureichend erfasst werden (siehe oben im Problemaufriss). Gleiches gilt für die bergbauliche Rohstoffgewinnung im Unterschied zu den Daten der industriellen Prozesse. Aus diesem Grund ist in der Vorkette der metallerzeugenden und -verarbeitenden Industrie Deutschlands von deutlich höheren Mengen an Schwermetalleinträgen weltweit auszugehen.

**Abbildung 14: Verteilung der Einträge von ausgewählten Schwermetallen (t DCB-Äquivalente) in Süßwasser entlang der Vorkette der metallерzeugenden und -verarbeitenden Industrie nach Ländern und Lieferkettenstufen (2022)**

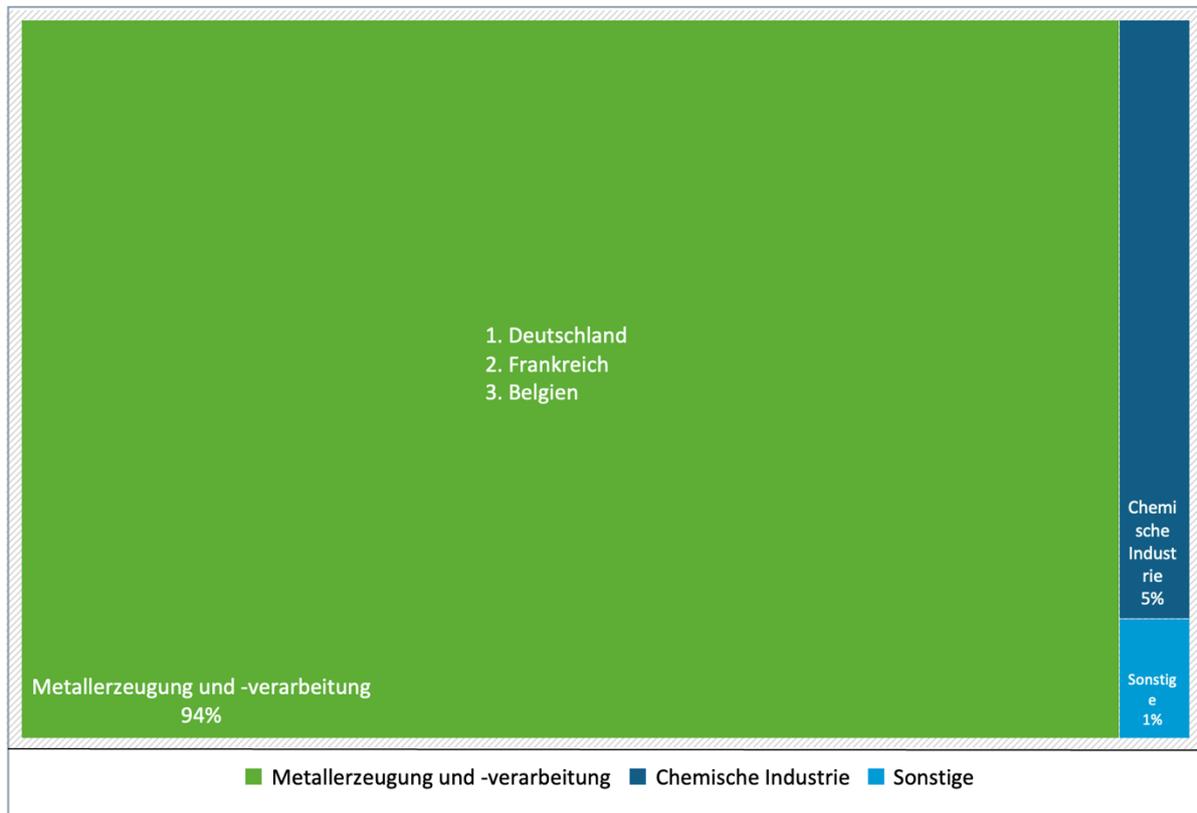


Quelle: Eigene Darstellung, Sustain. Auf Basis von MRIO-Analysen mittels EXIOBASE 3.7.

### Sektorale Verteilung der Schwermetalleinträge in Gewässer entlang der Vorkette der metallерzeugenden und -verarbeitenden Industrie

Die Modellierung ergab, dass die Schwermetallbelastungen in der Vorkette fast ausschließlich in den Vorleistungen innerhalb des Sektors der Metallерzeugung und -verarbeitung entstehen (94 %), insbesondere innerhalb Deutschlands sowie im europäischen Ausland mit der dortigen Metall- und Stählerzeugung (siehe Abbildung 15). Weitere Schwermetallbelastungen sind mit Vorleistungen der chemischen Industrie verbunden, welche einen Anteil von 5 % ausmachen. Es ist darauf hinzuweisen, dass der Eintrag von Schwermetallen in Wasser in der Rohstoffgewinnung bzw. bei der bergbaulichen Gewinnung und Raffination aufgrund der schlechten Datenlage nur unzureichend in den MRIO-Modellen abgebildet ist. Sektorale ist daher von einem deutlich höheren Anteil in der Rohstoffgewinnung auszugehen (siehe dazu auch Kapitel 4.1 und 4.2). Maßnahmen zur Verringerung von Schwermetalleinträgen sind v. a. die Verwendung Bester Verfügbarer Techniken (BVT) und Prozessverbesserungen (vgl. UBA 2024), ebenso alternative Verfahren zur umweltfreundlicheren Stahlherstellung.

**Abbildung 15: Sektorale Verteilung der Schwermetalleinträge in Süßwasser entlang der Vorkette der metallherzeugenden und -verarbeitenden Industrie**



Quelle: Eigene Darstellung, Sustain. Auf Basis von MRIO-Analysen mittels EXIOBASE 3.7.

### Ergänzungen

Eine weitere Annäherung zur Bestimmung der Einträge von wassergefährdenden Stoffen bietet die WWF Risk Filter Suite mit der Anzeige des biochemischen Sauerstoffbedarfs (Biochemical Oxygen Demand, BOD) als Bewertungsparameter der Wasserverschmutzung (WWF 2023b). Der BOD-Wert gilt als Bewertungsparameter der Wasserverschmutzung und bezeichnet die Menge an notwendigem Sauerstoff, um enthaltenes organisches Material biologisch zu zersetzen (in Abgrenzung zum chemischen Sauerstoffbedarf (Chemical Oxygen Demand, COD), welcher die chemische Oxidation misst). Verschmutztes Wasser kann die Menge an verfügbarem Sauerstoff verringern. Bereits innerhalb Deutschlands zeigt sich anhand der regionalisierten Aufschlüsselung des WWF Water Risk Filters ein hohes bis sehr hohes Risiko der Gewässerverschmutzung. Mit dem hohen Wertschöpfungsanteil innerhalb Deutschlands besteht somit ein erhöhtes Risiko für inländische Lieferanten und Vorlieferanten bei der Wasserverschmutzung. Weitere hohe bis sehr hohe Risiken zeigen sich für west- und südeuropäische Länder, in die sich die Vorketten der metallherzeugenden und -verarbeitenden Industrie verzweigen. Für China ist ein sehr hohes Risiko der Gewässerverschmutzung entlang der Küstenregionen festzustellen, in denen sich auch die wichtigen Industrie-Cluster befinden.

ENCORE stuft die negativen Auswirkungen der Einträge von wassergetragenen Schadstoffen bei der Gewinnung von metallischen Rohstoffen als hoch ein (im Folgenden ENCORE o.J.c). Dies umfasst vor allem die Konzentration von Schwermetallen in Abwässern und die versauerten Abwässer, die sich negativ auf natürliche, empfindliche Lebensräume auswirken. Minen können versauertes oder mit Schwermetallen belastetes Abwasser aussickern lassen (z. B. Schwefelsäure, Zyanid, Quecksilber, Arsen). Dies wirkt sich negativ auf die dortigen

Lebensräume aus. Zudem enthalten die Rückstände aus der Raffination hohe Mengen an schädlichen Metalloxiden. Darüber hinaus können aus der Rückstandlagerung ausgewaschene giftige Stoffe biogene Lebensräume beeinträchtigen. Auch bei den Aufbereitungsprozessen entstehen saure Grubenwässer, die nahe gelegene Gewässer verschmutzen können. Schwermetalle können in Wasserreservoirs gelangen und sich negativ auf die lokalen Ökosysteme und die Bevölkerung auswirken (siehe auch Kapitel 4).

Der MVO CSR Risk Check identifiziert Risiken der Gewässerverschmutzung bei der Stahlproduktion durch Schwermetalleinträge (im Folgenden MVO Nederland 2024). Des Weiteren können bei der bergbaulichen Gewinnung von Metallen saure Grubenwässer und Schwermetalleinträge die lokalen Wasserreservoirs und Böden verschmutzen. Beim Erzabbau und der anschließenden Raffination fallen große Mengen sulfidhaltiger Abfälle an. Dadurch entsteht saures Grubenwasser, das zu einem Absinken des pH-Werts und zur Auslaugung von Schwermetallen in lokale Wasserreservoirs und Ökosysteme führt. Ebenso sind stillgelegte Minen auch nach deren Schließung eine wichtige Quelle der Wasserverschmutzung (siehe auch Kapitel 4).

ÖkoRess II (im Folgenden Dehoust et al. 2020) bewertet die folgenden mineralischen Rohstoffe mit einem insgesamt hohen aggregierten Umweltgefährdungspotenzial (aggregated Environmental Hazard Potential – aEHP) bei der bergbaulichen Gewinnung: Antimon, Bismut, Kobalt, Kupfer (siehe weitere Informationen in Kapitel 4.2), Germanium, Gold, Indium, Blei, Molybdenum, Nickel, Palladium, Platin, Rhenium, Rhodium, Selen, Silber, Tellur, Vanadium und Zink (siehe weitere Informationen in Kapitel 4.3). Das aEHP bezieht insgesamt acht Parameter in die Bewertung ein, darunter das Potenzial von sauren Grubenwässern, die Paragenese des Minerals mit Schwermetallen, den Minentyp und die Nutzung von Hilfsstoffen.

### **3.3.6 Abfälle**

#### **Problemaufriss und (potenzielle) negative Auswirkungen**

Abfälle stellen eine Gefahr für die Umwelt dar, indem sie im Falle der Deponierung Flächen in Anspruch nehmen, zu Schadstoffemissionen in Luft, Wasser und Böden führen können und im Falle einer Beseitigung oder sonstigen Verwertung anstelle des Recyclings wertvolle Ressourcen vernichtet werden. Gefährliche Abfälle können auch menschenrechtliche Auswirkungen bedingen, da Schadstoffe gesundheitsgefährdend sein können. In einigen Regionen werden zudem toxische Abfälle zum Teil offen verbrannt oder fangen Feuer. Dies geht mit einer erhöhten Emission von Treibhausgasen und insbesondere Luftschadstoffen einher, welche die Gesundheit von Pflanzen, Tier und Mensch gefährden.

Im Folgenden werden die aufgetretenen Abfälle entlang der vorgelagerten Wertschöpfungskette mithilfe der erweiterten MRIO-Analyse quantifiziert. Dabei wurden folgende Indikatoren herangezogen:

- ▶ Menge an gefährlichen Abfällen, die entsorgt bzw. deponiert werden
- ▶ Menge an gefährlichen Abfällen, die ins Recycling fließen
- ▶ Menge an nicht gefährlichen Abfällen, die entsorgt bzw. deponiert werden
- ▶ Menge an nicht gefährlichen Abfällen, die ins Recycling fließen

Es ist darauf hinzuweisen, dass die nachfolgenden Ausführungen ausschließlich Abfälle entlang der Vorkette adressieren.

Einen besonderen Aspekt stellen die Abfälle in der bergbaulichen Gewinnung dar. Mit der Bewegung von großen Mengen an Material zur bergbaulichen Rohstoffgewinnung entstehen große Mengen an Abfall (siehe dazu auch Kapitel 4). Negative Umweltauswirkungen der bergbaulichen Gewinnung können zum einen durch die Mengenflüsse und zum anderen durch mögliche Auswirkungen der stofflichen Eigenschaften der Abfälle auf die Umwelt entstehen (vgl. im Folgenden Priester und Dolega 2015, S. 17–19).

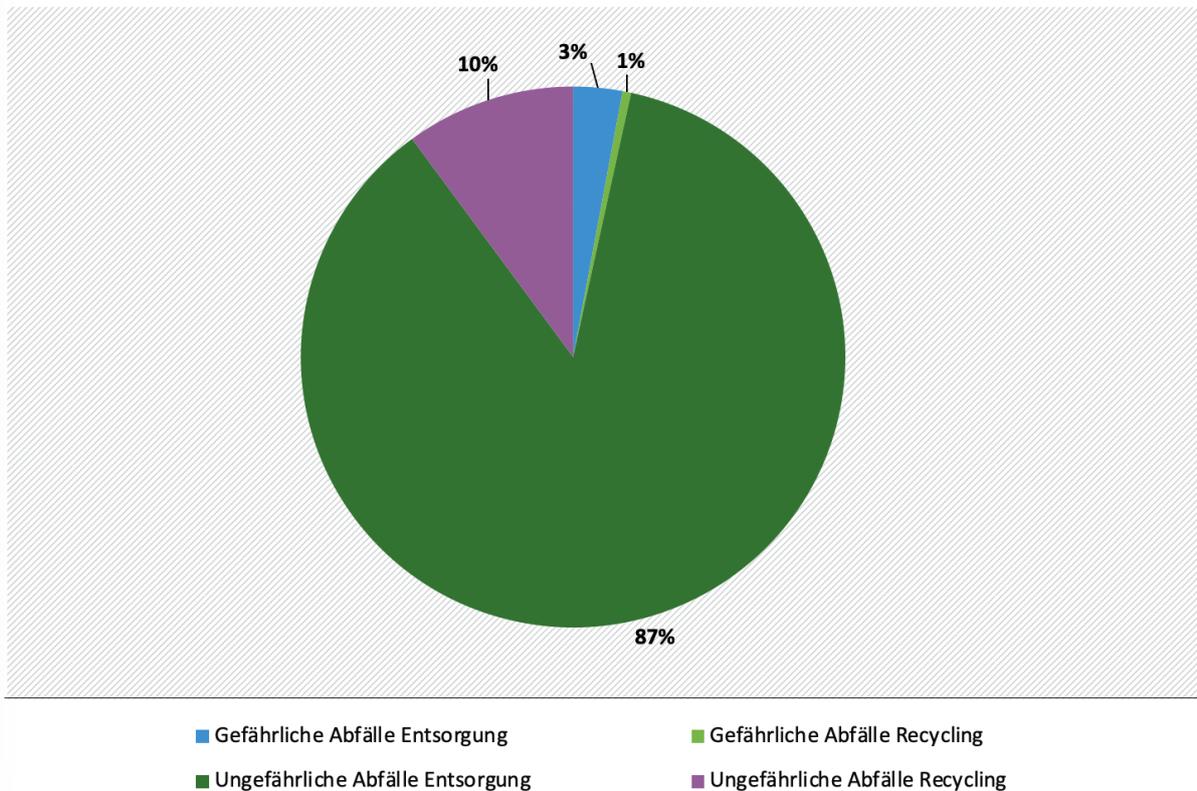
- ▶ Negative Umweltauswirkungen beim Bergbau durch Mengenflüsse:
  - Flächeninanspruchnahme durch die Gewinnung der Rohstoffe und durch Halden für Reststoffe bzw. Abraum
  - Vegetations- und Bodenzerstörung durch Abtrag und Überdeckung durch Halden
  - Verlust von Lebensräumen und Landschaftsveränderung durch den Abbau
  - Verschlammung von Oberflächengewässern durch Erosion der Reststoffe, quantitativer Eingriff in den lokalen Wasserhaushalt, u. a. durch Versiegelung und Drainagen
- ▶ Negative Umweltauswirkungen beim Bergbau infolge der stofflichen Eigenschaften der Abfälle:
  - Versauerung, Sauerwässer, Acid Mine Drainage, d. h. saure Abflüsse mit sulfidischen Mineralen in den Reststoffen mit potenziell toxischen Auswirkungen auf Organismen
  - Verschmutzung von Wasser und Boden durch toxische Stoffe aus den Mineralgemischen und gelösten Stoffen
  - Staubbelastung durch Prozesse und Winderosion, die insbesondere in Hinblick auf Asbest, Quarz und silikatische Minerale und Kohlestaub problematisch sind
  - Befrachtung von Flüssen durch Mineral-Suspensionen
  - Radioaktivität bzw. Strahlenbelastung der Reststoffe, z. B. durch Halden
  - Risiken durch instabile Lagerungsverhältnisse auf Halden und in Schlammteichen (beispielsweise können Dämme von Schlammteichen leichter brechen als konventionelle Dämme)

Die dargestellten negativen Umweltauswirkungen beschränken sich nicht nur auf die Gewinnung von (metallischen) Rohstoffen für die weitere Verarbeitung. Auch bei der Gewinnung von Energieträgern sind Abfälle kritisch zu betrachten, z. B. beim Abbau von Kohleflözen und damit verbundenen schwermetallbelasteten Abraumhalden sowie bei der Förderung von Erdgas und Erdöl, wobei Bohrklein, d. h. zertrümmertes Gestein aus dem Bohrprozess, welches mit Öl und Chemikalien verschmutzt ist, an die Erdoberfläche gebracht und dort abgelagert wird.

#### **Verteilung des Abfallaufkommens nach Abfallklassen in der Vorkette der metallerzeugenden und -verarbeitenden Industrie**

Das Abfallaufkommen in der Vorkette der metallerzeugenden und -verarbeitenden Industrie belief sich im Jahr 2022 insgesamt auf etwa 12 Mt. Der Anteil, der als gefährlicher Abfall klassifiziert ist, macht 4 % aus (Abbildung 16). Der größte Teil der gefährlichen Abfälle geht in die Entsorgung. Insgesamt werden 11 % der Abfälle recycelt.

**Abbildung 16: Verteilung des Abfallaufkommens in der Vorkette der metallерzeugenden und -verarbeitenden Industrie nach Abfallklassen**



Quelle: Eigene Darstellung, Sustain. Auf Basis von MRIO-Analysen mittels EXIOBASE 3.7.

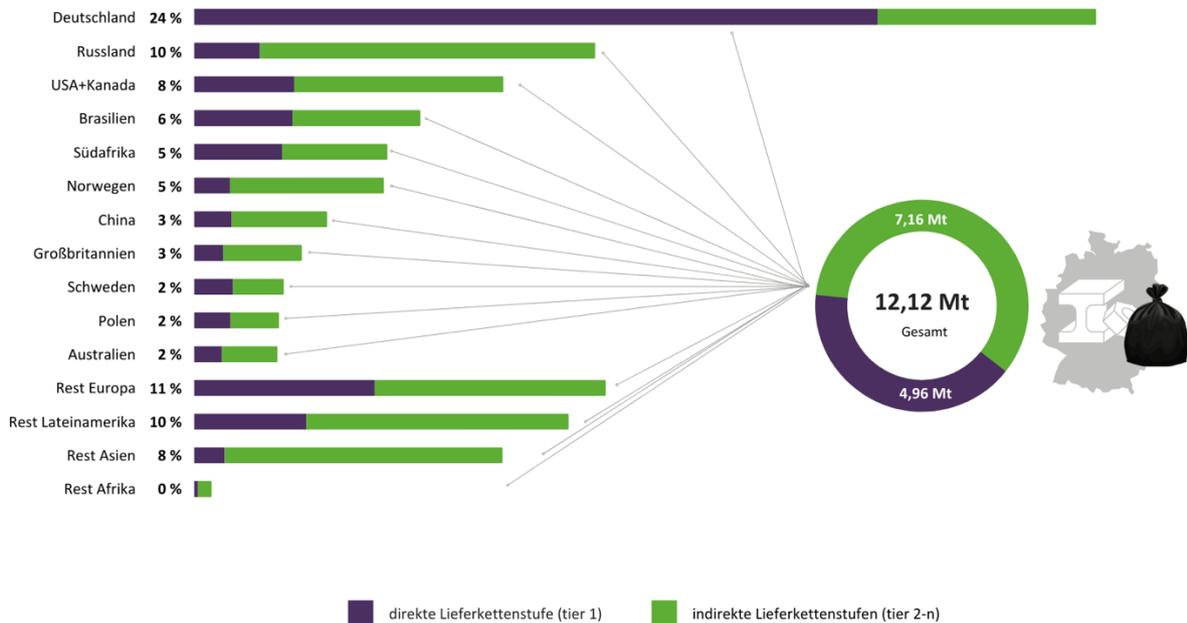
### **Verteilung des Abfallaufkommens in der Vorkette der metallерzeugenden und -verarbeitenden Industrie nach Lieferkettenstufen**

Ein Anteil von 41 % des Abfallaufkommens in der Vorkette der metallерzeugenden und -verarbeitenden Industrie entfiel im Jahr 2022 auf die Stufe der direkten Lieferanten (Abbildung 17). Der Anteil der Abfälle auf den tieferen Lieferkettenstufen betrug 59 %.

### **Geografische Verteilung des Abfallaufkommens in der Vorkette der metallерzeugenden und -verarbeitenden Industrie**

Im Jahr 2022 entstanden 58 % des Abfallaufkommens entlang der Vorkette innerhalb Deutschlands (Abbildung 17). Im europäischen Ausland (inkl. der Türkei und Russland) entstand etwa ein Drittel der Abfälle. 8 % der Abfälle gehen auf die USA und Kanada zurück. Weitere 16 % entstehen in Lateinamerika, insbesondere in Brasilien. Darüber hinaus werden 5 % des Gesamtabfallaufkommens entlang der Vorkette in Südafrika und 3 % in China verursacht.

**Abbildung 17: Verteilung des Abfallaufkommens (Mt) in der Vorkette der metallерzeugenden und -verarbeitenden Industrie nach Ländern und Lieferkettenstufen (2022)**

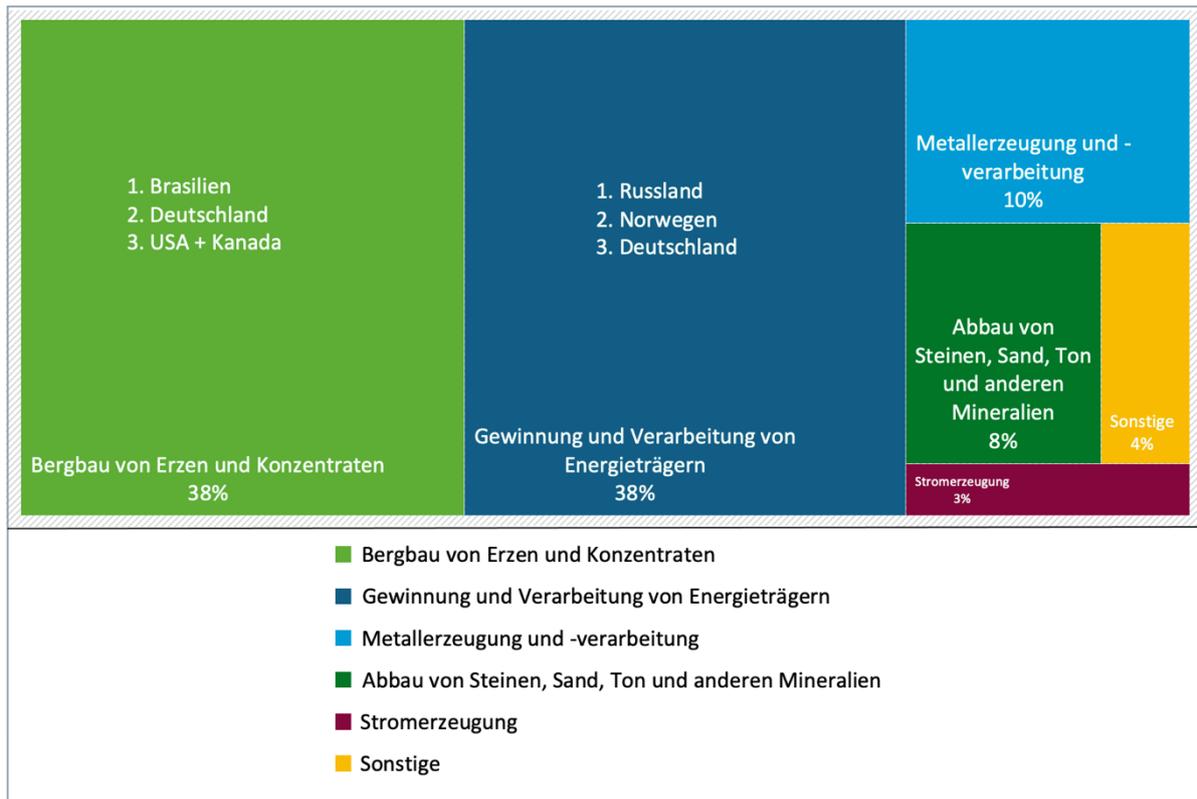


Quelle: Eigene Darstellung, Sustain. Auf Basis von MRIO-Analysen mittels EXIOBASE 3.7.

### Sektorale Verteilung des Abfallaufkommens in der Vorkette der metallерzeugenden und -verarbeitenden Industrie

Abbildung 18 zeigt, dass im Jahr 2022 jeweils 38 % des Abfallaufkommens entlang der Vorkette der metallерzeugenden und -verarbeitenden Industrie in der Gewinnung von Erzen und Konzentraten sowie in der Gewinnung und Verarbeitung von fossilen Energieträgern lagen. Die Abfälle bei der Gewinnung von Energieträgern und Rohstoffen sind auf die Deponierung, beispielsweise in Abraumhalden in der Nähe der Abbaustätte, zurückzuführen. Kritisch ist dies insbesondere, wenn die Abraumabfälle und Klärschlämme mit Schadstoffen kontaminiert sind und die Abfallbehandlung bzw. Deponierung nicht fachgerecht erfolgt. Die Verringerung des Energieeinsatzes, Prozessoptimierungen sowie der Wechsel auf erneuerbare Energiequellen können geeignete Hebel zur Verringerung des Abfallaufkommens sein. Ein weiteres Zehntel geht auf Vorprozesse innerhalb der metallерzeugenden und -verarbeitenden Industrie selbst zurück.

**Abbildung 18: Verteilung des Abfallaufkommens in der Vorkette der metallherzeugenden und -verarbeitenden Industrie nach Vorleistungssektoren**



Quelle: Eigene Darstellung, Sustain. Auf Basis von MRIO-Analysen mittels EXIOBASE 3.7.

### Ergänzungen

ENCORE stuft die Bedeutung von Abfällen aus der bergbaulichen Gewinnung als hoch ein (im Folgenden ENCORE o.J.c) (siehe auch Kapitel 4). Dabei können in den Erzhalten Schwermetalle bei Leckagen freigesetzt werden und dortige Lebensräume sowie die Bodenbeschaffenheit beeinträchtigen. Bei der Raffination können Rückstände mit hohen Mengen an Metalloxiden in Böden und ins Wasser gelangen. Darüber hinaus können aus der Rückstandslagerung ausgewaschene giftige Stoffe die dortigen Ökosysteme beeinträchtigen. Bei der Stahlherstellung verweist ENCORE auf die großen Mengen fester Abfälle (Eisenerzrückstände, Hochofenschlacken und Stahlschlacken). Ebenso bewertet ENCORE die Abfälle aus der Gewinnung von fossilen Energieträgern mit einer hohen Relevanz. Dabei ist die Freisetzung von Schwermetallen und auch anderen schwer abbaubaren Substanzen mit gefährlichen Eigenschaften in den Abfällen aus ökologischer Sicht als kritisch zu betrachten. In Ländern, in denen keine geeigneten Verwertungssysteme vorliegen, ist das Risiko einer negativen Umweltauswirkung besonders hoch.

