

Rohstoffe und Ressourcen

Rohstoffsituation der bayerischen Wirtschaft

vbw

Studie

Stand: Dezember 2023

Eine vbw Studie, erstellt von IW Consult GmbH

Die bayerische Wirtschaft



Hinweis

Zitate aus dieser Publikation sind unter Angabe der Quelle zulässig.

Vorwort

Eine erfolgreiche Wirtschaft braucht eine sichere Rohstoffversorgung

Viele Erzeugnisse der Industrieunternehmen in Bayern enthalten Rohstoffe, die nur in wenigen Regionen der Welt vorkommen. Sie werden vor allem bei Zukunftstechnologien, wie den Energiespeichern, aber auch in der Informationstechnologie eingesetzt. Für die bayerische Industrie ist die zuverlässige Versorgung mit Rohstoffen daher eine wichtige Grundlage ihrer Wettbewerbsfähigkeit. Die Verfügbarkeit von Rohstoffen in ausreichender Menge und zu wirtschaftlich vertretbaren Kosten muss gesichert sein, denn ein Versorgungsengpass kann ganze Wertschöpfungsketten lahmlegen und damit enormen Schaden verursachen.

Die Sicherung der Versorgung mit Rohstoffen ist zunächst einmal Aufgabe jedes einzelnen Unternehmens. Mit langfristigen Lieferverträgen, diversifizierten Bezugswegen und einer laufenden Erforschung und Entwicklung von Substitutions- und Recyclingstrategien kommen sie dieser Verantwortung nach, stoßen hier jedoch häufig an ihre Grenzen.

Wichtigste Aufgaben der Europäischen Union sowie nationaler politischer Institutionen sind daher das Offenhalten der Rohstoffmärkte sowie die Pflege guter Beziehungen zu rohstoffreichen Ländern. Protektionistischen Tendenzen muss entgegengetreten und auf einen Abbau von Handelshemmnissen gedrungen werden. Darüber hinaus müssen die Grundlagenforschung zu einem effizienten Rohstoffeinsatz und zu Substitutionsmöglichkeiten gefördert sowie zukunftsfeste Recyclingkonzepte – in Zusammenarbeit mit der Wirtschaft – entwickelt werden.

Die Neuauflage unserer Studie analysiert den aktuellen Stand in der Rohstoffversorgung. Sie illustriert an den Fallbeispielen von Metallrecycling und der Rolle Chinas, welche Herausforderungen und Lösungsansätze im Hinblick auf Resilienz bestehen und nennt entscheidende Weichenstellungen für eine sichere Rohstoffversorgung.

Bertram Brossardt
13. Dezember 2023

Inhalt

1	Wesentliche Ergebnisse	1
2	Die aktuelle Rohstoffsituation der deutschen Wirtschaft	3
3	Rohstoffe – Bedeutung und Risiken	5
3.1	Globales Wirtschaftswachstum erhöht Rohstoffnachfrage und -preise	6
3.2	Konjunktur- und Rohstoffzyklen führen zu Preisschwankungen	6
3.3	Steigende Grenzkosten des Rohstoffabbaus	7
3.4	Die Rohstoffverfügbarkeit ist begrenzt	8
3.5	Recycling als Antwort auf begrenzte Rohstoffvorkommen	9
3.6	Rohstoffvorkommen befinden sich häufig in Risikoländern	9
3.7	Rohstoffe sind Instrumente strategischer Industriepolitik	11
3.8	Preis- und Lieferkonditionen hängen von der Marktmacht einzelner Unternehmen ab	12
3.9	Große Bedeutung der Rohstoffe für Zukunftstechnologien	12
3.10	Substituierbarkeit von Rohstoffen nur begrenzt möglich	13
4	Ergebnisse des Rohstoff-Risiko-Index	14
4.1	Rote Gruppe	15
4.2	Orangefarbene Gruppe	21
4.3	Grüne Gruppe	24
4.4	Entwicklung der Rohstoff-Risiken im Zeitverlauf	26
5	Fallstudien	30
5.1	Metallrecycling – ein wichtiger Beitrag zur Rohstoffversorgung	30
5.1.1	Recycling und sein Beitrag zur Rohstoffnachfrage	30
5.1.2	Rückgewinnung von Metallen und Handel mit Sekundärrohstoffen	34
5.1.3	Maßnahmen zur Verbesserung des Recyclings	36
5.2	Die Rolle Chinas als Rohstofflieferant für Deutschland und Europa	39

5.2.1	Die Rolle Chinas in der Produktion von Rohstoffen	40
5.2.2	Implikationen der chinesischen Marktmacht	45
5.2.3	Ausblick und Handlungsmöglichkeiten	47
6	Deutsche und europäische Rohstoffpolitik	49
6.1	Die Rohstoffstrategie der Bundesregierung	50
6.2	Internationale Zusammenarbeit	53
6.3	Die Rohstoffstrategie der Europäischen Union	54
7	Fazit und Handlungsempfehlungen	57
7.1	Unternehmensebene	58
7.2	Interaktive Ebene	59
7.3	Staatliche Ebene	60
	Literaturverzeichnis	64
	Abbildungsverzeichnis	67
	Tabellenverzeichnis	68
	Anhang – Aufbau des Rohstoff-Risiko-Index	69
	Anhang – Rohstoffsteckbriefe	73
	Anhang – Gegenüberstellung kritischer Rohstoffe nach European Critical Raw Materials Act und Rohstoff-Risiko-Index	115
	Ansprechpartner/Impressum	117

1 Wesentliche Ergebnisse

Die Risiken für die Rohstoffversorgung sind vielschichtig und nehmen zu

Rohstoffe stellen die Grundlage der industriellen Produktion und der Infrastruktur dar. Eine stabile Versorgung mit Rohstoffen ist dadurch eine zentrale Voraussetzung für Wohlstand und Beschäftigung in Deutschland und Bayern.

Ergebnisse des Rohstoff-Risiko-Index

Die zunehmenden geopolitischen Risiken führen zu großer ökonomischer Unsicherheit und belasten die wirtschaftliche Entwicklung. Die internationalen Rohstoffmärkte sind von diesen Trends besonders betroffen, wenn natürliche Ressourcen als politische Machtfaktoren eingesetzt werden. Diese politischen Unsicherheiten kommen zu den ohnehin im Rohstoffbereich auftretenden langfristig wirkenden Risikofaktoren für die Versorgung hinzu.

Im Rohstoff-Risiko-Index werden die Risiken der Rohstoffversorgung für 45 mineralische und metallische Rohstoffe in insgesamt acht Dimensionen bewertet und zu einer Kennziffer für jeden Rohstoff zusammengefasst. Im Ergebnis wird das Versorgungsrisiko wie im letzten Jahr bei 27 der 45 betrachteten Rohstoffe als besonders kritisch eingestuft. Gleichzeitig ist in sechs der acht Dimensionen das Risiko im Durchschnitt aller Rohstoffe leicht gestiegen. Auch der Gesamtwert des Risiko-Index fällt so etwas höher aus. Damit setzt sich die Tendenz steigender Risiken für die Rohstoffversorgung weiter fort.

In der Gruppe der besonders kritischen Rohstoffe finden sich überwiegend Metalle, deren Einsatz in neuen Technologien für die Dekarbonisierung und Digitalisierung der Wirtschaft essenziell ist. Die Anfälligkeit gegenüber einer strategischen Rohstoffpolitik, die hohe Bedeutung für Zukunftstechnologien, die Länderkonzentration und das Länderrisiko der Förderung sind häufige Risikofaktoren in dieser Gruppe.

Fallstudie Metallrecycling

Die Bereitstellung von Sekundärrohstoffen durch Recycling ist ein – auch von der Politik unterstützter – Weg, die Rohstoffversorgung im Inland zu verbessern. Bei wichtigen Basismetallen bestehen schon leistungsfähige Kreislaufsysteme. Für kritische Rohstoffe insbesondere für Zukunftstechnologien müssen jedoch noch passende Verfahren etabliert werden. Sammlung, Trennung und Aufbereitung müssen verbessert werden, damit Sekundärrohstoffe zu vergleichbarer Qualität und Kosten auch in der Produktion nachgefragt werden.

Dazu sind einerseits Investitionen in entsprechende industrielle Anlagen notwendig. Andererseits müssen auch die Rahmenbedingungen für diese häufig energieintensiven Prozesse stimmen, zum Beispiel bei Energiekosten, Fachkräfteversorgung oder Akzeptanz in der Bevölkerung. Bei mangelnder Wirtschaftlichkeit der Sekundärrohstoffwirtschaft gegenüber der Primärerzeugung von Rohstoffen können staatliche Unterstützungsleistungen

Wesentliche Ergebnisse

gerechtfertigt sein, wenn dadurch übergeordnete Ziele, wie z.B. eine verbesserte Umweltverträglichkeit oder eine erhöhte Versorgungssicherheit, erreicht werden können.

Fallstudie China

China spielt für die globale Rohstoffwirtschaft eine zentrale Rolle. Das Land ist bei vielen Rohstoffen sowohl größter Produzent als auch größter Verbraucher. Die Verarbeitung vieler Rohstoffe mit Ursprung in anderen Ländern findet hier statt. So steigt Chinas Einfluss auf die globale Rohstoffversorgung. Auch bei einigen Produkten in der nachgelagerten Wertschöpfungskette hat China daher eine marktbeherrschende Stellung aufgebaut. Neben geo- und handelspolitischen Risiken haben interne Entwicklungen in China großen Einfluss auf Preise und Verfügbarkeit wichtiger Rohstoffe.

Neben der Diversifizierung des Bezugs kann der Aufbau eigener Verarbeitungskapazitäten in Deutschland und Europa langfristig die Abhängigkeit von China reduzieren. Voraussetzungen dafür sind Investitionen und die Entwicklung von Know-how in der Rohstoffwirtschaft. Die Etablierung einer nachhaltigen Sekundärwirtschaft ist Teil der Lösung für eine verringerte Abhängigkeit von China.

2 Die aktuelle Rohstoffsituation der deutschen Wirtschaft

Die Metallversorgung ist zunehmend geopolitischen Risiken ausgesetzt

Während die Preise für die wichtigsten Importmetalle in den letzten Monaten tendenziell rückläufig gewesen sind und damit auf Entspannung an den Metallmärkten hindeuten, sind die geopolitisch motivierten Risiken der Rohstoffversorgung offenkundig geworden. Spätestens der russische Überfall auf die Ukraine und die damit verbundenen Importbeschränkungen für Energieträger oder Neon aus Russland haben gezeigt, dass natürliche Ressourcen in politischen Konflikten als wirtschaftlicher Machtfaktor eingesetzt werden können. Dieser zuvor als Möglichkeit diskutierte politische Einsatz von Abhängigkeiten ist praktische Realität geworden. Die zunehmende geopolitische Konfliktsituation in der Systemrivalität mit China rückt die Betrachtung von Abhängigkeiten ins Zentrum der Rohstoffpolitik.

Ruhiger Weltmarkt, stabile Kosten auf hohem Niveau

Die Weltmärkte für klassische Industrierohstoffe wie Kupfer, Aluminium und Eisenerz haben sich nach den Ausschlägen zu Beginn des Krieges in der Ukraine ruhig entwickelt. Das Preisniveau der wichtigsten Metalle (gemessen mit dem Industriemetallpreisindex, IMP-Index, des Instituts der deutschen Wirtschaft) hat sich im Sommer 2022 wieder auf das Vorkrisenniveau zurückbewegt und schwankt seither auf diesem Level (Abbildung 1). Das hohe energiepreisgetriebene Inflationsniveau hat sich trotz der energieintensiven Produktion nicht im allgemeinen Metallpreisniveau für deutsche in Euro abrechnenden Unternehmen niedergeschlagen. Im mittelfristigen Vergleich ist das Preisniveau aber weiterhin als hoch anzusehen. Die starken Anstiege der Zeit zwischen Frühjahr 2020 und Frühjahr 2021 sind nicht wieder ausgeglichen, sondern bestehen weiter.

Abbildung 1

Industriemetallpreis-Index

Index: Januar 1999 = 100, Stand: Oktober 2023



Quelle: Institut der deutschen Wirtschaft, vgl. zur Methodik: Bardt, 2011

Wachsende Bedeutung politischer Abhängigkeiten

Zu den zentralen geopolitischen Risiken zählt eine gewaltsame Annexion Taiwans durch China, aber auch unterhalb dieses Extremszenarios besteht die Gefahr, dass wirtschaftliche Abhängigkeiten als Machtinstrument zur Erreichung politischer Zwecke eingesetzt werden. Im Falle Russlands gab es die irriige Erwartung, dass die beiderseitige Abhängigkeit – Gas gegen Zahlungen – konfliktvermeidend wirkt, da keine Seite den Schaden der abgebrochenen Lieferbeziehungen dulden wollte. Diese Logik ist im Verhältnis zu China noch weniger realistisch. China verfügt direkt oder mittelbar über die größten Marktanteile bei zahlreichen Metallen – im Bergbau und noch stärker auf den ersten Verarbeitungsstufen. Gleichzeitig machen Spezialmetalle, bei denen China eine nahezu dominante Position hat und die für moderne Technologien unumgänglich sind, nur einen geringen Anteil an den chinesischen Gesamtausfuhren aus. Ein einseitiger Lieferstopp wäre für die chinesische Volkswirtschaft ohne nennenswerte Auswirkungen, für die westlichen Länder sind jedoch erhebliche Konsequenzen zu befürchten. Lieferunterbrechungen für Metalle, die für alle Arten von High-Tech-Gütern notwendig sind oder in zugelieferten Komponenten verbaut sind, würden zu erheblichen Produktionsstörungen führen. Die anzunehmenden hohen Kostensteigerungen wären weit weniger problematisch als die tatsächlichen Versorgungsmängel. Diese können für einen gewissen Zeitraum durch den Abbau von Lagern aufgefangen werden, bevor es zu Produktionsstilllegungen kommen würde. Eine kurzfristige Ausweitung der Rohstoffproduktion durch neue Bergbauprojekte ist aber nicht möglich. Auch wenn die Ressourcen geologisch verfügbar sind, würde der Ausgleich eines wegbrechenden chinesischen Angebots auf dem Weltmarkt vermutlich Jahre dauern.

Unternehmen reagieren auf die Versorgungsrisiken durch einen effizienteren Umgang mit Rohstoffen, langfristige Lieferverträge oder die Diversifizierung von Lieferanten. Für einzelne Unternehmen sind allerdings nicht alle Risiken vorhersehbar und durch die genannten Instrumente beherrschbar. Flankierende Unterstützung durch den Staat, etwa bei der Informationsbeschaffung oder der Risikoabsicherung, scheint dann geboten. Die Vermeidung politischer Erpressbarkeit in den Außenbeziehungen liegt letztlich auch im staatlichen Eigeninteresse. Dabei wird unterschiedlich vorgegangen: In den USA sind Teile der Förderung im Rahmen des Inflation Reduction Act daran gebunden, dass die Wertschöpfungskette bis zur Rohstoffbasis nicht aus China stammt. In Japan gibt es Fördermöglichkeiten für Unternehmen, die ihre Bezugsquellen diversifizieren. In Deutschland wird über die Möglichkeit eines Rohstofffonds diskutiert.

Die Sicherung der Rohstoffversorgung kann nicht nur national erfolgen. Auch auf europäischer Ebene und im Rahmen internationaler Organisationen wird die Sicherung und Stärkung der Rohstoffbasis angestrebt. Für Europa gilt, dass es zwar nennenswerte heimische Rohstoffe gibt, eine stabile Kooperation mit Lieferländern in Nord- und Südamerika, Afrika, Asien und Ozeanien aber unumgänglich ist. Damit soll das Angebot auf den Weltmärkten erhöht und der Zugang für europäische Unternehmen gesichert werden, ohne die Organisation der Versorgung durch exklusive bilaterale Verträge in staatliche Hand zu legen.

3 Rohstoffe – Bedeutung und Risiken

Vielfältige Determinanten beeinflussen Rohstoffangebot und -nachfrage

Als Ausgangspunkt der Güterproduktion wandern Rohstoffe entlang der Wertschöpfungskette über verschiedene Verarbeitungsstufen bis in die Endprodukte. So ist eine sichere Rohstoffversorgung auch für jene Unternehmen unverzichtbar, die nie unmittelbar mit Rohstoffen in Berührung kommen. Selbst Dienstleistungen sind oft nicht ohne Rohstoffe denkbar – etwa, wenn es sich um produktbegleitende Dienstleistungen handelt oder wenn die Dienstleistungen die Existenz von Infrastruktur voraussetzen.

Die Risikofaktoren für die Rohstoffversorgung betreffen verschiedene Stellen der Wertschöpfungskette. Der Rohstoff-Risiko-Index verfolgt das Ziel, die verschiedenen Risiken mit geeigneten Messkonzepten zu operationalisieren (Abbildung 2). Die unterschiedlichen Dimensionen des Versorgungsrisikos mit Rohstoffen werden im Folgenden kurz erläutert. Die methodischen Details zu Aggregation und Gewichtung der einzelnen Risikodeterminanten sind im Anhang ausführlich dargestellt. Für jeden Rohstoff ergibt sich entsprechend des eigenen Risikoprofils eine individuelle Risikobewertung.

Abbildung 2
Risikofaktoren bei Rohstoffen



Eigene Darstellung IW Consult, 2023

3.1 Globales Wirtschaftswachstum erhöht Rohstoffnachfrage und -preise

Auch wenn Konjunkturschwankungen und Krisen die kurzfristigen Aussichten eintrüben, ist langfristig weiter von einem Trend globalen Wirtschaftswachstums auszugehen. Entscheidende Treiber sind der Anstieg der Weltbevölkerung, der noch weit in das 21. Jahrhundert hineinreichen wird, sowie der steigende Wohlstand der Weltbevölkerung.

Die allmähliche Entkopplung des Ressourcen- und Energieverbrauchs vom Wirtschaftswachstum in den entwickelten Volkswirtschaften zeigt sich in vielen anderen Weltregionen nicht. Steigender Wohlstand ist dort mit steigender persönlicher Güterausstattung verbunden – wenn auch von deutlich geringerem Niveau ausgehend. Der Ausbau von Infrastruktur für Gebäude, Verkehr, Wasser, Energie und Kommunikation geht voran. Auf globaler Skala nimmt der Ressourceneinsatz mit wachsendem Konsum je Einwohner zu.

Dafür wird eine große Vielfalt an mineralischen und metallischen Rohstoffen benötigt. Gips und Zement sind für die Verkehrsinfrastruktur und Gebäude erforderlich. In der Verkehrs-, Kommunikations- und Energieinfrastruktur werden Stahl und Kupfer eingesetzt. Geräte der Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT), Steuerungseinheiten oder die 5G-Technologie werden für die Digitalisierung der Infrastruktur, der Güterproduktion und der Dienstleistungen benötigt. Sie haben eine immer stärker differenzierte Rohstoffnachfrage zum Beispiel nach verschiedenen Edel- und Leichtmetallen oder Seltenen Erden zur Folge. Die Digitalisierung weiter Lebens- und Wirtschaftsbereiche hängt vom Rohstoffeinsatz in Rechenzentren, in der IKT-Infrastruktur und in den Endgeräten der Verbraucher ab. Die E-Mobilität führt zu einer Verlagerung des Rohstoffverbrauchs weg von fossilen Energieträgern hin zu metallischen Rohstoffen für Energiegewinnung, -transport und -speicherung.

Die steigende Rohstoffnachfrage führt zu steigenden Rohstoffpreisen, wenn die Entwicklung des Rohstoffangebots der Nachfrageentwicklung nicht standhält. Gerade bei spezifischen, bislang nur in kleinen Mengen nachgefragten Rohstoffen führen dynamische technologische Entwicklungen zu einem starken Anstieg von Nachfrage und Preisen. Gleichzeitig ist die Erweiterung des Rohstoffangebots kostspielig. Das Angebot an Primärrohstoffen wächst nur bei Investitionen in die Förderung. Das Angebot von Sekundärrohstoffen setzt zusätzliche Anstrengungen bei Sammlung und Recycling voraus. Eine Berücksichtigung zukünftigen Recyclings schon im Produktdesign unterstützt solche Aktivitäten.

3.2 Konjunktur- und Rohstoffzyklen führen zu Preisschwankungen

Neben Preisanstiegen stellen Preisschwankungen ein zweites Element des Preisrisikos dar. Bei Rohstoffen können diese Preisschwankungen wegen der hohen Kapitalintensität der Förderung und Weiterverarbeitung größer ausfallen als bei anderen Gütern. Die Produktion reagiert hier langsamer auf Änderungen der Nachfrage. Bei schwacher Nachfrage können aufgrund hoher Kapital- und Lagerkosten kurzfristige Preissenkungen aus betriebswirtschaftlicher Sicht günstiger sein als eine Anpassung der Produktionsmenge. Eine Produktionsausweitung bei hoher Nachfrage ist zeitaufwendig und lohnt nur, wenn langfristig

höhere Preise erwartet werden. Als Ursache der höheren Preisvolatilität werden zwei Mechanismen unterschieden:

- Entlang des Konjunkturzyklus erfolgen die konjunkturellen Schwankungen der Rohstoffnachfrage schneller als das relativ träge Rohstoffangebot reagiert. Daher steigen die Rohstoffpreise, wenn die Rohstoffnachfrage schneller steigt als eine Angebotsausweitung durch neue Investitionen in die Rohstoffförderung erfolgt. Umgekehrt sinken Rohstoffpreise, wenn die Nachfrage sinkt, aber das Angebot nicht ebenso stark zurückgeht.
- Ein Rohstoffzyklus beschreibt das Phänomen, dass ein schneller Nachfrageanstieg nicht adäquat durch eine Produktionssteigerung ausgeglichen wird. Ursache kann ein sprunghafter Anstieg der Nachfrage nach spezifischen Rohstoffen durch neue technologische Entwicklungen und Produktinnovationen sein. Dies macht die Exploration und Erschließung neuer Förderstätten rentabel. Da die Anpassung der Förderung aber eine gewisse Zeit in Anspruch nimmt, gleichen sich Angebot und Nachfrage erst mittelfristig mit dem Effekt sinkender Rohstoffpreise wieder aus.

Auf der Nachfrageseite wird die Preisvolatilität problematisch, wenn sich die Unternehmen nicht schnell genug an die steigenden Preise anpassen können. Dies ist der Fall, wenn der Preisanstieg nicht hinreichend in der Kalkulation erfasst ist und eine kurzfristige Überwälzung der höheren Beschaffungspreise auf die Kunden nicht gelingt.

3.3 Steigende Grenzkosten des Rohstoffabbaus

Die Entwicklung der Gewinnungskosten ist eine wesentliche Determinante der Rohstoffpreise. Der Abbau von Rohstoffen unterliegt einem Trend steigender Grenzkosten. In der Regel werden zuerst werden leicht zugängliche und kostengünstig abzubauen Rohstoffvorkommen erschlossen, während weniger zugängliche Reserven für spätere Projekte übrig bleiben. Kosten steigen, wenn Rohstoffe tiefer in der Erde liegen, unter See abgebaut werden oder ihre Konzentration in der Lagerstätte gering ist. Technologische Fortschritte in der Förder- und Gewinnungstechnik dämpfen dagegen den Kostenanstieg.

Nach dem Abbau beeinflussen die Aufbereitung und Trennung der Rohstoffe die Gewinnungskosten maßgeblich. In den Lagerstätten sind metallische und mineralische Rohstoffe selten in reiner Form vorhanden. Verschiedene Faktoren beeinflussen die Gewinnungskosten:

- Die Konzentration der Erze in den Vorkommen variiert stark. Taubes Gestein oder Scheidewerk müssen entfernt werden.
- Die abgebauten Mengen enthalten oft andere Erze, Mineralien oder Metalle als Kuppelprodukte, was sich auf die Grenzkosten der Rohstoffgewinnung auswirkt:
 - Als positiven Beifang bezeichnet man Rohstoffe, deren sortenreine Abtrennung zusätzlichen Ertrag bringt, wie z.B. Platin, das gegebenenfalls als Nebenprodukt von Nickel gewonnen werden kann.
 - Als negativer Beifang sind Rohstoffe anzusehen, deren Abtrennung notwendig und kostspielig ist. Beispiele sind die Entsorgung umweltschädlicher oder radioaktiver Elemente im Phosphatabbau, wo oft Kadmium und andere Schwermetalle entfernt werden müssen.

Wenn Rohstoffe nur in Verbindung mit anderen auftreten, spricht man von der Vergesellschaftung von Rohstoffen. Ein Beispiel ist Kobalt, das gemeinsam mit Nickel und Kupfer vorkommt. Bei geringer Konzentration eines vergesellschafteten Rohstoffs lohnt es sich nicht, auf Preisschwankungen zu reagieren, was zu erheblichen Preisspitzen auf den Rohstoffmärkten führen kann.