Der MVO CSR Risk Check weist auf die Schadstoffbelastung von Böden, Gewässern und der Atmosphäre bei der Gewinnung von Rohstoffen und Energieträgern hin, wobei diese Gefährdungen auch auf die Abfälle und deren Entsorgungswege zurückzuführen sind (MVO Nederland 2024). Durch eine nicht fachgerechte Deponierung oder Verbrennung der z. T. gefährlichen Abfälle entstehen gesundheitsgefährdende Schadstoffeinträge in Boden, Wasser und Luft. Diese können zur gesundheitlichen Gefährdung von Menschen führen.

## 4 Fokuskapitel

Im Folgenden werden Umweltauswirkungen bei der Gewinnung und ersten Verarbeitung der für die deutsche metallergzeugende und -verarbeitende Industrie wichtigen Rohstoffe Bauxit (Aluminium), Kupfer sowie Zink vertieft analysiert. Aufgrund der Komplexität der Lieferketten werden die Umweltauswirkungen jeweils anhand eines länderspezifischen Fallbeispiels veranschaulicht. Im Fokuskapitel 4.1 zu Bauxit (Aluminium) werden relevante Umweltthemen beim Abbau des Aluminiumerzes in Guinea (4.1.2) untersucht. Im Fokuskapitel 4.2 zu Kupfer werden relevante Umweltthemen bei der Förderung von Kupfererzen und -konzentraten in Peru betrachtet. Fokuskapitel 4.3 stellt relevante Umweltthemen bei der bergbaulichen Förderung von Zink am Beispiel der Gewinnung in Australien dar. Zudem werden in den Fokuskapiteln exemplarisch Zusammenhänge von Umwelt- und menschenrechtlichen Auswirkungen näher beschrieben, soweit diese ersichtlich sind.

Die Auswahl der Rohstoffe wie auch der länderspezifischen Fallbeispiele ergibt sich aus der Bedeutung für die deutsche metallergzeugende und -verarbeitende Industrie und wurde im Austausch mit Branchenexpert\*innen validiert. Zudem konzentrieren sich die nachfolgenden Fokuskapitel vor allem auf den Bereich der NE-Metallindustrie. Deutschland ist weltweit einer der größten Hersteller und Verwender von NE-Metallerzeugnissen. Die deutsche NE-Metallindustrie produziert verschiedene Vorprodukte, vor allem für die Fahrzeugindustrie, die Elektrotechnik, die Bauwirtschaft, die Luft- und Raumfahrtindustrie, den Maschinen- und Anlagenbau, den Schiffbau, die feinmechanische und die optische Industrie, den Verpackungssektor und die chemische Industrie in Deutschland (BMWK 2024) und in der Europäischen Union (EU) (WVMetalle 2022). Neben der Erzeugung und (ersten) Bearbeitung von NE-Metallen umfasst die deutsche metallergzeugende und -verarbeitende Industrie u. a. auch die Herstellung von Roheisen, Stahl und Ferrolegierungen (BMWK 2024). Informationen zu den spezifischen (potenziellen) negativen Umweltauswirkungen in der Lieferkette von Eisenerz und Stahl liefern die Branchenstudie Maschinenbau (Grüning et al. 2023), die Branchenstudie Automobilindustrie (Weiss et al. 2022) sowie die Branchenstudie Bausektor (Grüning et al. 2024) aus dieser Veröffentlichungsreihe.

Die Vorgehensweise beruht auf der Auswertung bestehender Daten- und Literaturquellen, insbesondere von Datenbanken, wissenschaftlichen Forschungsarbeiten und Studien/Berichten von zivilgesellschaftlichen Akteuren, Verbänden und anderen Institutionen. Für wichtige Produktions- oder Lieferländer der betrachteten Rohstoffe werden zusätzlich in Tabellen (Umwelt-)Governance-Werte dargestellt. Dahinter steht die Annahme, dass eine gute (Umwelt-)Governance eines Landes die Einhaltung von Umweltstandards durch dort ansässige (Vor-)Lieferanten positiv beeinflusst und umgekehrt. In der vorliegenden Studie werden Werte aus dem Environmental Performance Index (EPI) und ein Durchschnittswert aus den Worldwide Governance Indicators (WGI) genutzt. Die farbliche Unterlegung zeigt auf Basis einer Quartileinteilung, wie die Werte für die jeweiligen Länder im Vergleich zu anderen Ländern weltweit stehen (für weitere Informationen zur Interpretation der Tabellen mit Angaben zum (Umwelt-)Governance-Kontext siehe Anhang A.2).

**Tabelle 4: Farbliche Unterlegung der Umwelt-Governance-Indices**



Quelle: Eigene Darstellung, adelphi.

Die Fokuskapitel sollen Unternehmen der deutschen metallerzeugenden und -verarbeitenden Industrie eine (erste) Orientierung dazu geben, welche Umweltthemen im Rahmen ihrer eigenen Risikoanalyse relevant sein können. Die nachfolgenden Kapitel erheben damit nicht den Anspruch auf eine vollständige und vertiefte Abbildung aller umweltbezogenen und damit verbundenen menschenrechtlichen Risiken in der Wertschöpfungskette.

## **4.1 Bauxit (Aluminium)**

### **4.1.1 Relevanz von Bauxit (Aluminium) für die deutsche metallerzeugende und -verarbeitende Industrie**

Aluminium gehört zusammen mit Magnesium und Titan zu den sogenannten Leichtmetallen, deren Herstellung und Verarbeitung (Erzeugung, Halbzeug, Weiterverarbeitung, Guss und Feuerverzinkung) in den Bereich der NE-Metallindustrie fällt (BMWK 2024). Aluminium ist das in Deutschland am meisten produzierte und verarbeitete NE-Metall. Bis 2021 war Deutschland größter Aluminiumproduzent der EU. Aufgrund hoher Energiepreise gab es in den letzten Jahren jedoch einen starken Produktionseinbruch. Derzeit sind drei Aluminiumhütten in Deutschland aktiv (Bastian et al. 2023; Siebel 2024) sowie ca. 344 Betriebe, die sich verschiedenen Bereichen der Aluminiumindustrie zuordnen lassen (Stand 2020; Hersteller von Verpackungen und Verschlüssen aus Metall; Leichtmetallgießereien; Erzeugung und erste Bearbeitung von Aluminium) (Kürschner et al. 2021).

Aluminium kommt in Deutschland als besonders leichtes Metall mit gleichzeitig hoher elektrischer und thermischer Leitfähigkeit vor allem im Fahr- und Flugzeugbau (48 %), dem Bauwesen (15 %), im Maschinenbau und der Elektrotechnik (14 %) sowie als Verpackungsmaterial (10 %) zum Einsatz (Vasters und Franken 2020). Dafür wird eine Vielzahl unterschiedlicher Halbzeuge und Zuschnitte hergestellt (Postler o.J.). 2023 wurden in Deutschland rund 2,9 Mio. t Rohaluminium (Aluminium Deutschland e. V. 2023b) und 2,4 Mio. t Aluminiumhalbzeug (u. a. Drähte, Schmiedeteile und Leitmaterial) produziert (Aluminium Deutschland e. V. 2024). Innerhalb der stark exportorientierten deutschen Aluminiumhalbzeug-Industrie nimmt die Herstellung von Walzprodukten (bspw. Bleche, Bänder, Platten), gefolgt von Strangpressprodukten, volumenmäßig die größte Rolle ein<sup>9</sup> (Aluminium Deutschland e. V. 2023a, 2024).

Ausgangsrohstoff für die Produktion von Aluminium ist Bauxit. Während bei der Bergwerksförderung von Bauxit 2023 global Australien (98 Mio. t), Guinea (97 Mio. t) und China (93 Mio. t) führend waren (USGS 2024a), importierte Deutschland laut Statistischem Bundesamt (Destatis 2024a) Aluminiumerze und ihre Konzentrate/Bauxit hauptsächlich aus Guinea (~1 Mio. t), gefolgt von Importen aus der Türkei (~ 50.000 t), China (~ 26.000 t) und Guyana (~7 t).

### **4.1.2 Relevante Umweltthemen der Förderung von Bauxit am Beispiel von Guinea**

Wie aus Tabelle 5 ersichtlich, erhalten die wichtigsten Herkunftsländer für Importe von Aluminiumerzen und -konzentraten/Bauxit nach Deutschland (Stand 2023, Quelle Destatis 2024a) alle eher niedrige (Umwelt-)Governancewerte und weisen damit eine höhere Eintrittswahrscheinlichkeit für negative Umweltauswirkungen auf.

---

<sup>9</sup> Ebenfalls zur Produktparte der Aluminiumhalbzeuge gehört die Produktion von Press- und Ziehprodukten (Profile, Stangen, Rohre und Drähte). Daneben werden im Aluminiumformguss zudem Fertigbauteile hergestellt. In der Aluminiumweiterverarbeitung werden Aluminiumfolien, dünne Bänder, Tuben, Aerosol- und sonstige Dosen sowie Aluminiumpulver produziert (Aluminium Deutschland e. V. 2023a).

**Tabelle 5: (Umwelt-)Governance-Kontext – Bauxit**

Hauptherkunftsländer für Importe von Aluminiumerzen und -konzentraten/Bauxit nach Deutschland 2023	EPI (Yale University)	Durchschnittswert der WGI (Weltbank)
Guinea	31,6	-1,01
Türkei	26,3	-0,56
China	28,4	-0,33
Guyana	38,5	-0,20

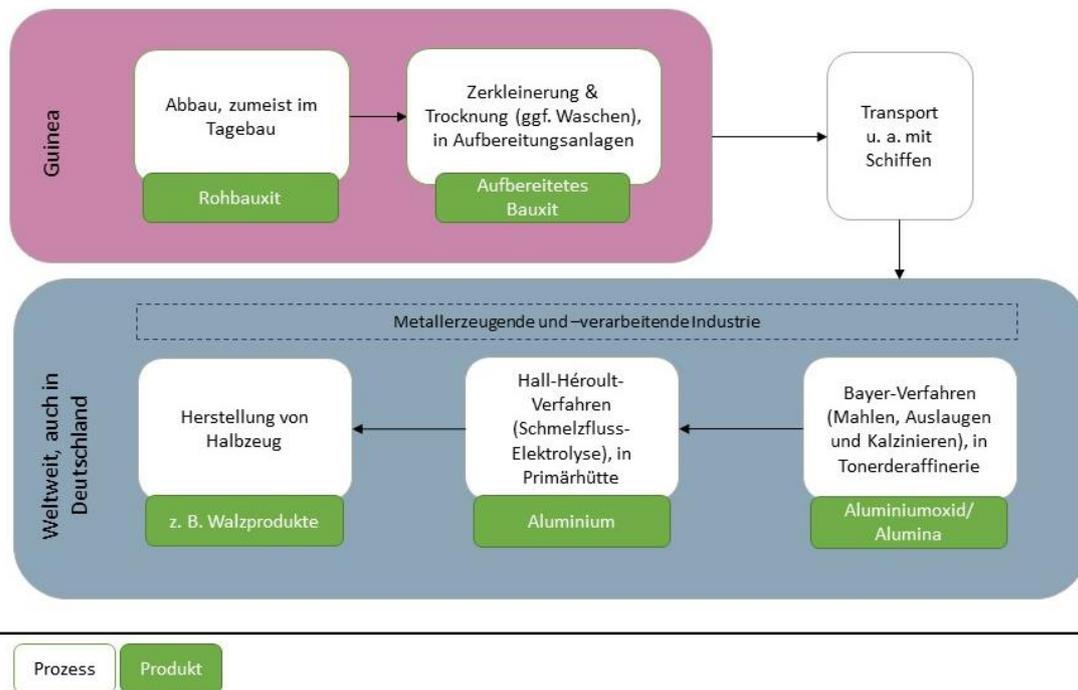
Score Range: EPI: 0 bis 100; WGI: -2,5 bis 2,5<sup>10</sup>

Quelle: Eigene Darstellung, adelphi. Basierend auf EPI 2022 und WGI 2021

Nachfolgend werden potenzielle negative Umweltauswirkungen und ggf. damit verbundene menschenrechtliche Auswirkungen beschrieben, die grundsätzlich beim Abbau und der Verarbeitung von Aluminiumerzen und -konzentraten/Bauxit auftreten können. Wo relevant, werden diese exemplarisch durch konkrete Beispiele bereits eingetretener negativer Auswirkungen in dem sowohl für Deutschland als auch global zentralen Abbauland Guinea ergänzt. Die nachfolgende Abbildung 19 zeigt eine beispielhafte Lieferkette von der bergbaulichen Gewinnung von Bauxit (Aluminiumerzen) in Guinea bis zur Produktion von Blechen (Walzprodukt) in Deutschland.

<sup>10</sup> Die Indices-Werte wurden farblich unterlegt, um eine bessere Lesbarkeit zu erzielen. Die farbliche Unterlegung zeigt an, wie die Werte für die jeweiligen Länder im Verhältnis zu anderen Ländern weltweit stehen. Die Einteilung erfolgt in vier gleich große Gruppen (Quartile), denen jeweils eine Farbe zugeordnet ist.

**Abbildung 19: Beispielhafte Lieferkette für die Produktion von Aluminium-Walzprodukten auf Basis von Bauxit aus Guinea**



Quelle: Eigene Darstellung, adelphi. Mit Informationen aus Rüttinger et al. 2016; Vasters und Franken 2020; Aluminium Deutschland e. V. 2023a.

Primäraluminium<sup>11</sup> wird aus dem Rückstandsgestein Bauxit<sup>12</sup> gewonnen. Während sich die größten derzeit bekannten Bauxitvorkommen weltweit auf verschiedene tropische und subtropische Gebiete verteilen (insb. Mittel- und Südamerika, Westafrika, Indien, China, Vietnam und Australien) (Vasters und Franken 2020), liegt die größte Konzentration von Bauxitvorkommen – knapp ein Viertel der weltweiten Gesamtmenge – in Guinea (USGS 2024a).

Bauxit wird sowohl global als auch in Guinea fast ausschließlich im (Lockergesteins-)Tagebau gewonnen, da das Roherz als dünne Gesteinsschicht knapp unter der Erdoberfläche lagert (Vasters und Franken 2020). In einigen Fällen wird ein spezielles Verfahren angewandt, das sogenannte „Strip Mining“, bei dem zunächst großflächig die Vegetationsschichten und das Deckgestein entfernt werden, die bauxithaltigen Schichten durch Sprengen gelöst und dann mit einem Hydraulikbagger in Schwerlastkraftwagen verladen und zu Vorratshalden transportiert werden<sup>13</sup> (Rüttinger et al. 2016). Je nach Lagerstätte kann das Roherz nach der Gewinnung direkt in Raffinerien (sog. Tonerde-Fabriken) verarbeitet werden oder muss zunächst durch eine Wäsche aufbereitet werden, um einen erhöhten Aluminiumoxid-Gehalt zu erzielen (Vasters und Franken 2020). In der Regel wird das Roherz noch in Guinea in ersten Aufbereitungsstätten zerkleinert, getrocknet und abermals zwischengelagert, bevor es verschifft werden kann. Aufgrund einer für die Herstellung von Aluminiumoxid und -metall unzureichend

<sup>11</sup> Es wird unterschieden zwischen Primäraluminium, auch Hüttenaluminium genannt, welches aus Bauxit gewonnen wird, und Sekundäraluminium, das aus Aluminiumschrott hergestellt wird (Vasters und Franken 2020).

<sup>12</sup> Bauxit wird nicht nur für die Herstellung von Aluminium verwendet, sondern auch in der Produktion von Portlandzement, Stützmitteln, Schleifmitteln, Mineralwolle und in der Feuerfestindustrie (Vasters und Franken 2020).

<sup>13</sup> Beim konventionellen Bauxit-Tagebau, der ebenfalls zum Einsatz kommt, wird das Erz teils an Plateaus im Etagenbau durch Bohren und Sprengen aufgelockert, bevor es auf Schwerlastkraftwagen verladen wird. Beim Abtragen der Vegetationsschichten mit Planiermaschinen können Bodenschicht und Deckschicht für spätere Rekultivierungsmaßnahmen getrennt abgelagert werden (Rüttinger et al. 2016).

leistungsstarken Infrastruktur im Land wird ein Großteil des in Guinea gewonnenen Bauxits direkt nach der bergbaulichen Gewinnung unverarbeitet exportiert (Rüttinger et al. 2016). Die wichtigsten Abnehmer von Bauxit aus Guinea waren 2011 Russland (20,4 %), Spanien (19,9 %) und Irland (15,3 %). Die direkten Ausfuhren von Bauxit nach Deutschland machten 9,9 % aller Bauxitexporte aus Guinea aus (Rüttinger et al. 2016). 2023 planten sechs Unternehmen den Bau von Tonerde-Raffinerien in Guinea in den kommenden Jahren (Energy Capital & Power 2023; Felix 2022). Für den Export wird das gewonnene Bauxit/Roherz von der Mine per Schienenverkehr oder Lastkraftwagen (LKW) zu einem geeigneten Hafen verbracht, von wo aus der Transport per Frachtschiff erfolgt (Rüttinger et al. 2016). Anschließend wird in Raffinerien, u. a. in Deutschland, aus dem Roherz durch Mahlen, Auslaugen und Kalzinieren Aluminiumoxid (Tonerde) hergestellt (sog. Bayer-Verfahren). Durch die Anwendung einer (Schmelzfluss-)Elektrolyse (Hall-Héroult-Verfahren) wird anschließend in einer Primärhütte Aluminiummetall hergestellt (Vasters und Franken 2020), welches anschließend u. a. zur Produktion von Halbzeug wie Walzprodukte (bspw. Bleche, Bänder, Platten) verwendet wird (Aluminium Deutschland e. V. 2023a).

Die **bergbauliche Gewinnung** von Bauxit ist mit zahlreichen Risiken für negative umweltbezogene und menschenrechtliche Auswirkungen verbunden. Durch die Gewinnung von Bauxit im Tagebau (teils Strip Mining) wird sehr viel **Fläche** beansprucht. Die beanspruchten Gebiete, die zu einem Großteil in tropischen Regionen liegen, haben oft einen erheblichen ökologischen Wert und bilden teilweise die Lebensgrundlage für die lokale Bevölkerung. Für den Bauxitabbau in Guinea werden in den nächsten 20 Jahren schätzungsweise 858 km<sup>2</sup> landwirtschaftliche Nutzfläche und mehr als 4.700 km<sup>2</sup> natürlicher Lebensraum abgetragen, was sich negativ auch das lokale Ökosystem auswirken kann (Rüttinger et al. 2016; HRW 2021). Angaben des WWF zufolge ist der Bauxitbergbau weltweit für 8 % der gesamten bergbaulichen **Entwaldung** verantwortlich (Kramer et al. 2023). Menschenrechtsorganisationen berichten zudem, dass die betroffene lokale Bevölkerung für die Landaneignung durch Bergbauunternehmen nur unzureichende Kompensationen oder Ersatzflächen erhält. So kam es in Guinea in der Vergangenheit im Zusammenhang mit großen Bergbauprojekten zu Landnutzungs- und Eigentumskonflikten mit Anwohnenden und indigenen Gruppen, denen durch die Flächeninanspruchnahme für Minen Agrarflächen ohne angemessene Entschädigung entzogen wurden (Groneweg 2021). Der beim weitläufigen und oberflächennahen Abtragen des Bauxiterzes und dem Transport des Materials von der Mine zu Aufbereitungsanlagen oder Häfen entstehende (**Fein-)Staub** belastet in Guinea lokale Ökosysteme, wo sich zur Trockenzeit rötlich-brauner Staub über Bäume und Felder legt und die Photosynthese von Pflanzen verhindert (Rüttinger et al. 2016; HRW 2018). Die Feinstaubemissionen können zudem Lungenkrankheiten auslösen und gelöst in Regenwasser neurotoxisch wirken. Es gibt Berichte darüber, dass bei Minenarbeiter\*innen und Anwohner\*innen in der Nähe von Abbaustätten in Guinea vermehrt Atemwegs- und Magenprobleme durch Staub und Luftverschmutzung auftreten (Drive Sustainability 2018; EJA 2024; Rüttinger et al. 2016).

Durch große dieselbetriebene Fahrzeuge und Anlagen sowie durch den Verbrauch von Strom aus fossilen Brennstoffen kommt es beim Abbau und der Verarbeitung von Bauxit zu **Treibhausgasemissionen** (vgl. auch Kapitel 3.3.1). Die relativen Treibhausgasemissionen sind in der Abbauphase von Bauxit allerdings deutlich geringer als bei der Aluminiumoxidraffination und der besonders energieintensiven Aluminiumverhüttung (Raw Material Outlook Platform o.J.b).

Bauxitabbau und -aufbereitung können zudem durch einen teils hohen **Wasserverbrauch** für Aufbereitungsanlagen (wenn in der Mine vorhanden) und die Bewässerung von Oberflächen zur Staubunterdrückung regional die Wasserverfügbarkeit beeinträchtigen. Bei schlechtem

Wassermanagement in der Mine kann dies zu einem Rückgang der Wasserverfügbarkeit in betroffenen Gemeinden führen. Darüber hinaus kann durch die Beseitigung und Veränderung von Wasserwegen der Zugang zu Oberflächengewässern und durch den Eintrag von Feststoffen die Wasserqualität verschlechtert werden (Drive Sustainability 2018; ENCORE o.J.a; Raw Material Outlook Platform o.J.b). Besonders in Regionen, die bereits unter Wasserknappheit leiden, besteht die erhöhte Gefahr, dass Bauxitabbau das Problem regional verschärft. In Boké, einer Bauxitabbau-Region in Guinea, wurde 2019 ein erschwerter Zugang zu Wasser festgestellt. Sedimentabfluss aus den Abbaustätten und die Entwicklung von Bergbauinfrastruktur hatten 91 Wasserquellen verschmutzt oder zerstört, die ursprünglich 17 Dörfer versorgt hatten (HRW 2021). Der Abbau von Bauxit geht demnach mit Risiken der Verletzung verschiedener Menschenrechte einher, etwa dem Recht auf Wohnung, dem Recht auf Zugang zu sauberem Trinkwasser, dem Recht auf Eigentum, dem Recht auf Nahrung und dem Recht auf den Schutz der Gesundheit (HRW 2021).

Der anschließende **Export** des Bauxits birgt ebenfalls Umweltrisiken. Bei der Seeschifffahrt wird vor allem Schweröl als Kraftstoff eingesetzt, was zu hohen **Treibhausgasemissionen** und **Feinstaubemissionen** führt (vgl. auch Kapitel 3.3.2). Teilweise werden zudem Rückstände des Kraftstoffs im Meer entsorgt, was ein Risiko für die Umwelt darstellt (UBA 2022c).

## 4.2 Kupfer

### 4.2.1 Relevanz von Kupfer für die metallerzeugende und -verarbeitende Industrie

Zusammen mit den anderen sogenannten Buntmetallen Zink (siehe Kapitel 4.3), Blei, Nickel und Zinn fällt auch die Herstellung und Verarbeitung von Kupfer in den Bereich der NE-Metallindustrie (BMWK 2024). Kupfer ist nach Eisen und Aluminium weltweit der mengenmäßig meistgeforderte metallische Rohstoff und folgt unter den NE-Metallen auf Aluminium als das am zweithäufigsten in Deutschland hergestellte und verarbeitete Metall. Deutschland war 2023 außerdem der größte europäische Verbraucher von Kupfer und der drittgrößte der Welt hinter China und den USA (Bastian et al. 2023; Siebel 2024). Derzeit ist in Deutschland eine Primärhütte zur Kupferherstellung aktiv (UBA 2013) sowie rund 60 Unternehmen in der Kupferindustrie insgesamt (Bastian et al. 2023).

Insbesondere aufgrund der besonders guten elektrischen und wärmeleitenden Eigenschaften kommt Kupfer weltweit in zahlreichen Branchen und Anwendungsgebieten zum Einsatz, insbesondere im Bauwesen (28 %), bei Haushalts- und Elektrogeräten (21 %), bei der Infrastruktur (16 %), im Transport (13 %) und in der Industrie (12 %). Dafür wird eine Vielzahl an Halbzeugen und Zwischenprodukten hergestellt (insb. Kupferdraht und -kabel) (Dorner 2020).

Bei der Bergwerksförderung von Kupfer waren im Jahr 2023 Chile (5 Mio. t), Peru (2,6 Mio. t) und die Demokratische Republik (DR) Kongo (2,5 Mio. t) global führend (USGS 2024b). Deutschland importierte laut Statistischem Bundesamt Kupfererze und -konzentrate hauptsächlich aus Brasilien (323.517 t), Chile (242.876,6 t), Indonesien (203.981,6 t) und Peru (187.590,6 t) (DESTATIS 2024b).

### 4.2.2 Relevante Umweltthemen bei der Förderung von Kupfererzen und -konzentraten am Beispiel von Peru

Wie aus Tabelle 6 ersichtlich, erhalten die wichtigsten Länder, aus denen Deutschland Kupfererz und -konzentrat importiert (Stand 2023, Quelle Destatis 2024b) alle eher niedrige (Umwelt)-

Governance-Werte, insbesondere Indonesien und Peru. Sie weisen damit unter den o. g. Annahmen eine erhöhte Eintrittswahrscheinlichkeit für negative Umweltauswirkungen auf.

**Tabelle 6: (Umwelt-)Governance-Kontext – Kupfererze und -konzentrate**

Hauptherkunftsländer für Importe von Kupfererzen und -konzentraten nach Deutschland 2023	EPI (Yale University)	Durchschnittswert der WGI (Weltbank)
Brasilien	43,6	-0,29
Chile	46,7	0,71
Indonesien	28,2	-0,05
Peru	39,8	-0,32

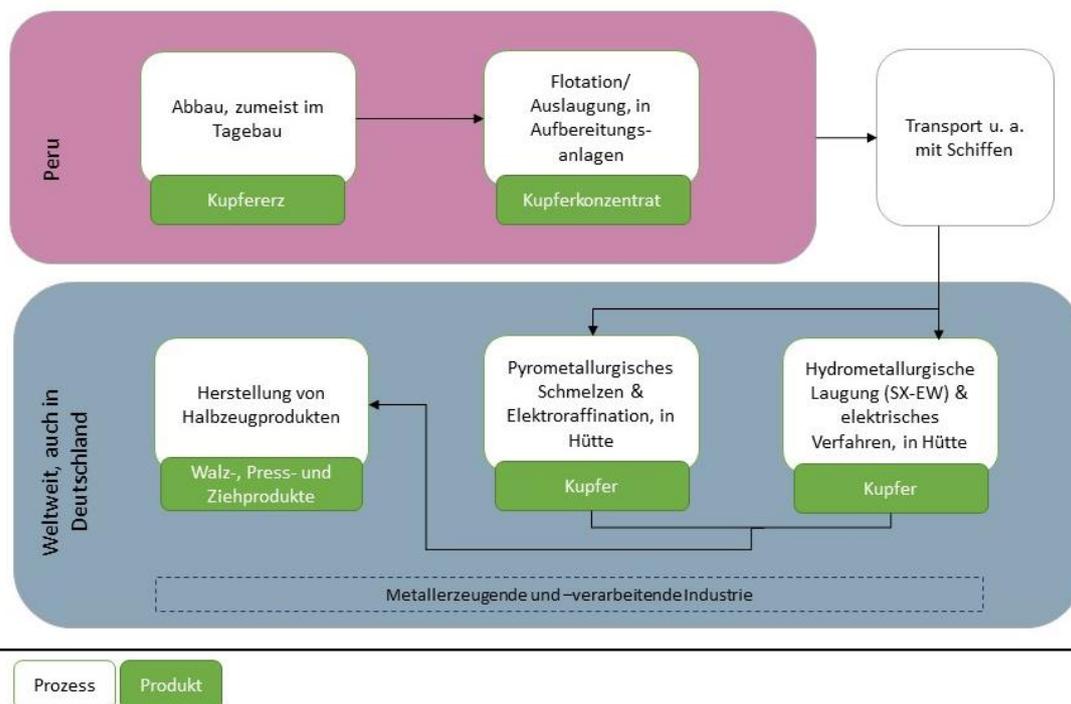
Score Range: EPI: 0 bis 100; WGI: -2,5 bis 2,5<sup>14</sup>

Quelle: Eigene Darstellung, adelphi. Basierend auf EPI 2022 und WGI 2021

Nachfolgend werden potenzielle negative Umweltauswirkungen und ggf. damit verbundene menschenrechtliche Auswirkungen beschrieben, die grundsätzlich beim Abbau und der Verarbeitung von Kupfererzen und -konzentraten auftreten können. Wo relevant, werden diese exemplarisch durch konkrete Beispiele bereits eingetretener negativer Auswirkungen aus dem sowohl für Deutschland als auch global zentralen Abbauland Peru ergänzt. Die nachfolgende Abbildung 20 zeigt eine beispielhafte Lieferkette von der bergbaulichen Gewinnung von Kupfererz in Peru bis zur Produktion von Walz-, Press- und Ziehprodukten aus Kupfer und Kupferlegierungen in Deutschland (Kupferverband e. V. 2024b).