Steigende Grenzkosten, negativer Beifang und geringe Preiselastizität bei seltenen Rohstoffen führen zu höheren Rohstoffpreisen. Die Gewinnung von Rohstoffen als positiver Beifang und technologischer Fortschritt in der Gewinnungstechnik wirken in die entgegengesetzte Richtung.

3.4 Die Rohstoffverfügbarkeit ist begrenzt

Rohstoffe lassen sich in nachwachsende und erschöpfbare Ressourcen einteilen. Zu den nachwachsenden Ressourcen zählen etwa Pflanzen. Ihre Verfügbarkeit wird durch die Reproduktionsrate bestimmt. Zu den erschöpfbaren Ressourcen zählen metallische, mineralische Rohstoffe oder fossile Energieträger. Bei erschöpfbaren Ressourcen ist die stoffliche Verfügbarkeit auf der Erde und in einzelnen Vorkommen prinzipiell begrenzt. Die endgültige Erschöpfung eines nicht erneuerbaren Rohstoffs hätte erhebliche negative wirtschaftliche Folgen. Bei fast allen Rohstoffen ist aber die in der Erdkruste vorhandene Menge so groß, dass darin nicht die relevante Begrenzung liegt.

Relevant für die nutzbare Größe der Rohstoffvorkommen sind die technologischen und ökonomischen Möglichkeiten der Erschließung und Förderung. Häufig ist dabei nicht die reine Menge, sondern die ausreichende Konzentration der Rohstoffe in den Förderstätten das entscheidende Kriterium. Beispielsweise kommen die sogenannten Seltenen Erden insgesamt in großen Mengen vor. Ihre Konzentration ist aber an den meisten Stellen so gering, dass ihre Förderung zu schwierig und zu teuer ist. Nur wenige Lagerstätten erlauben daher eine ökonomische Gewinnung.

Das geeignete Maß für die Rohstoffverfügbarkeit ist aus ökonomischer Sicht daher die sogenannte statische Reichweite. Darin werden die technisch und ökonomisch förderwürdigen Reserven eines Rohstoffs in Beziehung zur jährlichen Förderung dieses Rohstoffs gesetzt. Die statische Reichweite wird in Jahren angegeben und zeigt – richtig interpretiert – nicht die stoffliche Verfügbarkeit eines Rohstoffs als solche, sondern den zukünftigen Investitionsbedarf in die Exploration neuer Rohstoffvorkommen an.

Die statische Reichweite wird also von Preissignalen, Verhaltensänderungen und technologischen Entwicklungen beeinflusst:

- Steigende Preise können zunehmende Investitionen in Exploration und Förderung auslösen und wirken als Bremse für die Nachfrage. Sinkende Preise wirken umgekehrt.
- Der technologische Fortschritt in der Fördertechnik senkt die Kosten des Rohstoffabbaus und kann helfen, neue Vorkommen zu erschließen.
- Die Ausweitung des Recyclings von Rohstoffen erhöht das (Sekundär-)Rohstoffangebot und senkt die Nachfrage nach Bergbauprodukten.

3.5 Recycling als Antwort auf begrenzte Rohstoffvorkommen

Sekundärrohstoffe aus dem Recycling von nicht mehr genutzten Gütern können das Angebot von Primärrohstoffen ergänzen. Dafür müssen die nicht mehr genutzten Produkte gesammelt und die darin enthaltenen Rohstoffe möglichst sortenrein wiedergewonnen werden.

Bei Basismetallen, wie zum Beispiel Aluminium, Kupfer oder Eisen, wird in Deutschland und Europa schon ein substanzieller Anteil der Rohstoffnachfrage durch den Einsatz von Sekundärrohstoffen aus recycelten Abfällen gedeckt. Auch Glasrecycling hilft, den Einsatz von neu gewonnenem Quarzsand zu verringern. Bei vielen anderen Rohstoffen sind die Recyclingquoten aber noch deutlich geringer.

Die verstärkte Nutzung von Sekundärrohstoffen ist mit drei Zielen verknüpft:

- Eine verringerte Abhängigkeit von Primärrohstoffimporten aus dem Ausland zählt zu den zentralen Elementen der europäischen Rohstoffstrategie und kann einen Beitrag zur Erhöhung der Resilienz von Wertschöpfungsketten leisten. Die Anfälligkeit gegenüber einer strategischen Rohstoffpolitik der rohstoffreichen Länder sinkt.
- Die Nutzung von Sekundärrohstoffen ist in der Regel mit einem kleineren ökologischen Fußabdruck der Produktion verbunden. Ihre Nutzung verursacht einen geringeren Energieeinsatz und weniger Treibhausgasemissionen im Vergleich zur Nutzung von Primärrohstoffen. Sie kann die Wettbewerbsfähigkeit von Grundstoffindustrien in Europa erhöhen.
- Nicht zuletzt schont die Nutzung von Sekundärrohstoffen die begrenzten natürlichen Vorkommen von Primärrohstoffen.

Recycling als Teil der Kreislaufwirtschaft beginnt schon beim Produktdesign, das die Zugänglichkeit der Rohstoffe im Produkt bestimmt. Die Wettbewerbsfähigkeit von Sekundärrohstoffen gegenüber Primärrohstoffen hängt davon ab, dass vergleichbare Qualitäten zu vergleichbaren Preisen angeboten werden. Neben effizienten Systemen zu Sammlung, Sortierung und sortenreiner Aufbereitung der Materialien ist häufig ein Verfahren zur Qualitätszertifizierung der Sekundärrohstoffe notwendig.

Die Rahmenbedingungen für eine konsequente Nutzung von Sekundärrohstoffen entwickeln sich zum Positiven. Der technologische Fortschritt in der Recyclingwirtschaft hilft, Rohstoffe aus Altgeräten besser nutzbar zu machen. Auch die Verringerung von Abfallmengen und die stärkere Nutzung von Rohstoffen aus recycelten Altgeräten („Urban Mining“) trägt dazu bei, die Umweltauswirkungen des Ressourcenverbrauchs zu verringern. In vielen Industrieländern unterstützt eine flankierende Gesetzgebung die verschiedenen Ansätze und Motive des Rohstoffrecyclings.

3.6 Rohstoffvorkommen befinden sich häufig in Risikoländern

Nur wenige der aktuell genutzten Rohstofflagerstätten liegen in Europa. Rohstoffe kommen häufig nur in bestimmten geologischen Strukturen in förderwürdiger Form vor, weil

beispielsweise eine ausreichend hohe Konzentration der Rohstoffe in der Lagerstätte erforderlich ist. Bei einigen Rohstoffen verteilt sich die Förderung daher auf nur sehr wenige Länder.

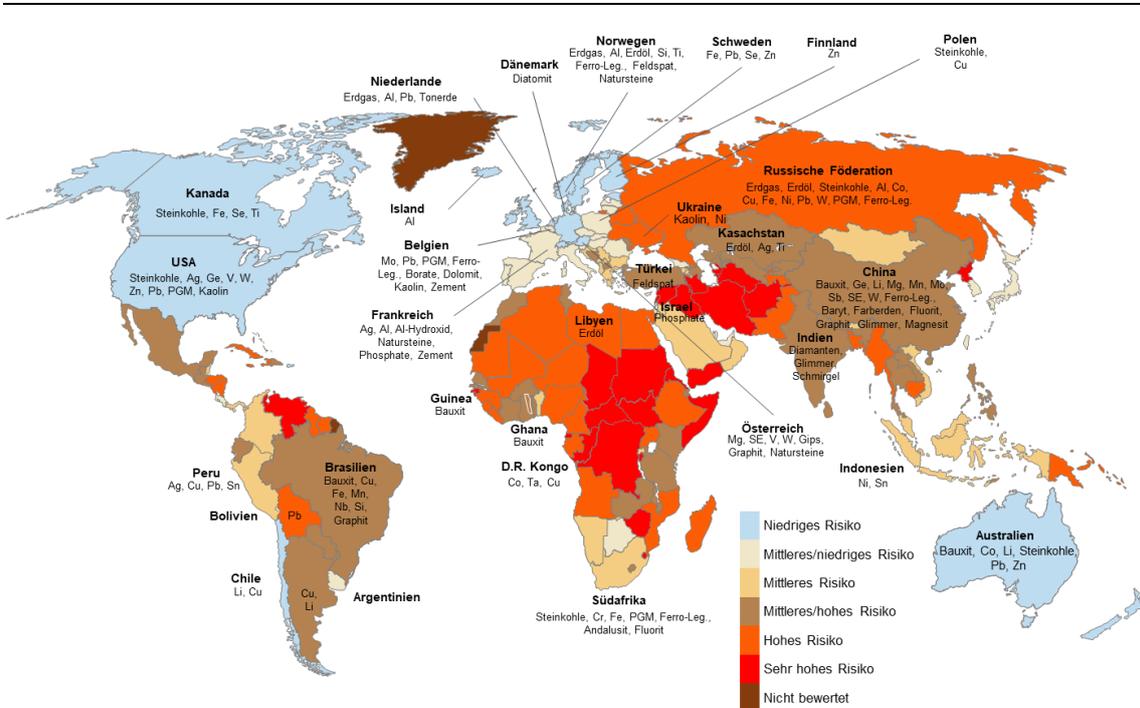
Gerade bei Rohstoffen mit einer hohen und spezifischen technologischen Bedeutung, wie z. B. bei Seltenen Erden, Lithium oder Kobalt, sind Deutschland und Europa heute praktisch vollständig auf Importe aus anderen Ländern angewiesen. Bei einigen dieser Rohstoffe zeichnet sich zwar für die Zukunft in Verbindung mit deutlich zunehmenden Abbaumengen eine Diversifizierung der Abbauländer und eine zunehmende Rohstoffgewinnung in Deutschland und Europa ab. Die Neuerschließung von Produktionsstätten wird allerdings von gesellschaftlichen und politischen Konflikten begleitet.

In Bezug auf interne und externe Konflikte, Rechtsstaatlichkeit, Korruption sowie politische und wirtschaftliche Stabilität sind viele rohstoffproduzierende Länder – vor allem außerhalb Europas – als Risikoländer einzustufen. Interne und externe Konflikte können sich zu Kriegen und Bürgerkriegen ausweiten und die Rohstoffgewinnung und -lieferung gefährden. Investitionen in die Rohstoffförderung sind riskanter, wenn es an Rechtsstaatlichkeit mangelt oder die politische und wirtschaftliche Lage instabil ist. Die Transportinfrastruktur ist oft mangelhaft und anfällig für Störungen. Willkürliche Steuern, Abgaben und Zölle sind ebenso wie Eingriffe in bestehende Verträge nicht ausgeschlossen. Für die Erfüllung der in Deutschland und Europa geforderten Sorgfaltspflichten in der Lieferkette reicht der Verweis auf staatliche Gesetzgebung, Regulierung und Rechtsdurchsetzung in diesen Ländern nicht aus. Die Erfüllung der Berichtspflichten ist in Ländern mit geringen Umwelt- und Menschenrechtsstandards oder schwachen staatlichen Institutionen mit höherem Aufwand verbunden und kann zu einer Umlenkung des Rohstoffhandels führen.

In Abbildung 3 sind die spezifischen Länderrisiken und die Verteilung wichtiger Rohstoffvorkommen in globalem Maßstab veranschaulicht. Weite Teile der Welt weisen im Vergleich zu Europa hohe Risiken auf. Gleichzeitig sind die Vorkommen wichtiger Rohstoffe stark auf Hochrisikoländer konzentriert.

Der Nachweis der Einhaltung von Menschenrechten, Sozial- und Umweltstandards spielt eine zunehmende Rolle für die Beschaffung von Rohstoffen oder Vorprodukten. Diese Dimension ist in Abbildung 3 nicht eigens berücksichtigt. Es ist aber davon auszugehen, dass eine hohe Korrelation des Risikos besteht. Wo es an Rechtsstaatlichkeit mangelt, wird das Einklagen verbindlicher Standards nur geringe Erfolgsaussichten haben.

Abbildung 3
Länderrisiko und Rohstoffvorkommen 2023



Eigene Darstellung IW Consult, 2023

3.7 Rohstoffe sind Instrumente strategischer Industriepolitik

Die staatliche Förderung bestimmter Industrien mit dem Ziel, diesen Industrien einen Wettbewerbsvorteil gegenüber dem Ausland zu verschaffen, wird als strategische Industriepolitik bezeichnet. In Schwellenländern zielen solche Maßnahmen häufig auf den grundlegenden Aufbau heimischer Industrien oder die Verlängerung der rohstoffbasierten Wertschöpfungsketten in die Aufbereitung und Weiterverarbeitung der Rohstoffe. Die Europäische Union verfolgt seit 2021 in ausgewählten Bereichen, wie Batterien, Wasserstoff oder Mikroelektronik mit den Projekten von bedeutendem Gemeinschaftsinteresse (*Important Projects of Common European Interest – IPCEI*) einen ähnlichen Ansatz.

In Ländern mit bedeutender Förderung können Rohstoffe zu einem Mittel der strategischen Industriepolitik werden. Ein privilegierter Rohstoffzugang für die inländischen Industrien verschafft diesen einen Wettbewerbsvorteil gegenüber dem Ausland. So zielt beispielsweise die Beschränkung des Exports bestimmter Nickelqualitäten in Indonesien auf die Etablierung der inländischen Erzverarbeitung und die Verlängerung der Wertschöpfungskette im Inland über den reinen Bergbau hinaus. Gleichzeitig wird dadurch der freie Welthandel mit Rohstoffen eingeschränkt.

Beschränkungen im Rohstoffhandel werden über die Zielsetzung einer strategischen Industriepolitik hinaus in handelspolitischen Auseinandersetzungen oder geopolitischen Konflikten zunehmend als Instrument eingesetzt. Die Liste der Beispiele ist lang und umfasst so unterschiedliche Fälle wie die chinesische Ausfuhrbeschränkung von Seltenen Erden gegenüber Japan im Jahr 2010 oder die Aussetzung des Gashandels zwischen Europa und Russland wegen des Ukraine-Kriegs. Anfang August wurden in China Exportkontrollen für Gallium, Germanium und abgeleitete Produkte eingeführt, die als Reaktion auf die Exportrestriktionen der USA für Hochtechnologiegüter gegenüber China gelten.

Auch vom Inflation Reduction Act in den USA ist ein Einfluss auf die globalen Rohstoffmärkte zu erwarten. Für eine Liste von 50 kritischen Rohstoffen gilt eine Local-Content-Klausel. Diese Rohstoffe sollen nach Möglichkeit entweder in den USA hergestellt oder aus Ländern bezogen werden, mit denen ein Freihandelsabkommen besteht. Dies kann zur Handelsumlenkung führen.

3.8 Preis- und Lieferkonditionen hängen von der Marktmacht einzelner Unternehmen ab

Die starke Konzentration von Rohstoffen auf wenige förderwürdige Lagerstätten und die hohe Kapitalintensität der Rohstoffförderung und -weiterverarbeitung begünstigen eine hohe Konzentration weniger großer Unternehmen im Rohstoffsektor. Häufig gehen substantielle Anteile des Rohstoffangebots bei einzelnen Rohstoffen von 50 oder mehr Prozent auf die Produktion weniger Unternehmen zurück.

In der resultierenden oligopolistischen Marktstruktur verfügen diese Rohstoffunternehmen über eine höhere Marktmacht und damit über Möglichkeiten, Preisforderungen einseitig durchzusetzen oder Lieferkonditionen zu bestimmen. Die Abnehmer müssen in dieser Konstellation häufig überhöhte Preise akzeptieren. Dies gilt umso mehr, wenn Angebotsalternativen fehlen und die Produzenten mit Lieferverzögerungen drohen können. Kleinere Abnehmer sind diesen Problemen wegen fehlender Marktmacht stärker ausgesetzt.

3.9 Große Bedeutung der Rohstoffe für Zukunftstechnologien

Zukunftstechnologien zeichnen sich durch eine hohe Bedeutung für die zukünftige Produktion und den zukünftigen Konsum aus. Solche technologisch anspruchsvollen und komplexen Produkte erfordern oft den Einsatz einer Vielzahl verschiedener Rohstoffe – wenn auch häufig nur in geringen Mengen. Beispiele finden sich in der Medizintechnik, bei den erneuerbaren Energien, in der Elektromobilität und in Informations- und Kommunikationstechnologien.

Bei diesen Produkten ist der Einsatz spezifischer Rohstoffe und Legierungen häufig für die Funktionsweise essenziell oder er verbessert die Produkteigenschaften wesentlich. Die

Nicht-Verfügbarkeit schon kleinster Rohstoffmengen kann für die Produktion kritisch sein und setzt sie so einem besonderen Risiko aus.

Gerade für ein Hochtechnologieland wie Deutschland ist die reibungslose Versorgung mit den relevanten Rohstoffen von zentraler Bedeutung für die Wettbewerbsfähigkeit und die Wertschöpfung. Die gestörten Lieferketten im Zuge der Corona-Pandemie machten diese Herausforderung in der Öffentlichkeit deutlich sichtbar.

3.10 Substituierbarkeit von Rohstoffen nur begrenzt möglich

Besonders im Bereich der Zukunftstechnologien zeigt sich, dass die technologische Leistungsfähigkeit von Produkten und ihre spezifischen Produkteigenschaften eng mit einem sehr spezifischen Rohstoffeinsatz oder der Verwendung bestimmter Legierungen verbunden sind.

Die hohe Spezialisierung des Rohstoffeinsatzes reduziert dann die wechselseitige Substituierbarkeit einzelner Rohstoffe. Der Austausch einzelner Rohstoffe durch Alternativen ist folglich mit einem hohen zusätzlichen Aufwand für Forschung und Entwicklung verbunden. Gerade weil der spezifische Materialeinsatz für Zukunftstechnologien neu entwickelt wurde, existieren diese Alternativen sogar häufig noch nicht.

Mit abnehmender Substituierbarkeit steigt das Versorgungsrisiko. Häufig besteht zudem das Problem, dass ein Rohstoff mit hohem Versorgungsrisiko nur durch einen anderen Rohstoff mit ebenfalls hohem Versorgungsrisiko ersetzt werden kann.

4 Ergebnisse des Rohstoff-Risiko-Index

Der Rohstoff-Risiko-Index fasst für jeden Rohstoff eine Vielzahl von Elementen des Versorgungsrisikos zu einem Indexwert zusammen

Die Risikofaktoren, die im vorigen Kapitel erläutert wurden, werden in diesem Kapitel zum Rohstoff-Risiko-Index verdichtet (zur Methodik vgl. Anhang). Er beinhaltet fünf quantitative und drei qualitative Indikatoren. Die quantitativen Indikatoren umfassen die statische Reichweite, das Länderrisiko, die 3-Länder-Konzentration, die 3-Unternehmen-Konzentration und das Preisrisiko. Die drei qualitativen Indikatoren beinhalten die Bedeutung für Zukunftstechnologien, die Substituierbarkeit und die Gefahr eines strategischen Einsatzes.

Analysiert werden die 45 Rohstoffe, die bereits in den vorherigen Auflagen der vbw-Rohstoffstudie enthalten waren. Die Auswahl orientiert sich an den „Rohstoffwirtschaftlichen Steckbriefen“ und der „Rohstoffliste“ der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR). Der Index beinhaltet auch drei Seltenerdmetalle – Scandium, Yttrium und Neodym – sowie vier Spezialmetalle – Selen, Indium, Germanium und Gallium.

Die Metalle und Mineralien werden auf Basis der Ergebnisse des Rohstoff-Risiko-Indexes in drei Gruppen – rot, orange, grün – eingeteilt. Der Rohstoff-Risiko-Index kann für jeden Rohstoff Werte zwischen 25 (höchstes Risiko) und 0 (geringstes Risiko) annehmen. Auf Basis dieser Ergebnisse verteilen sich die Metalle und Mineralien aktuell wie folgt auf die Gruppen:

- In der roten Gruppe befinden sich wie im Vorjahr 27 Rohstoffe mit dem höchsten Risiko und einem Indexwert von mindestens 15. Im aktuellen Jahr sind dabei zwei Rohstoffe neu von der orangefarbenen in die rote Gruppe gewechselt, während gleichzeitig zwei Rohstoffe von der roten in die orangefarbene Gruppe gewandert sind.
- Die orangefarbene Gruppe besteht aus 11 Rohstoffen mit Risikowerten zwischen 10 und 15 und umfasst damit aufgrund von Verschiebungen zwischen den Gruppen genauso viele Rohstoffe wie im Vorjahr.
- In der grünen Gruppe finden sich ebenfalls wie im Vorjahr 7 Rohstoffe mit geringem Versorgungsrisiko und Indexwerten von weniger als 10. Auch hier blieb die Anzahl der Rohstoffe in der Gruppe zwar konstant, ist aber durch einen Wechsel von jeweils einem Rohstoff in die orange und einem Rohstoff von der orangefarbenen in die grüne Gruppe zurückzuführen.

Bei der Interpretation der Ergebnisse des Rohstoff-Risiko-Index müssen zwei Einschränkungen beachtet werden:

- Ein direkter Vergleich der Punktzahlen mit dem Vorgängergutachten ist nur bedingt aussagekräftig, da sich die Punktwerte auch in Relation zur Bewertung der anderen Rohstoffe ergeben. Eine Veränderung des Punktwerts eines Rohstoffs kann daher theoretisch lediglich durch Änderungen in den Bedingungen bei anderen Rohstoffen verursacht sein.

- Die Unterschiede in der Punktwertung und den Rängen zwischen einzelnen Rohstoffen sind häufig klein, sodass die konkreten Ränge der Kritikalität nicht immer als absolut trennscharf interpretiert werden sollten. Geringe Änderungen in der Bewertung der Versorgungsbedingungen können Rangänderungen auslösen.

4.1 Rote Gruppe

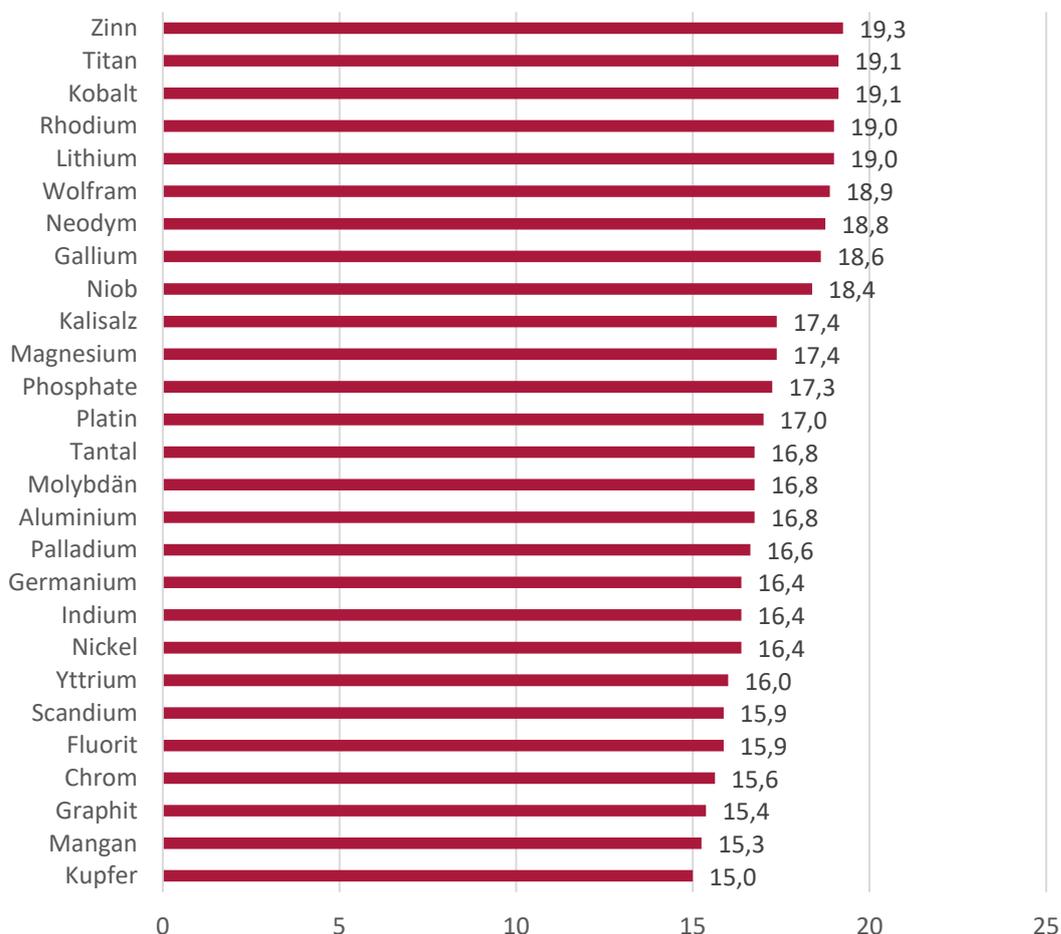
Metalle und Mineralien in der roten Gruppe weisen das höchste Versorgungsrisiko auf. In der aktuellen Studie befinden sich 27 Rohstoffe in dieser Gruppe und damit genauso viele wie in der vbw-Rohstoffstudie des vorherigen Jahres (Abbildung 4). Allerdings haben innerhalb eines Jahres einige Rohstoffe die Gruppe gewechselt. So befinden sich Kalisalz und Chrom inzwischen in der roten Gruppe (Vorjahr: orange Gruppe), während umgekehrt Selen und Silber von der roten in die orangefarbene Gruppe gewechselt sind.

Bei den meisten dieser Rohstoffe resultiert die Bewertung auf einer breiten Streuung hoher Risiken. So weisen 14 Rohstoffe – und damit etwas mehr als die Hälfte der roten Gruppe – in mindestens fünf der acht Dimensionen eine hohe Risikobewertung auf, bei weiteren zehn Rohstoffen wurden vier Dimensionen als kritisch eingestuft.

Bei allen Rohstoffen der roten Gruppe besteht mit Ausnahme von Chrom eine hohe Anfälligkeit gegenüber einer strategischen Rohstoffpolitik. Weiterhin haben mit Ausnahme von Chrom und Fluorit alle Rohstoffe eine hohe Bedeutung für Zukunftstechnologien. Ein hohes Risiko besteht bei vielen Rohstoffen der roten Gruppe auch beim Länderrisiko der Förderung (19 der 27 Rohstoffe), bei der Länderkonzentration der Förderung (18 Rohstoffe) und der statischen Reichweite (12 Rohstoffe). Bei der Länderkonzentration entfallen bei den kritischen Rohstoffen 75 Prozent der Förderung auf höchstens drei Länder. Bei weiteren 11 Rohstoffen wird die Unternehmenskonzentration als kritisch eingeschätzt.

Im aktuellen Rohstoff-Risiko-Index weist Zinn mit 19,3 Punkten wie bereits im Vorjahr das derzeit höchste Versorgungsrisiko auf. Ebenso wie die Spezialmetalle Gallium (Rang 8; 18,6 Punkte), Germanium (Rang 18; 16,4 Punkte) und Indium (Rang 19; 16,4 Punkte) wird es im Elektronik- und Optikbereich eingesetzt, z. B. bei der Herstellung von LCDs und Flachbildschirmen. Alle diese Spezialmetalle haben eine hohe Bedeutung für Zukunftstechnologien und die Gefahr eines strategischen Einsatzes wird als hoch eingeschätzt. Die statistische Reichweite ist bei Zinn und Indium kurz, bei Gallium und Germanium stellt sie hingegen kein Risiko dar. Das Länderrisiko wird bei Zinn, Gallium und Germanium als hoch eingeschätzt, ebenfalls die Konzentration auf nur wenige Länder bei Gallium, Germanium und Indium. Bei Zinn und Gallium stellt zusätzlich die Konzentration auf wenige Unternehmen ein weiteres Risiko dar. Insgesamt ist unter diesen vier Metallen das Versorgungsrisiko im Vergleich zum Vorjahr nach Punkten gesunken.

Abbildung 4
Risikoklasse I der Rohstoffe – rote Gruppe



Eigene Darstellung IW Consult, 2023

Mit Titan (Rang 2; 19,1 Punkte), Magnesium (Rang 11, 17,4 Punkte), Aluminium (Rang 16; 16,8 Punkte), Nickel (Rang 20; 16,4 Punkte) und Kupfer (Rang 27; 15,0 Punkte) befinden sich wichtige Metalle für die Metall- und Elektroindustrie sowie den Fahrzeugbau in der roten Gruppe. Sie sind in der Industrie stark verbreitet und haben eine hohe Bedeutung für Zukunftstechnologien. Titan, Magnesium und Aluminium haben eine hohe Bedeutung für den Leichtbau, Nickel weist eine hohe Bedeutung in der Elektromobilität auf und Kupfer hat eine zentrale Bedeutung für die zunehmende Elektrifizierung des Energiesystems und der Industrie. Riskant ist bei diesen fünf Rohstoffen die hohe Bedeutung für Zukunftstechnologien und eine hohe Anfälligkeit für eine strategische Rohstoffpolitik. Nickel und Kupfer weisen zudem nur eine kurze statische Reichweite auf. Bei Titan führen ein hohes Länderisiko sowie eine Konzentration der Förderung auf nur wenige Unternehmen zu einer höheren Risikobewertung als bei den übrigen drei Metallen. Bei Magnesium sind das

Länderrisiko und die Länderkonzentration besonders hoch. Bei Kupfer und Aluminium wird die Substituierbarkeit kritischer eingeschätzt als bei Titan, Magnesium und Nickel. Titan und Magnesium weisen hohe Preisrisiken auf. Im Vergleich zum Vorjahr werden die Versorgungsrisiken vor allem bei Titan inzwischen deutlich kritischer eingestuft; aber auch Aluminium und Nickel befinden sich im aktuellen Jahr auf etwas höheren Rängen als im Vorjahr. Magnesium und Kupfer werden ähnlich bewertet.

Die wichtigen Batterierohstoffe Kobalt, Lithium und Graphit liegen innerhalb der roten Gruppe auf den Plätzen 3, 5 und 25. Sie haben eine hohe Bedeutung für Zukunftstechnologien im Bereich der Elektromobilität. Bei ihnen besteht durch eine hohe Konzentration der Förderung auf wenige Länder eine hohe Gefahr eines strategischen Einsatzes. Bei Kobalt und Lithium ist die statische Reichweite zudem relativ kurz, bei Kobalt und Graphit wird das Länderrisiko in Verbindung mit der hohen Länderkonzentration der Förderung als kritisch betrachtet, bei Lithium ist das Länderrisiko hingegen unkritisch. Allerdings besteht bei Lithium ein zusätzliches Risiko durch die Förderung durch nur wenige Unternehmen und ein hohes Preisrisiko. Gegenüber dem Vorjahr hat sich das Risiko bei Kobalt nach Punkten leicht erhöht, während es bei Lithium gleichgeblieben und bei Graphit etwas gesunken ist.

Die Metalle der Platingruppe Rhodium, Platin und Palladium befinden sich auf den Rängen 4, 13 und 17 der roten Gruppe. Sie werden unter anderem in Katalysatoren zur Abgasreinigung, in Brennstoffzellen zur Gewinnung elektrischer Energie und Elektrolyseuren zur Erzeugung von Wasserstoff eingesetzt. Ihnen kommt daher eine hohe Bedeutung für Zukunftstechnologien im Bereich der Mobilität und der Bereitstellung von Wasserstoff als Energieträger und -speicher zu. Die Gewinnung dieser Metalle ist stark auf wenige Länder mit einem hohen Länderrisiko konzentriert und die Gefahr eines strategischen Einsatzes wird als hoch eingeschätzt. Die statische Reichweite ist bei Rhodium und Palladium unkritisch, bei Platin liegt sie im mittleren Bereich. Die Metalle der Platingruppe lassen sich nur untereinander substituieren und erhalten daher eine mittlere Risikobewertung. Im Vergleich zum Vorjahr wird das Risiko nach Rängen bei allen drei Metallen im aktuellen Jahr höher eingeschätzt. Bezogen auf den Punkteindex hat sich das Risiko bei Platin und Rhodium erhöht, während es bei Palladium gesunken ist.

Die Rohstoffe Wolfram (Rang 6; 18,9 Punkte), Niob (Rang 9; 18,4 Punkte), Tantal (Rang 14; 16,8 Punkte) werden ähnlich wie Molybdän (Rang 15; 16,8 Punkte) und Chrom (Rang 24, 15,6 Punkte) in der Stahlindustrie und in elektronischen Bauteilen eingesetzt. In der Stahlindustrie werden die Rohstoffe zur Optimierung der Stahleigenschaften verwendet, in der Elektroindustrie sind Niob, Tantal und Wolfram auch Elemente in Kondensatoren. Mit Ausnahme von Chrom haben diese Rohstoffe damit eine hohe Bedeutung für Zukunftstechnologien. Die fünf Rohstoffe sind stark auf wenige Länder konzentriert und weisen mit Ausnahme von Molybdän ein hohes Länderrisiko auf. Die Anfälligkeit gegenüber einer strategischen Rohstoffpolitik wird mit Ausnahme von Chrom bei allen Rohstoffen als hoch bewertet. Bei Niob und Tantal beschränkt sich die Förderung zusätzlich auf nur wenige Unternehmen. Die statische Reichweite wird bei Wolfram, Molybdän und Chrom als recht kurz eingeschätzt. Insgesamt wird das Versorgungsrisiko aktuell bei Tantal geringer eingeschätzt als noch im Vorjahr, bei Wolfram ist es ähnlich geblieben und bei Niob, Molybdän und Chrom ist es gestiegen. Chrom wechselte im Vergleich zum Vorjahr von der orangen in

die rote Gruppe, was auf höhere Risiken bei der Länderkonzentration und bei den Substitutionsmöglichkeiten zurückzuführen ist.

Neodym (Rang 7, 18,8 Punkte), Yttrium (Rang 21; 16,0 Punkte) und Scandium (Rang 22; 15,9 Punkte) gehören zu den Seltenerdmetallen und werden bei einer Vielzahl von Anwendungen eingesetzt. Sie erfüllen dabei jeweils sehr spezifische Zwecke und lassen sich daher in der Regel höchstens durch andere ähnliche Seltenerdmetalle substituieren. Sie haben alle eine hohe Bedeutung für Zukunftstechnologien und die Gefahr eines strategischen Einsatzes wird als hoch eingeschätzt. Hinzu kommt bei Neodym und Scandium eine hohe Konzentration der Förderung auf wenige Länder ein damit verbundenes hohes Länderrisiko. Bei Neodym wird darüber hinaus das Preisrisiko als hoch eingeschätzt, bei Yttrium trägt eine recht kurze statische Reichweite zum Versorgungsrisiko bei. Im Vergleich zum Vorjahr wird das Versorgungsrisiko bei Yttrium nach Punkten weniger kritisch eingeschätzt, bei Neodym ist es leicht gestiegen und bei Scandium gleichgeblieben. Bei Yttrium trägt zu der Entwicklung vor allem ein weniger kritisch eingeschätztes Länderrisiko im aktuellen Jahr bei, bei Neodym wird im aktuellen Jahr hingegen die Konzentration auf wenige Förderländer und das damit einhergehende Länderrisiko kritischer bewertet.

Kalisalz ist im Vergleich zum Vorjahr von der orangen in die rote Gruppe gewechselt und liegt auf Rang 10 mit 17,4 Punkten. Auch Phosphate befinden sich mit Rang 12 und 17,3 Punkten in der roten Gruppe. Diese beiden Mineralien werden vor allem als Grundstoffe für die Düngemittelproduktion verwendet und finden Verwendung in der Landwirtschaft. Durch ihre Bedeutung für die Ernährung einer weiter steigenden Weltbevölkerung haben sie eine hohe Bedeutung für Zukunftstechnologien. Bei beiden Mineralien zeigt sich eine hohe Unternehmenskonzentration und ein hohes Preisrisiko. Die Gefahr eines strategischen Einsatzes wird als hoch bewertet, bei mineralischen Phosphaten wird zusätzlich das Länderrisiko als hoch eingeschätzt, da Phosphate vor allem in China gefördert werden. Bei Kalisalz sind Belarus und Russland die größten Förderländer nach Kanada. Das Versorgungsrisiko wird bei beiden Mineralien im Vergleich zum Vorjahr insgesamt höher eingeschätzt, weil sich zum einen die Gefahr eines strategischen Einsatzes erhöht hat und zum anderen die Bedeutung für Zukunftstechnologien zugenommen hat.

Fluorit ist unter anderem von Bedeutung als Industriemineral für die Stahl und Leichtmetallherstellung und liegt mit 15,9 Punkten auf Rang 23. Durch eine starke Konzentration der Förderung auf wenige Förderländer (vor allem China) besteht ein hohes Länderrisiko und eine hohe Anfälligkeit gegenüber einer strategischen Rohstoffpolitik. Die statische Reichweite wird als relativ kurz eingeschätzt. Unkritisch ist hingegen die Preisentwicklung. Gegenüber dem Vorjahr ist der Indexwert in Punkten unverändert geblieben.

Der Rohstoff Mangan befindet sich mit 15,3 Punkten auf Platz 26. Er kann, abhängig von der konkreten technologischen Entwicklung, in Zukunft zunehmende Bedeutung für die Elektromobilität erlangen. Seine Bedeutung für Zukunftstechnologien wird entsprechend von Experten als hoch eingestuft. Als riskant wird die recht geringe statische Reichweite, das Länderrisiko sowie die Gefahr eines strategischen Einsatzes gesehen. Gegenüber dem Vorjahr wird das Versorgungsrisiko etwas geringer eingeschätzt.

Ergebnisse des Rohstoff-Risiko-Index

Die Rohstoffe der roten Gruppe, deren wichtigste Verwendungen sowie deren Bedeutung für Bayern und die bayerische Industrie sind in der folgenden Tabelle 1 zusammengefasst. Bei 20 der 27 Rohstoffe wird die Bedeutung für Bayern als hoch eingeschätzt. Dabei handelt es sich um jene Rohstoffe, die in für Bayern bedeutenden Wirtschaftszweigen eine wichtige Rolle spielen. Zu diesen Wirtschaftszweigen zählen insbesondere der Fahrzeug- und Maschinenbau, die Elektroindustrie, die Metall- und Stahlverarbeitung sowie die Chemieindustrie.

Tabelle 1

Bedeutung der Rohstoffe in Risikoklasse I für Bayern

Rohstoffe	Verwendung	Bedeutung für Bayern
Zinn	Elektronik, Weißblech, LCD, Chemie, Legierungen	hoch
Titan	Pigmente, Kunststoffe, Legierungen, Flugzeugbau, Anlagenbau, Medizintechnik	hoch
Kobalt	Batterien, Superlegierungen, Katalysatoren, Hartmetalle	hoch
Rhodium	Auto-, Chemie- und Elektroindustrie, Schmuck und Dentaltechnik	hoch
Lithium	Akkumulatoren/Batterien, Glas/Keramiken, Schmierfette, Metallurgie, Chemie	hoch
Wolfram	Leuchtmittelindustrie, Metallurgie, Militär	hoch
Neodym	Magnete, Lasertechnik, Glas- und Porzellanfärbung	hoch
Gallium	Radiofrequenz-Mikrochips, Dünnschicht-Photovoltaik, Optoelektronik/Photonik	hoch
Niob	Superlegierungen, Edelstahl, Elektronik, Kondensatoren	hoch
Kalisalz	Düngemittel, Industriechemikalien	mittel
Magnesium	Metallurgie, chemische Industrie, Flug- und Fahrzeugbau	mittel
Phosphate	Landwirtschaft	mittel
Platin	Katalysatoren (Abgasbehandlung, Chemie), Herstellung von Brennstoffzellen, Medizin- und Dentaltechnik	hoch

– Fortsetzung auf der nächsten Seite –

– Fortsetzung von Tabelle 1: Bedeutung der Rohstoffe in Risikoklasse I für Bayern –

Rohstoffe	Verwendung	Bedeutung für Bayern
Tantal	Mikroelektronische Kondensatoren, Superlegierungen, Radiofrequenz-Mikrochips, Medizintechnik	hoch
Molybdän	Flugzeug- und Raketenbau, Elektrotechnik, Edelmehle, Schmierstoffe, Farben und Katalysatoren	niedrig
Aluminium	Fahrzeugbau, Luft- und Raumfahrt, Bau, Elektroindustrie, Windkraft	hoch
Palladium	Abgaskatalysatoren, Brennstoffzellen, Chemieindustrie, Schmuck, Medizin- und Dentaltechnik	hoch
Germanium	Glasfaser, Halbleiter, Infraroptik, Polymerisationskatalysatoren in der PET-Herstellung	hoch
Indium	Flachbildschirme, Optik, Elektronik, Photovoltaik	hoch
Nickel	Legierungen, Gasturbinen, Katalysatoren, Batterien	hoch
Yttrium	Reaktortechnik, Magnete, Metallurgie, Röhrentechnik, Leuchtstoffe, Festoxid-Brennstoffzelle	hoch
Scandium	Leichte Legierungen (Flugzeugbau), Festoxid-Brennstoffzelle (Hochtemperatur-Brennstoffzelle)	mittel
Fluorit	Stahlindustrie, Gießereien, Chemie, Kälte-, Klimaanlage	mittel
Chrom	Edelstahl, Feuerfestindustrie, Chemie, Farbe	mittel
Graphit	Batterien, Feuerfestindustrie, Gießereien, Kunststoffe, Bleistifte, Beläge, Brennstoffzellen	hoch
Mangan	Eisen- und Stahlindustrie, Batterien	hoch
Kupfer	Elektroindustrie, <i>Radio Frequency Identification</i> (RFID)-Chips, Windkraft	hoch

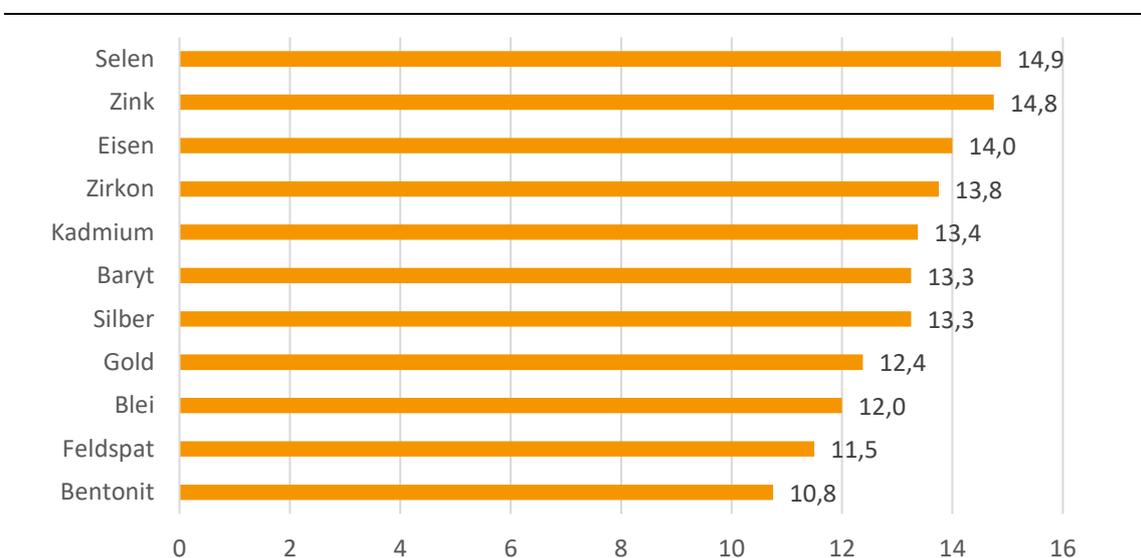
Eigene Zusammenstellung der IW Consult, 2023

4.2 Orangefarbene Gruppe

Die orangefarbene Gruppe des Rohstoff-Risiko-Indexes umfasst die Ränge 28 bis 38 und damit insgesamt elf Rohstoffe (Abbildung 5). Sie enthält damit genauso viele Rohstoffe wie im Vorjahr. Während Kalisalz und Chrom gegenüber dem letzten Jahr von der orangen in die rote Gruppe wechselten, kamen Selen und Silber aus der roten Gruppe neu zur orangen Gruppe. Zement tauschte seinen Platz in der orangen Gruppe nun mit einem Platz in der grünen Gruppe. Umgekehrt befindet sich Bentonit nun nicht mehr in der grünen, sondern ebenfalls in der orangen Gruppe.

Abbildung 5

Risikoklasse II der Rohstoffe – orangefarbene Gruppe



Eigene Darstellung IW Consult, 2023

Selen liegt mit 14,9 Punkten und Rang 28 knapp in der orangen Gruppe und kam neu aus der roten Gruppe hinzu. Zu den Einsatzgebieten von Selen gehören unter anderem Elektronik und Optik, was die hohe Bedeutung für Zukunftstechnologien erklärt. Riskant sind die geringe statische Reichweite und die Anfälligkeit gegenüber einer strategischen Rohstoffpolitik. Gegenüber dem Vorjahr sank der Punkte-Index von 15,6 Punkten auf 14,9 Punkte, was darauf zurückzuführen ist, dass die Bedeutung als Zukunftstechnologie von Experten als weniger riskant eingestuft wurde.

Zink (Rang 29; 14,8 Punkte) und Eisen (Rang 30; 14,0 Punkte) befinden sich auf den Rängen 29 und 30 und sind wichtige Metalle für die Metall- und Elektroindustrie sowie den Fahrzeugbau. Durch ihre starke Verbreitung in der Industrie haben sie eine hohe Bedeutung für Zukunftstechnologien. Beiden Rohstoffen wird nur eine geringe Substituierbarkeit attestiert; bei Zink kommt noch eine geringe statische Reichweite hinzu. In allen übrigen Bereichen befindet sich das Risiko im mittleren bis niedrigen Bereich. Im Vergleich zum Vorjahr

ist bei Eisen das Versorgungsrisiko nach Punkten gleichgeblieben, während es sich bei Zink leicht erhöht hat. Grund dafür ist, dass die Substituierbarkeit von Zink im aktuellen Jahr etwas kritischer eingeschätzt wird als im Vorjahr.

Zirkon ist ein temperaturbeständiger und hochfester Rohstoff und findet Verwendung in Schmelzriegeln und in der Dentaltechnik. Er liegt auf Rang 31 mit 13,8 Punkten. Die hohe Konzentration der Förderung auf wenige Unternehmen wird bei Zirkon als kritisch eingeschätzt, alle übrigen Indikatoren werden mit einem mittleren oder niedrigen Risiko bewertet. Im Vergleich zum Vorjahr wird die Bedeutung für Zukunftstechnologien niedriger eingeschätzt, weshalb das Versorgungsrisiko nun etwas geringer eingestuft wird.

Die Schwermetalle Kadmium und Blei liegen auf den Rängen 32 und 36. Ihre Anwendung ist aufgrund der damit einhergehenden Gesundheitsgefahren in den meisten Produkten streng reguliert und begrenzt. Bei beiden Rohstoffen wird die statische Reichweite als kurz eingestuft und stellt damit das höchste Risiko dar. Alle weiteren Indikatoren befinden sich hingegen überwiegend im Mittelfeld. Bei Kadmium werden die Unternehmenskonzentration und bei Blei zusätzlich noch das Preisrisiko als unkritisch erachtet. Während sich bei Kadmium das Versorgungsrisiko unter anderem durch eine als kritischer eingestufte statische Reichweite seit dem Vorjahr etwas erhöht hat, ist es bei Blei unter anderem durch ein geringeres Länderrisiko geringfügig gesunken.

Baryt liegt mit 13,3 Punkten auf Rang 33. Das Mineral wird als Zusatzstoff in verschiedensten Industrieprodukten verwendet, beispielsweise in der Beton- und Zementherstellung. Das größte Risiko stellt hier das Länderrisiko dar. Alle übrigen Indikatoren befinden sich im mittleren Bereich. Dadurch, dass die Substituierbarkeit aktuell etwas besser eingeschätzt wird als im Vorjahr, ist das Gesamtrisiko nach Punkten etwas gesunken. Feldspat (Rang 37; 11,5 Punkte) ist ein Mineral, das in der Keramik- und Glasherstellung zum Einsatz kommt. Im Vergleich zum Vorjahr ist das Risiko nach Punkten etwas zurückgegangen, da die Länderkonzentration und die Substitutionsmöglichkeiten nun weniger kritisch eingeschätzt werden. Die Bedeutung für Zukunftstechnologien ist gestiegen.

Das Edelmetall Silber (Rang 34; 13,3 Punkte) ist in diesem Jahr nach zwei Jahren in der roten Gruppe wieder in die orangefarbene Gruppe zurückgekehrt. Silber wird aufgrund seiner guten elektrischen Leiteigenschaften in der Elektroindustrie eingesetzt und hat damit eine hohe Bedeutung für Zukunftstechnologien. Die statische Reichweite und die Gefahr eines strategischen Einsatzes sind die größten Risikofaktoren. Im Gegensatz zum Vorjahr befindet sich das Länderrisiko inzwischen im mittleren statt im hohen Bereich, die Länderkonzentration und das Preisrisiko werden aktuell als unkritisch eingeschätzt. Neben Silber befindet sich auch das Edelmetall Gold (Rang 35; 12,4 Punkte) in der orangenen Gruppe. Wie Silber findet Gold wegen seiner guten elektrischen Leiteigenschaften Einsatz in der Elektroindustrie, wird aber auch als Schmuck und Wertaufbewahrungsmittel verwendet. Durch seinen Einsatz in der Elektroindustrie hat es eine hohe Bedeutung für Zukunftstechnologien. Seine kurze statische Reichweite sowie das Länderrisiko werden als hohe Risikofaktoren eingestuft. Die Länder- und Unternehmenskonzentration sowie das Preisrisiko sind hingegen unkritisch. Das Risiko eines strategischen Einsatzes wird aktuell als mittel eingeschätzt, wodurch sich das Versorgungsrisiko im Vergleich zum Vorjahr verringert hat.