<sup>14</sup> Die Indices-Werte wurden farblich unterlegt, um eine bessere Lesbarkeit zu erzielen. Die farbliche Unterlegung zeigt an, wie die Werte für die jeweiligen Länder im Verhältnis zu anderen Ländern weltweit stehen. Die Einteilung erfolgt in vier gleich große Gruppen (Quartile), denen jeweils eine Farbe zugeordnet ist.

**Abbildung 20: Beispielhafte Lieferkette für die Produktion von Walz-, Press- und Ziehprodukten auf Basis von Kupfererz aus Peru**



Quelle: Eigene Darstellung, adelphi. Mit Informationen aus BGR 2021; Gilsbach 2020; Dorner 2020.

Kupfer kommt fast ausschließlich als Mineral in sulfidischer oder oxidischer Form vor, wobei 80 % des weltweit gewonnenen Kupfererzes sulfidischen Ursprungs sind (Gilsbach 2020; Dorner 2020). In Peru lagern etwa 10 % der weltweiten Kupfervorkommen (BGR 2021). Die bergbauliche Gewinnung erfolgt global und auch in Peru überwiegend im industriellen Tagebau, indem das Erz durch Sprengungen freigesetzt, abgetragen und dann auf einer Vorratshalde zwischengelagert wird (Gilsbach 2020; WVMetalle o.J.). Im Anschluss an die Förderung wird das Erz in Aufbereitungsanlagen, die in der Regel direkt zur Mine gehören, zerkleinert und gemahlen und per Flotation zu Kupferkonzentrat angereichert (Kupferverband e. V. 2024a; Raw Material Outlook Platform o.J.a). Für den Export wird das erzeugte Kupferkonzentrat im Anschluss per Schienenverkehr oder LKW zu einem geeigneten Hafen verbracht, von wo aus der Transport per Frachtschiff erfolgt (Beumer Group 2023; Gilsbach 2020). Anschließend wird das Konzentrat beispielsweise in Deutschland in Kupferhütten auf zwei verschiedene Arten weiterverarbeitet. Aus Sulfiderzkonzentraten wird in der Regel in einem pyrometallurgischen Hochtemperaturverfahren (Schmelzen) und anschließender Elektroraffination Kupfermetall gewonnen. Dabei erfolgt zunächst die Produktion von Kupferstein durch Abtrennung von Eisensulfiden in einem Schmelzprozess. Durch Konvertierung entsteht anschließend Blisterkupfer. Während der darauffolgenden Feuerraffination wird Anodenkupfer mit einem Reinheitsgrad von 99 % gewonnen und zuletzt durch Elektrolyse in sogenanntes Kathodenkupfer umgeformt, das einen fast 100%-igen Reinheitsgrad aufweist. Das Kupfermetall dient schließlich als Ausgangsprodukt für die Herstellung von Halbzeug wie Walz-, Press- und Ziehprodukten (Dorner 2020; Gilsbach 2020). Oxiderz hingegen wird durch ein hydrometallurgisches Verfahren, das sogenannte Solvent Extraction and Electrowinning per Auslaugung und anschließender elektrischer Verfahren zu Kupfermetall verarbeitet (Kupferverband e.V. 2024a; Raw Material Outlook Platform o.J.b).

Der **Abbau** von Kupfer im Tagebau ist insbesondere bei einem geringen Kupfergehalt im Erz sehr flächenintensiv und es werden große Mengen Material abgetragen. Zudem werden die

Rückstände nach der Trennung vom Erz auf großen Halden oder in großen Absatzbecken gelagert. Bei abgelegenen Minen wird teils zusätzlich nahe der Minen Land für den Bau von Zugangsstraßen und Unterkünften für Arbeiter\*innen gerodet (Raw Material Outlook Platform o.J.b). Größere Bergwerke inklusive Infrastruktur können so leicht eine **Fläche** von mehr als 30 km<sup>2</sup> umfassen (Gilsbach 2020). Es wird geschätzt, dass global über 4.000 km<sup>2</sup> Fläche direkt durch den Kupferbergbau beansprucht werden, wobei jährlich neue Flächen hinzukommen (Murguía 2015). Der Flächenverbrauch hat (bei unzureichender Renaturierung) irreversible Auswirkungen auf die lokale Landnutzung und wirkt sich auf die lokale **Biodiversität** aus, insbesondere in Abbaugebieten mit hoher Biodiversität wie tropische Regionen (Gilsbach 2020; Raw Material Outlook Platform o.J.b). Nach Kramer et al. (2023) ist der Kupferbergbau weltweit für 4 % der gesamten bergbaulichen **Entwaldung** verantwortlich. Neben den negativen Auswirkungen auf die biologische Vielfalt durch Entwaldung und Abtragung fruchtbarer Bodenschichten, die direkt aus dem Betrieb von Minen resultieren, kann auch eine erhöhte Kupferkonzentration in und um Kupferminen die biologische Vielfalt beeinträchtigen, da die Populationsdichte und Artenvielfalt in Sedimentumgebungen mit hoher Metallkonzentration abnimmt (Raw Material Outlook Platform o.J.b).

Je nach geographischer Lage und abgebauten Erz (oxidisch oder sulfidisch) sowie Kupfergehalt in der Lagerstätte verbrauchen Abbau und Aufbereitung von Kupfererzen viel Energie, was je nach Energiequelle zu hohen **Treibhausgasemissionen** führen kann. So ist das Kupferbergwerk Cerro Verde beispielsweise für 9 % des gesamten peruanischen Energieverbrauchs verantwortlich (Gilsbach 2020). Fossile Energieträger stellen in Peru die Hauptenergiequelle dar (IEA 2021). Zudem entstehen bei der Gewinnung und Verarbeitung von Kupfererz durch den Einsatz schwerer Maschinen, durch Sprengungen etc. erhebliche Mengen an **Staub und Feinstaub**, die bei Anwohner\*innen und Arbeiter\*innen zu Atemwegsproblemen führen können. Auch Schwefeldioxid, Stickoxide und flüchtige organische Verbindungen können beim Bergbau in die Luft freigesetzt werden und Ökosysteme sowie die menschliche Gesundheit schädigen (Recht auf Gesundheit, Recht auf Leben). Auch aus Peru gibt es Berichte über Beeinträchtigungen der Gesundheit von Arbeiter\*innen und umliegenden Gemeinden sowie der biologischen Vielfalt, was auf ein mangelhaftes Luftqualitätsmanagement in vielen Mienen hinweist (AIDA o.J.; Schaeffer Manrique und Tempelmann 2023; Raw Material Outlook Platform o.J.b).

Von den Reststoffen des Abbaus, die auf Halden oder in Form von Suspensionen (sog. „Tailings“) in Absatzbecken gelagert werden, geht zudem eine Gefahr des **Schadstoffaustrags von Schwermetallen** (z. B. Blei, Zink) und Metalloiden (Arsen, Antimon) aus, wobei 70 % des Austrags ins Wasser eingehen (Gilsbach 2020; Raw Material Outlook Platform o.J.b). Auswaschungen auf Erzhalde, die Schwermetalle freisetzen, können sich negativ auf die Vegetation und die Bodenbedingungen auswirken (ENCORE o.J.b). Darüber bilden sich im Kupferbergbau häufig saure Grubenwässer, die zudem oft erhebliche Konzentrationen von Schwermetallen und weiteren Schadstoffen (u. a. Blei, Quecksilber, Arsen) enthalten. Versickern diese unkontrolliert auf dem Minengelände, kann dies langfristig regionale Wasserressourcen verunreinigen und das lokale Ökosystem schädigen (Gilsbach 2020; Raw Material Outlook Platform o.J.b). Im März 2024 wies der Interamerikanische Gerichtshof für Menschenrechte die peruanische Regierung an, den Bewohner\*innen einer Stadt in den Anden eine Entschädigung zu zahlen, weil ihr Recht auf eine gesunde Umwelt durch die jahrzehntelange **Verschmutzung von Boden, Wasser und Luft** mit Blei, Kadmium, Arsen und Schwefeldioxid aus einer nahe gelegenen Kupfermine verletzt worden sei. Bereits 2005 hatte eine vom peruanischen Gesundheitsministerium beauftragte Studie bei 99,99 % der unter-6-jährigen Kinder in dem betroffenen Ort einen erhöhten Bleigehalt im Blut nachgewiesen (La Puente 2024). Blei gilt als wahrscheinlich krebserregend, wirkt beim Menschen u. a. neurotoxisch und kann dadurch die

intellektuelle Entwicklung von Säuglingen und Kindern beeinträchtigen (UBA 2019b). Auch weitere Untersuchungen, u. a. 2018 durch Amnesty International, wiesen im Körper von Anwohner\*innen verschiedener Ortschaften in peruanischen Kupferabbaugebieten Konzentrationen von Schwermetallen wie Arsen, Kadmium oder Blei nach, die signifikant über von der WHO festgelegten Grenzwerten lagen (Schaeffer Manrique und Tempelmann 2023).

Sowohl für den bergbaulichen Abbau von Kupfererz als auch für den **Flotationsprozess zur Herstellung von Kupferkonzentrat** werden große Mengen Wasser benötigt. Für die Gewinnung und Aufbereitung einer Tonne Kupfer werden bis zu 350 m<sup>3</sup> Wasser verbraucht (Gilsbach 2020; Raw Material Outlook Platform o.J.b). Der hohe Wasserverbrauch in Abbau- und Aufbereitungsregionen kann bei unzureichendem Wassermanagement zur Erschöpfung von Grundwasserleitern führen und zu einer erhöhten Intensität und/oder Häufigkeit von Dürren beitragen (ENCORE o.J.b). Dadurch können Menschenrechte wie das Recht auf Wasser und das Recht auf Leben verletzt werden. Dies kann in Gebieten mit Wasserstress zu Konflikten mit der lokal ansässigen Bevölkerung führen (Gilsbach 2020). In Peru kommt es aufgrund der hohen Land- und Wassernutzung sowie anhaltender Kontamination von Boden und Wasser mit Schwermetallen und anderen Schadstoffen durch die bergbauliche Gewinnung und Aufbereitung immer wieder zu Protesten durch die lokale Bevölkerung (Moreno Custodio 2022). Bei gewaltvollen Protesten gegen die sogenannte „Tia Maria“-Kupfermine kamen in Peru zwischen 2011 und 2019 mindestens sechs Menschen ums Leben. Hauptursache für den lokalen Widerstand waren Bedenken hinsichtlich des erwarteten hohen Wasserverbrauchs durch die Mine sowie der bereits bekannt gewordenen Kontaminationen von Wasser, Luft und Boden im Umkreis anderer Kupferminen im Land (Aquino 2024; Dorner 2020).

Der **Export** des Kupfererzes birgt ebenfalls Umweltrisiken. Bei der Seeschifffahrt wird vor allem Schweröl als Kraftstoff eingesetzt, was zu hohen **Treibhausgasemissionen** und **Feinstaubemissionen** führt (vgl. auch Kapitel 3.3.2). Teilweise werden zudem Rückstände des Kraftstoffs im Meer entsorgt; sie stellen ein Risiko für die Umwelt dar (UBA 2022c).

## 4.3 Zink

### 4.3.1 Relevanz von Zink für die metallerzeugende und -verarbeitende Industrie

Zusammen mit den anderen sogenannten Buntmetallen Kupfer (siehe Kapitel 4.2), Blei, Nickel und Zinn fällt auch die Herstellung und Verarbeitung von Zink in den Bereich der NE-Metallindustrie (BMWK 2024). Deutschland gehört zu den weltweit größten Nettoimporteuren von Feinzink, Zinklegierungen und Zinkstaub und ist gleichzeitig unter den größten Nettoexporteuren von sekundären Zinkrohstoffen (Abfällen, Schrotten, Aschen und Rückständen) (Dorner 2014). In Deutschland gibt es aufgrund unzureichender Zinkkonzentrationen in den Lagerstätten bereits seit den 1990er Jahren keine aktiven Bergwerke mehr, in denen Zink abgebaut wird (Dorner 2014; Initiative Zink o.J.b), jedoch ist eine Primärhütte für Zink aktiv und fast 300 Betriebe, die im Bereich der Zinkverarbeitung und des Zinkrecyclings tätig sind (Müller 2019).<sup>15</sup>

Angaben der Wirtschaftsvereinigung Metalle (WVMetalle o.J.) zufolge kommt mit 37 % ein Großteil des Zinks in Deutschland für die Verzinkung von Stahl zum Korrosionsschutz und in der

---

<sup>15</sup> 2019 waren in Deutschland drei Unternehmen in der Zinkhalbzeuherstellung und dem -vertrieb tätig, über 150 Betriebe in der Feuerverzinkung (Stückverzinkung), über 100 Betriebe in der Produktion von Zinkdruckgussprodukten und etwa zehn Firmen in der Bandverzinkung. Zinkrecycling aus Schrotten und anderen zinkhaltigen Recyclingmaterialien wurde von zehn Unternehmen durchgeführt, und auch in der Herstellung von Zinkoxid und Zinkverbindung waren mehrere Unternehmen tätig (Müller 2019).

Automobil- und Bauindustrie zum Einsatz.<sup>16</sup> 2016 wurden demnach in Deutschland 607.000 t Zink allein im Bereich der Feuerverzinkung eingesetzt. Zweitwichtigster Bereich ist mit 27 % die Verarbeitung als Halbzeug (z. B. Bleche, Drähte, Bänder) sowie Zinkgusslegierungen, vor allem für die Verwendung im Bauwesen. 25 % fließen in die Herstellung von Messing und 11 % werden als Zinkoxid, -pulver und -staub als Zusatzstoffe in verschiedenen anderen industriellen Sektoren verwendet, u. a. in der Arzneimittel-Industrie, der chemischen Industrie sowie in der Textil- und Kunstfaserindustrie (WVMetalle o.J.).

Bei der Bergwerksförderung von Zinkerz waren 2023 China (~4 Mio.t)<sup>17</sup>, Peru (~1,4 Mio. t) und Australien (~1,2 Mio. t) global führend (USGS 2024c). Deutschland importierte laut Statistischem Bundesamt Zinkerze und -konzentrate hauptsächlich aus Schweden (~20.000 t), Australien (~18.000 t) und Portugal (~7.500 t) (DESTATIS 2024c).

#### 4.3.2 Relevante Umweltthemen bei der Förderung von Zink am Beispiel Australien

Wie aus Tabelle 7 ersichtlich, erhalten die wichtigsten Herkunftsländer von nach Deutschland importierten Zinkerzen und -konzentraten (Stand 2023, Quelle Destatis 2024c) eher hohe (Umwelt-)Governance-Werte, was insgesamt eher auf eine geringere Eintrittswahrscheinlichkeit für negative Umweltauswirkungen hindeutet. Dennoch sind Abbau und Verarbeitung von Zink weltweit mit verschiedenen Risiken für negative Umweltauswirkungen verbunden.

**Tabelle 7: (Umwelt-)Governance-Kontext – Zinkerze und -konzentrate**

Hauptherkunftsländer für Importe von Zinkerzen und -konzentraten nach Deutschland 2023	EPI (Yale University)	Durchschnittswert der WGI (Weltbank)
Schweden	72,7	1,58
Australien	60,1	1,49
Portugal	50,4	0,95

Score Range: EPI: 0 bis 100; WGI: -2,5 bis 2,5<sup>18</sup>

Quelle: Eigene Darstellung, adelphi. Basierend auf EPI 2022 und WGI 2021

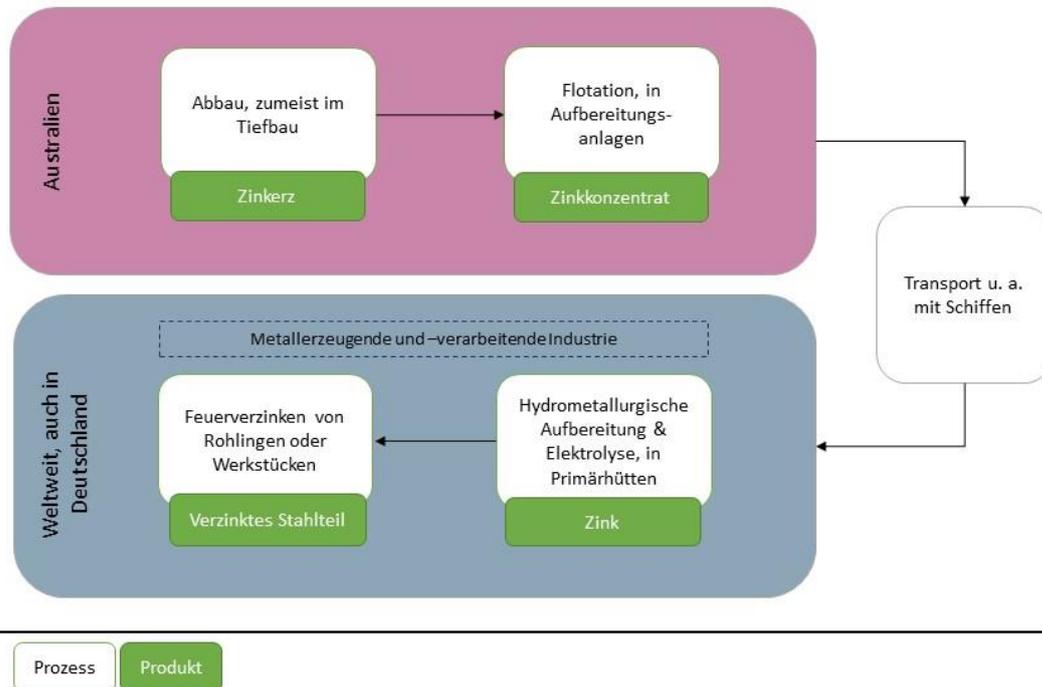
Nachfolgend werden potenzielle negative Umweltauswirkungen und ggf. damit verbundene menschenrechtliche Auswirkungen beschrieben, die grundsätzlich beim Abbau und der Verarbeitung von Zinkerzen und -konzentraten auftreten können. Wo relevant, werden diese exemplarisch durch konkrete Beispiele bereits eingetretener negativer Auswirkungen in dem sowohl für Deutschland als auch global zentralen Abbauland Australien ergänzt. Die nachfolgende Abbildung 21 zeigt eine beispielhafte Lieferkette von der bergbaulichen Gewinnung von Zinkerz in Australien bis zur Feuerverzinkung von Stahlteilen in Deutschland.

<sup>16</sup> Der wachsende Anteil der Elektromobilität an der Fahrzeugproduktion könnte in Zukunft zu einem Rückgang der Zinknachfrage führen, da im Karosseriebau aufgrund notwendiger Gewichtseinsparungen zunehmend Aluminium und Magnesium anstelle von Stahl eingesetzt werden und somit weniger Stahlteile verzinkt werden müssen (Müller 2019). Siehe dazu auch die Studie zur Automobilindustrie aus dieser Veröffentlichungsreihe (Weiss et al. 2022).

<sup>17</sup> Auch bei der Raffinadeproduktion sowie dem Raffinadeverbrauch von Zink nimmt China global eine führende Rolle ein und ist damit zentral für die globale Produktion als auch die Nachfrage (Dorner 2014; USGS 2024c).

<sup>18</sup> Die Indices-Werte wurden farblich unterlegt, um eine bessere Lesbarkeit zu erzielen. Die farbliche Unterlegung zeigt an, wie die Werte für die jeweiligen Länder im Verhältnis zu anderen Ländern weltweit stehen. Die Einteilung erfolgt in vier gleich große Gruppen (Quartile), denen jeweils eine Farbe zugeordnet ist.

**Abbildung 21: Beispielhafte Lieferkette für die Produktion von verzinkten Stahlteilen auf Basis von Zinkerz aus Australien**



Quelle: Eigene Darstellung, adelphi. Mit Informationen aus Dorner 2014; Geoscience Australia 2024; Müller 2019; Sjögren und Cook 2013; WVMetalle o.J.

Zink kommt in der Natur in verschiedenen Mineralien-Formen vor, u. a. als Kieselzinkerz, Rotzink, Zinkblende und Zinkspat, wobei die Gewinnung hauptsächlich aus Zinkblende erfolgt. Dabei sind Zinklagerstätten immer mit anderen Metallen wie Blei, Kupfer und Silber vergesellschaftet (Dorner 2014; Müller 2019; WVMetalle o.J.). Australien verfügt über mehr als 20 % der weltweit bekannten Zink-Blei-Vorkommen (Geoscience Australia 2024). Die bergbauliche Gewinnung erfolgt sowohl global als auch in Australien überwiegend im Tiefbau; nur etwa 10 % der weltweiten Zinkproduktion entfallen auf den Tagebau (Dorner 2014; Geoscience Australia 2024; Müller 2019). Das Erz wird unterirdisch gesprengt, gebrochen und anschließend entweder per Kübel oder in LKW über Zugangstunnel (sog. „Decline“) an die Oberfläche transportiert, wo es zerkleinert und fein gemahlen wird (Geoscience Australia 2024). Nach der bergbaulichen Gewinnung wird das Zinkerz in zumeist direkt angeschlossenen Aufbereitungsanlagen durch Flotation angereichert (Trennung der wertvollen Sulfidminerale von Abfallgesteinspartikeln oder Bergematerial) (Geoscience Australia 2024). Für den Export wird das gewonnene Zinksulfid anschließend per Schienenverkehr oder LKW zu einem der über 70 Häfen Australiens verbracht, von wo aus der Transport per Frachtschiff erfolgt (Cholteeva 2020). Bei der anschließenden Verarbeitung in einer Primärhütte wird das Zinksulfid geröstet, um Zinkoxid herzustellen. Teils erfolgt die Verarbeitung in der Hütte auch noch vor dem Export in Australien. Anschließend wird überwiegend (90 %) im hydrometallurgischen Verfahren (Lösung des Zinks in Schwefelsäure, mehrere Laugenreinigungsstufen, elektrolytische Abscheidung) Zink gewonnen (Geoscience Australia 2024; WVMetalle o.J.). In der metallergezeugenden und -verarbeitenden Industrie in Deutschland wird das Zink anschließend u. a. zur Feuerverzinkung von Stahlteilen verwendet. Beim Feuerverzinken, welches dem Korrosionsschutz von Stahlteilen dient, wird Stahl (bspw. Rohlinge oder fertige Werkstücke) in eine flüssige Zinkschmelze eingetaucht. Neben dem Feuerverzinken können auch verschiedene andere Verfahren zum Einsatz kommen, die sich jeweils in Schichtdicke und

Korrosionsschutzeigenschaften unterscheiden (u. a. Band-, Draht- und Dünnschichtverzinken sowie galvanisches Verzinken und Spritzverzinken) (Sjögren und Cook 2013).

Die bergbauliche Gewinnung von Zinkerz und die Verhüttung zu Zink ist mit zahlreichen Risiken für negative umweltbezogene und menschenrechtliche Auswirkungen verbunden. Die **Gewinnung und Aufbereitung**, insbesondere das Zerkleinern und Mahlen sowie das Rösten von Zinkerzen, sind wie viele andere bergbauliche und metallurgische Aktivitäten sehr energieintensive Prozesse, die je nach Energiequelle mit erheblichen **Treibhausgasemissionen** einhergehen können (IZA 2023; Raw Material Outlook Platform o.J.c). Angaben der Raw Material Outlook Platform (o.J.c) zufolge weist besonders hochwertiges Zink einen Primärenergiebedarf von 37.500 MJ/t und eine Klimawirkung von 2,6 t CO<sub>2</sub>-Äq./t auf. In der Wertschöpfungskette fallen mit 65 % ein Großteil der Emissionen bei der Verhüttung an, etwa 30 % sind mit dem Abbau und der Aufbereitung/Flotation und etwa 5 % mit dem Transport des Zinkkonzentrats verbunden (Raw Material Outlook Platform o.J.c). Mit einem Anteil von 47 % (Stand 2022) (Department of Climate Change, Energy, the Environment and Water 2023) gehört Australien zu den 15 Ländern mit dem weltweit höchsten Anteil an Kohle im Strommix (Ember 2024), wodurch hohe Treibhausgasemissionen sowie Emissionen von **Luftschadstoffen** entstehen können (vgl. auch Kapitel 3.3.2).

Beim Abbau von Zinkerz und der anschließenden Aufbereitung/Flotation entstehen große Mengen **Abfall** (bspw. Abfallgesteinspartikel oder Bergematerial), die u. a. auf Halden oder in Absetzbecken gelagert werden müssen. Bei einer unsachgemäßen Lagerung, einer Leckage oder dem Bruch von Dämmen und Absetzbecken können große Mengen des Abfalls unkontrolliert austreten und umliegende **Böden und Gewässer** kontaminieren. Da Zink in der Natur zumeist vergesellschaftet mit Blei und/oder Cadmium vorkommt, können dadurch auch große Mengen der **Schwermetalle** in die Umwelt gelangen. Sowohl Zink selbst als auch Blei und Cadmium wirken ab bestimmten Konzentrationswerten toxisch und können im Organismus nicht abgebaut werden, wodurch es zu Bioakkumulation kommen kann. Nehmen etwa Mikroorganismen und Fische in kontaminierten Gewässern über einen längeren Zeitraum hohe Zink-, Blei- oder Cadmiumkonzentrationen auf, kann über die Nahrungskette auch die Gesundheit der Menschen in umliegenden Gemeinden gefährdet werden (Li et al. 2019; Parliamentary Commissioner for the Environment 2023; Raw Material Outlook Platform o.J.c). Blei gilt als wahrscheinlich krebserregend, wirkt beim Menschen u. a. neurotoxisch und kann dadurch die intellektuelle Entwicklung von Säuglingen und Kindern beeinträchtigen (UBA 2019b). Cadmium kann je nach Konzentration im menschlichen Körper die Niere schädigen und zählt zu den krebserregenden Stoffen (UBA 2019b). Blei und Cadmium können zudem bereits in geringen Mengen das Risiko von Herz-Kreislauf-Erkrankungen erhöhen (Verbraucherzentrale 2024). Während Zink als Spurenelement für verschiedenste Funktionen des Körpers benötigt wird (Verbraucherzentrale 2024), kann eine stark erhöhte Zink-Konzentration in Frischwasser unter bestimmten Umständen (u. a. geringe Härte und Alkalität des Wassers) toxisch auf Wasserorganismen wirken (Water Quality Australia 2000). Es gibt verschiedene Berichte von Anwohner\*innen, dass Fischbestände in der Nähe von Zinkminen aufgrund anhaltender Wasserverunreinigung zurückgegangen seien (Raw Material Outlook Platform o.J.c). Schwermetalle können auch durch die Entstehung saurer Grubenwässer/Drainagen beim Zinkerzabbau in umliegende Böden, Gewässer und das Grundwasser gelangen. Weltweit gibt es immer wieder Proteste von Anwohner\*innen wegen erhöhter Schadstoffwerte in lokalen Wasserquellen nahe von Zinkbergwerken (Raw Material Outlook Platform o.J.c). Durch die Kontamination von Gewässern und Böden durch Abbau- und Aufbereitungstätigkeiten sowie die unsachgemäße Lagerung und Entfernung von Abfällen können damit u. a. auch das Recht auf Gesundheit, das Recht auf Nahrung sowie das Recht auf einen angemessenen Lebensstandard beeinträchtigt werden.

Neben der potenziellen Verunreinigung von Böden und Gewässern durch Abfallstoffe aus dem Zinkbergbau besteht auch die Gefahr der **Luftverschmutzung**. So können Arbeiter\*innen bei unzureichendem Arbeitsschutz schwermetallbelastete Stäube einatmen, was u. a. zu Atemwegsproblemen führen kann (Raw Material Outlook Platform o.J.c). 2013 entzündete sich eine Halde mit Bergbauabfällen aus der australischen McArthur River Mine selbst, nachdem Pyrit-Eisensulfid in die oberen Schichten eingebracht wurde. Der Brand schwelte unter Entstehung großer Rauchschwaden für mehrere Monate<sup>19</sup> und führte zu Protesten unter den nahe der Mine lebenden Aborigines, die u. a. befürchteten, dass bei Regen die entstehenden ätzenden Säuren in ihr Wassereinzugsgebiet gelangen könnten (Bardon 2014). Damit wären u. a. ihr Recht auf Wasser, das Recht auf Gesundheit sowie die Rechte indigener Völker (UNDRIP) beeinträchtigt. Im Jahr 2016 erhoben zudem ehemalige Minenarbeiter\*innen der McArthur River Mine den Vorwurf, dass sie aufgrund unzureichender Gesundheitsschutzmaßnahmen durch das Einatmen der giftigen Rauchschwaden schwere gesundheitliche Schäden erlitten hätten (Bardon 2016).

Auch nach der Schließung von Zink-Minen kann über viele Jahre das Risiko einer Kontamination von Böden und Gewässern u. a. mit Schwermetallen anhalten. So wurden etwa seit der bereits 1962 erfolgten Schließung der ehemalige Blei-, Zink-, Kupfer-, Schwefelkies-, Silber- und Goldmine Lake George Mine in Australien umfangreiche Sanierungsarbeiten durchgeführt, um beispielsweise Erosion einzudämmen. Trotz der getroffenen Maßnahmen versickert nach offiziellen Angaben der Regierung von New South Wales auf dem Gelände weiterhin saures Grubenwasser und Schwermetallverunreinigungen breiten sich auch außerhalb des ehemaligen Minengeländes aus (NSW Government o.J.).

Weitere negative Umweltauswirkungen können im Rahmen der **Flotation** entstehen, für die große Mengen von Chemikalien eingesetzt werden, die fachgerecht gelagert werden müssen, um eine **Kontamination von Boden und Gewässern** zu vermeiden. Absetzteiche mit den Flotationsrückständen („Tailings“) gelten zudem nach ihrer Stilllegung als Brachflächen, auf denen sich aufgrund eines hohen pH-Werts des Bodens, einem Übermaß an Blei, Zink und Kupferverbindungen sowie einem Mangel an Phosphor, Kalium und Stickstoff kaum Vegetation neu ansiedelt, was mit negativen Auswirkungen auf das Ökosystem einhergehen kann (Raw Material Outlook Platform o.J.c).

Bei dem **Transport** des Zinksulfids und -erzes von der Mine oder Aufbereitungsanlage zum Hafen entstehen **Treibhausgasemissionen** (je nach Transportmittel), und es kann bei einem unkontrollierten Austritt der Ladung zu einer **Kontamination von Böden und Gewässern** kommen. So kam es Medienberichten zufolge zwischen Anfang 2019 und Mai 2021 zu zehn separaten Leckagen aus LKW, die Konzentrat aus der australischen Zink- und Blei-Mine McArthur River zum Hafen Bing Bong (nahe der Ortschaft Borroloola) transportierten. Dabei wurden aufgrund von überfüllten Anhängern, dem schlechten Zustand der Straßen und Fahrfehlern jeweils zwischen fünf Kilogramm und bis zu 70 Tonnen Konzentrat verschüttet, teilweise in direkter Nähe von Bächen und Überschwemmungsgebieten, was zu Bedenken hinsichtlich möglicher Verschmutzung von Wasserläufen führte (Gibson 2021).

Auch der anschließende **Export** von Zink birgt Umweltrisiken. Bei der Seeschifffahrt wird vor allem Schweröl als Kraftstoff eingesetzt, was zu hohen **Treibhausgasemissionen** und **Feinstaubemissionen** führt (vgl. auch Kapitel 3.3.2). Teilweise werden zudem Rückstände des Kraftstoffs im Meer entsorgt; sie stellen ein Risiko für die Umwelt dar (UBA 2022c).

---

<sup>19</sup> 2016 gab es abermals Berichte über eine erneute Selbstentzündung der Halde und damit verbundener Rauchentwicklung (Creagh 2016).

## 5 Ansatzpunkte und Maßnahmen zur Minderung von Umweltrisiken und zur Erfüllung umweltbezogener Sorgfaltspflichten

### 5.1 Maßnahmen, um Risiken für negative Auswirkungen zu identifizieren und zu bewerten

Um potenzielle oder tatsächliche Auswirkungen zu bestimmen, empfehlen sich angelehnt an den Due-Diligence-Prozess in Abbildung 1 (Schritte 2 und 3, (OECD 2018)) die folgenden Maßnahmen:

- ▶ **Breit angelegte Risikoanalyse**, um Transparenz zu schaffen und prioritäre Themen zu bestimmen
- ▶ **Vertiefte Risikoanalyse** für prioritäre Themen durchführen
- ▶ **Verbundenheit** des eigenen Unternehmens mit den identifizierten (hohen) Risiken für negative Auswirkungen bestimmen
- ▶ **Handlungsfelder** für Präventions- oder Minderungsmaßnahmen priorisieren

Es ist sinnvoll, die Implementierung und (Zwischen-)Ergebnisse intern zu dokumentieren und diese regelmäßig zu aktualisieren.

#### 5.1.1 Breit angelegte Risikoanalyse und vertiefte Risikoanalyse für prioritäre Themen

Am Beginn des Prozesses steht die Frage, welche negativen Umweltauswirkungen wo in den Lieferketten auftreten. Um die nötige Transparenz zu schaffen, wird die Wertschöpfungskette bzw. das Zuliefernetzwerk mittels einer breit angelegten Risikoanalyse systematisch auf potenzielle und tatsächliche negative Umweltauswirkungen untersucht. Neben eigenen unternehmensinternen Hinweisen und dem Dialog mit relevanten Stakeholdergruppen können (öffentlich zugängliche) Informationen zu branchen- und länderspezifischen, produkt- und unternehmensbezogenen Umwelthotspots und Risikofaktoren betrachtet werden, wie etwa in den Kapiteln 3 und 4 dieser Studie dargelegt. Informationslücken können durch unternehmensinterne Recherchen oder Zuhilfenahme von externen Expert\*innen geschlossen werden.

Die gesammelten Informationen sollten anschließend so aufbereitet werden, dass die Umweltauswirkungen und identifizierten Risiken hinsichtlich ihrer Schwere und Eintrittswahrscheinlichkeit bewertet und priorisiert werden können. Da eine gleichzeitige Betrachtung und Bearbeitung aller (potenziellen) negativen Umweltauswirkungen entlang der Lieferkette in der Regel nicht möglich ist, soll durch diesen Prozess eine Eingrenzung auf bedeutende Umweltauswirkungen und hohe Risiken erfolgen. Die Ergebnisse können mithilfe relevanter interner und externer Stakeholder entlang der Wertschöpfungskette, insbesondere auch direkt Betroffener, validiert werden.

Die folgenden Beispiele für Tools und Datenbanken sowie Stakeholder-Initiativen können die Risikoanalyse unterstützen.

### **Beispiele für Tools und Datenbanken zur Identifizierung oder Bewertung von potenziellen und tatsächlichen negativen Auswirkungen in der eigenen Wertschöpfungskette**

Die in der Studie erarbeiteten Informationen sind als eine erste Orientierung für Unternehmen zu verstehen. Um potenzielle und tatsächliche negative Umweltauswirkungen und ggf. damit verbundene menschenrechtliche Auswirkungen in der vorgelagerten Wertschöpfungskette für das eigene Unternehmen zu ermitteln, können nachstehende Tools genutzt werden:

- ▶ Analyse der Relevanz von Vorleistungssektoren bei **ENCORE** (<https://encore.naturalcapital.finance/en>) mithilfe der Filterung nach „Impacts“ und der Kategorie für den zutreffenden Vorleistungssektor im Tool, z. B. „Materials“. Anschließend können im Bereich „Sub-Industry“ konkrete Vorleistungssektoren ausgewählt werden. Nach dieser Auswahl sind die einzelnen ökologischen Wirkungskategorien dargestellt.
- ▶ Prüfung von Vorleistungssektoren mithilfe des **MVO CSR Risk Checks** (<https://www.mvorisicochecker.nl/en>). Dies kann über den generellen Check „Start the Check“ und die dortige Sektorenauswahl für die betreffenden Vorleistungssektoren erfolgen. Gleichzeitig können anhand der „World Map“ lokale Risiken identifiziert werden, falls Produktions- und/oder Abbaustandorte bekannt sind.
- ▶ Analyse von Wasserrisiken (hinsichtlich Wasserknappheit, Überschwemmungen, Wasserqualität und Zustand der Ökosystemleistungen) mithilfe des **Water Risk Filters** der WWF Risk Filter Suite, indem die bekannten Produktionsstandorte von Lieferanten (tier 1) und Sub-Lieferanten (tier 2-n) geprüft werden. Dies erfolgt auf der Webseite <https://waterriskfilter.org/> im Menü „Explore“ mit der Auswahl „Maps“ und anschließend im „Water Risk Layer, 1 Scarcity Risk“. Dieser Indikator gibt die akkumulierte Relevanz verschiedener Knappheitsrisiken der einzelnen Regionen an. Die Karte kann anschließend mit den bekannten Produktions- und/oder Abbaustandorten abgeglichen werden. Zusätzlich sind Detailauswertungen für einzelne Knappheitsindikatoren möglich, z. B. anhand des Indikators „1.2. Baseline Water Stress“. Falls die geografische Lage der Standorte bekannt ist, kann eine Liste im Portal hochgeladen werden. Der Water Risk Filter der WWF Risk Filter Suite zeigt anschließend das Wasserrisiko für jeden Standort an und empfiehlt Maßnahmen für alle Standorte.
- ▶ Analyse der Wertschöpfungsketten sowie zentraler menschenrechtlicher und umweltbezogener Risiken wichtiger Rohstoffe der Automobilindustrie über die **Raw Material Outlook Platform** (<https://www.rawmaterialoutlook.org/>). Das Instrument der Brancheninitiative Drive Sustainability bietet einen umfassenden Überblick von der Rohstoffgewinnung zahlreicher mineralische Rohstoffe, u.a. auch Aluminium, Kupfer und Zink, bis zur Herstellung von Automobilkomponenten.
- ▶ Identifizierung von Informationen zu konkreten lokalen Verschmutzungen, Schadensfällen für die Umwelt und Konflikten mit Bezug zur Umwelt anhand des **Environmental Justice Atlas** (<https://ejatlas.org>). Die Datenbank ermöglicht die Filterung nach einzelnen Ländern und Rohstoffen sowie nach ausgewählten Unternehmen („Featured Maps“). Die Rohstoffe der eigenen Wertschöpfungskette und bekannte/mögliche Produktions- oder Herkunftsstandorte der Vorleistungen für das eigene Unternehmen können somit abgeglichen werden. Informationen zu den einzelnen Fällen sind in der Datenbank hinterlegt bzw. verlinkt.
- ▶ Identifikation von ESG (Environmental, Social und Governance)-Risiken sowie Informationen zur Versorgungssicherheit und Bedeutung verschiedener mineralischer

Rohstoffe in industriellen Lieferketten auf der Plattform **Material Insights** (<https://www.material-insights.org/>). Die kollaborative Branchenplattform von TDi Sustainability und der Responsible Minerals Initiative (RMI) wird laufend um weitere Informationen zu Materialien, Metallen und Komponenten erweitert. Die Plattform bietet ausführliche Materialprofile sowie eine Übersicht zu ESG-Risiken verschiedener Rohstoffe, die sich unter anderem nach Industrie, Produkten und den Kategorien „Environmental“, „Social“ und „Governance“ sortieren lässt.

- ▶ Als weiterer Indikator für Risiken kann die **Datenbank der OECD** (<https://mneguidelines.oecd.org/database/>) genutzt werden, um konkrete Fälle und gemeldete Beschwerden zu identifizieren, die an die Nationalen Kontaktstellen (National Contact Points for Responsible Business Conduct) gemeldet wurden. Ausgangspunkt für die Prüfung ist die Filterung „Environment“ und nach den betreffenden Vorleistungssektoren unter „Industry Sector“. Anschließend ist die Filterung nach Ländern, Themen, Zeitraum etc. möglich.
- ▶ Abgleich der eigenen verwendeten Rohstoffe mit den einzelnen Bewertungen des aggregierten Umweltgefährdungspotentials (aEHP) sowie der differenzierten Umweltgefährdungspotenziale (EHP) von über 50 mineralischen Rohstoffen bei der Rohstoffgewinnung in der **Studie des Umweltbundesamts „Weiterentwicklung von Handlungsoptionen einer ökologischen Rohstoffpolitik (ÖkoRess II)“**. (Link: [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2020-06-17\\_texte\\_79-2020\\_oeokoressii\\_abschlussbericht.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2020-06-17_texte_79-2020_oeokoressii_abschlussbericht.pdf), Übersicht auf Seiten 41-42). Je nachdem, welche Metalle das eigene metallverarbeitende Unternehmen z. B. für Legierungen verwendet oder verarbeitet, kann ein Abgleich mit der Bewertung der EHPs der einzelnen Metalle und mineralischen Rohstoffe eine Hilfestellung bieten.
- ▶ Nutzung der Ergebnisse des Forschungsprojekts **„Pilot Screening der Umweltgefährdungspotenziale von Bergbaustandorten“ (ÖkoRess III)** (<https://www.umweltbundesamt.de/themen/umweltgefahrenradar-fuer-eisen-kupfer>), in dessen Rahmen im Auftrag des Umweltbundesamts weltweit 100 große Bergbaustandorte, u.a. für Eisenerz, auf ihre Umweltgefährdungspotenziale hin untersucht wurden. Die Ergebnisse können in Form einer interaktiven Karte abgerufen und als Umweltgefährdungsprofile zu einzelnen Bergbaustandorten heruntergeladen werden.

#### **Beispiele für Stakeholder-Initiativen zu potenziellen Auswirkungen in der Wertschöpfungskette der deutschen metallerzeugenden und -verarbeitenden Industrie, insbesondere für fokussierte Rohstoffe**

- ▶ Der **International Council on Mining and Metals (ICMM - <https://www.icmm.com>)** ist eine internationale Organisation, die sich für eine sichere, faire und nachhaltige Bergbau- und Metallindustrie einsetzt. Der Zusammenschluss von 25 Bergbau- und Metallunternehmen sowie über 30 Regional- und Rohstoffverbänden setzt sich für Stärkung der ökologischen und sozialen Leistung der Industrie ein.
- ▶ Die **Initiative for Responsible Mining Assurance (IRMA - <https://responsiblemining.net>)** ist ein 2018 gestartetes Bergbaustandard- und Zertifizierungsprogramm, das umfassende Leistungsmessungen und Anreize für Best Practices in sozialer und ökologischer Verantwortung an Minenstandorten weltweit bietet.

- ▶ Die **Responsible Sourcing-Initiative der London Bullion Market Association** (LBMA - <https://www.lbma.org.uk/responsible-sourcing>) trägt dazu bei, die Herkunft einer Reihe von Edelmetallen sicherzustellen und die Integrität globaler Lieferketten zu schützen.
- ▶ In der Initiative **Metalle Pro** (<https://metallepro.de/>) haben sich führende deutsche Unternehmen der NE-Metallindustrie zusammengeschlossen, um u.a. Ressourceneffizienz, Emissionseinsparungen und den verantwortungsbewussten Umgang mit Menschen und Umwelt entlang globaler Lieferketten in der Industrie zu stärken.
- ▶ Die **Responsible Minerals Initiative** (RMI - <https://www.responsiblemineralsinitiative.org>) setzt sich für Sorgfaltsprozesse in der Beschaffung von Mineralien ein und entwickelt z.B. entsprechende Standards für Raffinerien und Hüttenwerke.
- ▶ Die **Aluminium Stewardship Initiative** (ASI - <https://aluminium-stewardship.org>) ist eine globale Non-Profit-Organisation zur Festlegung und Zertifizierung von Standards, die sich für eine verantwortungsvolle Produktion, Beschaffung und Verwaltung von Aluminium einsetzt, wobei ein Ansatz für die gesamte Wertschöpfungskette verfolgt wird.
- ▶ Das **International Aluminium Institute** (IAI - <https://international-aluminium.org>) ist der weltweite Verband der Aluminiumhersteller, der über 60 % der Primäraluminiumproduktion repräsentiert.
- ▶ **LESS – Low Emission Steel Standard** (<https://www.stahl-online.de/less/>) ist eine Initiative der Wirtschaftsvereinigung Stahl, die vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) begleitet wird und zum Ziel hat, die Nachfrage nach CO<sub>2</sub>-reduzierten Stahl voranzubringen. Hierzu wurde im April 2024 der Low Emission Steel Standard LESS zur Kennzeichnung von CO<sub>2</sub>-armen Stahl herausgebracht. Das Kennzeichnungssystem besteht aus einer mehrstufigen Skala zur Einstufung der verschiedenen Verfahren bzw. Stahlproduktionsrouten. Stahlhersteller, die sich nach LESS zertifizieren müssen u. a. Angaben zu den Treibhausgasemissionen ausweisen.
- ▶ **Copper Mark** (<https://coppermark.org/>) ist ein Rahmenwerk zur Förderung der verantwortungsvollen Gewinnung und Produktion von Kupfer. Mit dem Copper Mark Nachhaltigkeitsstandard werden global Unternehmen ausgezeichnet, die sich für verantwortungsvolle Betriebsabläufe in Bezug auf Umwelt, Mitarbeitende, lokale Gemeinschaften und Unternehmensführung einsetzen.
- ▶ Die **International Copper Association** (ICA - <https://copperalliance.org>) repräsentieren einen Großteil der weltweiten Kupferproduktion und verpflichten sich, einen positiven Beitrag zu den Zielen der nachhaltigen Entwicklung der Gesellschaft zu leisten.
- ▶ Als Netzwerk der deutschen Zinkindustrie hat sich die **Initiative ZINK** (<https://www.zink.de/zink/nachhaltigkeit/>) im Jahr 2001 zu einer Nachhaltigkeitscharta bekannt, die auch die Vermeidung von Risiken für Mensch und Umwelt in der Lieferkette umfasst. Die Initiative stellt ihren Mitgliedern u.a. Informationen zu den Themen Klimaschutz, Ökobilanzen und Umweltproduktdeklarationen und Cradle-to-Cradle (C2C)-Ansätzen zur Verfügung.
- ▶ Die **International Zinc Association** (IZA - <https://www.zinc.org/>) vertritt die Zinkindustrie weltweit und hat Ende 2022 gemeinsam mit The Copper Mark, dem Nickel Institute und der International Molybdenum Association in Anlehnung an den Copper Mark Nachhaltigkeitsstandard (siehe oben) das **Zinc Mark** als ESG-Zertifizierungssystem

veröffentlicht Der Zinc Mark Standard soll nachhaltige und verantwortungsvolle Produktions- und Beschaffungspraktiken fördern und richtet sich an Unternehmen, die mit Gewinnung, Verarbeitung, Aufbereitung, dem Mischen, Recycling oder sonstiger Handhabung und Bearbeitung von Zink befasst sind.

### **5.1.2 Verbindung des eigenen Unternehmens zu potenziellen oder tatsächlichen negativen Auswirkungen bestimmen und Handlungsfelder für Maßnahmen priorisieren**

Je nach Bezug zur negativen Auswirkung kann es in erster Linie um die Anpassung der eigenen Geschäftspraktiken gehen (eigene Verursachung und Beitrag dazu durch eigene Aktivitäten, siehe unten) oder darum, die Hebelwirkung zu nutzen, um die Praktiken eines Dritten zu ändern (Beitrag und Verbindung). Die Bestimmung der Verbundenheit des Unternehmens mit negativen umwelt- oder menschenrechtlichen Auswirkungen und Risiken hilft, zielgerichtete und angemessene Maßnahmen zu entwickeln. Unternehmen sollten Maßnahmen entwickeln oder ihre Hebelwirkung dazu nutzen, um tatsächliche und potenzielle negative Auswirkungen entlang der Wertschöpfungskette zu vermeiden, zu stoppen oder im größtmöglichen Maß zu mindern und bereits eingetretene Schäden wiedergutzumachen. Entsprechende Handlungsansätze und Maßnahmen werden im Folgenden behandelt.

Weitere Hilfestellungen bietet der OECD-Leitfaden für die Erfüllung der Sorgfaltspflicht für verantwortungsvolles unternehmerisches Handeln (OECD 2018) sowie der Leitfaden „Schritt für Schritt zum nachhaltigen Lieferkettenmanagement“ (Weiss et al. 2017).

## **5.2 Beseitigen, Vermeiden und Mindern von (potenziellen) negativen Auswirkungen**

Im Folgenden werden zehn Steckbriefe zu Handlungsansätzen präsentiert, um tatsächliche und potenzielle negative Umweltauswirkungen in der Lieferkette zu beseitigen, zu vermeiden und zu mindern:

1. **Transparenz:** Die eigene Lieferkette für das Management (potenzieller) negativer Auswirkungen nachvollziehen
2. **Steuerung:** Verankerung eines nachhaltigen Lieferkettenmanagements im Unternehmen
3. **Steuerung:** Definition von klaren Zielen für nachhaltigere Lieferketten und Beschaffung
4. **Kommunikation:** Interner Wissensaufbau und Austausch zu Umweltthemen und Maßnahmen in der Lieferkette
5. **Kommunikation:** Austausch zu Umweltthemen und Maßnahmen mit (Vor-)Lieferanten
6. **Dialog:** Austausch mit (potenziell) Betroffenen als Input zur Risikoanalyse und zur effektiven Lösungsfindung
7. **Pilotprojekte:** Punktuelle Umsetzung von Veränderungen in der Lieferkette und anschließende Ausweitung
8. **Einkauf und Lieferantenmanagement:** Zertifizierungen und Standards bei Produzenten und/oder Rohstoffen
9. **Allianzen:** Unternehmens- und branchenübergreifende Ansätze zur Schaffung nachhaltigerer Lieferketten
10. **Stoffkreisläufe:** Einsatz von Sekundärrohstoffen und Schaffung von Recyclingkreisläufen

Jeder Steckbrief beinhaltet Hinweise dazu, inwieweit der Handlungsansatz zu Verbesserungen beiträgt und wie diese mit dem eigenen Unternehmen verbunden sind. Hinweise zur Umsetzung sowie Beispiele, die sich auf die Erkenntnisse von Kapitel 3 und 4 der vorliegenden Studie beziehen, bieten eine Hilfestellung für die unternehmerische Praxis. Dabei ist zu beachten, dass

die deutsche metallerzeugende und -verarbeitende Industrie, wie sie in dieser Studie verstanden wird, verschiedenste Betriebs- und Unternehmensstrukturen umfasst. Angaben des Statistischen Bundesamts zufolge gehörten Ende September 2020 von den insgesamt 669.416 im Bereich der „Herstellung von Metallerzeugnissen“ (WZ08-25) tätigen Unternehmen knapp 23 % zu den Kleinst- und Kleinunternehmen mit weniger als 50 Mitarbeiter\*innen, ein Großteil von 44 % war den mittleren Unternehmen mit 50 bis 249 tätigen Personen zuzuordnen und etwa 33 % der Betriebe beschäftigten als Großunternehmen über 500 Mitarbeiter\*innen. Im Bereich der „Metallerzeugung und -bearbeitung“ (WZ08-24) hingegen zählten im gleichen Jahr von den insgesamt 244.279 Unternehmen fast 72 % zu den Großunternehmen, während etwa 24 % zur Gruppe der mittleren und nur knapp 4 % den Kleinst- und Kleinunternehmen zuzuordnen waren (DESTATIS 2020). Dieser Heterogenität der Betriebs- und Unternehmensstrukturen werden die nachfolgenden Handlungsansätze gerecht, indem sie, soweit relevant, auf die jeweiligen Unterschiede in den Handlungsmöglichkeiten größer, mittelgroßer und kleiner Unternehmen in der deutschen metallerzeugenden und -verarbeitenden Industrie eingehen. Grundsätzlich ist jedoch hervorzuheben, dass auch kleine und mittlere Unternehmen (KMU) bei der Umsetzung umweltbezogener sowie menschenrechtlicher Sorgfaltspflichten eine zentrale Rolle spielen, da große Unternehmen auf ihre Kooperation und Bereitstellung relevanter Informationen angewiesen sind (Helpdesk Wirtschaft & Menschenrechte o.J.).

Die Steckbriefe nehmen Erkenntnisse aus dem Austausch mit Branchenvertreter\*innen auf und greifen auf die eigenen Praxiserfahrungen des Projektkonsortiums zurück.