Ergebnisse des Rohstoff-Risiko-Index

Bentonit befindet sich nach Jahren in der grünen Gruppe nun in der orangen Gruppe (Rang 38; 10,8 Punkte). Zurückzuführen ist die kritischere Einstufung des Versorgungsrisikos unter anderem auf ein inzwischen als hoch bewertetes Länderrisiko. Gleichzeitig werden die Länderkonzentration und die Gefahr für einen strategischen Einsatz kritischer als noch im Vorjahr angesehen, die Einschätzungen befinden sich aber immer noch im mittleren Bereich.

Die Rohstoffe der orangen Gruppe werden mit ihren wichtigsten Verwendungen und ihrer Bedeutung für Bayern in der folgenden Tabelle 2 zusammengefasst. Die Bedeutung für Bayern wird bei drei Rohstoffen der orangen Gruppe (Selen, Zink, Eisen) als hoch eingeschätzt. Drei weitere Rohstoffe (Zirkon, Kadmium, Blei) der orangen Gruppe haben für Bayern eine mittlere Bedeutung, fünf Rohstoffe eine niedrige Relevanz.

Tabelle 2

Bedeutung der Rohstoffe in Risikoklasse II für Bayern

Rohstoffe	Verwendung	Bedeutung für Bayern
Selen	Chemikalien und Pigmente, Elektronik, Metallurgie	hoch
Zink	Galvanik, Nicht-Eisen-Legierungen, Pharmazie, Batterien, Pigmente	hoch
Eisen	Metall- und Elektroindustrie, Bauwirtschaft	hoch
Zirkon	Schmelztiegel, Dentaltechnik, Festoxid-Brennstoffzelle	mittel
Kadmium	Solarzellen, Halbleiter	mittel
Baryt	Bohrspülung, chemische Anwendungen, Schwerbetonzuschlag oder Röntgenkontrastmittel	niedrig
Silber	Schmuck- und Tafelwaren, Münzen und Legierungen, Film-, Foto- und Elektroindustrie	niedrig
Gold	Schmuck, Zahntechnik, Elektroindustrie	niedrig
Blei	Akkumulatoren, Kabel, Glasindustrie, Chemie, Farbstoffe, Legierungen, Elektrotechnik, Radiologie und Munition	mittel
Feldspat	Keramik- und Glasindustrie	niedrig
Bentonit	Gießerei, Eisenindustrie	niedrig

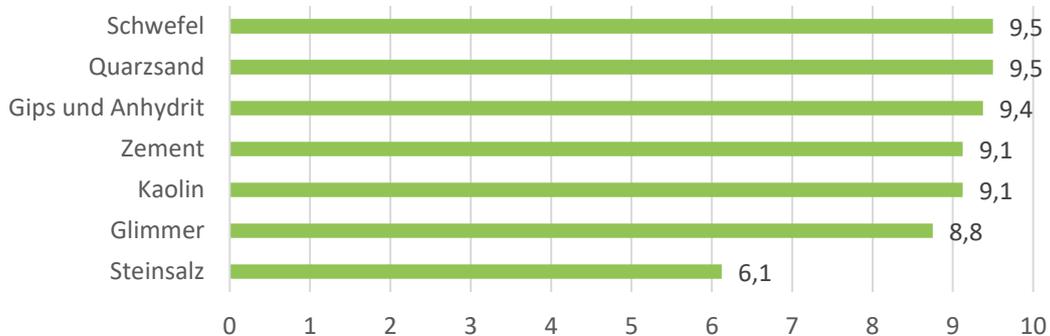
Eigene Zusammenstellung der IW Consult, 2023

4.3 Grüne Gruppe

In der grünen Gruppe der Rohstoffe mit einem geringen Versorgungsrisiko befinden sich wie bereits im letzten Jahr sieben Rohstoffe (Abbildung 6). Bentonit und Zement haben allerdings im Vergleich zum Vorjahr die Gruppe getauscht. Während Bentonit nun in der orangen Gruppe zu finden ist, ist Zement aus der orangen Gruppe wieder in die grüne Gruppe zurückgekehrt. Zement wird hier mit zu den Rohstoffen gezählt, weil er in der Regel in engem Zusammenhang mit dem Abbau des wichtigen Bestandteils Kalkstein in direkter Umgebung der Bergwerke und Tagebaue produziert wird.

Abbildung 6

Risikoklasse III der Rohstoffe – grüne Gruppe



Eigene Darstellung IW Consult, 2023

Bei allen Rohstoffen in der grünen Gruppe handelt es sich um Mineralien mit einer hohen statischen Reichweite, die eine geringe Unternehmenskonzentration haben und die derzeit kein Preisrisiko aufweisen. Die Förderung der Rohstoffe findet jeweils verteilt über viele Länder statt, weshalb auch das Länderrisiko mit Ausnahme von Zement bei allen Rohstoffen der grünen Gruppe mittel bis gering ist. Die Substitutionsmöglichkeiten befinden sich im mittleren Bereich, nur bei Quarzsand werden sie kritisch gesehen. Schwefel und Quarzsand haben aus Expertensicht eine hohe Bedeutung für Zukunftstechnologien, bei den übrigen Rohstoffen befindet sie sich im mittleren Bereich.

Im Gegensatz zum Vorjahr hat die Gefahr eines strategischen Einsatzes inzwischen bei mehreren Rohstoffen der grünen Gruppe zugenommen und wird häufiger als hoch bewertet. War es im Vorjahr nur Quarzsand, bei dem dieses Risiko als hoch eingeschätzt wurde, so wird im aktuellen Jahr auch Schwefel sowie Gips und Anhydrit eine hohe politische Relevanz seitens des Expertenpanels attestiert.

Innerhalb der Gruppe ist das Versorgungsrisiko bei Schwefel, Quarzsand, Gips und Anhydrit im Vergleich zum Vorjahr gestiegen, bei Zement, Kaolin und Glimmer gesunken.

Bei Gips und Anhydrit sowie bei Schwefel trugen zur kritischeren Bewertung die bereits erwähnte höhere Gefahr eines strategischen Einsatzes sowie unter anderem eine höhere Bedeutung für Zukunftstechnologien bei. Bei Quarzsand werden im aktuellen Jahr die Substitutionsmöglichkeiten schlechter bewertet, hier ist das Risiko vom mittleren Bereich in den hohen Bereich gestiegen.

Bei Zement werden die Substitutionsmöglichkeiten dagegen inzwischen besser als noch im Vorjahr bewertet und die Bedeutung für Zukunftstechnologien ist zurückgegangen. Bei Kaolin trug zum geringeren Versorgungsrisiko eine geringere Länderkonzentration bei, bei Glimmer ein geringeres Länderrisiko.

In der Tabelle 3 sind die Rohstoffe der grünen Gruppe, ihre wichtigsten Verwendungen sowie ihre Bedeutung für Bayern zusammengefasst. Die Bedeutung für die bayerische Industrie liegt bei den verschiedenen Rohstoffen überwiegend im mittleren Bereich, nur Zement hat eine hohe Bedeutung und Steinsalz eine niedrige Bedeutung.

Tabelle 3

Bedeutung der Rohstoffe in Risikoklasse III für Bayern

Rohstoffe	Verwendung	Bedeutung für Bayern
Schwefel	Chemische und pharmazeutische Industrie	mittel
Quarzsand	Glas- und Gießerei-Industrie	mittel
Gips und Anhydrit	Baumaterial	mittel
Zement	Infrastruktur	hoch
Kaolin	Beschichtung von Papier und Keramik	mittel
Glimmer	Farbstoffe, Füllstoffe, Dämmung, Kosmetik, Keramik, Isolierung	mittel
Steinsalz	Gewinnung von Chlor und Natrium	niedrig

Eigene Zusammenstellung der IW Consult, 2023

In Abbildung 7 sind die Bedeutung der einzelnen Rohstoffe für Bayern und ihr Rohstoffrisiko als Synopse gegenübergestellt. Es zeigt sich, dass häufig die Rohstoffe mit einem hohen Risiko auch eine hohe Bedeutung für die bayerische Industrie aufweisen. Dies liegt daran, dass viele dieser als riskant bewerteten Rohstoffe eine hohe Bedeutung für Zukunftstechnologien haben, die für die technologieorientierte Industrie in Bayern wichtig sind.

Abbildung 7
Bedeutungs-Risiko-Matrix

Bedeutung für Bayern Risikoklasse	Hoch	Mittel	Niedrig
■ Hoch	Zinn, Titan, Kobalt, Rhodium, Lithium, Wolfram, Neodym, Gallium, Niob, Platin, Tantal, Aluminium, Palladium, Germanium, Indium, Nickel, Yttrium, Graphit, Mangan, Kupfer	Kalisalz, Magnesium, Phosphate, Scandium, Fluorit, Chrom	Molybdän
■ Mittel	Selen, Zink, Eisen	Zirkon, Kadmium, Blei	Baryt, Silber, Gold, Feldspat, Bentonit
■ Niedrig	Zement	Schwefel, Quarzsand, Gips und Anhydrit, Kaolin, Glimmer	Steinsalz

Eigene Darstellung IW Consult, 2023

4.4 Entwicklung der Rohstoff-Risiken im Zeitverlauf

Im Zeitraum von 2015 bis 2023 hat sich das durchschnittliche Versorgungsrisiko bei den 45 betrachteten Rohstoffen erhöht. So ist der Rohstoff-Risiko-Index im Durchschnitt von 13,2 auf 14,9 Punkte gestiegen.

Im Zeitverlauf hat sich die Struktur der Risikodimensionen in der Gesamtbewertung des Rohstoff-Risiko-Index seit dem Jahr 2015 verändert (Abbildung 8). Den mit Abstand größten Anstieg gab es bei der Einschätzung der politischen Risiken (Anstieg von 7,8 auf 18,2 Punkte). Die zunehmende Risiko-Wahrnehmung steht dabei in Einklang mit der Erhöhung der Risiken bei den Dimensionen Unternehmenskonzentration, Länderkonzentration und Länderrisiko. Auch die durchschnittliche Bedeutung der Rohstoffe für Zukunftstechnologien hat im Zeitablauf zugenommen. Demgegenüber haben sich die Möglichkeiten zur Substitution verbessert und die statischen Reichweiten im Durchschnitt haben sich verlängert. Beides lässt sich als Ergebnis von Investitionen in technologischen Fortschritt in der

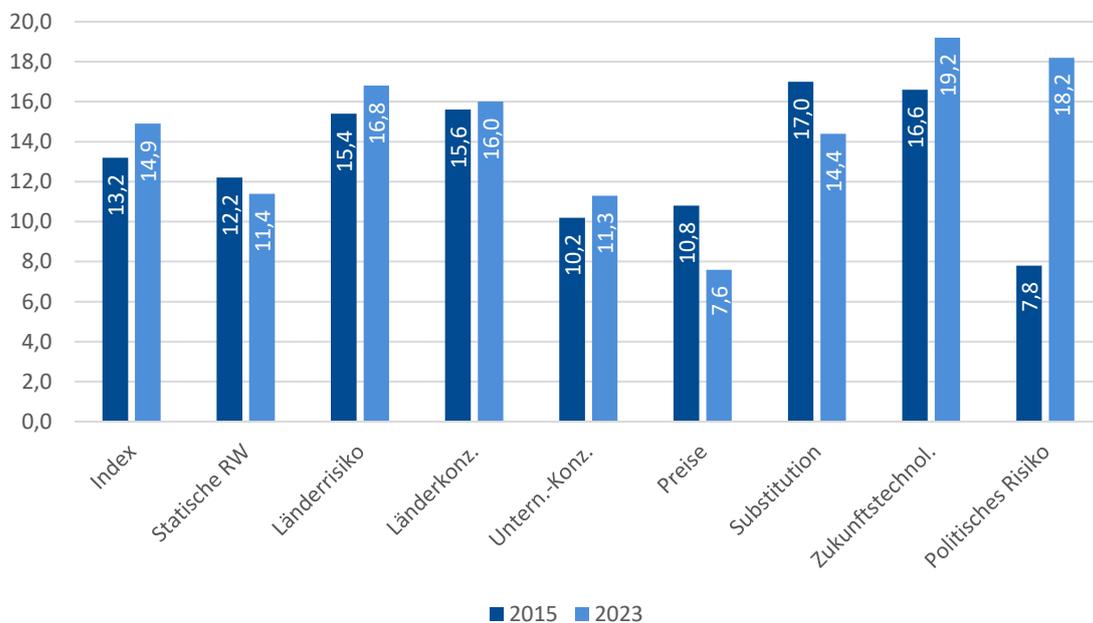
Ergebnisse des Rohstoff-Risiko-Index

Verwendung und in die Erweiterung der Förderkapazitäten interpretieren. Auch das Preisrisiko liegt im Jahr 2023 unter dem Risiko des Jahres 2015.

Die höheren Risiken spiegeln sich auch in der Anzahl der Rohstoffe in der roten Gruppe wider. Befanden sich im Jahr 2015 nur 16 Rohstoffe in diese Gruppe, waren es im Jahr 2023 mit 27 Rohstoffe deutlich mehr. In diesem Zeitraum sind 14 einzelne Rohstoffe in eine höhere Risikoklasse aufgestiegen, sowohl von der orangen in die rote Gruppe als auch von der grünen in die orange Gruppe.

Abbildung 8

Veränderung der Risiko-Dimensionen 2023 im Vergleich zu 2015



Quelle: Eigene Darstellung IW Consult, 2023

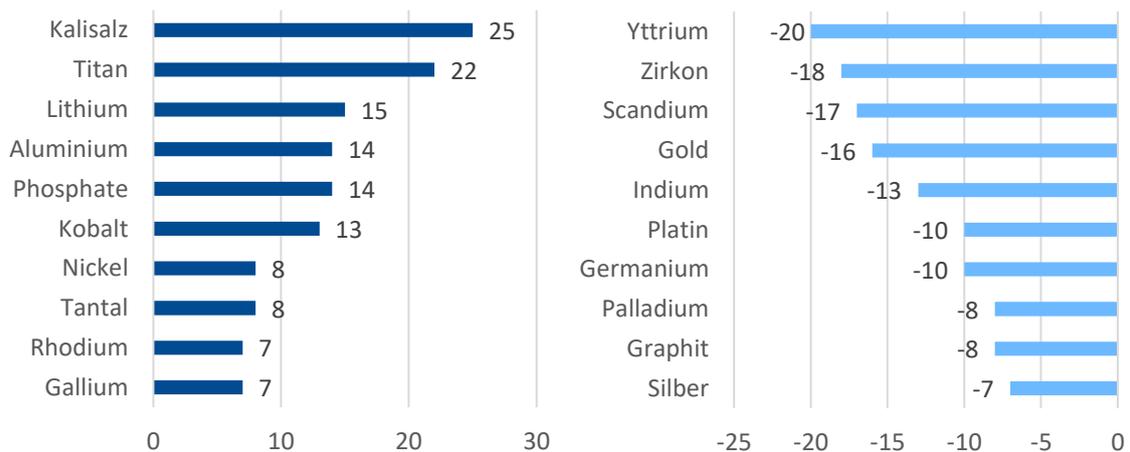
Innerhalb des Zeitraums ist das Rohstoff-Risiko bei Kalisalz und Titan am stärksten gestiegen (Abbildung 9). Während Kalisalz im aktuellen Jahr mit 17,4 Punkten auf Platz 10 liegt, befand es sich im Jahr 2015 mit 10,6 Punkten noch auf Platz 35. Titan weist aktuell mit 19,1 Punkten das zweithöchste Versorgungsrisiko der analysierten Rohstoffe auf. Im Jahr 2015 lag es mit 13,3 Punkten noch auf Platz 24. Beiden Rohstoffen wird aktuell eine höhere Bedeutung für Zukunftstechnologien zugesprochen und die Gefahr eines strategischen Einsatzes wird inzwischen aufgrund eines erhöhten Länderrisikos deutlich höher eingeschätzt als noch im Jahr 2015. Zusätzlich hat sich die Bewertung der statischen Reichweite bei Titan von einem mittleren Risiko auf ein hohes Risiko verändert, bei Kalisalz wurde sie 2015 unkritisch bewertet, mittlerweile liegt das Risiko im mittleren Bereich.

Ergebnisse des Rohstoff-Risiko-Index

Nach Kalisalz und Titan gab es die nächstgrößeren Rangveränderungen bei Lithium (+15 Plätze), Aluminium (+14 Plätze), Phosphaten (+14 Plätze) und Kobalt (+13 Plätze). Viele dieser Rohstoffe, die im Risiko gestiegen sind, haben eine besondere Bedeutung für die Metall- und Elektroindustrie. Während Lithium, Phosphate und Kobalt bereits im Jahr 2015 in der roten Gruppe zu finden waren, lag Aluminium mit 12,9 Punkten noch in der orangenen Gruppe. Im Jahr 2015 wurde nur bei Kobalt die Gefahr eines strategischen Einsatzes als hoch bewertet, mittlerweile trifft diese Einschätzung auf alle vier Rohstoffe zu. Durch den verstärkten Einsatz in Zukunftstechnologien ist die statische Reichweite bei Lithium deutlich zurückgegangen; auch bei Kobalt wird sie inzwischen kritischer eingeschätzt als noch 2015. Bei Phosphaten trugen vor allem ein höheres Preisrisiko sowie eine höhere Unternehmenskonzentration zur aktuell kritischeren Bewertung bei. Bei Aluminium werden die Substitutionsmöglichkeiten inzwischen kritischer eingeschätzt als 2015.

Abbildung 9

Rohstoffe mit den größten Rangveränderungen im Risiko-Index 2015-2023



Quelle: Eigene Darstellung IW Consult, 2023

Umgekehrt gibt es auch Rohstoffe, deren Risiko sich seit dem Jahr 2015 verringert hat. Am stärksten ist das Versorgungsrisiko bei Yttrium (-20 Plätze), Zirkon (-18 Plätze), Scandium (-17 Plätze) und Gold (-16 Plätze) zurückgegangen. Bei Yttrium trugen zum geringeren Risiko ein geringeres Länderrisiko verbunden mit einer weniger riskanten Länderkonzentration und einem deutlich verringerten Preisrisiko bei. Bei Zirkon hat sich die statische Reichweite verlängert, die Länderkonzentration wird nur noch als mittleres Risiko bewertet und das Preisrisiko ist wie bei Yttrium deutlich geringer geworden. Auch bei Scandium sorgte ein deutlich verringertes Preisrisiko für eine geringeres Versorgungsrisiko.

[Ergebnisse des Rohstoff-Risiko-Index](#)

Die geringeren Länderrisiken bei Zirkon und Yttrium gehen letztlich auf eine etwas breitere Verteilung der Förderung auf verschiedene Produktionsländer zurück. Dies weist auf Erfolge bei der Diversifizierung des Rohstoffbezugs hin. So lassen sich auch die geringeren Länder- und Unternehmenskonzentrationen bei Gold interpretieren. Die als leichter eingestufte Substituierbarkeit bei Platin und Palladium kann Ergebnis technologischer Innovation in den Anwendungsbereichen sein. Diese Entwicklungen können gleichzeitig Ursachen für die geringeren Preisrisiken bei diesen Rohstoffen sein. Einerseits erfolgt die Bewertung der Preisrisiken relativ zu anderen Rohstoffen, andererseits sind hohe Preisrisiken oft ein Marktsignal für die hohe Kritikalität von Rohstoffen.

5 Fallstudien

Bedeutung von Metallrecycling und China für die Rohstoffsituation

In den Fallstudien werden Schlaglichter auf zwei Themenkomplexe geworfen, die einen Einfluss auf die Versorgungssituation bei Rohstoffen für die Wirtschaft haben: der Beitrag von Metallrecycling für die Rohstoffversorgung sowie die Rolle Chinas als Rohstofflieferant.

5.1 Metallrecycling – ein wichtiger Beitrag zur Rohstoffversorgung

Recycling kann durch die Bereitstellung von Sekundärrohstoffen einen wichtigen Beitrag zur Rohstoffversorgung liefern. Darüber hinaus sind die Verringerung des Materialverbrauchs, ein geringerer Energieeinsatz in der Verwendung als bei Primärrohstoffen und die Vermeidung von Abfall positive ökologische Effekte des Recyclings. Die Verbesserung und Ausweitung der Recyclingprozesse – auch durch die Förderung von Forschung und Entwicklung – ist schon seit der ersten Ausformulierung einer Rohstoffstrategie durch die Bundesregierung im Jahr 2010 Teil der deutschen Rohstoffpolitik. Der Ansatz wurde in der Rohstoffstrategie der Bundesregierung aus dem Jahr 2020 (Deutscher Bundestag, 2020) und dem Eckpunktepapier des BMWK aus dem Jahr 2023 (BMWK, 2023) weiter bekräftigt. Auch auf europäischer Ebene ist das Recycling von Rohstoffen im Aktionsplan Kreislaufwirtschaft (Europäische Kommission, 2020) und im Vorschlag für einen European Critical Raw Materials Act (Europäische Kommission, 2023a) politisch verankert.

5.1.1 Recycling und sein Beitrag zur Rohstoffnachfrage

Recycling im Sinne des Kreislaufwirtschaftsgesetzes ist jedes Verwertungsverfahren, durch das Abfälle zu Erzeugnissen, Materialien oder Stoffen entweder für den ursprünglichen Zweck oder für andere Zwecke aufbereitet werden (§ 3 KrWG). Bei zahlreichen Produkten sind die Hersteller inzwischen stärker für dessen gesamten Lebensweg verantwortlich. Das Gesetz über das Inverkehrbringen, die Rücknahme und die umweltverträgliche Entsorgung von Elektro- und Elektronikgeräten (kurz: ElektroG) oder die Verordnung über die Überlassung, Rücknahme und umweltverträgliche Entsorgung von Altfahrzeugen (kurz: AltfahrzeugVO) greifen schon länger bei Produkten, die viele Metalle enthalten. Derzeit erarbeitet die Bundesregierung eine Nationale Kreislaufwirtschaftsstrategie (NKWS), mit der Ziele und Maßnahmen zum zirkulären Wirtschaften und zur Ressourcenschonung aus allen relevanten Strategien zusammengeführt werden sollen. Ziel der NKWS ist es, den absoluten primären Rohstoffbedarf zu senken (BMUV, 2023). Die bereits im Jahr 2018 verabschiedete Bayerische Ressourcenstrategie hat zum Ziel, Ressourcen punktgenau einzusetzen, die unnötige Verwendung von Rohstoffen zu reduzieren und Wirtschaftswachstum und Ressourcenverbrauch zu entkoppeln (StMUV, 2023).

Beim Rohstoffrecycling wird der Abfallstoff in einen Produktionsprozess zurückgeführt (Abbildung 10). Das Recycling setzt eine Sammlung am Ende der Verwendung von Produkten voraus. Dazu ist der Anteil, der als Abfall aus dem Kreislauf ausscheidet, zu minimieren. Allerdings ist es mit der Sammlung nicht getan. Um Rohstoffe zu recyceln und als Sekundärrohstoffe im Produktionsprozess einzusetzen, bedarf es der Aufbereitung. Dieser Schritt ist oftmals energie- und emissionsintensiv. Soll also ein Metallrecycling vor Ort stattfinden, sind solche Prozesse hierzulande zu akzeptieren.

Abbildung 10
Recycling im Prozess der Kreislaufwirtschaft



Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an EIT Raw Materials (2022)

Mit dem Rohstoffrecycling sind verschiedene Vorteile verbunden (BGR, 2022; EuRIC AISBL, 2020):

- Verringerung des Einsatzes primärer Rohstoffe
- Verminderung der Importabhängigkeit von primären Rohstoffen (bei inländischem Recycling)
- Schonung von natürlichen Ressourcen und Umweltauswirkungen des primären Abbaus
- In den meisten Fällen eine Verringerung des Energiebedarfs und damit eine Senkung der Treibhausgasemissionen im Vergleich zur Primärproduktion
- Verringerung der zu deponierenden Reststoffmengen

In Deutschland spielen Sekundärrohstoffe eine erhebliche Rolle. Die Anteile der eingesetzten Sekundärrohstoffe sind in Deutschland seit dem Jahr 2014 recht stabil, weil die

Unternehmen aufgrund der Anlagentechnologien und Kapazitäten nur bestimmte Mengen an Recyclingmaterial einsetzen können (BGR, 2022):

- Etwa 45 Prozent des Rohstahls stammten im Jahr 2021 wie in den Vorjahren aus sekundären Vorstoffen. Dazu wurden mehr als 18,1 Millionen Tonnen Stahlschrott eingesetzt.
- Etwa 38 Prozent der Kupferproduktion stammt aus Sekundärrohstoffen, wobei dieser Wert im Jahr 2021 durch Revisionsmaßnahmen an den Recyclinghütten geringer ausfällt als in den Vorjahren. Für das Kupferrecycling werden unter anderem alte Kabel und Leitungen zerlegt. In Deutschland ist das beim Kupferrecycling international führende Unternehmen ansässig.
- Etwa 53 Prozent der Aluminiumproduktion stammen aus Sekundärrohstoffen. Das Umschmelzen von Aluminiumschrotten benötigt nur 5 Prozent der Energie, die für die Produktion von Primäraluminium benötigt wird.