**Tabelle 8: (1) Transparenz: Die eigene Lieferkette für das Management (potenzieller) negativer Auswirkungen nachvollziehen**

<p><b>Kurzbeschreibung des Handlungsansatzes</b></p>	<p>► Oftmals ist die vorgelagerte Wertschöpfungskette intransparent. Vorlieferanten oder Orte der Produktion und Produktionsbedingungen in den vorgelagerten Lieferkettenstufen sind kaum bekannt, ebenso die Herkunft von Rohstoffen und damit verbundene Bedingungen bei der Rohstoffgewinnung. Mitunter werden Vorprodukte zugekauft, ohne dass selbst die letzte Fertigungsstätte bekannt ist. Eine höhere Transparenz über die eigene Lieferkette und umweltbezogene Auswirkungen entlang der Wertschöpfungskette sind eine wichtige Basis für ein datenbasiertes, erfolgsorientiertes Management von (potenziellen) negativen Auswirkungen. Erst mit diesem Wissen können auch geeignete Maßnahmen in der Lieferkette angestoßen und umgesetzt werden.</p>
<p><b>Beitrag zur Verringerung von negativen Auswirkungen</b></p>	<p>► Ein systematisches Verständnis über die eigene Lieferkette und die umweltbezogenen und sozialen Auswirkungen ist als interner Treiber für ein lieferkettenumfassendes Nachhaltigkeitsmanagement und als wichtiger Bestandteil der gesamtgesellschaftlichen Kooperation in Richtung Nachhaltigkeit unerlässlich.</p>
<p><b>Verbundenheit zum eigenen Unternehmen</b></p>	<p>► Der Ansatz ist übergreifend über die gesamte vorgelagerte Lieferkette eines Unternehmens und bedarf der Einbindung von Lieferanten und Vorlieferanten, um die Transparenz kontinuierlich zu verbessern.</p>

<b>Umsetzung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Es wird empfohlen, bestehende Tools oder Systeme zu nutzen (siehe Beispiele in Kapitel 5.1.1). Im Fokus sollten insbesondere als kritisch einzuschätzende Rohstoffe und/oder Herkunftsländer (sowohl von Rohstoffen als auch von Vorleistungen bzw. Vorprodukten) stehen.</li> <li>▶ Ein Austausch mit verschiedenen Stakeholdergruppen, insbesondere Partnern in der eigenen Wertschöpfungskette, ist hierbei unerlässlich.</li> </ul>
<b>Beispiele für mögliche Maßnahmen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ <u>Informationen bei Lieferanten abfragen</u>: Ein erster Schritt zur Gewinnung von Informationen über Auswirkungen in der Lieferkette kann ein Fragebogen für Lieferanten zu den einzelnen umweltbezogenen Themen sein. Hierzu können etablierte Fragebögen und Berichtssysteme wie Ecovadis oder Carbon Disclosure Project (CDP) genutzt werden. Die Auskünfte von Lieferanten liefern erste Anhaltspunkte über mögliche Risiken und daraus abgeleitete Verbesserungs- und Minderungsmaßnahmen. Als erster Schritt eignen sich Lieferanten mit hohem Umsatzanteil am Beschaffungsvolumen oder strategische Lieferanten von Vorprodukten und Rohstoffen.</li> </ul>

**Tabelle 9: (2) Steuerung: Verankerung eines nachhaltigen Lieferkettenmanagements im Unternehmen**

<b>Kurzbeschreibung des Handlungsansatzes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Festlegung zentraler Verantwortlichkeiten zur Steuerung des Themas im Unternehmen</li> </ul>
<b>Beitrag zur Verringerung von negativen Auswirkungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Voraussetzung für weitere Schritte, z. B. die Entwicklung von Zielen und Maßnahmen, die Nachverfolgung der Umsetzung etc.</li> </ul>
<b>Verbundenheit zum eigenen Unternehmen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Dieser Handlungsansatz ist zunächst intern ausgerichtet.</li> </ul>
<b>Umsetzung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ In großen Unternehmen sollten allen für das nachhaltige Lieferkettenmanagement relevanten Organisationseinheiten (z. B. Beschaffung, Vertragsmanagement, Logistik, Unternehmensplanung, Qualitäts- und Umweltmanagement) klare Verantwortlichkeiten zugewiesen werden.</li> <li>▶ Es kann eine zentral verantwortliche Organisationseinheit festgelegt oder geschaffen werden, die das Thema im Unternehmen vorantreibt und koordiniert. Diese Einheit sollte keine Insellösung sein, sondern dafür sorgen, dass Aspekte des nachhaltigen Lieferkettenmanagements in Richtlinien, Prozesse und Strukturen des Unternehmens integriert werden.</li> <li>▶ In kleinen Unternehmen mit einer weniger komplexen Organisationsstruktur sollte ein*e Verantwortliche*r oder Beauftragte*r benannt werden, der*die sich</li> </ul>

	<p>zentral mit den Fragen des nachhaltigen Lieferkettenmanagements im Unternehmen auseinandersetzt.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Verantwortliche Organisationseinheiten oder Beauftragte sollten das klare Bekenntnis und ein starkes Mandat von der Geschäftsführung bekommen, um somit in die betreffenden Unternehmensbereiche und/oder Tochterunternehmen hineinwirken und Veränderungen anstoßen zu können.</li> <li>▶ Die betreffenden Bereiche oder verantwortliche Personen sollten mit den notwendigen Ressourcen und Kapazitäten ausgestattet sein, anstatt diese neue Aufgabe einfach nur zusätzlich und ohne Ressourcenausstattung wahrzunehmen. In der Praxis ist oft zu beobachten, dass Bereiche wie das Umweltmanagement zusätzliche Verantwortlichkeiten ohne entsprechende Zusatzressourcen zugewiesen bekommen. Dies führt schließlich dazu, dass das Thema nur unzureichend Beachtung findet.</li> <li>▶ Eine regelmäßige Berichterstattung an die Geschäftsführung zu Fortschritten, Maßnahmen etc. sollte etabliert werden.</li> </ul>
<p><b>Beispiele für mögliche Maßnahmen</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ <u>Verankerung in der zentralen Steuerung:</u> Die Erkenntnisse aus der Risikoanalyse, sollten als Ausgangspunkt für ein kritisches Hinterfragen des Nachhaltigkeitsmanagements und strategischer unternehmerischer Weichenstellungen dienen: Wo bestehen gegebenenfalls Lücken (etwa bei der Abdeckung bestimmter Umweltauswirkungen, spezifischer regionaler Risiken oder Beschaffungsprozesse) und wo besteht Bedarf, Geschäftspraktiken anzupassen, um (potenzielle) negative Auswirkungen möglichst umfassend zu beseitigen, zu vermeiden oder zu mindern?</li> <li>▶ <u>Systematische Integration in das Risikomanagement:</u> Die Ergebnisse der Risikoanalyse und der identifizierten negativen Umweltauswirkungen sollten fest im unternehmerischen Risikomanagement verankert werden. Neben den (potenziellen) negativen Umweltauswirkungen und den menschenrechtlichen Implikationen können auch die monetären Risiken für das eigene Unternehmen erfasst werden. So können beispielsweise beim Thema Wasserverbrauch und -knappheit die damit verbundenen Kostenrisiken in der Lieferkette (durch steigende Preise für die Wassernutzung), regulatorischen Risiken (z. B. bei der Wasserversorgung) u. Ä. berücksichtigt werden. Grundlage können z. B. Abgleiche der eigenen Lieferkette mit der regionalen Risikoanalyse des Water Risk Filters der WWF Risk Filter Suite bilden. Der nächste Schritt sollte die Identifizierung konkreter Minderungsmaßnahmen bei (Vor-)Lieferanten und/oder bezogenen Rohstoffen sein. Hierzu sind weitere Bereiche wie das Lieferantenmanagement und die Produktentwicklung einzubinden.</li> </ul>

**Tabelle 10: (3) Steuerung: Definition von klaren Zielen für nachhaltigere Lieferketten und Beschaffung**

<p><b>Kurzbeschreibung des Handlungsansatzes</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Festlegung von konkreten Zielen für eine nachhaltigere Beschaffung und Gestaltung von Lieferketten zur Verringerung negativer Umweltauswirkungen</li> </ul>
--	--

<b>Beitrag zur Verringerung von negativen Auswirkungen</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▶ Dieser Schritt schafft konkrete Priorisierungen und Zielsetzungen. Er ist Voraussetzung für die Ableitung von Maßnahmen und Initiativen. Hierbei sollten sowohl ökologische als auch menschenrechtliche Aspekte miteinander verbunden werden.</li></ul>
<b>Verbundenheit zum eigenen Unternehmen</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▶ Basis ist die Risikoanalyse der Lieferkette zu potenziellen negativen Auswirkungen auf die Umwelt. Dies sollte sowohl die direkten Lieferanten (tier 1) als auch Stufen der vorgelagerten Lieferkettenstufen, z. B. die Rohstoffgewinnung, betreffen.</li></ul>
<b>Umsetzung</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▶ Für die Definition von Zielen ist in großen Unternehmen die breite Einbindung der verschiedenen Unternehmensbereiche, insbesondere des Einkaufs oder des Qualitätsmanagements, notwendig. Ebenso sollte der Prozess eine klare Unterstützung von der Geschäftsleitung besitzen.</li><li>▶ Die Ziele sollten sich auf die im Rahmen der Risikoanalyse identifizierten bedeutsamen negativen Umweltauswirkungen beziehen.</li><li>▶ Die Ziele sollten SMART definiert werden, d. h.<ul style="list-style-type: none"><li>● <b>Specific (spezifisch)</b>, d. h. keine Allgemeinziele, sondern eine Definition, was konkret verbessert werden soll, z. B. statt „Verbesserung von Umweltstandards“ besser eine Definition von Zielen, etwa zur Reduktion von Treibhausgasemissionen, zu Anteilen von erneuerbaren Energien oder zum Einkauf eines bestimmten prozentualen Anteils zertifizierter Materialien (siehe dazu auch Handlungsansatz 8; Tabelle 15).</li><li>● <b>Measurable (messbar)</b>, d. h. auf Basis von geeigneten Key-Performance-Indikatoren (KPIs) wie der Menge der Treibhausgasemissionen in der Lieferkette, der Menge an verbrauchtem Wasser in Regionen mit Wasserstress, dem Anteil von Lieferanten mit Zertifizierung des Abwassermanagements, der Anzahl an Lieferanten, die zu verbessertem Abwassermanagement geschult sind etc.</li><li>● <b>Achievable (erreichbar)</b>, d. h. die Ziele sollten realistisch, akzeptiert und zuordbar sein. Steht ein Unternehmen am Anfang, Umweltaspekte bei Lieferanten zu adressieren, ist es durchaus sinnvoll, sich zunächst auf „Quick Wins“ zu fokussieren. Beispielsweise können am Anfang die Ziele die direkten Lieferanten umfassen (Anzahl xy Lieferanten besitzen Umweltmanagement), wenn noch keine Transparenz über tiefere Lieferkettenstufen besteht. Das Kriterium der Erreichbarkeit sollte ambitionierte Zielsetzungen nicht unterbinden.</li><li>● <b>Reasonable (angemessen)</b>, d. h. sich ambitionierte Ziele zu setzen, die zu tatsächlichen Verbesserungen beitragen und das mit der Zielstellung verbundene Problem adäquat lösen können. Als Orientierung kann der Vergleich mit anderen (Branchen-)Unternehmen dienen, ebenso Zielhorizonte, die sich z. B. aus wissenschaftlichen Zielen zur Reduktion von Treibhausgasemissionen ergeben. Die Ziele sollten mit konkreten Maßnahmen hinterlegt sein, die auf das Ziel einzahlen.</li></ul></li></ul>

- **Time-bound (terminiert)**, d. h. mit konkreten Fristen versehen, möglichst als kurz-, mittel- bis langfristige Ziele, um konkrete Maßnahmen voranzubringen. Kurzfristige Ziele können beispielsweise umsetzbare Energieeffizienzmaßnahmen bei Lieferanten sein, mittelfristige Ziele können Maßnahmen zur Ausweitung auf die gesamte Lieferkette oder zum Einsatz von alternativen Materialien umfassen. Langfristige Ziele mit längerem Zeithorizont wie Netto-Null-Treibhausgasemissionen sollten Meilensteine und Schritte zur zwischenzeitlichen Erfolgskontrolle beinhalten.
- ▶ Übergeordnete Ziele sollten möglichst alle Unternehmensbereiche und möglicherweise auch Tochterunternehmen umfassen. In großen Unternehmen sollten zudem spezifische Ziele für einzelne Tochtergesellschaften, Unternehmensbereiche oder für einzelne Umweltaspekte definiert werden. Gemäß den Anforderungen des Umweltmanagements sollten die Beiträge von unterschiedlichen Ebenen und Funktionsbereichen der Organisation zum Erreichen der Umweltziele ermittelt und den einzelnen Mitgliedern der Organisation zugeordnet werden.
- ▶ Mögliche (Zusatz-)Kosten und Investitionen sollten so gut wie möglich abgeschätzt und entsprechende Budgets hierfür bereitgestellt werden. Ebenso ist eine Verabschiedung durch die Geschäftsführung und die breite Kommunikation im Unternehmen unabdingbar.
- ▶ Bei der Definition von Zielen sollten gleichzeitig Prozesse zur internen und externen Berichterstattung und zum Monitoring der Zielerreichung etabliert werden. Insbesondere sollte festgelegt werden, wie vorgegangen werden soll, wenn Ziele nicht erreicht werden. Mit der Definition der Ziele kann auch die Einführung eines Incentivierungsschemas überlegt werden, z. B. die Verknüpfung der Vergütung mit der Erreichung von Nachhaltigkeitszielen.

**Beispiele für  
mögliche  
Maßnahmen**

- ▶ Ziele zum Bezug von Energie aus erneuerbaren Quellen sowohl an den eigenen Standorten als auch in der Lieferkette. Diese Maßnahme bezieht sich auf die Ergebnisse aus Kapitel 3. Sie zielt auf mehrere Umweltthemen zur Verringerung negativer Auswirkungen ein, insbesondere die Verringerung des Ausstoßes von Treibhausgasen und Luftschadstoffen sowohl bei der Verbrennung von fossilen Energieträgern als auch bei deren Abbau und Transport. Schwerpunkt sollten Materialien, Prozesse und Standorte in der Lieferkette mit hohem Energie- und Strombedarf und Länder mit einem hohen Anteil an fossilen Energieträgern sein. Beim Bezug von Strom aus erneuerbaren Quellen sind jedoch auch mögliche negative Effekte zu berücksichtigen. Die Nutzung von Wasserkraft kann beispielsweise negative ökologische und menschenrechtliche Auswirkungen durch die Flutung von Staudammgebieten beinhalten. Bei der Gewinnung von Energie aus der Nutzung von biogenen Quellen können negative Auswirkungen bezüglich des Wasserverbrauchs und der Flächeninanspruchnahme auftreten. Zudem kann die Nutzung von Energie aus Biomasse den Flächendruck erhöhen. Zahlreiche Unternehmen haben begonnen, Anforderungen an (Vor-)Lieferanten zum Einsatz von erneuerbaren Energien zu stellen, z. B. als Beschaffungskriterium oder als Teil der Lieferantenbewertung. Ähnliches gilt auch für die Zielsetzungen von

	<p>Unternehmen zu Treibhausgasreduktionen in der Lieferkette (Scope 3) im Rahmen ihrer wissenschaftsbasierten Klimaschutzziele und -strategien.</p> <p>► <u>Zielvorgaben im Rahmen der Lieferantenentwicklung und -bewertung:</u> Eine Möglichkeit, um die Qualität der Risikoanalyse bezüglich menschenrechtlicher und ökologischer Sorgfaltspflichten zu stärken, ist die Zielvorgabe an Lieferanten, selbst eine solche Risikoanalyse durchzuführen und sich über Ergebnisse, die das eigene Unternehmen betreffen, auszutauschen. Darüber hinaus können Ziele für Lieferanten von Vorprodukten oder Lieferanten aus Regionen oder mit Prozessen, die mit hohen (potenziellen) negativen Umweltauswirkungen verbunden sind, definiert werden. So können z. B. für Lieferanten in Regionen mit hohen Wasserknappheitsrisiken Ziele zur Reduktion des Wasserverbrauchs vereinbart werden. Ebenso können Vereinbarungen mit Lieferanten zur Reduktion des Ausstoßes von Luftschadstoffen bzw. zu Emissionsrichtwerten oder Abwasserwerten getroffen werden. Bei der „Weiterreichung“ von Vorgaben sollten allerdings stets die finanziellen und personellen Fähigkeiten der Lieferanten beachtet werden, diese auch umsetzen zu können. Gegebenenfalls können Kooperationen hilfreich sein (siehe Handlungsansatz 5, Tabelle 12). Die Sorgfaltspflicht des eigenen Unternehmens entlang der Lieferketten kann nicht an Lieferanten weitergereicht werden. Voraussetzung für diese Maßnahme ist der Aufbau langfristiger und vertrauensvoller Lieferbeziehungen – auch über die Stufe der direkten Lieferanten hinaus, beispielsweise beim Bezug von Rohmaterialien. Durch die Schaffung von Sicherheit in Bezug auf Abnahmevolumen und Vertragsdauer können bei (Vor-)Lieferanten die Voraussetzungen dafür geschaffen werden, ebenfalls nachhaltige Unternehmenspraktiken zu integrieren (siehe dazu auch Handlungsansatz 8, Tabelle 15).</p>
--	--

**Tabelle 11: (4) Kommunikation: Interner Wissensaufbau und Austausch zu Umweltthemen und Maßnahmen in der Lieferkette**

<b>Kurzbeschreibung des Handlungsansatzes</b>	<p>► Dialog zu (potenziellen) negativen Auswirkungen auf die Umwelt mit betreffenden Abteilungen oder Verantwortlichen im Unternehmen</p>
<b>Beitrag zur Verringerung von negativen Auswirkungen</b>	<p>► Dieser Handlungsansatz ist übergreifend wirksam und zahlt je nach Maßnahme auf die einzelnen Umweltthemen ein.</p>
<b>Verbundenheit zum eigenen Unternehmen</b>	<p>► Dieser Ansatz ist zunächst intern ausgerichtet und schafft die Voraussetzungen für die Identifizierung von möglichen Umweltauswirkungen und geeigneten Maßnahmen sowohl im eigenen Unternehmen als auch in der Lieferkette. Gleichzeitig schafft er kontinuierliche Prozesse zum Wissensaufbau und zur Lösungsfindung.</p>
<b>Umsetzung</b>	<p>► Bei großen Unternehmen sind zuerst sind die betreffenden (zentralen) Bereiche im Unternehmen zu identifizieren, die notwendig für die Erarbeitung und Umsetzung von Maßnahmen sind, z. B. Einkauf/Lieferantenmanagement, Logistik,</p>

Unternehmens- und Produktionsplanung, Risikomanagement, Umwelt-, Qualitäts- und Arbeitssicherheitsmanagement.

- ▶ Es sollten Verantwortliche in den jeweiligen Bereichen festgelegt werden, die die Themen wiederum in ihrem Bereich kommunizieren. Zur Befähigung ihrer Rolle ist den betreffenden Abteilungen/Verantwortlichen ausreichend Wissen bereitzustellen, z. B. in Form von Briefings, One-Pagern, Trainings.
- ▶ Interne Austauschformate helfen, die einzelnen Fachabteilungen oder Unternehmensbereiche zu dem Thema miteinander zu vernetzen. Dies kann in Form von Workshops, virtuellen Themenkanälen/-räumen, regelmäßigen Routinen o. Ä. erfolgen. Es sollte sichergestellt sein, dass die einzelnen internen Wissensträgerinnen und Wissensträger im Unternehmen bei der Suche nach geeigneten Lösungsansätzen sinnvoll zusammengeführt werden.
- ▶ In kleinen Unternehmen mit weniger komplexen Organisationsstrukturen sind die jeweils verantwortlichen Mitarbeitenden zu identifizieren (oder zu benennen, siehe dazu auch Handlungsansatz 2, Tabelle 9). In sehr kleinen Unternehmen kann auch eine Sensibilisierung aller Mitarbeitenden für Nachhaltigkeits-Themen sinnvoll sein. Fehlen intern die Ressourcen, um das notwendige Wissen aufzubereiten und zu vermitteln, können zahlreiche externe Angebote genutzt werden, die sich oft auch explizit an KMU richten.

**Beispiele für  
mögliche  
Maßnahmen**

- ▶ Austauschformate: Einrichtung einer regelmäßigen Runde „Rohstoffe & Umwelt“ mit Wissensträger\*innen der verschiedenen Unternehmensbereiche. Ziele sind ein abteilungsübergreifender Austausch und die Erarbeitung von konkreten Maßnahmen und Projekten zu ausgewählten Rohstoffen und Vorprodukten, ebenso die Sensibilisierung und der unternehmensweite Wissensaufbau, z. B. zu möglichen Maßnahmen, Technologien, Initiativen, Medienberichten o. Ä.
- ▶ Wissensaufbau in der Einkaufsabteilung: Um Nachhaltigkeitsaspekte in den Beschaffungsprozessen besser zu verankern, ist der Aufbau von Wissen direkt im Einkaufsbereich sinnvoll. Dies kann im ersten Schritt die Benennung von Verantwortlichen sein. In deren Stellenbeschreibungen sollten unbedingt genügend Kapazitäten wie auch Möglichkeiten für den eigenen Wissensaufbau zur Verfügung stehen. Die Verantwortlichen können wiederum Schulungen im Einkauf durchführen, in Projekte z. B. zur Einführung von Nachhaltigkeitskennzahlen eingebunden werden, beratend zur Seite stehen bei konkreten Fragen etc. Sie wirken zum einen als Wissensträger\*innen und zum anderen als Multiplikator\*innen.
- ▶ Nutzung externer Angebote für KMU: Unternehmen können auf ein breites Angebot an externen Informations-, Sensibilisierungs- und Fortbildungsangeboten auch zu Fragen der nachhaltigen Lieferkettengestaltung und des nachhaltigen Einkaufs zurückgreifen. Auf regionaler Ebene stellen beispielsweise Industrie- und Handelskammern entsprechende Informationen und Schulungsangebote zur Verfügung. Auf Bundesebene können Unternehmen u. a. die kostenlosen Angebote des KMU Kompass des Helpdesk Wirtschaft und Menschenrechte für den internen Wissensaufbau nutzen (Helpdesk Wirtschaft & Menschenrechte o.J.).

**Tabelle 12: (5) Kommunikation: Austausch zu Umweltthemen und Maßnahmen mit (Vor-)Lieferanten**

<b>Kurzbeschreibung des Handlungsansatzes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Gegenseitiger Austausch mit (Vor-)Lieferanten zu Erfahrungen, Anforderungen und Maßnahmen</li> </ul>
<b>Beitrag zur Verringerung von negativen Auswirkungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Dieser Handlungsansatz ist übergreifend wirksam und zählt auf die einzelnen Umweltthemen ein.</li> </ul>
<b>Verbundenheit zum eigenen Unternehmen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Der Handlungsansatz ist sowohl für direkte Lieferanten als auch für die vorgelagerten Stufen der Lieferkette geeignet.</li> </ul>
<b>Umsetzung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Ebenso wie der interne Wissensaufbau (siehe Handlungsansatz 4, Tabelle 11) sollte auch ein Austausch mit relevanten (Vor-)Lieferanten stattfinden. Erfahrungsberichte und Best Practices sowohl aus dem eigenen Unternehmen als auch von Lieferanten können sich als gegenseitige Hilfestellung eignen. Gleichzeitig können durch einen Austausch auf Augenhöhe auch mögliche Hemmschwellen beim Lieferanten oder im eigenen Unternehmen sinken, Maßnahmen zu ergreifen. Ebenso können gemeinsam mit Lieferanten und Vorlieferanten Projekte zur Verringerung von Umweltauswirkungen initiiert und umgesetzt werden (siehe Handlungsansatz 7, Tabelle 14).</li> <li>▶ Es sollte ein regelmäßiges Follow-up dazu erfolgen, welche Maßnahmen eingeleitet und welche Ergebnisse erreicht worden sind. Dies sollte fester Bestandteil im laufenden Austausch mit Lieferanten sein.</li> </ul>
<b>Beispiele für mögliche Maßnahmen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ <u>Austausch zu Best Practices mit (Vor-)Lieferanten</u>: Lernerfahrungen und Praxisbeispiele können eine wertvolle Hilfestellung für Lieferanten und Vorlieferanten oder umgekehrt für das eigene Unternehmen sein. Besonders eignen sich Maßnahmen, die ohne große Einschränkungen übertragbar sind, z. B. Energieeffizienzmaßnahmen, der Einsatz von neuen Verarbeitungsverfahren, die Umstellung auf erneuerbare Energien sowie managementbezogene Maßnahmen. Zu diesem Zweck können Fallbeispiele mit Hinweisen zu Aufwand und Nutzen, Umsetzungserfahrungen, möglichen Barrieren und erfolgreichen Lösungsansätzen erstellt und ausgetauscht werden. Auch Erfahrungen zu Trainingsworkshops, Online-Tools u.Ä. können wechselseitig ausgetauscht werden.</li> </ul>

**Tabelle 13: (6) Dialog: Austausch mit (potenziell) Betroffenen als Input zur Risikoanalyse und zur effektiven Lösungsfindung**

<b>Kurzbeschreibung des Handlungsansatzes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Dialog mit tatsächlich oder potenziell von Umweltauswirkungen Betroffenen und ggf. weiteren relevanten Stakeholdern (vgl. im Folgenden auch OECD 2018, S. 50)</li> </ul>
---	---

<p><b>Beitrag zur Verringerung von negativen Auswirkungen</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Der wechselseitige Austausch mit Stakeholdern, vor allem mit Betroffenen – vom Informationsaustausch zu bestimmten Themen bis hin zu anlassbezogenen, lokalen Konsultationen und Kooperationen – ist zentral für die Verbesserung lokaler Bedingungen.</li> <li>▶ Auch zur Risikoanalyse bietet der Dialog mit Betroffenen einen wertvollen Informationsgewinn.</li> <li>▶ Je konkreter und spezifischer die Auswirkung, desto wichtiger gestaltet sich der Dialog mit lokal ansässigen, direkt von den Tätigkeiten eines Unternehmens oder dessen (Vor-)Lieferanten betroffenen Gruppen.</li> </ul>
<p><b>Verbundenheit zum eigenen Unternehmen</b> <b>Umsetzung</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Der Dialog kann auf allen Stufen der Verbundenheit greifen.</li> <li>▶ Ausgangspunkt können Informationsquellen, etwa von zivilgesellschaftlichen Organisationen, Verbänden oder Brancheninitiativen, zu Regionen und/oder Rohstoffen sein, die sich als kritisch bei der eigenen Risikoanalyse herausgestellt haben.</li> <li>▶ Eine Kontaktaufnahme für einen weitergehenden Austausch empfiehlt sich, wenn sich mögliche oder bereits eingetretene Schäden konkretisieren. Der Dialog kann in unterschiedlicher Form erfolgen, z. B. durch Konsultationen, Treffen, Anhörungen. Solche Dialoge sollten stets auf Augenhöhe erfolgen und alternative Standpunkte und Bedenken zulassen. Bei besonders schutzbedürftigen und sogenannten stillen Betroffenengruppen sollten Organisationen einbezogen werden, welche die Interessen dieser Gruppen adäquat vertreten.</li> <li>▶ Im Falle von konkreten Schäden sollte der Dialog in ernsthaftem Willen durchgeführt werden, die Auswirkungen und deren Ursachen zu verstehen, den eingetretenen Schaden wiedergutzumachen und zukünftige Schäden zu verhindern.</li> <li>▶ In bestimmten Situationen kann es sinnvoll sein, den Dialog mit Betroffenen auf Branchenebene oder sogar branchenübergreifend zu organisieren, z. B. wenn Rohstoffe von mehreren Sektoren bezogen werden, etwa beim Rohstoff Kupfer, der beispielsweise auch in der Elektronikindustrie, dem Maschinenbau und der Automobilbranche Einsatz findet.</li> </ul>
<p><b>Beispiele für mögliche Maßnahmen</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ <u>Etablierung von Beschwerdemechanismen</u>: Wirksame Beschwerdemechanismen für Betroffene sind ein essenzieller Baustein der Sorgfaltspflicht. Sie helfen, auftretende oder sich anbahnende negative Umweltauswirkungen und Schäden zu identifizieren. Ein Beschwerdemechanismus kann somit als Frühwarnsystem dienen und Informationen über tatsächliche lokale Bedingungen verschaffen. Zudem ist ein solcher Mechanismus insbesondere beim Eintreten konkreter</li> </ul>

Schadenfälle wichtig. Er hilft, unter Einbeziehung der Betroffenen geeignete Abhilfe- und effektive Minderungsmaßnahmen zu ergreifen. Ein regelmäßiger Austausch mit (lokalen) Naturschutzverbänden und Expert\*innen zu Umweltauswirkungen und zu der Situation von Betroffenen vor Ort kann den Beschwerdemechanismus ergänzen, um Probleme besser zu erkennen und zu verstehen. Als erster Schritt für den Aufbau eines Beschwerdemechanismus eignen sich Pilotprojekte und lokale Kooperationen. Auch Branchenansätze im Rahmen einer Allianz und die Nutzung von externem Erfahrungswissen über den Aufbau von Beschwerdemechanismen erleichtern die Etablierung dieses Instruments (siehe Handlungsansatz 9, Tabelle 16).

- ▶ Zusammenarbeit mit lokalen Organisationen: In vielen zentralen Abbaugebieten für mineralische Rohstoffe wird neben dem industriellen Großbergbau (LSM – large scale mining) auch artisanaler und Kleinbergbau (ASM – artisanal and small scale mining) betrieben. Kaufen größere Bergbauunternehmen z. B. über Zwischenhändler Material zu, kann aufgrund der komplexen Strukturen nur schwer nachvollzogen werden, ob auch Bergbaumaterial aus ASM dabei ist. Im ASM Sektor arbeitende Personen sind damit potenzielle Vorlieferanten und zugleich Betroffene, die zumeist durch ihre vulnerablen Lebenssituationen besonders schutzwürdig sind. Partnerschaften vor Ort können in den ASM-Abbaugebieten einen Beitrag zur Verbesserung der sozialen und ökologischen Bedingungen leisten. Die Alliance for Responsible Mining (ARM) und RESOLVE haben den Code of Risk mitigation for Artisanal and small-scale miners engaging in Formal Trade (CRAFT) entwickelt, einen Standard, der es ASM-Produzent\*innen, die den Vorgaben des OECD-Leitfadens für die Erfüllung der Sorgfaltspflicht für verantwortungsvolles unternehmerisches Handeln erfüllen, ermöglichen soll, in legale Lieferketten zu liefern. Der CRAFT-Standard zielt auch darauf ab, nachgelagerte Akteure in der Lieferkette mit vorgelagerten ASM-Produzent\*innen zusammenzubringen, um nachhaltige Praktiken im ASM-Bergbau zu fördern (ARM 2020). Auch weitere spezialisierte Organisationen wie Pact, Standardorganisationen wie The Copper Mark oder Dienstleister der internationalen Zusammenarbeit wie die GIZ bieten Unternehmen Partnerschaften an, um vor Ort daran zu arbeiten, Kleinstbergbau zu formalisieren und ihn sicherer, produktiver und fairer zu machen (EPRM o.J.; UNECA o.J.).
- ▶ Die Alliance for Responsible Mining (ARM) wiederum zertifiziert Abbaustätten des Kleinbergbaus (Artisanal Mining – Fairmined-Zertifizierung und CRAFT Standard).
- ▶ Beteiligung an einer Water-Stewardship-Initiative: Im Rahmen eines nachhaltigen Wassermanagements (Water Stewardship) ist eine Zusammenarbeit mit verschiedenen Stakeholdern in einem Wassereinzugsgebiet, eine sogenannte Collective Action, hilfreich. Gerade wenn die genauen Produktionsstandorte oder Standorte der Rohstoffgewinnung in der Lieferkette nicht bekannt sind, diese aber mit hoher Wahrscheinlichkeit in einem hochrisikoreichen Wassereinzugsgebiet

liegen oder man als Unternehmen allein einen zu geringen Einfluss auf die eigenen Lieferanten und die generelle Risikoreduzierung besitzt, ist die Beteiligung an einer Water-Stewardship-Initiative sinnvoll. Gemeinsam mit anderen Akteur\*innen werden konkrete Projekte oder Netzwerke in einem hochrisikoreichen Wassereinzugsgebiet initiiert, um beispielsweise Nutzungskonflikte der Ressource Wasser vor Ort zu reduzieren. Oftmals werden diese Initiativen durch die Partnerschaft mit einer spezialisierten Organisation unterstützt. Institutionen wie die Alliance for Water Stewardship (AWS), der WWF, das Natural Resources Stewardship Programm (NatuReS) und das CEO Water Mandate bieten Möglichkeiten zur Einbringung in eine Water-Stewardship-Initiative an. Beteiligungsmöglichkeiten sind u. a. die Mitwirkung an Erfahrungsaustauschen und Dialogformaten, Trainings oder die finanzielle und aktive inhaltliche Unterstützung in Projekten (Kern et al. 2020).

**Tabelle 14: (7) Pilotprojekte: Punktuelle Umsetzung von Veränderungen in der Lieferkette und anschließende Ausweitung**

<b>Kurzbeschreibung des Handlungsansatzes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Pilotprojekte, um Lernerfahrungen zur Machbarkeit und für eine breite Anwendung von Maßnahmen zu sammeln und die Anwendbarkeit zu prüfen</li> </ul>
<b>Beitrag zur Verringerung von negativen Auswirkungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Dieser ist abhängig von der Maßnahme, die pilotiert werden soll. Im Fokus sollten Prozesse mit hohen (potenziellen) negativen Auswirkungen auf die Umwelt stehen.</li> </ul>
<b>Verbundenheit zum eigenen Unternehmen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Pilotprojekte können zunächst mit wenigen ausgewählten Lieferanten, Vorlieferanten oder anderen Akteuren durchgeführt werden, um die Maßnahme anschließend flächendeckend in der Lieferkette oder im Produktportfolio umzusetzen.</li> </ul>
<b>Umsetzung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Pilotprojekte sind ein geeignetes Instrument, um die Machbarkeit und Übertragbarkeit von Maßnahmen zu überprüfen und erste Lernerfahrungen zu sammeln. Es ist ein Standard-Management-Instrument, welches sich auch für Nachhaltigkeitsmaßnahmen in komplexen Lieferketten eignet. Das Instrument sollte jedoch nicht als Alibi für mangelndes Engagement dienen, sondern als proaktive und agile Herangehensweise verstanden werden. Ziel ist die aktive Lösungsfindung trotz zunächst vorliegender Wissenslücken über konkrete Bedingungen.</li> <li>▶ Es bedarf der Definition klarer Bewertungskriterien. Es sollte sichergestellt werden, dass alle Beteiligten genügend Ressourcen sowohl für die Durchführung des Pilotprojektes als auch für die anschließende Bewertung einbringen und bereit sind für eine potenzielle Fortführung und Skalierung. Lernerfahrungen aus dem Piloten sollten anschließend aufbereitet werden, um Barrieren zu reduzieren und die</li> </ul>

	<p>Anwendung in größerem Maßstab voranzubringen. Für die breite Umsetzung der pilotierten Maßnahme sollte anschließend ein Umsetzungsplan erarbeitet werden.</p>
<p><b>Beispiele für mögliche Maßnahmen</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ <u>Technologiebezogene Pilotprojekte:</u> Für die Erprobung neuer umweltfreundlicherer Verfahren kann ein gezieltes Pilotprojekt mit einem (Vor-) Lieferanten angestoßen werden, beispielsweise der Einsatz moderner Verfahren und Technologien zur Aufbereitung von Mineralien/Erzen, die etwa zu einem geringeren Energieverbrauch, dem verringertem Einsatz gefährlicher Lösungsmittel oder der Senkung schädlicher Luftemissionen beitragen können (vgl. bspw. Sue 2014). Die technologische Umsetzbarkeit und die Einsetzbarkeit in dem betreffenden Produkt können gemeinsam untersucht werden. Klar definierte Kriterien wie ökologische Effekte, Prozesssicherheit, Kosten, Materialqualität und Skalierbarkeit dienen zur Beurteilung und Identifizierung von konkreten Schritten zur weiteren Anwendung der neuen Technologie. Ebenso können gemeinsame Beteiligungsmodelle, z. B. von Pilotanlagen, erwogen werden, ebenso die Einbindung von Forschungsinstituten oder die Mobilisierung von Fördergeldern.</li> <li>▶ <u>Lokale Pilotprojekte:</u> Um konkrete lokale ökologische und eventuell damit verbundene menschenrechtliche Probleme zu mildern, eignen sich ebenfalls erste Projekte im kleinen Rahmen, um die Wirkung von Maßnahmen und ihre Umsetzbarkeit zu prüfen. Ein konkretes Pilotprojekt, beispielsweise zur Verbesserung der Bedingungen auf einer ASM-Abbaufäche und in deren unmittelbarer Umgebung, kann hierzu ein erster Schritt sein. Es ermöglicht, Kooperationen mit lokalen Organisationen zu entwickeln und gegenseitiges Vertrauen aufzubauen. Die Wirksamkeit von Maßnahmen und mögliche auftretende Nebeneffekte, die sich durch die lokalen Bedingungen vor Ort ergeben, können so besser verstanden und anschließend gezielter angegangen werden.</li> </ul>

**Tabelle 15: (8) Einkauf und Lieferantenmanagement: Zertifizierungen und Standards bei Produzenten und/oder Rohstoffen**

<p><b>Kurzbeschreibung des Handlungsansatzes</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Die Anwendung anerkannter Zertifizierungssysteme, die Rohstoffe, Lieferketten, Lieferanten oder Prozesse auf ökologische und soziale Anforderungen hin prüfen. Ebenso können die Zertifizierungen die Rückverfolgbarkeit in der Lieferkette erhöhen (Chain of Custody).</li> </ul>
<p><b>Beitrag zur Verringerung von negativen Auswirkungen</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Je nach Zertifizierungssystem kann dies auf die verschiedenen Umweltaspekte wirken. Zertifizierungen für Rohstoffminen decken ebenso wie Zertifizierungen von Rohstofflieferketten mehrere Umweltaspekte ab, etwa die Verschmutzung von Wasser, Luftverschmutzung, Abfall oder Biodiversität/Schutzgebiete. Die Zertifizierungen beinhalten z. T. auch (ausgewählte) menschenrechtliche Aspekte wie Arbeitssicherheit.</li> </ul>

<b>Verbundenheit zum eigenen Unternehmen</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▶ Die Einführung von Zertifizierungen und Standards kann sich je nach Rohstoff und Zertifizierungssystem sowohl auf direkte Lieferanten als auch auf die gesamte vorgelagerte Wertschöpfungskette beziehen.</li></ul>
<b>Umsetzung</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▶ Für die Umsetzung stehen zahlreiche bestehende Zertifizierungssysteme und Standards für unterschiedliche Rohstoffe und Lieferketten zur Verfügung (siehe auch Kapitel 5.1.1):<ul style="list-style-type: none"><li>● Die rohstoffübergreifende <u>IRMA</u> etwa zertifiziert industriell betriebene Minen und deckt die Umweltthemen Wasserqualität und -verbrauch, Bergbauabfälle, Luftemissionen, Lärm, Treibhausgas-Emissionen, Biodiversität und Schutzgebiete sowie das Zyanid- und Quecksilbermanagement ab.</li><li>● Die <u>Alliance for Responsible Mining (ARM)</u> wiederum zertifiziert Abbaustätten des Kleinbergbaus (Artisanal Mining – Fairmined-Zertifizierung und CRAFT-Standard).</li><li>● Darüber hinaus können Rohstoffe aus zertifizierten Lieferketten mit Nachhaltigkeitsstandards verwendet werden, u. a.:<ul style="list-style-type: none"><li>■ <u>The Copper Mark</u></li><li>■ <u>The Zinc Mark</u></li></ul></li></ul></li><li>▶ Zudem können auf Lieferantenebene Umweltmanagementsysteme wie International Organization for Standardization (ISO) 14001 oder das Eco-Management and Audit Scheme (EMAS) als Beschaffungskriterium festgelegt werden. Auch Systeme zur Evaluierung von Umweltmanagementaspekten wie Ecovadis oder CDP können in die Lieferantenbewertung einfließen.</li><li>▶ Das Angebotsspektrum bestehender Zertifizierungssysteme, Standards und Umweltmanagementsysteme ist breit und kann zunächst undurchschaubar wirken. Bei der Auswahl geeigneter Zertifizierungssysteme und Standards sollten neben den inhaltlichen Anforderungen (Werden die wichtigsten sozialen und ökologischen Herausforderungen in dem ausgewählten Bereich möglichst gezielt und umfassend adressiert?) auch die formalen Anforderungen geprüft werden: Ist das Zertifizierungssystem/der Standard durch ein glaubwürdiges Umsetzungssystem abgesichert? Wird etwa die Einhaltung der Anforderungen durch eine unabhängige qualifizierte Stelle überprüft?</li><li>▶ Zertifizierungssysteme und Standards sind zwar ein wichtiges Element des nachhaltigen Einkaufs- und Lieferantenmanagements. Die bloße Abfrage eines Zertifikats reicht bislang jedoch meist noch nicht aus, um die für die deutsche metallherzeugende und -verarbeitende Industrie relevanten negativen Auswirkungen umfassend und effektiv zu adressieren. Der Handlungsansatz sollte in Kombination mit weiteren Ansätzen, etwa Dialogen mit (Vor-)Lieferanten und</li></ul>

	<p>Betroffenen (siehe Handlungsansatz 6, Tabelle 13) und Pilotprojekten (siehe Handlungsansatz 7, Tabelle 14) implementiert werden.</p>
<p><b>Beispiele für mögliche Maßnahmen</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ <u>Unterstützung von Lieferanten bei der Einführung von Standards:</u> Vor allem kleinere (Vor-)Lieferanten stehen oftmals vor der Herausforderung, dass sie die Einführung eines Standards oder Zertifizierungssystems aufgrund fehlender Kapazitäten (finanziell, personell, mangelndes Wissen, wenig Erfahrungen etc.) nicht leisten können. Um diese Barriere zu überwinden, können durch größere Unternehmen gezielte Maßnahmen zur Unterstützung des Lieferanten getroffen werden, z. B. die Bereitstellung von Wissen, Hilfestellungen bei der Umsetzung, Incentivierungssysteme o. Ä. Da die Einführung von Zertifizierungssystemen meist mit Investitionen und/oder Zusatzkosten verbunden ist, sind Vereinbarungen von Abnahmegarantien sinnvoll, um die Kostenrisiken für den Lieferanten zu reduzieren und somit dessen Bereitschaft für die Maßnahme zu erhöhen. Grundlage sollte stets der Aufbau einer vertrauensvollen, langfristigen Lieferbeziehung sein.</li> <li>▶ <u>Schrittweise Steigerung von zertifizierten Materialien:</u> Unternehmen der Metallerzeugung und -verarbeitung können sich Ziele setzen, um den Anteil zertifizierter Vorprodukte und Rohstoffe in ihren Produktionsprozessen zu erhöhen. Diese Maßnahme eignet sich auch für kleinere Unternehmen. Ein erster möglicher Schritt kann es sein, sich beim direkten Rohstofflieferanten oder Großhandel über Alternativen zu informieren. In einem zweiten Schritt können konkrete Projekte ausgewählt werden, um den Einsatz einmal konkret umzusetzen, die Lernerfahrungen auszuwerten und weitere Möglichkeiten zur Ausweitung zu prüfen. Gleichzeitig kann überlegt werden, wie dies bei künftigen Ausschreibungen und Angeboten als Profilierungsmerkmal genutzt werden kann. Im weiteren Verlauf können Ziele zur schrittweisen Steigerung des Einsatzes zertifizierter, umweltfreundlicherer Vorprodukte und Rohstoffe gesetzt werden.</li> </ul>

**Tabelle 16: (9) Allianzen: Unternehmens- und branchenübergreifende Ansätze zur Schaffung nachhaltigerer Lieferketten**

<p><b>Kurzbeschreibung des Handlungsansatzes</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Brancheninitiativen, -dialoge und auch branchenübergreifende Initiativen bündeln Ressourcen und können breite Lösungsansätze schaffen.</li> </ul>
<p><b>Beitrag zur Verringerung von negativen Auswirkungen</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Im Rahmen von Allianzen können gezielte Maßnahmen und systematische Ansätze zur Verminderung von (potenziellen) negativen Auswirkungen vorangebracht und etabliert werden, beispielsweise mit Hilfe von Branchenstandards. Allianzen können auch zusammen mit Unternehmen aus anderen Branchen geschlossen werden, welche dieselben Interessen vertreten, weil sie z. B. den betreffenden Rohstoff ebenfalls einsetzen. Ebenso können Unternehmen auch vertikal mit Vorleistungsbranchen wie v. a. dem Rohstoffsektor bzw. Materiallieferanten in den</li> </ul>

	<p>Dialog treten, um nachhaltige Lösungen in der vorgelagerten Kette zu schaffen. Branchenlösungen stellen einen wertvollen Baustein im Maßnahmenbündel dar, entbinden jedoch nicht von der Eigenverantwortlichkeit.</p>
<p><b>Verbundenheit zum eigenen Unternehmen</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Konkrete Schritte können sich je nach Rohstoff, Vorprodukt oder Prozess und angestrebten Branchenlösungen sowohl auf die eigene Verursachung der Umweltauswirkungen beziehen als auch auf Umweltauswirkungen in der vorgelagerten Lieferkette oder in der nachgelagerten Wertschöpfungskette.</li> </ul>
<p><b>Umsetzung</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Bei der Auswahl von Brancheninitiativen sollte geprüft werden, inwieweit durch die Aktivitäten der Initiative Umweltauswirkungen messbar vermieden und die Situation der von den Umweltauswirkungen betroffenen Personen verbessert werden und inwiefern ein kontinuierlicher Fortschritt geschaffen wird. Wenn die Problemstellung nicht zufriedenstellend durch existierende Initiativen abgedeckt wird, können auch Partnerschaften mit anderen Unternehmen, die die eigenen Zielstellungen teilen, initiiert werden.</li> </ul>
<p><b>Beispiele für mögliche Maßnahmen</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ <u>Etablierung eines/Beteiligung an einem branchenweiten Beschwerdemechanismus:</u> Bisher besteht kein eigener branchenspezifischer Beschwerdemechanismus für die deutsche metallherzeugende und -verarbeitende Industrie. Wie Erfahrungen anderer Branchen, z. B. aus dem Textilsektor, zeigen, sind Branchenlösungen sinnvoll, um wirksame Beschwerdemechanismen zu schaffen. Die Branchenlösung kann eigene Beschwerdeverfahren ergänzen oder Teilbereiche dessen abdecken. Ebenso kann sie dazu dienen, lokale Organisationen einzubinden, zu denen das Unternehmen nur schwer Zugang findet. Brancheninitiativen können darüber hinaus dazu dienen, ergänzende unterstützende Elemente für den Beschwerdemechanismus zu schaffen, auf die das einzelne Unternehmen zurückgreifen kann. Der im Mai 2024 erfolgte Launch des unternehmensübergreifenden Beschwerdemechanismus der deutschen Automobilindustrie in Mexiko bietet ggf. die Möglichkeit, erste Erkenntnisse aus der regionalspezifischen, branchenweiten Erfassung von Beschwerden entlang der gesamten Lieferkette auch von Metallprodukten – von der Rohstoffgewinnung in Mexiko bis zur Fertigung der fertigen Fahrzeuge in lokalen Werken – mit Lieferanten oder einkaufenden Unternehmen auszutauschen (BMA 2024).</li> <li>▶ <u>Beteiligung an bestehenden Brancheninitiativen:</u> Wie in Kapitel 5.1.2 beschrieben, gibt es bereits eine Vielzahl an Stakeholder-Initiativen, die sich mit den potenziellen Auswirkungen in der Wertschöpfungskette der deutschen metallherzeugenden und -verarbeitenden Industrie auseinandersetzen, insbesondere auch zu den fokussierten Rohstoffen Aluminium/Bauxit, Kupfer und Zink. Unternehmen der metallherzeugenden und -verarbeitenden Industrie können sich diesen bestehenden Allianzen anschließen, um beispielsweise bereits erarbeitete Ressourcen zu nutzen, an der gemeinsamen Entwicklung von (rohstoffspezifischen) Nachhaltigkeitsstandards aktiv mitzuwirken und in den Austausch mit anderen Unternehmen zu treten, die ebenfalls Teil der Lieferkette</li> </ul>

	<p>sind oder die gleichen Rohstoffe einkaufen. Viele Stakeholder-Initiativen bieten kleinen und mittleren Unternehmen vergünstigte Mitgliedsbedingungen an.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ <u>Allianzen auf regionaler Ebene</u>: Kleinen Unternehmen stehen verschiedene Angebote, beispielsweise der Industrie- und Handelskammern, zur regionalen Verknüpfung mit anderen Klein- und Kleinstunternehmen zur Verfügung (vgl. u. a. Industrie- und Handelskammer Mittlerer Niederrhein o.J.). Netzwerke dieser Art bieten die Möglichkeit für einen regelmäßigen Austausch, u. a. auch zu Fragen der Nachhaltigkeit und nachhaltigen Lieferkettengestaltung. Die Mitgliedschaft in regionalen Netzwerken kann auch in den internen Wissensaufbau (siehe Handlungsansatz 9, Tabelle 16) einzahlen.</li> <li>▶ <u>Nachfragebündelung zur Verbesserung von Standards in Rohstoffketten</u>: Zusammenschlüsse von Nachfragesektoren eines Rohstoffs können dazu dienen, den Einfluss und die Kontrolle in spezifischen Rohstoffketten zu erhöhen, z. B. Unternehmen aus dem Maschinenbau, der Automobilindustrie, der Elektronikindustrie und der metallergezeugenden und -verarbeitenden Industrie zur Verbesserung der Bedingungen beim Abbau von Kupfer. Ebenso können gemeinsam mit anderen Nachfragesektoren Pilotprojekte initiiert (siehe Handlungsansatz 7, Tabelle 14) oder Standards zur Nachverfolgung der Herkunft von Rohstoffen (siehe Handlungsansatz 8, Tabelle 15) geschaffen werden. Foren für solche Allianzen können z. B. Industrieverbände sein, unter deren Schirm sich Unternehmen zusammenschließen und Lösungsansätze voranbringen.</li> </ul>
--	---

**Tabelle 17: (10) Stoffkreisläufe: Einsatz von Sekundärrohstoffen und Schaffung von Recyclingkreisläufen**

<b>Kurzbeschreibung des Handlungsansatzes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Die Schaffung von Stoffkreisläufen beinhaltet sowohl die Nutzung von Sekundärrohstoffen als auch das Erschließen neuer, zusätzlicher Sekundärrohstoffquellen, beispielsweise durch die chemische oder mechanische Rückgewinnung von Bestandteilen aus Nutzungsgütern am Ende ihres Lebenszyklus (Initiative Zink o.J.a).</li> </ul>
<b>Beitrag zur Verringerung von negativen Auswirkungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Der Einsatz von Sekundärrohstoffen verringert den Anteil von Primärrohstoffen – allerdings nur, wenn zusätzliche Quellen für Sekundärrohstoffe erschlossen werden, z. B. durch neuartige Verfahren oder erhöhte Rücklauf- und Recyclingquoten. Ohne diese Additionalität erfolgt lediglich eine Verschiebung der bestehenden Sekundärrohstoffmengen von anderen Verwendungen ohne zusätzliche Verringerung negativer ökologischer Auswirkungen.</li> </ul>
<b>Verbundenheit zum eigenen Unternehmen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Der Handlungsansatz kann sowohl auf der Stufe der direkten Lieferanten als auch auf vorgelagerten Stufen greifen. Darüber hinaus setzt er auf der nachgelagerten Stufe der Entsorgung an.</li> </ul>
<b>Umsetzung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Zentral hierfür ist der Bereich der Forschung und Entwicklung und die Prozessplanung. Dies betrifft beispielsweise umfassende Maßnahmen zur</li> </ul>

**Beispiele für  
mögliche  
Maßnahmen**

recyclinggerechten Prozessgestaltung wie die effiziente Sammlung sämtlicher während der Produktion anfallender Materialreste und Zwischenprodukte (Initiative Zink o.J.a).

- ▶ Oftmals sind externe Kooperationen erforderlich, z. B. zur Forschung und Entwicklung neuer Produktions- und/oder Recyclingverfahren oder zur Schaffung der nötigen Recyclinginfrastruktur (bspw. engere Kooperation mit Kund\*innen). Auch die enge Zusammenarbeit verschiedener unternehmensinterner Abteilungen (bspw. Forschung und Entwicklung und IT) können für den Erfolg neuartiger zirkulärer Ansätze notwendig sein.
- ▶ Auch bei der Schaffung von Stoffkreisläufen können übergreifende Initiativen mit Verwertungsunternehmen und Lieferanten ein Ansatzpunkt sein.

- ▶ Einsatz von Sekundärrohstoffen: Maßnahmen zum gesteigerten Einsatz von recycelten Materialien können nur dann die negativen Umweltauswirkungen bei der Primärrohstoffgewinnung und der anschließenden Verarbeitung reduzieren, wenn neue Quellen von bislang ungenutzten Sekundärrohstoffen genutzt werden. Andernfalls ist kein ökologisch positiver Effekt zu verzeichnen, wenn andere bisherige Abnehmer\*innen des Sekundärrohstoffs verdrängt werden. Deshalb sollten Ziele zur Steigerung des Anteils von Recyclingmaterialien stets flankiert werden durch Ansätze, um zusätzliche Möglichkeiten zur Sekundärrohstoffgewinnung zu erschließen, beispielsweise die Rücknahme von gebrauchten Materialien und deren Zuführung in Recyclingkreisläufe. Auch beim Erschließen neuer Sekundärrohstoffquellen muss auf die Umweltauswirkungen im Recyclingprozess geachtet werden.

- ▶ Cradle to Cradle (C2C)-Ansätze beim Feuerverzinken: Um einen möglichst geschlossenen Stoffkreislauf zu schaffen, bei dem im Sinne des „Cradle to Cradle“ (dt. „Wiege zu Wiege“)-Prinzips möglichst wenig Primärmaterial verloren geht, können beispielsweise beim Feuerverzinken von Stahl verschiedene Maßnahmen ergriffen werden. So sollten während der Produktion bereits möglichst umweltschonende Rohstoffe eingesetzt und alle bei der Produktion eingesetzten Materialien, Zwischenprodukte und das Endprodukt selbst nach der Nutzungsphase recycelt werden. So können beispielsweise Reststoffe wie Zinkasche und Hartzink, die im Zinkessel anfallen, gesammelt, in einem Aufbereitungsbetrieb recycelt und das so gewonnene Sekundärzink wieder dem Verzinkungsprozess zugeführt werden. Auch Zwischenprodukte wie abgearbeitete Reinigungslösungen und angereicherte Spüllösungen können nach der ersten Verwendung aufbereitet werden, um sie erneut in den Verzinkungsprozess einzubringen (Initiative Zink o.J.a).

## 6 Quellenverzeichnis

AIDA (o.J.): Protecting the health of La Oroya's residents from toxic pollution. Interamerican Association for Environmental Defense. Online verfügbar unter <https://aida-americas.org/en/protecting-health-la-oroyas-residents-toxic-pollution>, zuletzt geprüft am 07.06.2024.

Aluminium Deutschland e.V. (2023a): Deutsche Aluminiumindustrie im Überblick. Märkte und Konjunktur. Online verfügbar unter <https://www.aluminiumdeutschland.de/themen/maerkte-und-konjunktur/>, zuletzt geprüft am 07.06.2024.

Aluminium Deutschland e.V. (2023b): Produktion von Rohaluminium. Statistik. Online verfügbar unter <https://www.aluminiumdeutschland.de/statistiken/produktion-von-rohaluminium/>, zuletzt geprüft am 07.06.2024.

Aluminium Deutschland e.V. (2024): Deutsche Aluminiumindustrie weiter in schwerem Fahrwasser. Online verfügbar unter <https://www.aluminiumdeutschland.de/2024/06/04/deutsche-aluminiumindustrie-weiter-in-schwerem-fahrwasser/>, zuletzt aktualisiert am 04.06.2024, zuletzt geprüft am 07.06.2024.

Aquino, Marco (2024): Exclusive: Southern Copper's stalled Tia Maria project set to break ground in Peru, VP says. reuters. Online verfügbar unter <https://www.reuters.com/markets/commodities/southern-coppers-stalled-tia-maria-project-set-break-ground-peru-vp-says-2024-05-21/>, zuletzt aktualisiert am 21.05.2024, zuletzt geprüft am 07.06.2024.

ARM (2020): CRAFT 2.0. Introduction and General Characteristics. Alliance for Responsible Mining (ARM). Online verfügbar unter [https://www.craftmines.org/wp-content/uploads/2021/02/CRAFT\\_2.0\\_VOL-1\\_Ingles\\_VersionFinal.pdf](https://www.craftmines.org/wp-content/uploads/2021/02/CRAFT_2.0_VOL-1_Ingles_VersionFinal.pdf), zuletzt geprüft am 04.07.2024.

Bardon, Jane (2014): McArthur River mine's burning waste rock pile sparks health, environmental concerns among Gulf of Carpentaria Aboriginal groups. ABC News. Online verfügbar unter <https://www.abc.net.au/news/2014-07-27/mcarthur-river-mine-gulf-of-carpentaria-anger-smoke-plume/5625484>, zuletzt aktualisiert am 27.07.2014, zuletzt geprüft am 31.05.2024.

Bardon, Jane (2016): McArthur River Mine workers break silence with allegations of serious injuries from toxic smoke. ABC News. Online verfügbar unter <https://www.abc.net.au/news/2016-11-29/mcarthur-river-mine-workers-allegedly-left-broken-from-smoke/8062740>, zuletzt aktualisiert am 28.11.2016, zuletzt geprüft am 31.05.2024.