Die Umsetzung des EU-Aktionsplans für die Kreislaufwirtschaft wird zu schärferen Recyclingzielen führen. Zu den Schlüsselsektoren der Kreislaufwirtschaft zählen in der EU die Bereiche Elektronik und IKT sowie Batterien und Fahrzeuge. Die neue EU-Batterie-Verordnung (EU, 2023) soll das Recycling von Rohstoffen stärken. Sie enthält strengere Zielvorgaben für die Sammlung von Gerätebatterien (73 Prozent bis 2030) und Batterien für leichte Verkehrsmittel (61 Prozent bis 2031). Zudem werden Mindestmengen an zurückgewonnenen Materialien aus Altbatterien (bei Lithium 80 Prozent bis 2031; bei Kobalt, Kupfer, Blei und Nickel 95 Prozent bis 2031) sowie der Mindestgehalt an rückgewonnenen Inhaltsstoffen aus Abfällen der Batterieerzeugung und Verbraucherabfällen zur Verwendung in neuen Batterien (13 Jahre nach Inkrafttreten 26 Prozent für Kobalt, 85 Prozent für Blei, 12 Prozent für Lithium und 15 Prozent für Nickel).

Neben Stahl, Kupfer und Aluminium werden zahlreiche weitere Metall-Rohstoffe recycelt (BGR, 2022):

- Aus Edel- und Spezialstahlschrotten werden Chrom, Nickel oder Titan gewonnen. Titan kann nur recycelt werden, wenn es metallisch vorliegt, nicht aber als Pigment in Farben.
- Molybdänkonzentrate können aus Katalysatoren und Rückständen der Metallverarbeitung gewonnen werden.
- Lithium-Ionen-Batterien können nach ihrer Nutzung gesammelt und in Aluminium und Kupfer aus Folien und Leitern, Stahl aus Gehäusen sowie den übrigen Materialien zerlegt werden. Letzteres wird zu „Schwarzmasse“ zerkleinert, aus der mittels Hydrometallurgie Lithiumcarbonat sowie Mangan-, Kobalt- und Nickelsulfate gewonnen werden können.
- Nickel wird aus Galvanikschlamm, Rückständen der Metallverarbeitung, als Nebenprodukt der Kupferraffination sowie Batterien und Katalysatoren gewonnen.
- Wolfram kann aus Wolframschrotten, wie Katalysatoren, oder Produktionsrückständen, wie Rückständen aus der Oberflächentechnik und Metallverarbeitung sowie wolframhaltigen Lösungen der Hydrometallurgie, gewonnen werden.
- In Deutschland stammen heute bereits große Mengen des Bleis aus sekundären Rohstoffen, das unter anderem aus (Auto-)Altbatterien gewonnen wird.
- Aus Titanzinkblechen, Messing und zinkhaltigen Stahlwerkstäuben wird Zink recycelt.

Fallstudien

- Aus den Reststoffen der Schwefelsäureerzeugung können Zink, Blei, Kadmium und Röh-eisen gewonnen werden. Dagegen kann Zink aus Düngemitteln, Nahrungsergänzungs-mitteln, Farben oder Gummi nicht recycelt werden.
- Weißblech wird hauptsächlich als Verpackungsstahl verwendet, der über die getrennte Hausmüllsammlung eine sehr hohe Recyclingrate erreicht. Aus dem Weißblech kann das zur Veredelung verwendete Zinn gewonnen werden.
- Palladium und Antimon können aus Abfallstoffen, wie Schlämmen, Filtrerrückständen, Aschen, Stäuben sowie verbrauchten Katalysatoren, zurückgewonnen werden.
- Die Märkte für Sondermetalle sind eher klein. Dennoch werden auch Tantal, Rhenium, Hafnium, Niob, Indium, Germanium, Gallium und Zirkonium aus Metallschrotten, Abfä-len, Schlacken und sonstigen Rückständen gewonnen.

In Deutschland finden sich 53 der weltweit 900 Schredderanlagen, die zur Aufbereitung von Stahlschrotten genutzt werden. Neben der Schrottzerkleinerung ist eine maschinelle Trennung der Materialien möglich. Rund 18 Prozent dieser Anlagen mit rund 16 Prozent der Anlagenkapazität befinden sich in Bayern (BDSV, 2023). Damit ist der bayerische Anteil an der Schrottaufbereitung größer als der Anteil Bayerns an der Branche der Metallerzeugung in Deutschland.

Betrachtet man die Weiterverarbeitung von Almetallen und Schrotten, sind im DERA-Re-cyclingatlas insgesamt 296 Unternehmen verzeichnet, die Recyclingmaterial aus verschie-denen Eisen- und Nicht-Eisen-Metallen produzieren. Rund 12 Prozent dieser Unternehmen sind in Bayern ansässig. Eine Zuordnung der Kapazitäten oder Produktionsmengen ist hier wegen nicht standortbezogener Berichte zu fehleranfällig (DERA, 2023a).

Die Verwendung von Recyclingrohstoffen ist nicht einheitlich. Laut Eurostat tragen metalli-sche Sekundärrohstoffe europaweit sehr unterschiedlich zum Rohstoffbedarf bei (Tabelle 4). Die höchsten Anteile finden sich im Jahr 2022 bei Blei, Kupfer, Zink, Aluminium, Eisen und Yttrium. Die geringsten Anteile finden sich bei Gallium und Lithium, aber auch bei vielen anderen Sondermetallen. Die Anteile fallen europaweit teilweise kleiner aus als die Angaben der BGR für Deutschland.

Tabelle 4

Beitrag Sekundärrohstoffe zur Rohstoffnachfrage in der EU im Jahr 2022

Rohstoff	Anteil Sekundärrohstoffe	Rohstoff	Anteil Sekundärrohstoffe
Aluminium	32	Neodymium	1
Kobalt	22	Nickel	16
Kupfer	55	Palladium	10
Gallium	0	Platin	11
Germanium	2	Tantal	13
Indium	1	Tellurium	1
Eisen	31	Titan	1
Blei	83	Vanadium	1
Lithium	0	Yttrium	31
Magnesium	13	Zink	34
Molybdenum	30		

Angaben in Prozent des Rohstoffverwendung

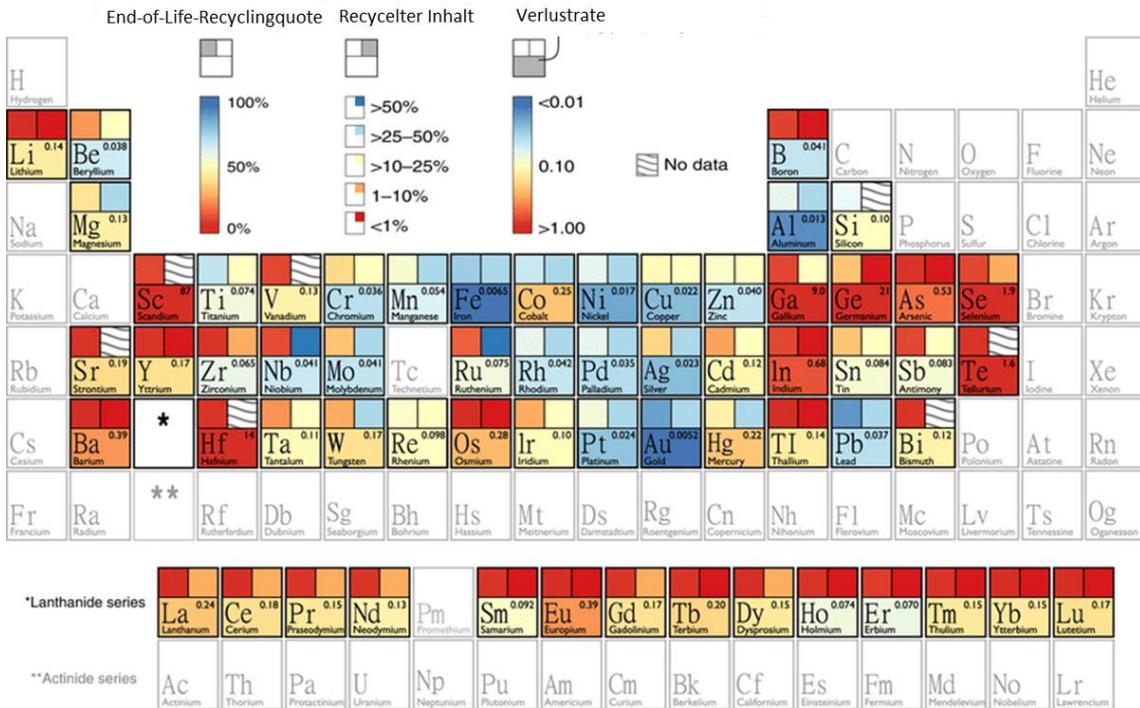
Quelle: Eurostat (2023a)

5.1.2 Rückgewinnung von Metallen und Handel mit Sekundärrohstoffen

Grundsätzlich kann nur das recycelt werden, was an „Abfällen“ zur Verfügung steht. Beim Metallrecycling bestehen noch Potenziale. Eine aktuelle Studie von Charpentier Poncelet et al. (2022) zeigt für einzelne Rohstoffe die End-of-Life-Recyclingquote, den Anteil recycelter Stoffe an der Nachfrage und die Verlustraten auf. Letztere zeigen auf, wie viel der Stoffe im Vergleich zur Gewinnung verloren gehen. Dabei zeigen sich erhebliche Unterschiede (Abbildung 11): Bei Gold, Eisen und Aluminium fallen die Verlustraten am geringsten aus. Bei Niob fällt die Verlustrate ebenfalls geringer aus. Zwar gibt es hier bislang nur eine geringe Recyclingquote, aber der recycelte Inhalt hat einen hohen Anteil an den neuen Produkten. Andere Stoffe wie Gallium oder Germanium weisen bislang sehr hohe Verlustraten auf.

Abbildung 11

Verlustraten im Vergleich End-of-Life-Recyclingquote und recyceltem Inhalt



Quelle: Charpentier Poncelet et al. (2022)

Metallische Rohstoffe können – mit Ausnahme weniger Speziallegierungen – beliebig oft recycelt werden. Sie erreichen dabei in der Regel die gleiche Qualität wie die primären Ausgangsstoffe. Damit werden sie nicht verbraucht, sondern gebraucht. Am Ende der Lebensdauer der Produkte, in denen sie gebunden sind, stehen sie durch Recycling wieder zur Verfügung. Die heute – zumindest theoretisch – vorhandene Menge eines Recyclingrohstoffs ist von mehreren Faktoren abhängig (BGR, 2022):

- Durchschnittliche Lebensdauer der Produkte, in denen der Rohstoff gebunden ist
- Sammelquote der Produkte
- Verluste im Prozess
- Recyclingfähigkeit der Produkte

Zugleich ist der Markt für Sekundärrohstoffe eng mit dem Markt für Primärrohstoffe verknüpft. Das Angebot an Sekundärrohstoffen steigt in Phasen hoher Preise von Primärrohstoffen, während sich in Phasen mit niedrigen Primärrohstoffpreisen das (Schrott-)Angebot verringert (BGR, 2022). Die Preise der Recyclingrohstoffe orientieren sich an den Weltmarktpreisen für Primärrohstoffe abzüglich eventueller Qualitätsabschläge. Trotz geringerer Energiekosten in der Herstellung sind Sekundärrohstoffe wegen der aufwendigen Prozesse für Sammlung und Trennung oft preislich noch nicht wettbewerbsfähig. Wie bei den

Primärrohstoffen sind funktionierende Inlandsmärkte und reibungslose Zugänge zu internationalen Märkten unabdingbar. Bei den Metallschrotten ist der freie Handel teilweise eingeschränkt, wobei sich der Trend hin zu mehr Handelsbeschränkungen in den letzten Jahren noch verstärkt hat (BGR, 2022).

Im internationalen Metallschrotthandel tritt die EU als Netto-Exporteur auf. Die EU-27 hat im Jahr 2021 rund 5.367 Millionen Tonnen Stahlschrott importiert, aber 19.460 Millionen Tonnen Stahlschrott exportiert. Die wichtigsten Importpartner sind das Vereinigte Königreich (1.633 Millionen Tonnen), die Schweiz (796 Millionen Tonnen), die USA (551 Millionen Tonnen), Norwegen (496 Millionen Tonnen) und Russland (358 Millionen Tonnen). Die größten Exportziele sind die Türkei (13.110 Millionen Tonnen), Ägypten (1.817 Millionen Tonnen), Pakistan (804 Millionen Tonnen), die USA (604 Millionen Tonnen) und die Schweiz (561 Millionen Tonnen) (Bureau of International Recycling, 2022).

Bei den Nicht-Eisen-Metallen (Aluminium, Kupfer, Nickel) hat die EU im Jahr 2021 insgesamt 1.810 Millionen Tonnen exportiert und 1.106 Millionen Tonnen importiert. (Eurostat, 2023b). Deutschland exportiert ebenfalls in erheblichen Maße Metallschrott, insbesondere nach China. Unter den deutschen Rohstoffexporten nach China finden sich Kupferschrotte auf Rang 1 (220 Millionen Tonnen im Jahr 2022) und Aluminiumschrotte auf Rang 8 (28 Millionen Tonnen).

5.1.3 Maßnahmen zur Verbesserung des Recyclings

In einer aktuellen Studie der Deutschen Rohstoffagentur sind Recyclingunternehmen in Deutschland nach den Hemmnissen beim Metallrecycling befragt worden (DERA, 2023a).

Als Hemmnisse wurden benannt:

- Mangelnde Verfügbarkeit bzw. Qualität der Recyclingrohstoffe
- Wirtschaftlichkeit der oft energieintensiven Recyclingprozesse in Deutschland abhängig von Energiepreisen
- Hohe Investitionskosten beim Umstieg auf Wasserstoff als Brenn- und Reduktionsmittel
- Kein Bonus für CO₂-ärmer produzierte Recyclingmetalle gegenüber der Primärherstellung
- Belastung durch umfangreiche regulatorische Anforderungen im Abfall- und Produktrecht

Als Maßnahmen zur Stärkung des Recyclings schlägt die DERA (2023a) mehrere Maßnahmen vor:

- Anpassung der Gesetzgebung zur Förderung von Recyclingprozessen: Neben Vorgaben zum Design der Produkte vor allem abgestimmtes Abfall-, Stoff- und Produktrecht
- Verkürzung der langen Zeiträume bei Genehmigungsverfahren für Recyclinganlagen
- Verbesserung der generellen industriellen Rahmenbedingungen, von denen auch die Recyclingwirtschaft abhängig ist, insbesondere bei Energiepreisen und Fachkräften
- Erhalt der Wirtschaftlichkeit der Recyclingwirtschaft bei der umfassenden Transformation der metallurgischen Prozesse auf klimaneutrale Brennstoffe und Reduktionsmittel

Im Abschlussbericht der Dialogplattform Recyclingrohstoffe (DERA, 2023b) wird neben einem recyclingfreundlichen Produktdesign ebenfalls die stärkere Berücksichtigung von Recycling in der Gesetzgebung gefordert. Transparenz von Stoffströmen sowie verbindliche und einheitliche Sammel- und Separations- und Sortieranforderungen sind Maßnahmen, die die Umsetzung der Prozesse in der Sekundärrohstoffwirtschaft erleichtern.

Das Umweltbundesamt (2021) verweist auf das erhebliche Potenzial, durch verbesserte Sammlung vorhandener Produkte mehr Recycling zu erreichen. In der Studie wird das menschengemachte (anthropogene) Lager von Metallen in Deutschland aufgezeigt, das im Rahmen des sogenannten „Urban Mining“ genutzt werden kann. Hier sind in einer Vielzahl von Gütern verschiedene Metalle enthalten, die dem Recycling zugeführt werden können (Abbildung 12).

Bis zum Jahr 2040 wird bei allen Metallen eine erhebliche Zunahme des anthropogenen Lagers erwartet, da die Güter ihr Lebensende erreichen und damit für das Recycling zur Verfügung stehen. Dies ist besonders relevant für Rohstoffe, deren Einsatz in neuen Technologien derzeit stark zunimmt, wie etwa bei der Elektromobilität. Zudem wird mit einer deutlichen Steigerung der Entnahmen aus diesen Quellen gerechnet. Damit dies gelingt, seien technologische, regulatorische und informelle Maßnahmen erforderlich (Umweltbundesamt, 2021):

- So sollte die jüngste Neudefinition von Elektroschrott versus Gebrauchtware evaluiert werden, um mehr Produkte dem Recycling statt dem Export ins Ausland zuzuführen. Auch bei Altfahrzeugen soll die Verbringung von Schrottfahrzeugen ins Ausland verringert werden.
- Die Ausstattung der Schrottaufbereitungsanlagen mit modernen Detektionsverfahren wird empfohlen, um eine bessere Qualität des Outputs zu erreichen. Vorgeschlagen wird, diese Investitionen zu fördern, um Investitionshürden abzubauen.

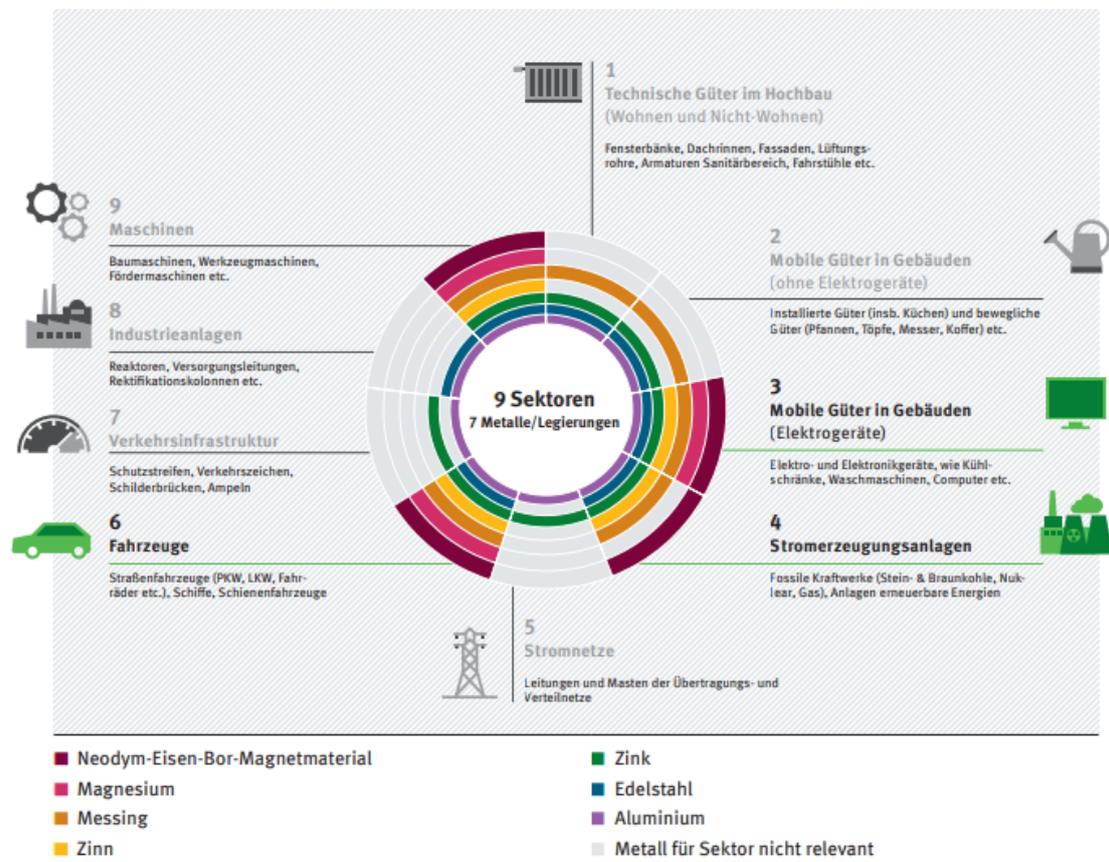
Die Situation stellt sich je nach Rohstoff unterschiedlich dar. So unterscheiden sich beispielsweise die Voraussetzungen für das Recycling, die aktuelle Ausgangssituation oder die Preisverhältnisse zwischen Primär- und Sekundärmaterial. Daher müssen spezifischere Maßnahmen gezielt für die einzelnen Rohstoffe entwickelt werden. Nach verschiedenen Rohstoffen differenzierte Auflistungen von Maßnahmen wurden beispielsweise in einem Multi-Stakeholder-Prozess von der Dialogplattform Recyclingrohstoffe (DERA, 2023b) entwickelt. Einen Überblick gibt auch ein Hintergrundpapier des BDI (BDI, 2023).

Die generellen Herausforderungen sind allerdings für die verschiedenen Rohstoffe ähnlich. Die verschiedenen Maßnahmenvorschläge für die Weiterentwicklung der Sekundärrohstoffwirtschaft lassen sich zu zwei Handlungsfeldern für Politik und Unternehmen verdichten:

- Die Verbesserung einer möglichst sortenreinen Sammlung und Trennung der Sekundärrohstoffe. Die Voraussetzungen sollten schon im Produktdesign angelegt werden. Informationen über die Produktverwendung und den Produktzustand zum Zeitpunkt der Sammlung helfen bei der Aufbereitung der Produkte. Hier sollten in Zukunft herstellerübergreifende Standards geschaffen werden, die auch die Möglichkeiten der

- Digitalisierung nutzen. Vorschläge zum Batteriepass und zum Digitalen Produktpass sind Teil dieser Entwicklungen.
- Der Aufbau einer Recycling- und Kreislaufwirtschaft erfordert Investitionen in häufig energieintensive Fertigungsanlagen. Die Integration von deren Output in die Bereitstellung von Rohstoffen – auch aus primären Rohstoffquellen – für die Produktion neuer Güter führt dann erst zum Schließen des Rohstoffkreislaufs. Herausforderungen bestehen hier einerseits in den Standortbedingungen in Deutschland – vor allem Energiekosten, Fachkräfteverfügbarkeit und Akzeptanz in der Bevölkerung – andererseits in der Wirtschaftlichkeit dieser Investitionen im Vergleich zur Primärrohstoffversorgung. Sollen hier mit Blick auf übergeordnete Ziele wie Umweltverträglichkeit oder Resilienz größere Fortschritte erzielt werden, können staatliche Unterstützungsleistungen notwendig werden.
 - Darüber hinaus gibt es zahlreiche Forschungsthemen: die Gewinnung von Metallen aus Schlacken oder die Entwicklung effizienterer Recyclingprozesse besonders für Metalle, die bislang nur in geringem Umfang zurückgewonnen wurden, sowie die Skalierung dieser Prozesse auf den industriellen Maßstab.

Abbildung 12
Anthropogenes Metallager in Deutschland



Quelle: Umweltbundesamt (2021); Darstellung des Ökoinstituts e.V.

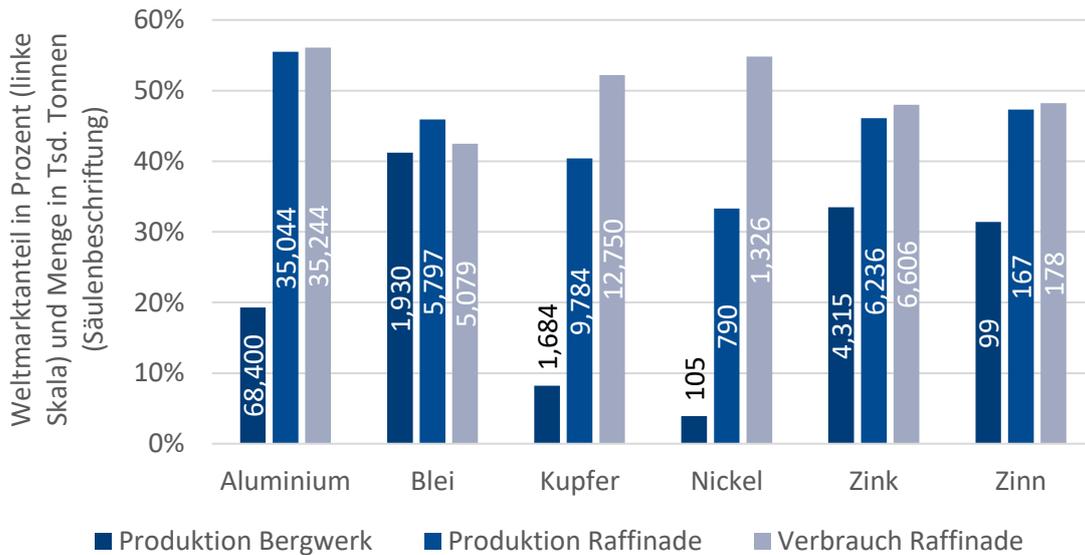
5.2 Die Rolle Chinas als Rohstofflieferant für Deutschland und Europa

China nimmt schon wegen seiner Größe eine wichtige Rolle auf den Rohstoffmärkten ein und tritt als bedeutender Anbieter und Nachfrager nach Rohstoffen auf. Das Land ist bei vielen Rohstoffen sowohl der größte Verbraucher als auch der größte Produzent (Abbildung 13).