Bastian, Dennis; Bookhagen, Britta; Eicke, Corinna; Elsner, Harald; Henning, Sören; Kern, Marius et al. (2023): Deutschland - Rohstoffsituation 2022. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR). Hannover. Online verfügbar unter [https://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Min\\_rohstoffe/Downloads/rohsit-2022.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=7](https://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Min_rohstoffe/Downloads/rohsit-2022.pdf?__blob=publicationFile&v=7), zuletzt geprüft am 31.05.2024.

Beumer Group (2023): No dust in the hold. Online verfügbar unter <https://www.beumergroup.com/press/no-dust-in-the-hold/>, zuletzt aktualisiert am 07.11.2023, zuletzt geprüft am 07.06.2024.

BGR (2021): Kupfer. Rohstoffwirtschaftliche Steckbriefe. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe. Hannover. Online verfügbar unter [https://www.deutsche-rohstoffagentur.de/DE/Gemeinsames/Produkte/Downloads/Informationen\\_Nachhaltigkeit/kupfer%202021.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=3](https://www.deutsche-rohstoffagentur.de/DE/Gemeinsames/Produkte/Downloads/Informationen_Nachhaltigkeit/kupfer%202021.pdf?__blob=publicationFile&v=3), zuletzt geprüft am 07.06.2024.

BMAS (2024): Pilotprojekt des Branchendialog Automobil geht in die Umsetzung. Bundesministerium für Arbeit und Soziales. Online verfügbar unter <https://www.bmas.de/DE/Service/Presse/Meldungen/2024/launch-beschwerdemechanismus-deutsche-automobilindustrie-in-mexiko.html>, zuletzt aktualisiert am 07.05.2024, zuletzt geprüft am 07.06.2024.

BMWK (2024): Stahl und Metall. Wirtschaftsbranchen. Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz. Online verfügbar unter <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Textsammlungen/Branchenfokus/Industrie/branchenfokus-stahl-und-metall.html>, zuletzt geprüft am 31.05.2024.

Buderath, Markus; Weiß, Daniel; van Ackern, Pia; Garcia, Bibiana; Dovidat, Lena; Kraft, Caroline; Padubrin, Felix (2021): Rohstoffe im Fokus. Menschenrechts- und Umweltrisiken integrativ betrachten. adelphi. Berlin. Online verfügbar unter [https://adelphi.de/system/files/mediathek/bilder/211101\\_Adelphi\\_Rohstoffe\\_im\\_Fokus\\_A4\\_D\\_E\\_bf.pdf](https://adelphi.de/system/files/mediathek/bilder/211101_Adelphi_Rohstoffe_im_Fokus_A4_D_E_bf.pdf), zuletzt geprüft am 15.08.2023.

Cholteeva, Yoana (2020): Mapping Australia's mining ports. Mining Technology. Online verfügbar unter <https://www.mining-technology.com/features/mapping-australias-mining-ports/>, zuletzt aktualisiert am 23.01.2020, zuletzt geprüft am 31.05.2024.

Creagh, Ben (2016): McArthur River mine halts work after dust issues. Australian Mining. Online verfügbar unter <https://www.australianmining.com.au/mcarthur-river-mine-facing-waste-rock-spontaneous-combustion/>, zuletzt aktualisiert am 08.08.2016, zuletzt geprüft am 03.06.2024.

Dehoust, Günter; Manhart, Andreas; Dolega, Peter; Vogt, Regine; Kemper, Claudia; Auberger, Andreas et al. (2020): Environmental Criticality of Raw Materials – An assessment of environmental hazard potentials of raw materials from mining and recommendations for an ecological raw materials policy. Hg. v. Umweltbundesamt. Dessau-Roßlau (Texte, 80/2020). Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/environmental-criticality-of-raw-materials>, zuletzt geprüft am 10.06.2024.

Department of Climate Change, Energy, the Environment and Water (2023): Australian electricity generation - fuel mix. Australian Government. Online verfügbar unter <https://www.energy.gov.au/energy-data/australian-energy-statistics/data-charts/australian-electricity-generation-fuel-mix#:~:text=Fossil%20fuels%20contributed%2068%25%20of,gas%20and%20renewables%20has%20increased>, zuletzt geprüft am 31.05.2024.

DESTATIS (2008): Klassifikation der Wirtschaftszweige, Ausgabe 2008 (WZ 2008). Gliederung. C Verarbeitendes Gewerbe. Statistisches Bundesamt (Destatis). Online verfügbar unter <https://www.destatis.de/DE/Methoden/Klassifikationen/Gueter-Wirtschaftsklassifikationen/klassifikation-wz-2008.html>, zuletzt geprüft am 10.06.2024.

DESTATIS (2020): Produzierendes Gewerbe. Betriebe, Tätige Personen und Umsatz des Verarbeitenden Gewerbes sowie des Bergbaus und der Gewinnung von Steinen und Erden nach Beschäftigtengrößenklassen. Fachserie 4 Reihe 4.1.2. Statistisches Bundesamt (Destatis). Online

verfügbar unter [https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Industrie-Verarbeitendes-Gewerbe/Publikationen/Downloads-Struktur/betriebe-taetige-personen-2040412207004.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Industrie-Verarbeitendes-Gewerbe/Publikationen/Downloads-Struktur/betriebe-taetige-personen-2040412207004.pdf?__blob=publicationFile), zuletzt geprüft am 07.06.2024.

DESTATIS (2023): Beschäftigte und Umsatz der Betriebe im Verarbeitenden Gewerbe: Deutschland, Jahre, Wirtschaftszweige (WZ2008 Hauptgruppen und Aggregate). Statistisches Bundesamt. Online verfügbar unter <https://www-genesis.destatis.de/genesis/online?operation=table&code=42111-0002&bypass=true&levelindex=1&levelid=1692344332450#abreadcrumb>, zuletzt geprüft am 21.09.2023.

DESTATIS (2024a): Daten zu Aus- und Einfuhr (Außenhandel). Aluminiumerze und ihre Konzentrate. Tabelle 51000-0009, WA2606, Jahr: 2023. Statistisches Bundesamt (Destatis). Online verfügbar unter <https://www-genesis.destatis.de/genesis/online>, zuletzt geprüft am 25.04.2024.

DESTATIS (2024b): Daten zu Aus- und Einfuhr (Außenhandel). Kupfererze und ihre Konzentrate. Tabelle 51000-0009, WA2603, Jahr: 2023. Statistisches Bundesamt (Destatis). Online verfügbar unter <https://www-genesis.destatis.de/genesis/online>, zuletzt geprüft am 31.05.2024.

DESTATIS (2024c): Daten zu Aus- und Einfuhr (Außenhandel). Zinkerze und ihre Konzentrate. Tabelle 51000-0009, WA260800, Jahr: 2023. Statistisches Bundesamt (Destatis). Online verfügbar unter <https://www-genesis.destatis.de/genesis/online>, zuletzt geprüft am 24.04.2024.

DGCN (Hg.) (2020): Leitprinzipien für Wirtschaft und Menschenrechte. Umsetzung des Rahmens der Vereinten Nationen "Schutz, Achtung und Abhilfe". Deutsches Global Compact Netzwerk. Berlin. Online verfügbar unter [https://www.globalcompact.de/migrated\\_files/wAssets/docs/Menschenrechte/Publikationen/leitprinzipien\\_fuer\\_wirtschaft\\_und\\_menschenrechte.pdf](https://www.globalcompact.de/migrated_files/wAssets/docs/Menschenrechte/Publikationen/leitprinzipien_fuer_wirtschaft_und_menschenrechte.pdf), zuletzt geprüft am 05.09.2023.

Dorner, Ulrike (2014): Rohstoffrisikobewertung - Zink. Datenstand: November 2014. Berlin: DERA Deutsche Rohstoffagentur in der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) (DERA Rohstoffinformationen, 25). Online verfügbar unter [https://www.bgr.bund.de/DERA/DE/Downloads/studie\\_zink\\_2015.pdf;jsessionid=856ADBf079D3C990F9AFACADB75FF8E9.internet012?\\_\\_blob=publicationFile&v=3](https://www.bgr.bund.de/DERA/DE/Downloads/studie_zink_2015.pdf;jsessionid=856ADBf079D3C990F9AFACADB75FF8E9.internet012?__blob=publicationFile&v=3), zuletzt geprüft am 31.05.2024.

Dorner, Ulrike (2020): Rohstoffrisikobewertung - Kupfer. Datenstand: September 2020. Berlin: Deutsche Rohstoffagentur (DERA) in der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) (DERA Rohstoffinformationen, 45). Online verfügbar unter [https://www.deutsche-rohstoffagentur.de/DE/Gemeinsames/Produkte/Downloads/DERA\\_Rohstoffinformationen/rohstoffinformationen-45.html](https://www.deutsche-rohstoffagentur.de/DE/Gemeinsames/Produkte/Downloads/DERA_Rohstoffinformationen/rohstoffinformationen-45.html), zuletzt geprüft am 31.05.2024.

Drive Sustainability (2018): Material Change. A study of risks and opportunities for collective action in the materials supply chains of the automotive and electronics industries. Online verfügbar unter [https://drivesustainability.org/wp-content/uploads/2018/07/Material-Change\\_VF.pdf](https://drivesustainability.org/wp-content/uploads/2018/07/Material-Change_VF.pdf), zuletzt geprüft am 07.06.2024.

EJA (2024): EJAtlas - Global Atlas of Environmental Justice. Online verfügbar unter <https://ejatlas.org/>, zuletzt geprüft am 07.06.2024.

Ember (2024): Share of coal in domestic electricity production in 2022, by key country/region [Graph]. Hg. v. Statista. Online verfügbar unter <https://www.statista.com/statistics/1269475/coal-share-in-power-mix-by-country/>, zuletzt aktualisiert am 09.05.2024, zuletzt geprüft am 31.05.2024.

ENCORE (o.J.a): Aluminium. Impacts. Exploring Natural Capital Opportunities, Risks and Exposure. Online verfügbar unter <https://encorenature.org/en/explore?tab=dependencies>, zuletzt geprüft am 07.06.2024.

ENCORE (o.J.b): Copper. Impacts. Exploring Natural Capital Opportunities, Risks and Exposure. Online verfügbar unter <https://encorenature.org/en/explore?tab=dependencies>, zuletzt geprüft am 07.06.2024.

ENCORE (o.J.c): Exploring Natural Capital Opportunities, Risks and Exposure. Online verfügbar unter <https://www.encorenature.org/en>, zuletzt geprüft am 14.09.2023.

Energy Capital & Power (2023): Top 4 Alumina Refinery Projects to Watch in Guinea-Conakry. Online verfügbar unter <https://energycapitalpower.com/top-4-alumina-refinery-projects-to-watch-in-guinea-conakry/>, zuletzt aktualisiert am 21.09.2023, zuletzt geprüft am 07.06.2024.

EPI (2022): EPI Results. Environmental Performance Index. Online verfügbar unter <https://epi.yale.edu/epi-results/2022/component/epi>, zuletzt geprüft am 15.08.2023.

EPRM (o.J.): Peru's ASCM Transformation: Towards Responsible Copper Supply Chains. European Partnership for Responsible Minerals. Online verfügbar unter <https://europeanpartnership-responsibleminerals.eu/page/view/ee2a95bb-235d-48b1-8245-344df3f48bcc/perus-ascm-transformation-towards-responsible-copper-supply-chains>, zuletzt geprüft am 07.06.2024.

Felix, Bate (2022): Guinea bauxite miner CBG backs alumina refining push. reuters. Online verfügbar unter <https://www.reuters.com/world/africa/guinea-bauxite-miner-cbg-backs-alumina-refining-push-2022-06-14/>, zuletzt aktualisiert am 14.06.2022, zuletzt geprüft am 07.06.2024.

Geoscience Australia (2024): Zinc. Online verfügbar unter <https://www.ga.gov.au/education/minerals-energy/australian-mineral-facts/zinc>, zuletzt aktualisiert am 19.04.2024, zuletzt geprüft am 31.05.2024.

Gibson, Jano (2021): McArthur River Mine trucks keep spilling zinc and lead concentrate on Northern Territory roads. ABC News. Online verfügbar unter <https://www.abc.net.au/news/2021-05-21/nt-mcarthur-river-mine-road-train-spills/100153646>, zuletzt aktualisiert am 20.05.2021, zuletzt geprüft am 31.05.2024.

Gilsbach, Lucas (2020): Kupfer. Informationen zur Nachhaltigkeit. Hg. v. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR). Hannover. Online verfügbar unter [https://www.bgr.bund.de/DE/Gemeinsames/Produkte/Downloads/Informationen\\_Nachhaltigkeit/kupfer.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=2](https://www.bgr.bund.de/DE/Gemeinsames/Produkte/Downloads/Informationen_Nachhaltigkeit/kupfer.pdf?__blob=publicationFile&v=2), zuletzt geprüft am 07.06.2024.

Groneweg, Merle (2021): Weniger Autos, mehr globale Gerechtigkeit. Warum wir die Mobilitäts- und Rohstoffwende zusammendenken müssen. Hg. v. Brot für die Welt, MISEREOR e.V. und PowerShift e.V. Berlin. Online verfügbar unter <https://www.misereor.de/fileadmin/publikationen/weniger-autos-mehr-globale-gerechtigkeit-2021.pdf>, zuletzt geprüft am 31.01.2024.

Grüning, Carolin; Beier, Jana; Strasser, Joseph; Jungmichel, Norbert; Weiszflog, Elsa; Gurci, Serpil (2024): Umweltrisiken und -auswirkungen in globalen Lieferketten deutscher Unternehmen.

Branchenstudie Bausektor. Hg. v. Umweltbundesamt. Dessau-Roßlau. Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/umweltrisiken-auswirkungen-in-globalen-lieferketten-4>, zuletzt geprüft am 14.03.2024.

Grüning, Carolin; Garcia, Bibiana; van Ackern, Pia; Kriege, Katja; Weiss, Daniel; Jentsch, Theresa et al. (2023): Umweltrisiken und -auswirkungen in globalen Lieferketten deutscher Unternehmen. Branchenstudie Maschinenbau. Hg. v. Umweltbundesamt. Dessau-Roßlau (Texte, 55/2023). Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/umweltrisiken-auswirkungen-in-globalen-lieferketten-0>, zuletzt geprüft am 31.05.2024.

Helpdesk Wirtschaft & Menschenrechte (o.J.): KMU Kompass. Wie wirkt sich das Lieferkettensorgfaltspflichtengesetz auf KMU aus? Online verfügbar unter <https://kompass.wirtschaft-entwicklung.de/sorgfalts-kompass/strategie-entwickeln>, zuletzt geprüft am 22.05.2024.

Hoekstra, A. Y.; Chapagain, A. K.; Aldaya, M. M.; Mekonnen, M. M. (2011): The Water Footprint Assessment Manual. Setting the Global Standard. Earthscan. London, UK. Online verfügbar unter [https://www.waterfootprint.org/resources/TheWaterFootprintAssessmentManual\\_English.pdf](https://www.waterfootprint.org/resources/TheWaterFootprintAssessmentManual_English.pdf), zuletzt geprüft am 21.09.2023.

HRW (2018): "What Do We Get Out of It?". The Human Rights Impact of Bauxite Mining in Guinea. Human Rights Watch. Online verfügbar unter <https://www.hrw.org/report/2018/10/04/what-do-we-get-out-it/human-rights-impact-bauxite-mining-guinea>, zuletzt aktualisiert am 04.10.2018, zuletzt geprüft am 07.06.2024.

HRW (2021): Aluminum: The Car Industry's Blind Spot. Why Car Companies Should Address the Human Rights Impact of Aluminum Production. Human Rights Watch. Online verfügbar unter <https://www.hrw.org/report/2021/07/22/aluminum-car-industrys-blind-spot/why-car-companies-should-address-human-rights>, zuletzt aktualisiert am 22.07.2021, zuletzt geprüft am 07.06.2024.

IEA (2021): Energy system of Peru. Energy mix, Total energy supply, Peru, 2021. International Energy Agency (IEA). Online verfügbar unter <https://www.iea.org/countries/peru>, zuletzt geprüft am 07.06.2024.

ILO (1981): Übereinkommen 155. Übereinkommen über Arbeitsschutz und Arbeitsumwelt. International Labour Organization. Online verfügbar unter [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed\\_norm/---normes/documents/normativeinstrument/wcms\\_c155\\_de.htm](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_norm/---normes/documents/normativeinstrument/wcms_c155_de.htm), zuletzt geprüft am 26.10.2023.

ILO (2009): Übereinkommen 187. Übereinkommen über den Förderungsrahmen für den Arbeitsschutz. International Labour Organization. Online verfügbar unter [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed\\_norm/---normes/documents/normativeinstrument/wcms\\_c187\\_de.htm](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_norm/---normes/documents/normativeinstrument/wcms_c187_de.htm), zuletzt geprüft am 26.09.2023.

Industrie- und Handelskammer Mittlerer Niederrhein (o.J.): IHK-Netzwerk „Kleine Unternehmen“. Online verfügbar unter <https://mittlerer-niederrhein.ihk.de/de/ehrenamt/netzwerke-regionalforen/ihk-netzwerk-kleine-unternehmen.html>, zuletzt geprüft am 22.05.2024.

Initiative Zink (o.J.a): C2C - Das Designkonzept. Online verfügbar unter <https://www.zink.de/zink/nachhaltigkeit/c2c-cradle-to-cradle/>, zuletzt geprüft am 07.06.2024.

Initiative Zink (o.J.b): Hochleistungswerkstoff ZINK. Herstellung von Zink - Gewinnung. Online verfügbar unter <https://www.zink.de/zink/herstellung-von-zink/gewinnung/>, zuletzt geprüft am 31.05.2024.

IPCC (2018): 1,5° Globale Erwärmung. Ein IPCC-Sonderbericht über die Folgen einer globalen Erwärmung um 1,5 °C gegenüber vorindustriellem Niveau und die damit verbundenen globalen Treibhausgasemissionspfade im Zusammenhang mit einer Stärkung der weltweiten Reaktion auf die Bedrohung durch den Klimawandel, nachhaltiger Entwicklung und Anstrengungen zur Beseitigung von Armut. Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger.

Intergovernmental Panel on Climate Change. Online verfügbar unter [https://www.de-ipcc.de/media/content/SR1.5-SPM\\_de\\_barrierefrei.pdf](https://www.de-ipcc.de/media/content/SR1.5-SPM_de_barrierefrei.pdf), zuletzt geprüft am 21.09.2023.

IZA (2023): Scope 3 Emissions. Accounting and Reporting Guidance for the ZINC value chain. 1.0. Aufl. International Zinc Association. Durham. Online verfügbar unter [https://www.zinc.org/iza\\_scope3\\_guidance\\_for\\_zinc\\_value\\_chain/](https://www.zinc.org/iza_scope3_guidance_for_zinc_value_chain/), zuletzt geprüft am 31.05.2024.

Jalalova, N. (2016): Ökologische Menschenrechte im Europa- und Völkerrecht. Online verfügbar unter [https://opus.bibliothek.uni-wuerzburg.de/opus4-wuerzburg/frontdoor/deliver/index/docId/21160/file/Jalalova\\_Narmina\\_Oekologische\\_Menschenrechte.pdf](https://opus.bibliothek.uni-wuerzburg.de/opus4-wuerzburg/frontdoor/deliver/index/docId/21160/file/Jalalova_Narmina_Oekologische_Menschenrechte.pdf), zuletzt geprüft am 15.08.2023.

Kern, L.; Schmiester, J.; Wick, K.; Drummond-Nauck, J. (2020): Leitfaden Kontextbasiertes Wassermanagement in Unternehmen. Von der Risikoanalyse bis zur Umsetzung einer Wasserstrategie. Hg. v. Deutsches Global Compact Netzwerk. Online verfügbar unter [https://www.globalcompact.de/migrated\\_files/wAssets/docs/Lieferkettenmanagement/DGCN\\_WWF\\_Leitfaden\\_Wassermanagement.pdf](https://www.globalcompact.de/migrated_files/wAssets/docs/Lieferkettenmanagement/DGCN_WWF_Leitfaden_Wassermanagement.pdf), zuletzt geprüft am 13.12.2021.

Kramer, Moritz; Kind-Rieper, Tobias; Munayer, Raquel; Giljum, Stefan; Masselink, Rens; van Ackern, Pia et al. (2023): Extracted Forests. Unearthing the role of mining-related deforestation as a driver of global deforestation. Hg. v. World Wide Fund for Natur (WWF). Online verfügbar unter <https://www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/Publikationen-PDF/Wald/WWF-Studie-Extracted-Forests.pdf>, zuletzt geprüft am 07.06.2024.

Kupferverband e.V. (2024a): Gewinnung. Online verfügbar unter <https://kupfer.de/kupferwerkstoffe/kupfer/produktionsprozesse/gewinnung/>, zuletzt geprüft am 07.06.2024.

Kupferverband e.V. (2024b): Kupferindustrie. Zahlen & Fakten. Online verfügbar unter <https://kupfer.de/kupferwerkstoffe/kupfer/wirtschaftsdaten/#:~:text=Die%20Fertigung%20von%20Halbzeug%20aus,auf%201%2C4%20Millionen%20Tonnen.>, zuletzt geprüft am 07.06.2024.

Kürschner, Kay; Schreiter, Benedikt; Schwidder, Sebastian; Wohler, Jale (2021): Branchenanalyse Aluminiumindustrie. Strukturen, Trends und Herausforderungen. Hg. v. Hans-Böckler-Stiftung. Düsseldorf (Working Paper Forschungsförderung, 230). Online verfügbar unter [https://www.boeckler.de/fpdf/HBS-008174/p\\_fofoe\\_WP\\_230\\_2021.pdf](https://www.boeckler.de/fpdf/HBS-008174/p_fofoe_WP_230_2021.pdf), zuletzt geprüft am 07.06.2024.

La Puente, Katherine (2024): Landmark Court Ruling Upholds Right to Healthy Environment. Ahead of Earth Day, Peru Mine Case Offers Key Lessons. Hg. v. Human Rights Watch. Online verfügbar unter <https://www.hrw.org/news/2024/04/18/landmark-court-ruling-upholds-right-healthy->

environment#:~:text=Last%20month%2C%20the%20Inter%2DAmerican,its%20kind%20before%20the%20Court, zuletzt aktualisiert am 18.04.2024, zuletzt geprüft am 07.06.2024.

Li, X. F.; Wang, P. F.; Feng, C. L.; Liu, D. Q.; Chen, J. K.; Wu, F. C. (2019): Acute Toxicity and Hazardous Concentrations of Zinc to Native Freshwater Organisms Under Different pH Values in China. In: *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 103 (1), S. 120–126. DOI: 10.1007/s00128-018-2441-2.

Moreno Custodio, Leslie (2022): 'How are we going to live?': The impact of mining on communities in Peru. Dialogue Earth. Online verfügbar unter <https://dialogue.earth/en/pollution/361618-peru-mining-corridor-impact-on-communities-copper/>, zuletzt aktualisiert am 16.12.2022, zuletzt geprüft am 07.06.2024.

Müller, Felix (2019): Factsheet Zink. Erarbeitet im Projekt „Kartierung des Anthropogenen Lagers III – Etablierung eines Stoffstrommanagements unter Integration von Verwertungsketten zur qualitativen und quantitativen Steigerung des Recyclings von Metallen und mineralischen Baustoffen“. FKZ 3716 35 3230. Hg. v. Umweltbundesamt. Dessau-Roßlau. Online verfügbar unter [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/3521/dokumente/factsheet-zink\\_fi\\_barrierefrei\\_juli\\_2019.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/3521/dokumente/factsheet-zink_fi_barrierefrei_juli_2019.pdf), zuletzt aktualisiert am 15.05.2019, zuletzt geprüft am 31.05.2024.

Murguía, Diego I. (2015): Global area disturbed and pressures on biodiversity by large-scale metal mining. University of Kassel, Faculty of Civil and Environmental Engineering, Kassel. Online verfügbar unter <https://www.uni-kassel.de/upress/online/OpenAccess/978-3-7376-0040-8.OpenAccess.pdf>, zuletzt geprüft am 07.06.2024.

MVO Nederland (2024): CSR Risk Check. Online verfügbar unter <https://www.mvorisicochecker.nl/de/ueberpruefen-sie-ihre-risiken/csr-risiko-check#countries>, zuletzt geprüft am 12.03.2024.

NSW Government (o.J.): Captains Flat (Lake George) Mine. State of New South Wales. Online verfügbar unter <https://www.resourcesregulator.nsw.gov.au/rehabilitation/legacy-mines-program/case-studies/captains-flat-lake-george-mine>, zuletzt geprüft am 31.05.2024.

OECD (2018): OECD-Leitfaden für die Erfüllung der Sorgfaltspflicht für verantwortungsvolles unternehmerisches Handeln. Organisation for Economic Co-operation and Development. Berlin. Online verfügbar unter <https://mneguidelines.oecd.org/OECD-leitfaden-fur-die-erfullung-der-sorgfaltspflicht-fur-verantwortungsvolles-unternehmerisches-handeln.pdf>, zuletzt geprüft am 05.09.2023.

Parliamentary Commissioner for the Environment (2023): Case study: Zinc in the environment. Science Learning Hub. Online verfügbar unter <https://www.sciencelearn.org.nz/resources/3195-case-study-zinc-in-the-environment>, zuletzt aktualisiert am 07.06.2023, zuletzt geprüft am 31.05.2024.

Postler, Andreas (o.J.): Der Werkstoff Aluminium und die Arbeit von Aluminium Deutschland. Aluminium Deutschland e.V. Online verfügbar unter <https://www.aluminiumdeutschland.de/themen/werkstoff/>, zuletzt geprüft am 31.05.2024.

Priester, Michael; Dolega, Peter (2015): Bergbauliche Reststoffe. Teilprojektbericht ÖkoRess. Umweltbundesamt. Berlin. Online verfügbar unter [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/dokumente/oekoress\\_-\\_teilbericht\\_bergbauliche\\_reststoffe.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/dokumente/oekoress_-_teilbericht_bergbauliche_reststoffe.pdf), zuletzt geprüft am 12.03.2024.

Raw Material Outlook Platform (o.J.a): Aluminium. Value Chain & Risks. Hg. v. Drive Sustainability. Online verfügbar unter <https://www.rawmaterialoutlook.org/aluminium>, zuletzt geprüft am 07.06.2024.

Raw Material Outlook Platform (o.J.b): Copper. Value Chain & Risks. Hg. v. Drive Sustainability. Online verfügbar unter <https://www.rawmaterialoutlook.org/copper>, zuletzt geprüft am 07.06.2024.

Raw Material Outlook Platform (o.J.c): Zinc. Value Chain & Risks. Hg. v. Drive Sustainability. Online verfügbar unter <https://www.rawmaterialoutlook.org/zinc>, zuletzt geprüft am 31.05.2024.

Rüttinger, Lukas; Treimer, Robert; Tiess, Günter; Griestop, Laura (2016): Fallstudien zu Umwelt- und Sozialauswirkungen der Bauxitgewinnung und – weiterverarbeitung in der Boké und Kindia-Region, Guinea. Hg. v. adelphi. Berlin. Online verfügbar unter [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/dokumente/umsoress\\_fallstudie\\_bauxit\\_guinea\\_finale\\_version.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/dokumente/umsoress_fallstudie_bauxit_guinea_finale_version.pdf), zuletzt geprüft am 07.06.2024.

Schaeffer Manrique, Vanessa; Tempelmann, Mattes (2023): The case of Espinar – Cusco, Peru. Hg. v. Heinrich-Böll-Stiftung (böll thema, 2-23). Online verfügbar unter <https://www.boell.de/en/2023/11/02/case-espinar-cusco-peru>, zuletzt geprüft am 07.06.2024.

Scherf, C.-S.; Gailhofer, P.; Hilbert, I.; Kampffmeyer, N.; Schleicher, T. (2019): Umweltbezogene und menschenrechtliche Sorgfaltspflichten als Ansatz zur Stärkung einer nachhaltigen Unternehmensführung. Zwischenbericht Arbeitspaket 1 – Analyse der Genese und des Status quo. Hg. v. Umweltbundesamt. Dessau-Roßlau. Online verfügbar unter [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2019-09-03\\_texte\\_102-2019\\_ap\\_1-unternehmerische-sorgfaltspflichten.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2019-09-03_texte_102-2019_ap_1-unternehmerische-sorgfaltspflichten.pdf), zuletzt geprüft am 15.08.2023.

Schmitz, Martin (2019): Rohstoffrisikobewertung. Magnesium (Metall). Hg. v. Deutsche Rohstoffagentur (DERA) in der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) (DERA Rohstoffinformationen, 38). Online verfügbar unter [https://www.deutscherohstoffagentur.de/DE/Gemeinsames/Produkte/Downloads/DERA\\_Rohstoffinformationen/rohstoffinformationen-38.pdf?\\_blob=publicationFile](https://www.deutscherohstoffagentur.de/DE/Gemeinsames/Produkte/Downloads/DERA_Rohstoffinformationen/rohstoffinformationen-38.pdf?_blob=publicationFile), zuletzt geprüft am 10.06.2024.

Siebel, Thomas (2024): Deutsche Aluminiumproduktion drastisch gesunken. Hg. v. SpringerProfessional. Online verfügbar unter <https://www.springerprofessional.de/metalle/produktion---produktionstechnik/deutsche-aluminiumproduktion-drastisch-gesunken/26685740>, zuletzt aktualisiert am 01.02.2024, zuletzt geprüft am 31.05.2024.

Sjögren, Lena; Cook, Murray (2013): Verzinkungsverfahren. Verzinken ist nicht gleich verzinken. Hg. v. Industrieverband Feuerverzinken e.V. Düsseldorf (Feuerverzinken – Internationale Fachzeitschrift der Branchenverbände, Special). Online verfügbar unter [https://www.feuerverzinken.com/fileadmin/Uploads\\_Glinde/Specials\\_und\\_Flyer/Special\\_Verzinken.pdf](https://www.feuerverzinken.com/fileadmin/Uploads_Glinde/Specials_und_Flyer/Special_Verzinken.pdf), zuletzt geprüft am 31.05.2024.

Sue, Michael (2014): Leading Technologies in Mineral Processing. Overcoming Challenges in Mineral Processing Through Technological Innovations. Outotec. Online verfügbar unter [https://www.deutscherohstoffagentur.de/DERA/DE/Downloads/pdac\\_2014\\_outotec\\_sue.pdf?\\_blob=publicationFile&v=2](https://www.deutscherohstoffagentur.de/DERA/DE/Downloads/pdac_2014_outotec_sue.pdf?_blob=publicationFile&v=2), zuletzt aktualisiert am 04.03.2024, zuletzt geprüft am 07.06.2024.

- UBA (2013): Nichteisenmetallindustrie. Umweltbundesamt. Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/themen/wirtschaft-konsum/industrieverzweigungen/herstellung-verarbeitung-von-metallen/nichteisenmetallindustrie#die-nichteisenmetallindustrie-in-deutschland>, zuletzt aktualisiert am 29.07.2013, zuletzt geprüft am 31.05.2024.
- UBA (2018): Wasserfußabdruck. Thema Wasser. Umweltbundesamt. Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/wasserbewirtschaften/wasserfußabdruck#was-ist-der-wasserfußabdruck>, zuletzt geprüft am 21.09.2023.
- UBA (2019a): Critical Loads für Schwermetalle. Umweltbundesamt. Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/themen/luft/wirkungen-von-luftschadstoffen/wirkungen-auf-oekosysteme/critical-loads-fuer-schwermetalle>, zuletzt geprüft am 21.09.2023.
- UBA (2019b): Critical Loads für Schwermetalle. Umweltbundesamt. Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/themen/luft/wirkungen-von-luftschadstoffen/wirkungen-auf-oekosysteme/critical-loads-fuer-schwermetalle#wie-werden-critical-loads-fur-schwermetalle-und-ihre-uberschreitung-berechnet>, zuletzt aktualisiert am 22.05.2019, zuletzt geprüft am 31.05.2024.
- UBA (2019c): Stahlindustrie: Deutlich mehr Abwärmenutzung möglich. Umweltbundesamt. Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/themen/stahlindustrie-deutlich-mehr-abwaermenutzung>, zuletzt aktualisiert am 01.02.2019, zuletzt geprüft am 31.05.2024.
- UBA (2022a): Feinstaub. UBA-Themen Luft. Umweltbundesamt. Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/themen/luft/luftschadstoffe-im-ueberblick/feinstaub>, zuletzt geprüft am 21.09.2023.
- UBA (2022b): Schwefeldioxid. UBA-Themen Luft. Umweltbundesamt. Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/themen/luft/luftschadstoffe-im-ueberblick/schwefeldioxid>, zuletzt geprüft am 21.09.2023.
- UBA (2022c): Seeverkehr – Luftschadstoffe, Energieeffizienz und Klimaschutz. Umweltbundesamt. Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr/emissionsstandards/seeverkehr-luftschadstoffe-energieeffizienz#luftverunreinigung-durch-seeschiffe>, zuletzt geprüft am 17.08.2023.
- UBA (2023): Fläche, Boden, Land-Ökosysteme. UBA-Daten. Umweltbundesamt. Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/daten/flaeche-boden-land-oekosysteme#strap1>, zuletzt geprüft am 21.09.2023.
- UBA (2024): Schwermetall-Emissionen. Umweltbundesamt. Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/daten/luft/luftschadstoff-emissionen-in-deutschland/schwermetall-emissionen#entwicklung-seit-1990>, zuletzt aktualisiert am 27.03.2024, zuletzt geprüft am 31.05.2024.
- UNECA (o.J.): Guinea ASM Profile. Online verfügbar unter <https://knowledge.uneca.org/ASM/Guinea>, zuletzt geprüft am 07.06.2024.
- UNO (1948): Allgemeine Erklärung der Menschenrechte, UN-Doc GA/RES 217 A (III). United Nations. Online verfügbar unter <https://www.un.org/depts/german/menschenrechte/aemr.pdf>, zuletzt geprüft am 21.09.2023.

UNO (1966): Pakt II. Internationaler Pakt über bürgerliche und politische Rechte (BGBl. 1973 II S. 1534). United Nations. Online verfügbar unter [https://www.institut-fuer-menschenrechte.de/fileadmin/Redaktion/PDF/DB\\_Menschenrechtsschutz/ICCPR/ICCPR\\_Pakt.pdf](https://www.institut-fuer-menschenrechte.de/fileadmin/Redaktion/PDF/DB_Menschenrechtsschutz/ICCPR/ICCPR_Pakt.pdf), zuletzt geprüft am 21.09.2023.

UNO (1996): Pakt I. Internationaler Pakt über wirtschaftliche, soziale und kulturelle Rechte, UN-Doc A/RES/2200 A (XXI). United Nations. Online verfügbar unter [https://www.institut-fuer-menschenrechte.de/fileadmin/Redaktion/PDF/DB\\_Menschenrechtsschutz/ICESCR/ICESCR\\_Pakt.pdf](https://www.institut-fuer-menschenrechte.de/fileadmin/Redaktion/PDF/DB_Menschenrechtsschutz/ICESCR/ICESCR_Pakt.pdf), zuletzt geprüft am 21.09.2023.

UNO (2007): Resolution 61/295. Erklärung der Vereinten Nationen über die Rechte der indigenen Völker. United Nations. Online verfügbar unter <https://www.un.org/Depts/german/gv-61/band3/ar61295.pdf>, zuletzt geprüft am 26.09.2023.

UNO (2021): Human rights and the global water crisis: water pollution, water scarcity and water-related disasters. Report of the Special Rapporteur on the issue of human rights obligations relating to the enjoyment of a safe, clean, healthy and sustainable environment. Human Rights Council. Forty-sixth session. 22 February-19 March 2021. United Nations General Assembly. Online verfügbar unter <https://www.ohchr.org/en/documents/reports/ahrc4628-human-rights-and-global-water-crisis-water-pollution-water-scarcity-and>, zuletzt geprüft am 21.09.2023.

USGS (2024a): Bauxite and Alumina. Unter Mitarbeit von Adam M. Merrill. U.S. Geological Survey (Mineral Commodity Summaries). Online verfügbar unter <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2024/mcs2024-bauxite-alumina.pdf>, zuletzt aktualisiert am Januar 2024, zuletzt geprüft am 31.05.2024.

USGS (2024b): Copper. Unter Mitarbeit von Daniel M. Flanagan. U.S. Geological Survey (Mineral Commodity Summaries). Online verfügbar unter <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2024/mcs2024-copper.pdf>, zuletzt aktualisiert am January 2024, zuletzt geprüft am 31.05.2024.

USGS (2024c): Tin. Unter Mitarbeit von Chad A. Friedline. U.S. Geological Survey (Mineral Commodity Summaries). Online verfügbar unter <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2024/mcs2024-tin.pdf>, zuletzt aktualisiert am January 2024, zuletzt geprüft am 31.05.2024.

Vasters, Jürgen; Franken, Gudrun (2020): Aluminium. Informationen zur Nachhaltigkeit. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe. Hannover. Online verfügbar unter [https://www.bgr.bund.de/DE/Gemeinsames/Produkte/Downloads/Informationen\\_Nachhaltigkeit/aluminium.pdf;jsessionid=1C0262BDCB73E64A5F41798B3AC8F0DF.internet971?\\_blob=publicationFile&v=3](https://www.bgr.bund.de/DE/Gemeinsames/Produkte/Downloads/Informationen_Nachhaltigkeit/aluminium.pdf;jsessionid=1C0262BDCB73E64A5F41798B3AC8F0DF.internet971?_blob=publicationFile&v=3), zuletzt geprüft am 31.05.2024.

Verbraucherzentrale (2024): Schwer gefährlich: Giftige Schwermetalle. Online verfügbar unter <https://www.verbraucherzentrale.de/wissen/lebensmittel/nahrungsergaenzungsmittel/schwer-gefaehrlich-giftige-schwermetalle-13363>, zuletzt aktualisiert am 27.05.2024, zuletzt geprüft am 31.05.2024.

Water Quality Australia (2000): Zinc in freshwater. Australian Government. Online verfügbar unter <https://www.waterquality.gov.au/anz-guidelines/guideline-values/default/water-quality-toxicants/toxicants/zinc-2000>, zuletzt aktualisiert am 29.09.2021, zuletzt geprüft am 31.05.2024.

Weiss, D.; García, B.; van Ackern, P.; Rüttinger, L.; Albrecht, P.; Dech, M.; Knopf, J. (2020): Die Achtung von Menschenrechten entlang globaler Wertschöpfungsketten. Risiken und Chancen für Branchen der deutschen Wirtschaft. Forschungsbericht 543. adelphi consult GmbH; Ernst & Young GmbH Wirtschaftsprüfungsgesellschaft; Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde. Berlin, Stuttgart, Eberswalde. Online verfügbar unter <https://www.adelphi.de/de/system/files/mediathek/bilder/fb-543-achtung-von-menschenrechten-entlang-globaler-wertschoepfungsketten.pdf>, zuletzt geprüft am 15.08.2023.

Weiss, D.; Hajduk, T.; Knopf, J. (2017): Schritt für Schritt zum nachhaltigen Lieferkettenmanagement. Praxisleitfaden für Unternehmen. Hg. v. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit und Umweltbundesamt. Dessau-Roßlau. Online verfügbar unter [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/leitfaden\\_nachhaltige\\_lieferkette\\_bf.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/leitfaden_nachhaltige_lieferkette_bf.pdf), zuletzt geprüft am 05.09.2023.

Weiss, Daniel; Jungmichel, Norbert; Grüning, Carolin; van Ackern, Pia; Kriege, Katja; Buderath, Markus et al. (2022): Umweltrisiken und -auswirkungen in globalen Lieferketten deutscher Unternehmen. Branchenstudie Automobilindustrie. Hg. v. Umweltbundesamt (Texte, 56/2022). Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/umweltrisiken-auswirkungen-in-globalen-lieferketten>, zuletzt geprüft am 31.05.2024.

WGI (2021): Interactive Data Access. Worldwide Governance Indicators. Online verfügbar unter <https://info.worldbank.org/governance/wgi/Home/Reports>, zuletzt geprüft am 15.08.2023.

WVMetalle (o.J.): Die NE-Metalle. Online verfügbar unter <https://www.wvmetalle.de/die-ne-metalle/>, zuletzt geprüft am 31.05.2024.

WVMetalle (2022): Die deutsche Nichteisen-Metallindustrie. 21.22 Der Geschäftsbericht der Nichteisen-Metallindustrie. Online verfügbar unter <https://www.wvmetalle-geschaeftsbericht.de/21-22/die-deutsche-nichteisen-metallindustrie>, zuletzt aktualisiert am September 2022, zuletzt geprüft am 31.05.2024.

WWF (2023a): WWF Water Risk Filter. Methodology Documentation. World Wide Fund For Nature. Online verfügbar unter [https://cdn.kettufy.io/prod-fra-1.kettufy.io/documents/riskfilter.org/WaterRiskFilter\\_Methodology.pdf](https://cdn.kettufy.io/prod-fra-1.kettufy.io/documents/riskfilter.org/WaterRiskFilter_Methodology.pdf), zuletzt geprüft am 26.09.2023.

WWF (2023b): WWF Water Risk Filter Suite. World Wide Fund For Nature. Online verfügbar unter <https://riskfilter.org/water/explore/map>, zuletzt geprüft am 21.09.2023.

## A Anhang

### A.1 Glossar

#### Umweltauswirkungen

Unter Umweltauswirkung wird in der Studie analog zu der Norm ISO 14001 (International Organization for Standardization) bzw. dem Eco-Management and Audit Scheme (EMAS) „jede positive oder negative Veränderung der Umwelt, die ganz oder teilweise auf Tätigkeiten, Produkte oder Dienstleistungen einer Organisation zurückzuführen ist“ (Art. 2 (8) der EMAS-Verordnung EG Nr. 1221/2009) verstanden. Im Fokus der Studie stehen dabei vor allem die Veränderungen der Umwelt, die auf Tätigkeiten einer Organisation entlang der vorgelagerten Wertschöpfungskette (Lieferkette) zurückzuführen sind. Wo besonders relevant, werden in Kapitel 4 zu ausgewählten Rohstoffen auch nachgelagerte Abschnitte der Wertschöpfungskette mit betrachtet.

#### Risiko

In Anlehnung an den OECD-Leitfaden für die Erfüllung der Sorgfaltspflicht für verantwortungsvolles unternehmerisches Handeln und die Leitprinzipien für Wirtschaft und Menschenrechte der Vereinten Nationen (UN-Leitprinzipien) unterscheidet die Studie zwischen tatsächlichen und potenziellen negativen Auswirkungen auf Menschen und Umwelt. Tatsächliche Auswirkungen werden als solche verstanden, die bereits eingetreten sind oder aktuell eintreten und wiedergutmacht bzw. eingestellt werden sollten. Potenzielle Auswirkungen haben eine Wahrscheinlichkeit in der nahen oder fernerer Zukunft einzutreten. Sie stellen Risiken für Mensch und Umwelt dar. Potenziellen Auswirkungen kann durch Prävention und Milderung begegnet werden.

Oft besteht ein enger Zusammenhang zwischen tatsächlichen und potenziellen Auswirkungen, z.B. bei fortwährenden oder schleichenden Umweltauswirkungen. Fortwährende Umweltauswirkungen entstehen z. B., wenn umweltschädliche Aktivitäten in der Lieferkette nicht entdeckt oder nicht angemessen gesteuert werden. Werden fortwährend Schadstoffe freigesetzt, die sich in der Umwelt anreichern und erst nach Überschreitung eines bestimmten Schwellenwertes eine negative Wirkung entfalten, ist die Grenze zwischen tatsächlichen und potenziellen Auswirkungen ebenfalls fließend. Transparenz und ein umfassendes Verständnis über die bedeutenden tatsächlichen und potenziellen Umweltauswirkungen in der Lieferkette sind daher essenziell, um diese künftig mithilfe geeigneter Maßnahmen vermeiden und reduzieren zu können.

Typischerweise ergeben sich potenzielle Auswirkungen bzw. Risiken jedoch aufgrund zukünftiger vorher- oder unvorhersehbarer Ereignisse, etwa in Verbindung mit der Anwendung neuer Verfahren und Technologien, der Erschließung neuer Gebiete oder auch dem Unterlassen von bestehenden Umwelt- und Naturschutzmaßnahmen. Die Ermittlung der Risiken bedarf daher zwingend auch einer vorausblickenden Analyse.

Herausforderungen für die Ermittlung der Risiken für negative Umweltauswirkungen sind dabei oft:

- ▶ dass tatsächliche und potenzielle Auswirkungen unentdeckt bleiben;
- ▶ dass die Eintrittswahrscheinlichkeit der Auswirkung im konkreten Fall unbekannt oder nur schwer einzuschätzen ist;

- dass die Schwere der Auswirkung im konkreten Fall unbekannt oder nur schwer einzuschätzen ist.

Die vorliegende Studie kann Unternehmen als Ausgangspunkt für vertiefende individuelle Risikoanalysen dienen. Entsprechend enthält die Studie einen Überblick über tatsächliche und potenzielle Umweltauswirkungen in der vorgelagerten Wertschöpfungskette der deutschen metallherstellenden und -verarbeitenden Industrie (Kapitel 3) und eine detaillierte Beschreibung exemplarischer Risiken für typische negative Umweltauswirkungen ausgewählter Rohstoffe (Kapitel 4).

## A.2 Ergänzende methodische Hinweise

### Kriterien zur Bewertung von negativen Umweltauswirkungen

Die Studie stellt Informationen bereit, die eine Einschätzung der „Schwere“ und „Eintrittswahrscheinlichkeit“ ausgewählter Risiken ermöglichen sollen. Bei der Auswahl der unter Kapitel 4 exemplarisch beschriebenen Risiken für negative Umweltauswirkungen verschiedener Rohstoffe, haben sich die Autor\*innen ebenfalls an diesen zentralen Kategorien des Sorgfaltspflichtenkonzepts orientiert. Eine abschließende und vollständige Bewertung kann in der Studie jedoch nicht geleistet werden.

Kapitel 4 stellt vor allem solche Risiken exemplarisch dar, bei denen die Autor\*innen eine besondere „Schwere“ feststellen konnten. Die Schwere einer Umweltauswirkung ergibt sich grundsätzlich aus den Unterkriterien „Ausmaß“, „Umfang“ und „Irreversibilität“ und orientiert sich an Leitfragen entsprechend den UN-Leitprinzipien (DGCN 2020). Die vorliegende Studie greift bei der Beantwortung der Leitfragen auf bestehende Daten- und Literaturquellen und Angaben aus Gesprächen mit Expert\*innen zurück. So wurden bestehende Risikobewertungen und Berichte über bereits aufgetretene negative Umweltauswirkungen bei der Bewertung der Schwere (und Eintrittswahrscheinlichkeit; siehe unten) verschiedener Risiken in der Branche und ihrer Wertschöpfungskette herangezogen.

Die Eintrittswahrscheinlichkeit kann je nach Unternehmenskontext von diversen internen und externen Faktoren (u.a. Produktionsland, Nachhaltigkeitsniveau von Lieferanten) abhängen. Um im Rahmen der Studie eine Einschätzung der Eintrittswahrscheinlichkeit von Umweltauswirkungen zu ermöglichen, greift die Studie neben Informationen über bereits aufgetretene negative Umweltauswirkungen als Annäherung auf länderbezogene Umwelt-Governance-Bewertungen zurück (siehe Infobox). Dahinter steht die Annahme, dass eine gute Umwelt-Governance-Bewertung eines Landes die Einhaltung von Umweltstandards durch dort ansässige (Vor-) Lieferanten positiv beeinflusst und umgekehrt. In der vorliegenden Studie werden Werte aus dem „Environmental Performance Index“ (EPI) und den „Worldwide Governance Indicators“ (WGI) für die gemessen am globalen Produktionsanteil bedeutendsten Länder der jeweils betrachteten Wertschöpfungsstufe genutzt.

### Indikatoren zur Bewertung der Eintrittswahrscheinlichkeit

#### Environmental Performance Index (EPI)

- Der EPI des Yale Center for Environmental Law & Policy der Yale University 2022 bewertet 180 Staaten hinsichtlich ihrer Umwelt-Performance im Hinblick auf die Erreichung der drei umweltpolitischen Ziele „Vitalität des Ökosystems“, „Klimawandel“ und „Ökologische Gesundheit“.

- ▶ Die Daten stammen von einer Vielzahl an Drittquellen wie internationalen Dachverbänden, Nichtregierungsorganisationen und akademischen Forschungszentren und wurden mit etablierten und geprüften Methoden erhoben.
- ▶ Der EPI-Score liegt zwischen 0 und 100, wobei höhere Wertungen einer besseren Umwelt-Performance entsprechen.
- ▶ Der EPI basiert auf 40 Leistungsindikatoren, die den folgenden elf Themenclustern (und im Anschluss jeweils den beiden gewichteten Umweltzielen) zugeordnet sind: Bekämpfung des Klimawandels (Klimawandel, Gewichtung im Gesamt-EPI: 38 %), Luftqualität, Sanitärversorgung & Trinkwasser, Schwermetalle, Abfallwirtschaft (Ökologische Gesundheit, Gewichtung im Gesamt-EPI: 20 %), Wasserressourcen, Landwirtschaft, saurer Regen, Fischerei, Ökosystemleistungen, Biodiversität & Lebensraum (Vitalität des Ökosystems, Gewichtung im Gesamt-EPI: 42 %).
- ▶ Dänemark steht 2022 als Land mit der besten Umwelt-Performance mit einem Wert von 77,9 auf Platz 1. Den letzten Platz belegt im 2022er-Ranking Indien mit einer Gesamtbewertung von 18,9. Deutschland liegt mit einem Wert von 62,4 auf Platz 13.

### Worldwide Governance Indicators (WGI)

- ▶ Die WGI der Weltbank bewerten für über 200 Länder die Governance-Situation im Land.
- ▶ Die Indikatoren decken die folgenden sechs Governance-Bereiche ab: Mitspracherecht und Verantwortlichkeit, politische Stabilität und Abwesenheit von Gewalt, Leistungsfähigkeit der Regierung, staatliche Ordnungspolitik, Rechtsstaatlichkeit und Korruptionskontrolle.
- ▶ Die Informationen stammen aus über 30 bestehenden Datenquellen, die die Ansichten und Erfahrungen von Bürgerinnen und Bürgern, Unternehmerinnen und Unternehmern sowie Expert\*innen aus dem öffentlichen, privatwirtschaftlichen und zivilgesellschaftlichen Bereich wiedergeben.
- ▶ Die zusammengesetzten Maße der Regierungsführung reichen von etwa -2,5 bis 2,5, wobei höhere Werte einer besseren Regierungsführung entsprechen.
- ▶ Da es keinen übergeordneten Indikator gibt, wurde im Rahmen dieser Studie der Durchschnittswert der sechs Indikatoren berechnet und als Einzelindikator für die Länder angegeben<sup>20</sup>.
- ▶ Dänemark steht 2022 als Land mit der besten Umwelt-Performance mit einem Wert von 77,9 auf Platz 1. Den letzten Platz belegt im 2022er-Ranking Indien mit einer Gesamtbewertung von 18,9. Deutschland liegt mit einem Wert von 62,4 auf Platz 13.

Die Indices-Werte werden in den jeweiligen Analysen in Kapitel 4 farblich unterlegt, um eine bessere Lesbarkeit zu erzielen. Die farbliche Unterlegung (siehe Tabelle 4) zeigt an, wie die Werte für die jeweiligen Länder im Verhältnis zu anderen Ländern weltweit stehen. Die Einteilung erfolgt in vier gleich große Gruppen (Quartile), denen jeweils eine Farbe zugeordnet ist.

Die Informationen aus den Indices können Unternehmen als Anhaltspunkte dafür dienen, ob bestimmte Länder, in die sich die eigenen Wertschöpfungsketten verzweigen, im Rahmen der Risikoanalyse vertieft analysiert werden sollten. Bei der unternehmensspezifischen Risikoanalyse sind notwendigerweise zusätzliche Faktoren einzubeziehen, insbesondere die

<sup>20</sup> Die Bildung eines Mittelwertes aus den sechs verschiedenen WGI-Werten pro Land soll eine schnelle Vergleichbarkeit der Länderbewertungen ermöglichen und kann nur als erste und grobe Beurteilung eines allgemeinen Trends verstanden werden. Durch die statistische Gleichgewichtung der verschiedenen Indices werden jedoch die Schwächen und Stärken einzelner Länder in den verschiedenen Governance-Bereichen verdeckt. Die Weltbank aggregiert die sechs WGI nicht, empfiehlt sogar zusätzlich eine Betrachtung der disaggregierten Einzelindikatoren, aus denen sich die sechs WGI-Werte jeweils zusammensetzen. Weitere Informationen zum Umgang mit den WGI-Daten sind hier einzusehen: <https://info.worldbank.org/governance/wgi/Home/FAQ>

tatsächliche Situation bei den (Vor-)Lieferanten vor Ort, um die Eintrittswahrscheinlichkeit zu bestimmen.

Tabelle 17 enthält eine Übersicht der zur Bewertung der Kriterien „Schwere“ und „Eintrittswahrscheinlichkeit“ betrachteten Leitfragen und Quellen.

**Tabelle 18: Leitfragen und Quellen zur Einschätzung von Schwere und Eintrittswahrscheinlichkeit einer negativen Umweltauswirkung**

	LEITFRAGEN	QUELLEN(-TYPEN)
<b>Schwere</b>	<p><b>Ausmaß:</b> Wie gravierend ist die negative Umweltauswirkung?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Exploring Natural Capital Opportunities, Risks and Exposure (ENCORE)-Datenbank: „Materiality-Rating“</li> </ul>
	<p><b>Umfang:</b> In welchem Umfang kommt es zu Schädigungen der Umwelt? Wie ist die lokale, regionale oder globale Umwelt betroffen?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Raw Material Outlook Platform: „Value Chain &amp; Risks“</li> <li>▶ Qualitative Auswertung bestehender Daten- und Literaturquellen, insb. Datenbanken, wissenschaftliche Forschungsarbeiten und Studien o. Ä. von zivilgesellschaftlichen Akteuren, Verbänden oder anderen Institutionen</li> </ul>
	<p><b>Irreversibilität:</b> Inwieweit besteht die Möglichkeit, die Umwelt wieder in einen Zustand zu versetzen, der mindestens dem Zustand vor der negativen Auswirkung entspricht?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Interviews mit Expert*innen</li> </ul>
<b>Eintrittswahrscheinlichkeit</b>	<p>Wie wahrscheinlich ist es, dass die negative Umweltauswirkung eintritt?</p>	<p>(Umwelt-)Governance-Indikatoren zu zentralen Abbau-/Produktionsländern:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Environmental Performance Index (EPI)</li> <li>▶ World Governance Indicators (WGI) (<i>Mittelwert der sechs Indices</i>)</li> <li>▶ ENCORE-Datenbank: „Materiality-Rating“<sup>21</sup></li> <li>▶ Interviews mit Expert*innen</li> </ul>

Quelle: Eigene Darstellung, adelphi. Leitfragen orientieren sich an den Leitprinzipien für Wirtschaft und Menschenrechte der Vereinten Nationen (DGCN 2020).

<sup>21</sup> Die Einschätzung der „Wesentlichkeit“ (also der „Materiality“) einer negativen Auswirkung im ENCORE-Tool stützt sich u. a. auf Einschätzungen zur Eintrittswahrscheinlichkeit und erwarteten Häufigkeit einer negativen Auswirkung. Die umfassende Erläuterung zur Methodik des „Materiality-Ratings“ ENCORE o.J.c ist hier einzusehen: <https://encore.naturalcapital.finance/en/data-and-methodology/materiality>