Bei den Basismetallen Aluminium, Kupfer, Nickel, Zinn und Zink ist der inländische Verbrauch Chinas sogar größer als die eigene Produktion. Bei Blei ist der Verbrauch nur geringfügig kleiner als die eigene Produktion. China muss demnach bei wichtigen Metallen trotz der eigenen großen Produktion zusätzliche Mengen importieren, um den eigenen Verbrauch zu decken.

Abbildung 13

Anteile Chinas an Verbrauch und Produktion von Metallen
Weltanteile bei Bergwerksförderung, Raffinadeproduktion und Verbrauch in Prozent



Anm.: Bergwerksförderung Aluminium: Bauxit

Quelle: DERA (o.J.), eigene Berechnungen IW Consult

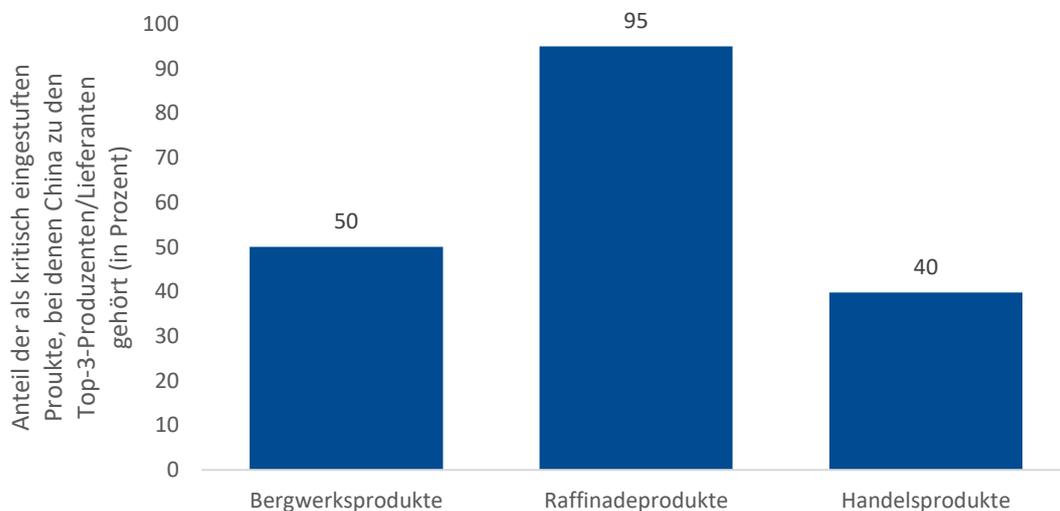
5.2.1 Die Rolle Chinas in der Produktion von Rohstoffen

Bei vielen Rohstoffen und daraus abgeleiteten Handelsprodukten gibt es eine hohe globale Angebotskonzentration. Die Deutsche Rohstoffagentur in der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe analysiert die daraus entstehenden Risiken und ordnet die Bergwerks-, Raffinade- und Handelsprodukte drei Risikoklassen (geringes, mittleres und hohes Risiko) zu (DERA, 2023c. Insgesamt weisen 140 Produkte (46 Prozent aller betrachteten 305 Produkte) ein hohes Risiko auf. Von den Bergwerksprodukten weisen 22 von 55 Produkten (40 Prozent), von den Raffinadeprodukten 20 von 29 (69 Prozent) und von den Handelsprodukten 98 von 221 untersuchten Produkten (44 Prozent) ein hohes Risiko auf.

China zählt bei einer Vielzahl der Rohstoffe und Handelsprodukte zu den Top-3-Produzenten beziehungsweise -Lieferanten. Besonders stark ausgeprägt ist dies bei den Raffinadeprodukten, bei denen China bei fast allen Produkten zu den größten drei Produzenten zählt. Aber auch bei den als kritisch eingestuften Bergwerks- und Handelsprodukten befindet sich China häufig unter den Top-3-Produzenten und -Lieferanten.

Abbildung 14

China unter den Top-3-Produzenten/Lieferanten bei als kritisch eingestuften Rohstoffen



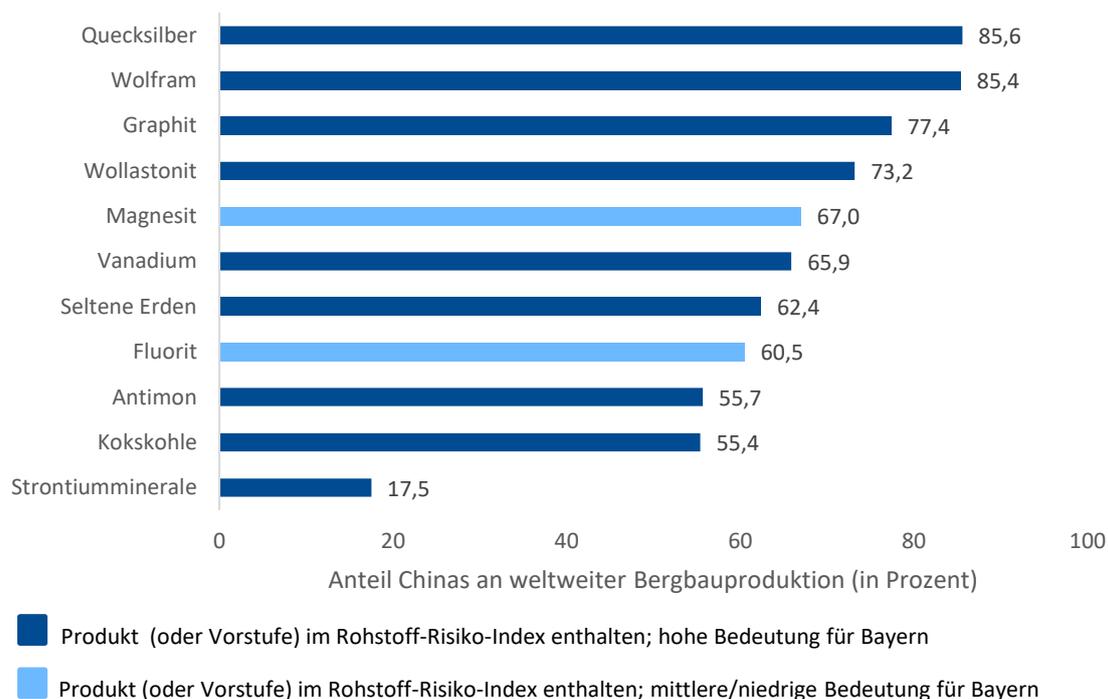
DERA, 2023c; Eigene Zusammenstellung der IW Consult

Die Produktionsanteile Chinas bei den einzelnen Produkten dieser Gruppen lassen sich weiter aufschlüsseln. Die Bergwerksprodukte stellen die erste Stufe der Wertschöpfungskette bei Rohstoffen und deren Weiterverarbeitung dar. Die Existenz natürlicher und leicht erschließbarer Vorkommen im eigenen Land ist eine essenzielle Voraussetzung für die Produktion:

- China zählt bei 11 der 22 der Bergwerksprodukte mit hohem Risiko zu den Top-3-Produzenten.
- Mit Ausnahme der Strontiumminerale trägt China bei 10 Bergwerksprodukten zu mehr als der Hälfte der weltweiten Produktion bei.
- Die für die Elektromobilität wichtigen Bergwerksprodukte Graphit und Seltene Erden stammen überwiegend aus China.
- Fünf dieser Bergwerksprodukte werden auch im Rohstoff-Risiko-Index betrachtet. Drei Produkte (Wolfram, Graphit, Seltene Erden) weisen eine hohe Bedeutung, zwei Produkte (Magnesit (als Vorstufe von Magnesium) und Fluorit) eine mittlere Bedeutung für Bayern auf (vgl. Abbildung 7).

Abbildung 15

Bergwerksprodukte der höchsten Risikogruppe mit China unter den TOP-3-Produzenten



DERA, 2023c; Eigene Zusammenstellung der IW Consult, 2023

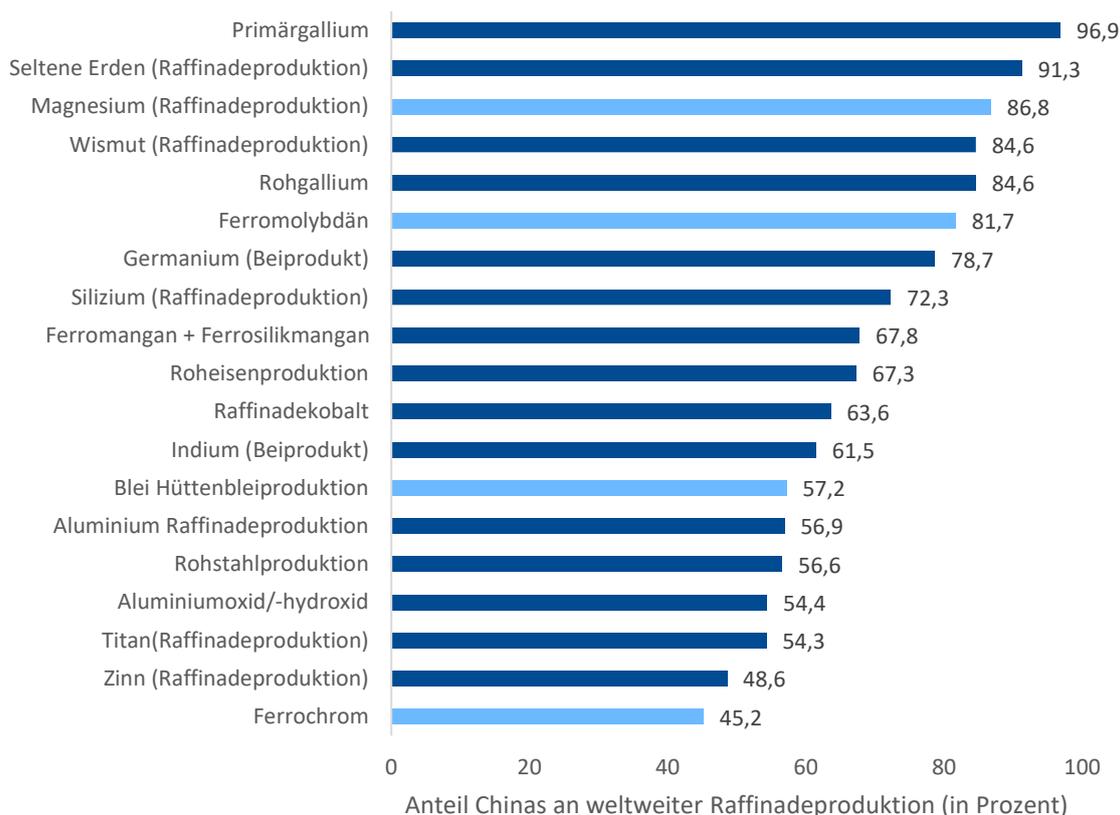
Raffinadeprodukte sind nach der Bergwerksförderung die nächste Stufe der Weiterverarbeitung. Dabei handelt es sich oftmals um emissions- und energieintensive Verarbeitungsprozesse. Bei den Raffinadeprodukten mit einem hohen Risiko zählt China deutlich häufiger zu den TOP-3-Produzenten als bei den Bergwerksprodukten. Mit anderen Worten: Viele Bergwerksprodukte, die außerhalb Chinas gefördert werden, werden nach China zur Weiterverarbeitung geliefert. So nehmen aufgrund von Produktionsentscheidungen die

möglichen Abhängigkeiten von China bei einigen Rohstoffen entlang der Wertschöpfungskette zu:

- China ist bei 19 der 20 Raffinadeprodukte mit hohem Risiko unter den Top-3-Produzenten.
- Bei 10 Raffinadeprodukten steuert China mehr als zwei Drittel zur weltweiten Produktion bei.
- Auch in Form eines Raffinadeprodukts stammen die für die Elektromobilität wichtigen Seltenen Erden überwiegend aus China.
- 17 dieser 19 Raffinadeprodukte sind – teilweise in Rohform – Teil des Rohstoff-Risiko-Index. Von diesen fallen 14 Produkte in die Kategorie einer hohen Bedeutung für Bayern (vgl. Abbildung 7).

Abbildung 16

Raffinadeprodukte der höchsten Risikogruppe mit China unter den TOP-3-Produzenten



- Produkt (oder Vorstufe) im Rohstoff-Risiko-Index enthalten; hohe Bedeutung für Bayern
- Produkt (oder Vorstufe) im Rohstoff-Risiko-Index enthalten; mittlere/niedrige Bedeutung für Bayern

Bei den Handelsprodukten wurden 221 Produkte verschiedener Wertschöpfungsstufen (Erze, Raffinadeprodukte, verarbeitete Rohstoffe auf höheren Wertschöpfungsstufen) betrachtet. China zählt hier ebenfalls häufig zu den TOP-3-Lieferanten, woraus sich mögliche Abhängigkeiten von China ergeben können:

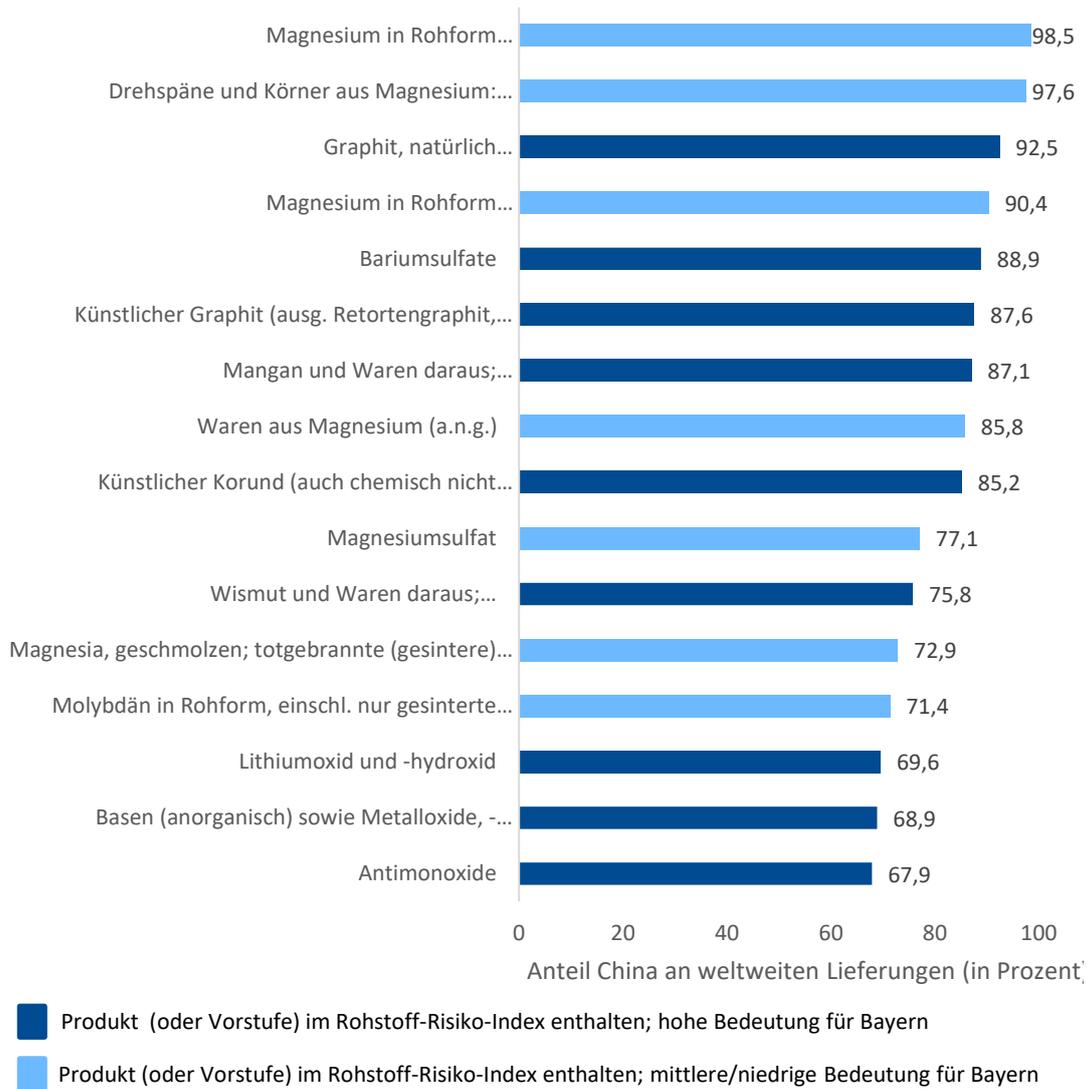
- China ist bei 39 der 98 Handelsprodukte mit hohem Risiko unter den Top-3-Lieferanten.
- Bei 16 Handelsprodukten liefert China mehr als zwei Drittel der weltweiten Lieferungen, bei 26 Produkten mehr als die Hälfte.
- Unter den Handelsprodukten befinden sich auch Lithiumoxid und -hydroxid. Obwohl Lithium bei den Bergwerksprodukten nur zu den Rohstoffen der mittleren Risikogruppe gehört und auf China nur 16 Prozent der Bergbauproduktion entfällt, stammen von der weiterverarbeiteten und gehandelten Form Lithiumoxid und -hydroxid fast 70 Prozent aus China.
- Auch unter diesen Handelsprodukten finden sich einige Produkte, die für Bayern wegen ihrer Verwendung in Industrieprodukten eine hohe Bedeutung aufweisen. Dazu zählen wegen ihrer Bedeutung für die Elektromobilität die verschiedenen Formen von Lithium, Graphit und – perspektivisch – Mangan.

Insgesamt nimmt China bei den Bergwerks-, Raffinade- und Handelsprodukten mit hohem Risiko eine große Rolle ein. Entlang der Weiterverarbeitungsstufen steigt die Bedeutung Chinas bei vielen Rohstoffen an. Auch Rohstoffe, die beim Bergbau vermeintlich nur ein geringes oder mittleres Risiko haben, weisen auch bei der Weiterverarbeitung ein hohes Risiko mit China unter den Top-3-Lieferanten auf, wie bei Lithium, Aluminium, Mangan, Molybdän oder Titan.

Im Umkehrschluss bedeutet dies allerdings auch, dass nicht nur die natürlichen Rohstoffvorkommen, sondern auch Investitionsentscheidungen in die Produktion zur starken Position Chinas an den Rohstoffmärkten beitragen. Die hohen Marktanteile Chinas in diesen Bereichen sind also ein Ergebnis von Investitionsentscheidungen in der Vergangenheit. Sie können in Zukunft durch den Aufbau entsprechender Produktionskapazitäten in Europa und den USA reduziert werden.

Abbildung 17

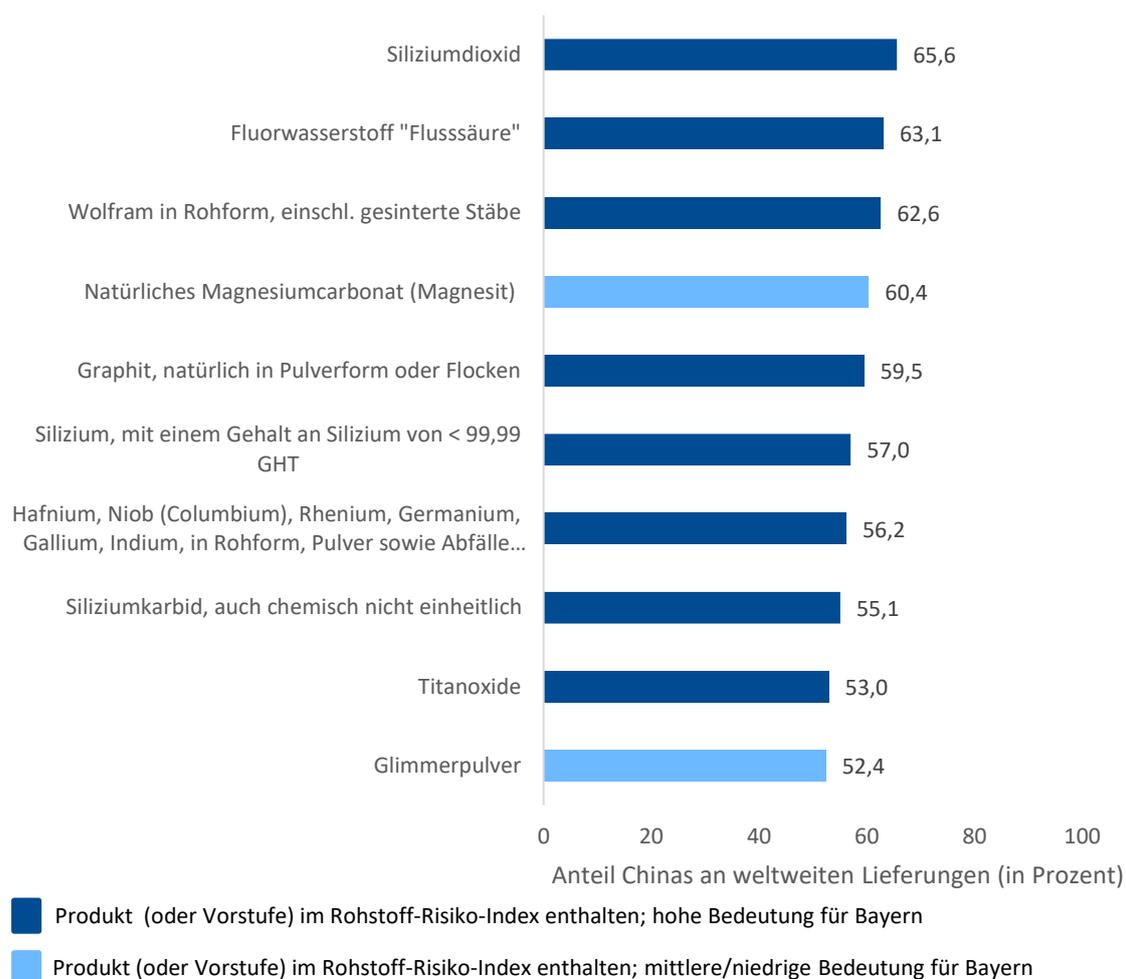
Handelsprodukte der höchsten Risikogruppe mit China unter den TOP-3-Lieferanten und einem Anteil von zwei Dritteln und mehr



DERA, 2023c; Eigene Zusammenstellung der IW Consult, 2023

Abbildung 18

Handelsprodukte der höchsten Risikogruppe mit China unter den TOP-3-Lieferanten und einem Anteil zwischen der Hälfte und zwei Dritteln



DERA, 2023c; Eigene Zusammenstellung der IW Consult, 2023

5.2.2 Implikationen der chinesischen Marktmacht

Die große Marktmacht Chinas im Bereich der Rohstoffe und Weiterverarbeitungsprodukte führt über verschiedene Kanäle zu Herausforderungen in der globalen Rohstoffversorgung. Neben Schwankungen der chinesischen Produktion spielt der gezielte strategisch-politische Einsatz der Rohstoffe eine wichtige Rolle. Betrachtet man die Wertschöpfungsketten bis hin zu Endprodukten, zeigt sich, wie von China ausgelöste Lieferengpässe bis hin in die Produktion anderer Länder wirken können.

Aufgrund der hohen Anteile Chinas an der Produktion und am Verbrauch wichtiger Industriemetalle wirken sich Änderungen an der chinesischen Nachfrage und am chinesischen Angebot direkt auf die Weltmarktpreise aus. Oft sind innenpolitische Gründe in China ausschlaggebend für Markteingriffe in China, die dann Auswirkungen auf die Weltmärkte für Rohstoffe haben:

- So stiegen beispielsweise im Jahr 2021 die weltweiten Aluminiumpreise, weil in China in Folge von Stromknappheiten die energieintensive Metallproduktion gedrosselt wurde. Die Stromknappheit wurde von einer Kette von Entwicklungen verursacht. Eine Dürre im Frühjahr führte zu einer geringeren Stromproduktion aus Wasserkraft und dadurch zu einer steigenden Kohlenachfrage und steigenden Kohlepreisen für die Stromerzeugung. Da die höheren Kohlepreise durch die staatlich begrenzten Strompreise nicht zu erwirtschaften waren, kam es zu einem Unterangebot an Strom und einer Begrenzung der Metallproduktion (Wellenreuter, 2022).
- Eine vergleichbare Entwicklung führte im Herbst 2021 zu massiv steigenden Magnesiumpreisen auf den Weltmärkten. Mehr noch als bei Aluminium dominiert China das weltweite Magnesiumangebot. Energiesparmaßnahmen im Herbst 2021 in den Provinzen Shaanxi und Shanxi führten zur Produktionsdrosselung in dortigen Magnesiumhütten. Die Verknappung des Angebots führte zu globalen Preisanstiegen bei Magnesium von bis zu 260 Prozent (Carry et al. 2023).

China setzt immer wieder Beschränkungen der eigenen Rohstoffproduktion oder der Exporte ein, um politisch ungewolltes Handeln anderer Staaten zu sanktionieren:

- Im Jahr 2010 führten neue Ausfuhrkontrollen in China für Seltene Erden zu massiven Preisanstiegen auf dem Weltmarkt. Der Effekt wurde noch einmal deutlich verschärft, als China in Reaktion auf einen Grenzdisput mit Japan die Ausfuhren nach Japan fast komplett einstellte (Kullik, 2020).
- Zum 1. August 2023 wurde in China ein Regime zur Exportkontrolle für Gallium und Germanium eingeführt, die essenziell zur Produktion von Halbleitern sind. Die Maßnahme wurde in Reaktion auf die handelspolitischen Beschränkungen der USA gegenüber China im Hochtechnologiebereich eingeführt. Sie bietet die Möglichkeit, die Ausfuhren von Gallium und Germanium in kurzer Frist stark einzuschränken (Hanke/Müller, 2023; Onvista, 2023).

Die Abhängigkeiten von China erstrecken sich weiter als nur auf die Bergwerksförderung und die direkte Weiterverarbeitung von Rohstoffen. Die Abhängigkeiten entwickeln sich teilweise weiter entlang der Wertschöpfungsketten. Umso schwieriger wird es, adäquate Alternativen für den Bezug von Vorleistungen zu finden und zu entwickeln.

- Bähr et al. (2023) zeigen am Beispiel von Seltenen Erden und Lithium auf, dass neben der Versorgung mit Rohstoffen auch die Versorgung mit weiterverarbeiteten Produkten, wie Permanentmagneten für Elektromotoren oder Batterien für die Elektromobilität, stark auf China konzentriert ist. Auch Handelsbeschränkungen oder Lieferengpässe bei solchen Produkten können gravierende Auswirkungen auf die Wertschöpfung in Deutschland oder Bayern haben. Dies gilt umso mehr, wenn es sich um essenzielle Vorprodukte für die Produktion handelt. Die Verzweigungen in den Wertschöpfungsketten sind dabei komplex. So werden diese Produkte oder die zugrundeliegenden Rohstoffe nicht unbedingt direkt nach Bayern geliefert, sondern erst an anderer Stelle in

- Deutschland weiterverarbeitet. Gleiches gilt umgekehrt für andere Bundesländer. Der reine Blick auf die Außenhandelsstatistik kann solche Risiken insofern nicht erfassen.
- Dass ausgeprägte Abhängigkeiten der deutschen Wirtschaft von chinesischen Rohstoffen und Weiterverarbeitungsprodukten vor allem in spezifischen Bereichen bestehen, unterstreichen auch die Studien von Busch et al. (2023) und Matthes (2023). Busch et al. (2023) zeigen, dass die Industrie in Deutschland in der Gesamtschau nicht übermäßig von China abhängig ist. So ist der Anteil der Vorleistungen, der von chinesischen Zulieferern bezogen wird, etwa in Japan, Russland, den USA oder Tschechien höher. Aus der Studie von Matthes (2023) geht dagegen hervor, dass die Abhängigkeiten von China bei einzelnen, eng definierten Gütern sehr hoch sein können.

5.2.3 Ausblick und Handlungsmöglichkeiten

In der aktuellen dynamischen geopolitischen Lage und der damit verbundenen Auflösung hergebrachter Verflechtungen und Kooperationen ist es kaum möglich, begründete Wahrscheinlichkeiten für spezifische Entwicklungen zu prognostizieren. Um den Möglichkeitsraum der Entwicklung der europäisch-chinesischen Rohstofflieferketten und den Umgang der chinesischen und europäischen Politik damit zu analysieren, wurden von Carry et al. (2023) daher für das Jahr 2030 drei verschiedene Szenarien entwickelt. Eine Schlussfolgerung aus diesen Szenarien ist, dass zwei Entwicklungsstränge die zukünftigen Beziehungen prägen werden:

- Interne politische Entwicklung in China: Aus der Entwicklung des politischen Systems in China selbst folgt, ob (i) sich der Status quo zwischen Europa und China bei hoher europäischer Abhängigkeit verfestigt, (ii) sich eine stärkere Zusammenarbeit auch in Hinblick auf Normen und Sozial- und Umweltstandards entwickeln lässt oder (iii) es zu einer noch stärkeren Entkopplung und Konfrontation zwischen Europa und China kommt.
- Europäische Bemühungen zur Reduktion der Rohstoffabhängigkeit: Ein wesentliches Element für eine geringere Abhängigkeit der Rohstoffversorgung von Importen besteht in der Ausweitung der gesamten europäischen Rohstofflieferkette, die den Bergbau und die Weiterverarbeitung umfasst. Dies ist auch im Vorschlag für einen *European Critical Raw Materials Act* (vgl. unten Kap. 6.3) vorgesehen. Entscheidend für einen Erfolg dieses Vorhabens ist der Umgang mit Umwelt- und Nachhaltigkeitsrisiken des Reshoring und die damit einhergehenden Akzeptanzprobleme in der Bevölkerung. Carry et al. (2023; S.8) fordern dazu eine gesellschaftliche Debatte über Rohstoffabbau in Europa und die Umsetzung hoher Nachhaltigkeitsstandards.

Beide Entwicklungsstränge beeinflussen sich gegenseitig. So wird beispielsweise eine stärkere Konfrontation zwischen China, Europa und den USA die Notwendigkeit einer größeren Unabhängigkeit bei der Rohstoffversorgung und damit den Ausbau eigener Förderung und Weiterverarbeitung in Europa plausibler machen und helfen, die Akzeptanz zu erhöhen.

Deutschland und die Europäische Union haben gleichzeitig nur indirekten Einfluss auf die Entwicklung der Beziehungen zwischen den USA und China. Es besteht die Gefahr, dass

Konflikte zwischen diesen Ländern zunehmend über den internationalen Handel ausgetragen werden und dadurch auch der europäische Rohstoffbezug aus China erschwert wird. Gleichzeitig können die Local-Content-Vorschriften des Inflation Reduction Acts in den USA die Nachfragekonkurrenz in Drittländern weiter steigern.

Zu den Handlungsmöglichkeiten, die auf eine größere Unabhängigkeit der europäischen Rohstoffversorgung von China zielen, gehören einige Punkte, die auch in den Rohstoffstrategien der deutschen Bundesregierung und der Europäischen Union angelegt sind:

- Diversifizierung des Bezugs von Bergbau-, Raffinade- und Weiterverarbeitungsprodukten,
- Strategische Rohstoffbeschaffung – auch gemeinsam mit der EU und anderen interessierten internationalen Partnern und durch eigene Direktinvestitionen in Förderung und Verarbeitung – in Ländern mit geringeren Risiken und geringerer Marktmacht,
- Nachhaltige Entwicklung einer Kreislaufwirtschaft in Europa zur Steigerung des heimischen Sekundärrohstoffangebots.

Diese Handlungsmöglichkeiten sind nicht nur Teil der politischen Strategien, sondern stehen den Unternehmen je nach Größe, Stellung in der Wertschöpfungskette und konkreter Maßnahme auch selbst zur Verfügung. Sie wurden in der Vergangenheit in der Regel deshalb nicht priorisiert, weil die Abwägung zwischen den Kosten und den Risiken der Rohstoffbeschaffung aus China für eine Beschaffung aus China sprach. Die Produktionskosten – einschließlich etwaiger Umwelt- und Folgekosten des Abbaus – waren in China so gering, dass sie die Risiken der Konzentration der Nachfrage auf dieses Land mindestens ausglich.

Inwiefern die genannten Handlungsmöglichkeiten umgesetzt werden, hängt auch in Zukunft von der Kalkulation von Kosten, Nutzen und Risiken auf Seiten der privaten Akteure ab. Risikoabsicherung in Form eines zusätzlichen Angebots oder der Schaffung zusätzlicher redundanter Kapazitäten ist kostspielig. Unternehmen werden diese Kosten auch weiterhin nur für die eigene Risikoabsicherung tragen. Sollte dies aus gesellschaftlicher oder politischer Sicht nicht ausreichen, weil systemische Risiken nicht ausreichend berücksichtigt werden, stellt sich zumindest die Frage, ob die entstehenden Kosten staatlich zu tragen sind.

Neben finanzieller Unterstützung gibt es weitere Ansatzpunkte für die Unterstützung von Unternehmen durch die Politik auf unterschiedlichen staatlichen Ebenen:

- So kann Informationsbereitstellung die unternehmensinterne Risikoanalyse auf den komplexen Rohstoff- und Vorleistungsmärkten erleichtern.
- Das Eintreten für offene internationale Rohstoffmärkte und die Absicherung von Bezugsmöglichkeiten aus weiteren Ländern über bilaterale und multilaterale Abkommen sind wichtige Instrumente in der Außenhandelspolitik.
- Die Entwicklung einer Kreislaufwirtschaft oder der Ausbau der inländischen Rohstoffförderung setzen Investitionen voraus, die durch die Landes- und Kommunalpolitik begleitet werden können.

6 Deutsche und europäische Rohstoffpolitik

Die Politik reagiert auf die vielfältigen Herausforderungen einer sicheren Rohstoffversorgung mit einem breiten Bündel von Instrumenten.

Die geologischen Vorkommen und die Technologie der Rohstoffgewinnung sind wesentliche Determinanten der Rohstoffversorgung. Besonders dort, wo die Funktion der internationalen Märkte zum Beispiel wegen der Marktmacht einzelner Akteure eingeschränkt ist, gewinnen aber die politischen Rahmenbedingungen ebenfalls eine hohe Bedeutung. Die Leitlinien der deutschen Rohstoffpolitik sind in der Rohstoffstrategie der Bundesregierung aus dem Jahr 2020 niedergelegt und werden durch ein Eckpunktepapier Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) vor dem Hintergrund aktueller Entwicklungen im Jahr 2023 ergänzt. Drei Säulen einer sicheren Rohstoffversorgung sind demnach die Neu- und Weiterentwicklung einer Kreislaufwirtschaft bei einer zunehmenden Zahl an Rohstoffen und bei hoher Ressourceneffizienz, eine Diversifizierung der Rohstoffquellen im In- und Ausland sowie die Sicherstellung eines fairen und nachhaltigen Marktrahmens.

Die deutsche Rohstoffpolitik entfaltet sich dabei innerhalb des europäischen Rahmens. Dieser Rahmen war in der Vergangenheit stark von den Ideen des *European Green Deal* beeinflusst. Er soll nun durch den spezifisch rohstoffpolitischen Ansatz des *European Critical Raw Materials Act* (ECRMA) ergänzt werden, dessen Entwurf die Europäische Kommission im März 2023 vorgelegt hat und über den im November 2023 eine politische Einigung im Trilog-Verfahren der EU erreicht wurde. Während der *European Green Deal* stärker auf die Einhaltung von ESG-Kriterien (*Environmental, social and governance criteria*; Umwelt- und Sozialstandards sowie Aufsichtsstrukturen in den Unternehmen) bei der Rohstoffbeschaffung und -nutzung abzielt, steht beim ECRMA die Versorgungssicherheit bei kritischen und strategischen Rohstoffen im Vordergrund.

In einigen Punkten verschränken sich deutsche und europäische Initiativen. Europäische Richtlinien werden in nationales Recht umgesetzt, die europäische Ebene reagiert auf nationale Initiativen oder beide staatliche Ebenen führen koordinierte Programme durch wie z. B. die neuen *Important Projects of Common European Interest* (IPCEI).

In einigen Punkten werden die nationalen und europäischen Rohstoffstrategien auf der Landesebene ergänzt oder umgesetzt.

Die bayerische Rohstoffstrategie setzt vor allem auf die Entwicklung von Recyclingkonzepten, die Forschungsunterstützung zu effizientem Rohstoffeinsatz und Rohstoffsubstitution sowie die außenwirtschaftliche Unterstützung der bayerischen Unternehmen zu den bearbeiteten Themen. Es sollte versucht werden hier möglichst passgenaue Lösungen für die Unternehmen zu entwickeln. Daneben erhebt der Freistaat im Rahmen der staatlichen Lagerstätten erkundung Informationen zur Neubewertung und Exploration heimischer Lagerstätten.

6.1 Die Rohstoffstrategie der Bundesregierung

Die Rohstoffstrategie der Bundesregierung aus dem Jahr 2020 (Deutscher Bundestag, 2020) verfolgt das Ziel, Unternehmen bei einer „sicheren, verantwortungsvollen und nachhaltigen Rohstoffversorgung“ zu unterstützen. Ihre Grundlage ist ein marktwirtschaftlicher Ansatz, der die Rohstoffversorgung in erster Linie als Aufgabe der Unternehmen selbst sieht. Als Begründung für die Notwendigkeit einer staatlichen Rohstoffstrategie werden zwei strukturelle Problemfelder in den internationalen Rahmenbedingungen identifiziert:

- Die Bedrohung freier internationaler Rohstoffmärkte durch Handelsstreitigkeiten und die Ausnutzung von Marktmacht durch einzelne Akteure.
- Änderungen von Marktstrukturen durch disruptive Technologien sowie gestiegene Anforderungen an die Einhaltung von ESG-Standards und Menschenrechten in den Lieferketten.

Als Ergänzung der Rohstoffstrategie veröffentlichte das BMWK zu Beginn des Jahres 2023 das „Eckpunktepapier: Wege zu einer nachhaltigen und resilienten Rohstoffversorgung“ (BMWK, 2023), in dem die Schwerpunkte der Arbeit des für die Rohstoffpolitik federführenden Ministeriums neu priorisiert werden. Dem Papier ist die Einschätzung zu entnehmen, dass die zunehmenden geopolitischen Spannungen und die Wahrnehmung einer größeren strategischen Bedeutung bestimmter Rohstoffe das Vertrauen in die Funktionsfähigkeit internationaler Rohstoffmärkte weiter untergraben. Gleichzeitig wird die Sicherung einer nachhaltigen und langfristigen Rohstoffversorgung wegen ihrer Bedeutung für die deutsche Wirtschaft und das Erreichen der Klimaziele als volkswirtschaftliches und strategisches Interesse der Bundesrepublik eingeordnet.

Als zentrale Herausforderungen für die Rohstoffpolitik werden in der Ausgangslage vier Punkte benannt:

- Mit dem Ausstieg aus fossilen Energiequellen und der Transformation hin zu treibhausgasneutralen Technologien steigt die Nachfrage nach metallischen Rohstoffen.
- Die Abhängigkeit Deutschlands und Europas bei der Gewinnung und Verarbeitung von Metallen ist hoch.
- Rohstoffabbau und Weiterverarbeitung gehen mit Umwelteingriffen einher und sind energieintensiv.
- Entwicklung und Inbetriebnahme neuer Rohstoff- und Weiterverarbeitungsprojekte benötigen langen Zeiträume.

So erfolgt in dem Eckpunktepapier sowohl in Hinblick auf die Ursache der steigenden und diverseren Rohstoffnachfrage der deutschen Wirtschaft – die duale Transformation durch Dekarbonisierung und Digitalisierung – als auch in Hinblick auf die Bedrohung freier Rohstoffmärkte – zunehmende geopolitische Spannungen – eine Präzisierung, die den aktuellen Entwicklungen seit der Formulierung der Rohstoffstrategie Rechnung trägt. Die Rohstoffstrategie der Bundesregierung ist so weiterhin als Grundlage der Rohstoffpolitik der gesamten Bundesregierung anzusehen, während das Eckpunktepapier des BMWK als Arbeitsprogramm des federführenden Ministeriums zur Priorisierung von Maßnahmen gilt.

Die Struktur der Rohstoffstrategie – Sicherung der Rohstoffversorgung, Einhaltung von ESG-Kriterien in Rohstoffproduktion und -handel sowie Stärkung der Rohstoffeffizienz und der Nutzung von Sekundärrohstoffen – erhält im Eckpunktepapier mit der Benennung von drei Schwerpunkten der Rohstoffpolitik eine andere Akzentuierung:

- „Kreislaufwirtschaft, Ressourceneffizienz, Recycling“ zielt auf eine Verringerung der Primärrohstoffnachfrage ab.
- „Diversifizierung von Rohstofflieferketten“ dient der Sicherung des Angebots.
- „Sicherstellung eines fairen und nachhaltigen Marktrahmens“ befasst sich mit der Einhaltung von ESG-Kriterien im Handel mit Rohstoffen und Weiterverarbeitungsprodukten.

In der Ausformulierung legt das BMWK ein Programm von Maßnahmen vor, mit denen Verbesserungen im Bereich der Schwerpunkte erreicht werden sollen.

Der erste Schwerpunkt zielt auf einen möglichst effizienten Einsatz von Rohstoffen bei Minimierung von Verlusten im gesamten Kreislauf. Produktdesign, kaskadierte Nutzung, Ressourceneffizienz, Recycling, und Substitution sollen zu einem sparsamen Einsatz von Rohstoffen führen. Ein nachhaltiger Beitrag des Recyclings zur Sicherung der Rohstoffversorgung ergibt sich erst durch den Einsatz qualitativ hochwertiger Rezyklate in der Produktion. Die Voraussetzungen für die Gewinnung qualitativ hochwertiger Rezyklate werden schon im Produktdesign geschaffen.

Um dieses Ziel zu erreichen, wird vom BMWK die Notwendigkeit einer Verzahnung von Rohstoff- und Kreislaufwirtschaftsstrategie betont. Letztere wird derzeit mit der Entwicklung einer Nationalen Kreislaufstrategie durch das Bundesministerium für Umwelt und Verbraucherschutz (BMUV) aktualisiert.

Im Eckpunktepapier werden eine Reihe von Handlungsfeldern zum Abbau von Hemmnissen der Kreislaufwirtschaft benannt, die bei der Entwicklung der Nationalen Kreislaufwirtschaftsstrategie berücksichtigt werden sollen. Sie spannen einen weiten Bogen vom kreislauf- und recyclingfähigen Produktdesign über die Vereinheitlichung von Begriffen, Definitionen, Regelwerken und Normen, die Nutzung der Digitalisierung, den Aufbau einer Recyclinginfrastruktur und die Standortsicherung für bestehende Recyclinganlagen bis hin zur Sicherung der Nachfrage nach Recyclingrohstoffen. Die Maßnahmen sollen – wo als notwendig erachtet – durch ökonomische Anreize ergänzt werden.

Forschung und Entwicklung im Bereich Kreislaufwirtschaft und Recycling werden als notwendige Ergänzung eingestuft. Geplant ist der Start eines neuen BMWK-Forschungsprogramms „Rohstoffe für die Transformation“.

Die Verzahnung von Rohstoffstrategie und Kreislaufwirtschaftsstrategie umfasst auch die Fortschreibung der Maßnahmen zur Ressourceneffizienz. In der Entwicklung der Nationalen Kreislaufwirtschaftsstrategie durch das Bundesministerium für Umwelt und Verbraucherschutz (BMUV, vgl. BMUV, 2023) werden die bisher im deutschen Programm für Ressourceneffizienz (ProgRess III) gebündelten Maßnahmen mitberücksichtigt.

Die Informationsbasis im Bereich der Diversifizierung der Rohstofflieferketten soll maßgeblich durch ein Monitoring der Lieferketten durch die DERA bereitgestellt werden. Für die Diversifizierung der Rohstofflieferketten werden vier Handlungsfelder aufgespannt:

- Erhalt und Ausbau der deutschen und europäischen Rohstoffgewinnung sollen Rohstoffimporten vorgezogen werden, wenn ökologische und soziale Standards verbessert und die Resilienz von Lieferketten gestärkt werden. In Deutschland soll dazu das Bundesberggesetz geändert werden. Dabei sollen gleichzeitig die ökologische Ausrichtung der Rohstoffgewinnung und die Erleichterung des Abbaus heimischer Rohstoffe erreicht werden. Die Rohstoffgewinnung in der EU soll sich nach dem ECRMA ausrichten.
- Lagerhaltung für kritische oder strategische Rohstoffe soll zur Abmilderung kurzfristig eintretender Risiken bei Unternehmen gefördert werden. Staatliche Lagerhaltung wird dagegen nur im Sinne eines Prüfauftrags für eine eng begrenzte Auswahl strategischer Rohstoffe genannt.
- Eine Unterstützung zur Erhöhung der Produktionskapazitäten im In- und Ausland soll über einen vom BMWK initiierten Public-Private-Fonds erfolgen. Darüber hinaus soll geprüft werden, ob das Instrument der IPCEIs zur Stärkung der Rohstoffversorgung genutzt werden kann. In welchem Zusammenhang dieser geplante Rohstofffonds mit dem bisher genutzten Instrument der UFK-Garantien zur Investitionsförderung steht, geht aus dem Eckpunktepapier nicht hervor.
- Die internationale Zusammenarbeit soll in diesem Bereich strategisch ausgerichtet werden. Neben das bestehende Instrument der bilateralen Rohstoffpartnerschaften und -kooperationen (z. B. mit Chile, Australien, Kanada) tritt die multilaterale strategische Kooperation im Rahmen der *Minerals Security Partnership*, an der sich Australien, Deutschland, Finnland, Frankreich, Indien, Japan, Kanada, Südkorea, Schweden, das Vereinigte Königreich, die USA und die Europäische Union beteiligen. Auch die Expertise der DERA und der AHK-Kompetenzzentren für Bergbau und Rohstoffe sollen hier weiter zur Unterstützung der Rohstoffvorhaben von Unternehmen genutzt werden.

Die Sicherstellung eines fairen und nachhaltigen Marktrahmens zielt in erster Linie auf die Einhaltung hoher ESG-Standards beim Import von Rohstoffen und deren Weiterverarbeitungsprodukten. Als Ziel wird dabei die Vereinheitlichung verschiedener ESG-Standards und die Vermeidung von Dopplungen in der Berichterstattung der Unternehmen benannt. Parallele Anforderungen können sich aus der bestehenden Vielfalt von Initiativen auf staatlicher und privater Ebene ergeben. Neben verschiedenen Regulierungen auf EU-Ebene (z.B. EU-Konfliktrohstoffverordnung, Batterieverordnung, EU Directive on Corporate Sustainability Due Dilligence, die Weiterentwicklung der EU Principles for Sustainable Raw Materials) existieren auch Unternehmens- und Multistakeholder-Initiativen wie z.B. die Initiative for Responsible Mining Assurance (IRMA). Die Gefahr von möglichen Zielkonflikten zwischen der Diversifizierung von Rohstofflieferketten und der Einhaltung von ESG-Standards oder entsprechender Sorgfaltspflichten wird benannt.

Im Eckpunktepapier wird auch auf die internationale Zusammenarbeit verwiesen, in deren Rahmen sich die Bundesregierung sich etwa in der Minerals Security Partnership und dem Intergovernmental Forum on Mining, Minerals, Metals and Sustainable Development (IGF) engagiert. Daneben besteht auch in der OECD eine Arbeitsgruppe zu mineralischen

Rohstoffen (Minerals Working Group der Responsible Business Unit), in der der „Leitfaden für einen verantwortungsvollen Rohstoffbezug“ weiterentwickelt wird.

6.2 Internationale Zusammenarbeit

Die Europäische Union vertritt die Mitgliedstaaten in allen Außenhandelsfragen. So fallen die Verhandlung und der Abschluss von Außenhandelsverträgen und die Vertretung der Mitgliedstaaten bei der Welthandelsorganisation (WTO) in die Kompetenz der EU. Auch die Austragung von Handelskonflikten wird so durch die EU übernommen. In diesen konkreten Fällen bleibt der Bundesregierung die indirekte Einflussnahme über die europäischen Institutionen.

Grundsätzlich vertritt die Bundesregierung auf internationaler Ebene weiterhin die Durchsetzung und Verteidigung der ordnungspolitischen Grundhaltung. Zentrale Elemente sind der gleichberechtigte Zugang für alle Akteure zu den Rohstoffmärkten und ein freier Weltmarkt im Sinne eines *Level-Playing-Fields*.

Im Eckpunktepapier des BMWK wird allerdings mit dem Verweis auf hoch konzentrierte Märkte und angespannte geopolitische Lagen auf die Grenzen dieses Ansatzes verwiesen. Zur Wahrung der volkswirtschaftlichen und strategischen Interessen der Bundesrepublik sollen weitere Maßnahmen auch die internationale Rohstoffpolitik ergänzen. Die negativen Erfahrungen mit Abhängigkeiten in Folge der Corona-Pandemie und der Auswirkungen im Ukraine-Krieg werden als zusätzliche Motivation benannt.

Das wichtigste neue Instrument in der internationalen Zusammenarbeit ist die multilaterale strategische Kooperation im Rahmen der *Minerals Security Partnership*. Hier beteiligen sich mit Australien, Deutschland, Finnland, Frankreich, Indien, Japan, Kanada, Südkorea, Schweden, dem Vereinigten Königreich, den USA und der Europäischen Union eine Reihe von Ländern, die neben einem stabilen Rohstoffangebot auch ein hohes Anspruchsniveau bei den ESG-Standards anstreben.

Die *Minerals Security Partnership* ergänzt so die bilateralen Rohstoffpartnerschaften mit Kasachstan, der Mongolei und Peru sowie Rohstoffkooperationen zwischen den Regierungen mit Australien, Chile, Ghana und Kanada. Stabile Rahmenbedingungen für die Erschließung von Rohstoffen und Handelskontakten soll den deutschen Unternehmen helfen, die Bezugsquellen für Rohstoffe zu diversifizieren und Investitionsmöglichkeiten in den Partnerländern eröffnen. Gleichzeitig unterstützt die Bundesregierung den Aufbau von rohstoffverarbeitenden Industrien in den Partnerländern durch Beratungsleistungen.

Der Aufbau und Betrieb von Kompetenzzentren für Bergbau und Rohstoffen dient hier zusätzlich der Verbesserung des Rohstoffzugangs deutscher Unternehmen. Die Kompetenzzentren sind an den Außenhandelskammern (AHK) in Australien, Brasilien, Chile, China, Ghana, Kanada, Kasachstan, Peru und dem Südlichen Afrika angesiedelt und Teil des *German Mining Networks*. Weitere Mitglieder dieses Netzwerks sind die deutsch-mongolische

Wirtschaftsvereinigung und die deutsche Delegation in Zentralasien, die DERA und die GTAI.

Bei anderen Initiativen liegt der Fokus stärker in der Förderung einer nachhaltigen und transparenten internationalen Rohstoffwirtschaft. So werden im Internationalen Forum für Bergbau, Minerale, Metalle und nachhaltige Entwicklung (IGF) Leitlinien und Maßnahmen zur Förderung einer nachhaltigen Rohstoffpolitik entwickelt. Zudem zählt beispielsweise die Beteiligung des Bundesministeriums für wirtschaftliche Zusammenarbeit (BMZ) an internationalen Projekten zur Entwicklung eines klimasensiblen und umweltschonenden Bergbaus (z. B. der *Climate-Smart-Mining*-Strategie der Weltbank) zu diesem Themenfeld.

Die Beteiligung der Bundesrepublik an der Extractive Industries Transparency Initiative (EITI) dient der Stärkung der Entwicklungs- und Schwellenländer im gemeinsamen Kampf gegen Korruption. Weltweit implementieren derzeit 57 Länder den EITI-Standard. Kern der EITI-Berichterstattung sind kontextbezogene Informationen über den Rohstoffsektor sowie die Offenlegung der staatlichen Rohstoff Erlöse und weiterer Zahlungen – wie beispielsweise Lizenzgebühren, Dividenden oder Steuern – der aktiven Öl-, Gas- und Bergbaufirmen an die jeweilige Regierung. Für Deutschland wurde der fünfte EITI-Bericht im Mai 2023 vorgelegt.

6.3 Die Rohstoffstrategie der Europäischen Union

Der *European Green Deal* aus dem Jahr 2019 bleibt auch weiterhin die zentrale Richtschnur der Wirtschaftspolitik der EU-Kommission. Darin ist eine „Industriestrategie für eine saubere und kreislaforientierte Wirtschaft“ angelegt. Innerhalb der Industriestrategie sind Rohstoffe einer von sechs strategischen Bereichen, in denen die große Abhängigkeit von anderen Wirtschaftsräumen verringert werden soll. Konkrete Maßnahmen sind in zwei Aktionsplänen formuliert: dem Aktionsplan für kritische Rohstoffe und dem Aktionsplan für die Kreislaufwirtschaft. Die EU-Kommission hat im März ihren Vorschlag für einen *Critical Raw Materials Act* (ECRMA) vorgelegt, der den Aktionsplan für kritische Rohstoffe ersetzen würde. Im November 2023 erzielten Europäische Kommission, Europäischer Rat und Europäisches Parlament eine Einigung über den Verordnungsentwurf zum ECRMA.

Auch der Aktionsplan für kritische Rohstoffe baut schon auf einer Vorgängerinitiative auf – der Rohstoffinitiative (*Raw Materials Initiative* – RMI) der EU-Kommission von 2008 – und verfolgt ähnlich wie die Rohstoffstrategie der Bundesregierung den strategischen Dreiklang Sicherung und Diversifizierung der Rohstoffimporte, Ausbau heimischer Rohstoffquellen sowie Nutzung von Sekundärrohstoffen durch Recycling und Kreislaufwirtschaft.

Eine wichtige Neuerung im *Critical Raw Materials Act* ist, dass die drei Bereiche Rohstoffimporte, heimische Förderung und Recycling mit rohstoffspezifischen Quoten versehen werden. Bis zum Jahr 2030 sollen bei jedem als kritisch angesehenen Rohstoff bezogen auf den EU-Verbrauch 10 Prozent aus inländischer Förderung, 40 Prozent aus inländischer Verarbeitung sowie 25 Prozent aus Recycling gedeckt werden. Bei keinem der

Rohstoffe soll ein Anteil von mehr als 65 Prozent aus einer einzelnen ausländischen Quelle bezogen werden (Europäische Kommission, 2023a; Europäische Kommission, 2023b).

Die spezifischen Zielvorgaben sowie die Berücksichtigung der gesamten Wertschöpfungskette von der Mine bis zu den industriell nutzbaren Produkten stellt eine Neuerung in diesem Ansatz dar. Die Abhängigkeiten der Industrie in Europa werden damit umfassender in den Blick genommen. Um die ambitionierte Zielsetzung zu erreichen, sollen Genehmigungsverfahren beschleunigt und die Bearbeitung strategisch wichtiger Projekte in einer einzigen Anlaufstelle gebündelt werden (Europäische Kommission, 2023c).

Der *Critical Raw Materials Act* zielt auf eine Stärkung der Resilienz der Rohstoffversorgung über ein regelmäßiges Monitoring und Stresstests für kritische Rohstoffe. Auch die Koordination strategischer Rohstoffvorräte und gemeinsamer Rohstoffeinkauf der Mitgliedstaaten werden als Option im Innern der EU vorgeschlagen. In der internationalen Zusammenarbeit sollen Netzwerke mit Partnern – etwa in Form eines Clubs für kritische Rohstoffe – für interessierte Länder entwickelt werden. Die Stärkung des freien Welthandels und der WTO bleibt im Vorschlag für den *Critical Raw Materials Act* auf der Agenda der EU.

Gleichwohl ist die EU auf dem Feld der Außenhandelspolitik auch in bilateralen Verhandlungen engagiert. So sollen – in Ermangelung eines allgemeinen Freihandelsabkommens zwischen der EU und den USA – mittels eines *Critical Minerals Agreements* negative Auswirkungen der Local-Content-Regeln des Inflation Reduction Acts auf die europäische Industrie vermieden werden.

Die *Global Gateway Strategie* (Europäische Kommission, 2021) als zentrales außen- und entwicklungspolitisches Vorhaben der EU soll für den Bereich der Rohstoffzusammenarbeit nutzbar gemacht werden, um weiche und harte Infrastruktur entlang der Wertschöpfungskette von Rohstoffen im Ausland zu fördern. Die Global Gateway Strategie soll generell die Verbindung zu Rohstoffförderländern stärken, das Investitionsrisiko senken und unfaire Handelspraktiken begrenzen. Ein aktuelles Projektbeispiel stellt das *Memorandum of Understanding* zwischen der EU, den USA, der Demokratischen Republik Kongo, Sambia, Angola, der Afrikanischen Entwicklungsbank sowie der *Africa Finance Corporation* zur Weiterentwicklung des „Lobito-Korridor“ dar. Dieser Transportkorridor zwischen der Demokratischen Republik Kongo, Sambia und dem Hafen von Lobito in Angola soll den globalen Marktzugang dieser Länder stärken und den Zugang zu deren Rohstoffen erleichtern (Europäische Kommission, 2023d; Banks, 2023).

Der *Critical Raw Materials Act* berücksichtigt auch die Rolle der Kreislaufwirtschaft für die Stärkung der Resilienz der europäischen Rohstoffversorgung. Hier sollen beispielsweise die Bemühungen der Mitgliedstaaten unterstützt, der Anteil des Rezyklateinsatzes in der Industrie erhöht und die Recyclingfähigkeit selten-erd-haltiger Permanentmagneten verbessert werden.

Mit diesem Maßnahmenkatalog werden zahlreiche Initiativen des Aktionsplans kritische Rohstoffe fortgeführt und präzisiert. So war die Stärkung der Primär- und Sekundärrohstoffwirtschaft innerhalb der EU, die Nutzung von FuE zur Verbesserung der Exploration

von Ressourcen, der Bergbau- und Verarbeitungstechnologien sowie Substitution und Recycling schon Bestandteil der Vorgängerinitiativen. Auch die Entwicklung und Stärkung internationaler Rohstoffpartnerschaften gehörte zu den Zielen des Aktionsplans Kritische Rohstoffe. In der Kontinuität der Maßnahmen spiegelt sich die Notwendigkeit, im Bereich der Rohstoffe auf langfristig angelegte Strategien zu setzen wider.

In der Europäischen Rohstoffallianz (*European Raw Materials Alliance* – ERMA) besteht ein von der EU mitgegründetes breites Bündnis relevanter Stakeholder aus Wirtschaft, Mitgliedstaaten und Regionen, Gewerkschaften, Zivilgesellschaft, FuE-Organisationen, Investoren und Nicht-Regierungsorganisationen. Sie soll dazu beitragen, die Widerstandsfähigkeit der Wertschöpfungsketten in der Europäischen Union bei kritischen Rohstoffen zu stärken. Mittel dazu sind die Nutzung von Sekundärrohstoffen, die Entwicklung eines inländischen Rohstoffangebots in der EU und die Diversifikation der Rohstoffquellen beim Bezug aus Drittländern.

Die Maßnahmen der EU im Bereich der Kreislauf- und Sekundärrohstoffwirtschaft werden im Aktionsplan für die Kreislaufwirtschaft gebündelt (Europäische Kommission, 2020). Darunter fallen unter anderem die Erhöhung stoffspezifischer Recyclingquoten, die Rücknahmeverpflichtung des Handels bei Elektrogeräten sowie Mindestsammelquoten bei Elektrogeräten. Der Aktionsplan greift ausdrücklich die mehrdimensionale Problematik von Abfallexporten auf: den Verlust potenzieller Rohstoffquellen in der EU und die ökologisch mangelhafte Entsorgung in den Zielländern.

Weitere Entwicklungen mit Auswirkungen auf den Rohstoffbereich sind vor allem auf zwei Feldern zu erkennen:

- Ab dem 1. Januar 2024 wird die EU-Richtlinie zur Unternehmens-Nachhaltigkeitsberichterstattung (*Corporate Sustainability Reporting Directive, CSRD*) für Unternehmen von öffentlichem Interesse mit mehr als 500 Beschäftigten relevant (z. B. börsennotierte Gesellschaften, Banken und Versicherungsunternehmen). Dadurch werden die Berichtspflichten der Unternehmen über Nachhaltigkeitsaspekte erweitert und auf Ebene der EU standardisiert. Ziel ist es, die Transparenz dieser Berichte zu verbessern. Die Verhandlungen über ein Lieferkettengesetz auf EU-Ebene sind noch nicht abgeschlossen. Der zu erwartende größere Aufwand für die Erfüllung der Berichtspflichten in Ländern mit geringen Umwelt- und Menschenrechtsstandards oder schwachen staatlichen Institutionen kann zu einer Umlenkung des Rohstoffhandels führen.
- Mit der Batterieverordnung (EU, 2023) werden für das Recycling von Altbatterien spezifische Quoten für das Recycling und die Wiederverwendung von Rezyklaten in der Produktion neuer Batterien für die Stichjahre 2031 und 2036 vorgegeben. Die stoffspezifischen Angaben sollen dazu beitragen, dass spezifische kritische Rohstoffe (Kobalt, Blei, Nickel und Lithium) tatsächlich wiedergewonnen und weiterverarbeitet werden. Die Zielvorgaben sollen Anreize setzen, dass parallel zum Hochlauf der Batterieherstellung in der EU sich auch die entsprechende Recyclingindustrie entwickelt.

7 Fazit und Handlungsempfehlungen

Vielschichtige Herausforderungen im Rohstoffbereich erfordern die gezielte Kooperation aller beteiligten Akteure.

Die Fallstudien weisen auf zwei wichtige Entwicklungen hin.

Das Metallrecycling kann als Teil der Sekundärrohstoffwirtschaft in Zukunft einen wesentlichen Beitrag zur inländischen Rohstoffversorgung leisten. Dazu müssen bestehende Recyclingverfahren optimiert und die Ausbeute bislang wenig recycelter Metalle erhöht werden. Produktdesign, Sammlung und Trennung sind dabei wichtige Elemente.

Die Rohstoffabhängigkeit Deutschlands und Europas von China erstreckt sich über den reinen Rohstoffbezug hinaus auf ein breites Spektrum von stärker weiterverarbeiteten Produkten. Die geopolitischen Entwicklungen und die Politik in China selbst lassen eine zukünftig steigende Gefährdung erwarten. Diversifizierung des Rohstoffbezugs und verstärkte Zusammenarbeit mit anderen Ländern können einen Beitrag zur Verringerung dieser Gefahren leisten.

Darüber hinaus zeigt sich, dass eine gesicherte und preislich wettbewerbsfähige Rohstoffversorgung für die Industrie in Deutschland und Bayern Risiken aus verschiedenen Bereichen ausgesetzt ist. Die spezifischen Risiken sind für jeden Rohstoff unterschiedlich. Dazu zählt die Notwendigkeit, Rohstoffe aus dem Ausland zu importieren. Häufig sind Ländern mit hohen politischen und wirtschaftlichen Risiken und nicht verlässlichen staatlichen Institutionen die größten Anbieter. Die Gefahr strategischer Verknappungen des Rohstoffangebots steigt mit zunehmender Unsicherheit in der Handelspolitik und wachsenden geopolitischen Konfrontationen zu.

Ein anderer Grund für die großen Herausforderungen bei der Sicherung der Rohstoffversorgung liegt im steigenden Rohstoffbedarf für neue Technologien im Zuge von Digitalisierung und Dekarbonisierung. Klimaschutztechnologien wie die Elektromobilität, die erneuerbare Energieerzeugung oder die Produktion von grünem Wasserstoff verändern den Rohstoffbedarf weg von fossilen Energieträgern hin zu metallischen Rohstoffen wie Kobalt, Lithium, Graphit, Nickel, Seltenen Erden oder Platingruppenmetallen. Aber auch Industriemetalle wie Kupfer oder Aluminium werden wegen ihrer Bedeutung als Energieleiter in der Elektrifizierung des Energiesystems oder für den Leichtbau zunehmend nachgefragt. Andererseits reagiert auch die Angebotsseite mit Investitionen in die Förderung. Mit dem Ziel eines nachhaltigen Umbaus der Produktion ist langfristig die Entwicklung geschlossener Stoffkreisläufe essenziell.

Die Bemühungen, die Importabhängigkeit Deutschlands und Europas bei metallischen Rohstoffen zu verringern, sind als langfristige Vorhaben zu betrachten. Neben Investitionen in die Förderung müssen auch Verarbeitungsprozesse und die nachgelagerten Wertschöpfungsstufen aufgebaut werden, damit eine heimische Rohstoffförderung auch genutzt

werden kann. Auch die Stärkung der Sekundärrohstoffwirtschaft hängt von einer starken Integration in die Wertschöpfungsketten ab. Eine vollständige Autarkie wäre gleichwohl eine unrealistische Zielsetzung. Internationale Lösungen in einem regelbasierten Handelssystem zu finden, bleibt daher zentrale Aufgabe der Rohstoffpolitik.

Die Sicherung der eigenen Rohstoffversorgung ist aus marktwirtschaftlicher Perspektive in erster Linie Aufgabe der Unternehmen selbst. Dazu gehört die Analyse des eigenen Rohstoffbedarfs und das Ergreifen geeigneter Maßnahmen. Die Zusammenarbeit einzelner Unternehmen entlang der Wertschöpfungskette ist hier genauso wie in anderen Bereichen Teil einer ökonomisch sinnvollen Arbeitsteilung und Spezialisierung.

Staatliche Aufgaben entstehen demnach erst dann, wenn gesamtwirtschaftliche oder gesellschaftliche Herausforderungen eine gemeinsame Lösung für alle ökonomischen Akteure erfordern oder wenn eigenes oder fremdes staatliches Handeln die Rahmenbedingungen für die Unternehmen spürbar verändern. Im internationalen Kontext ist dies der Fall, der Zugang zu ausländischen Märkten administrativ oder mit Zöllen beschränkt wird. Auch die Ausfuhrkontrollen oder -beschränkungen, wie sie etwa durch China zunehmend etabliert werden, zählen dazu.

Deutschland und die EU sollten sich auf internationaler Ebene für freie Marktzugänge und die Aufrechterhaltung des freien Welthandels einsetzen. Die Gewährleistung eines freien Rohstoffzugangs auf allen Stufen der Wertschöpfungskette ist Teil der gesamtgesellschaftlichen Aufgaben, weil von einer Gefährdung des Rohstoffzugangs alle Unternehmen auch auf nachgelagerten Stufen der Wertschöpfungskette betroffen sind.

Aus der Vielschichtigkeit der Herausforderungen folgt, dass es auch verschiedene Ansatzpunkte für Maßnahmen einer erfolgreichen Rohstoffpolitik gibt. Sie können unterschiedlichen Akteuren und Handlungsebenen zugeordnet werden. In Tabelle 5 werden die Unternehmensebene, die staatlichen Ebene sowie eine interaktive Ebene unterschieden. Auf der interaktiven Ebene arbeiten Unternehmen untereinander oder in Kooperation mit anderen Akteuren wie Forschungseinrichtungen oder staatlichen Agenturen zusammen. Tabelle 5 enthält eine Zuordnung einzelner Maßnahmen zu Problemen der Rohstoffsicherung und den Akteursebenen.

7.1 Unternehmensebene

Vertikale Integration der Rohstoffbeschaffung ermöglicht es Unternehmen, ihre Rohstoffbeschaffung besser zu kontrollieren. Über Investitionen kann sich ein Unternehmen beispielsweise den Zugang zum in- und ausländischen Bergbau sichern. Aktuell ist dieser Ansatz bei Automobilherstellern im Bereich der Batterierohstoffe für die Elektromobilität zu beobachten. Diese Maßnahme steht eher großen als kleinen und mittelständischen Unternehmen offen.

Risiken aus Unsicherheit und Ineffizienzen auf Rohstoffmärkten können Unternehmen durch eine kontinuierliche Analyse der eigenen Rohstoffsituation identifizieren und

managen. Über die direkte Rohstoffbeschaffung hinaus ist für die meisten Unternehmen auch das Monitoring der Rohstoffströme in der vorgelagerten Wertschöpfungskette wichtig für die Risikoeinschätzung.

Die Abhängigkeit von Primärrohstoffen kann durch Maßnahmen an verschiedenen Stellen der Produkt- und Prozessgestaltung verringert werden. Produktentwicklung, Materialeffizienz, Recycling und Substitution sind hier die relevanten Stichworte.

Eine Reihe verschiedener Instrumente zur Absicherung gegen Preisschwankungen kann das Risiko der Preisvolatilität verringern. Auf finanzieller Seite können Finanzinstrumente wie Optionen oder Futures – Stichwort *Hedging* – oder langfristige Lieferverträge mit Preisgleitklauseln zum Einsatz kommen. Die Diversifikation von Lieferanten und die Vorratshaltung knüpfen an der stofflichen Seite des Rohstoffhandels an und sichern gleichzeitig gegen Versorgungsausfälle ab. Soll die Diversifikation von Lieferanten auch gegen eine staatliche Verknappung von Rohstoffexporten wirken, muss damit die Nachfrage auch über mehrere Länder gestreut werden.

Ähnlich wie bei den staatlichen Rohstoffpolitiken haben einzelne Unternehmen auf die politische und wirtschaftliche Stabilität sowie Korruption in den Rohstoffländern insgesamt kaum Einfluss. Sie können aber zur Verbesserung der Situation im Rahmen ihrer eigenen Geschäftstätigkeit beitragen. Ein Element ist die Analyse der eigenen Liefer- und Wertschöpfungskette im Hinblick auf Menschenrechte oder Arbeits-, Sozial- und Umweltstandards, eine entsprechend sorgfältige Auswahl der Lieferanten sowie das eigene Verhalten des Unternehmens.

7.2 Interaktive Ebene

Die interaktive Ebene bildet einen Kooperationsraum für Unternehmen, Forschungseinrichtungen oder staatliche Stellen ab. Die Kooperation zwischen Unternehmen oder zwischen Unternehmen und Forschungseinrichtungen bietet sich an, wenn die Aufgaben für ein einzelnes Unternehmen zu groß oder komplex sind. Staatliche Institutionen können vor allem dann unterstützen, wenn regulatorische Fragen zu klären sind, der Zugang zu staatlichen Stellen anderer Länder erforderlich ist oder Informationen von allgemeinem Interesse erhoben und veröffentlicht werden.

Gemeinsame Exploration und Projektentwicklung mit anderen Unternehmen oder Forschungseinrichtungen ist eine Möglichkeit für Unternehmen, die Abhängigkeit von ausländischen Rohstoffquellen zu begrenzen. Auch die staatliche Unterstützung solcher Projekte – wie in Deutschland bislang durch die UFK-Garantien – lässt sich dieser Ebene zuordnen. Die Überlegungen des BMWK, einen Rohstofffonds zur Unterstützung privater Investitionen in Exploration, Projektentwicklung und Rohstoffförderung zu etablieren, weisen ebenfalls in diese Richtung. Ziel ist es auch, die Unsicherheit aus den langen Projektlaufzeiten in der Rohstoffwirtschaft zu reduzieren.

Die Kooperation zwischen Unternehmen entlang der Wertschöpfungskette oder zwischen Unternehmen und Forschungseinrichtungen kann in verschiedenen Formen an unterschiedlichen Punkten der Versorgungsrisiken ansetzen:

- Die Kooperation aller Beteiligten ist für eine umfassende Analyse der Rohstoffsituation eines Unternehmens entlang der gesamten Wertschöpfungskette erforderlich. Zur Identifikation der Rohstoffrisiken im Endprodukt müssen die Informationen der verschiedenen beteiligten Unternehmen gebündelt werden. Dies gilt für die Versorgungsrisiken ebenso wie für die Risiken, die aus Compliance-Anforderungen erwachsen. Hier können staatliche und halbstaatliche Akteure wie die DERA, des German Mining Network oder das Netzwerk Rohstoffe ebenso einen positiven Beitrag leisten wie Forschungseinrichtungen oder Beratungsunternehmen.
- Die Abhängigkeit von Primärrohstoffen kann durch Fortschritte bei Produktdesign, Recycling und Substitution reduziert werden. Die Übertragung wissenschaftlicher Erkenntnisse in anwendungsorientiertes Wissen kann in der Verbundforschung als Kooperation zwischen Unternehmen und Forschungseinrichtungen schneller gelingen. Staatliche Förderung von Forschungseinrichtungen und die Förderung spezifischer Projekte der Verbundforschung unterstützen diese Bemühungen.
- Netzwerke von Unternehmen zur Nachfragebündelung in Einkaufsgemeinschaften oder gemeinsamer Lagerhaltung können die Risiken aus Preisschwankungen und Versorgungsausfällen leichter bewältigen als jedes Unternehmen individuell.
- Eine aktive Industriepolitik kann zur Stärkung von Unternehmensnetzwerken beitragen und so auch einen Beitrag zur Sicherung der Rohstoffversorgung der Unternehmen leisten. Die europäische Batterieallianz und die IPCEI-Vorhaben in anderen Bereichen sind Beispiele dafür. Die Etablierung internationaler Kooperationen von Staat und Unternehmen mit den Abbauländern und die Aufrechterhaltung des offenen internationalen Handels gelten zudem als wesentliche Pfeiler einer Rohstoffstrategie, denen in Zukunft voraussichtlich eine wachsende Bedeutung zukommen wird.

7.3 Staatliche Ebene

In Europa besteht zwischen der EU und den Mitgliedstaaten je nach Politikbereich eine unterschiedliche Aufgabenverteilung.

Für Fragen der Handelspolitik ist primär die EU zuständig. Zu den wichtigsten Aufgaben zählen in diesem Bereich die Aufrechterhaltung und Förderung eines möglichst freien Welthandels und eines gesicherten Marktzugangs deutscher und europäischer Unternehmen zu den internationalen Rohstoffmärkten. Der WTO-Rahmen wird dabei zunehmend durch weitere bi- und multilaterale Vereinbarungen ergänzt. Beispiel ist das gemeinsame Engagement der EU und einiger Mitgliedstaaten in der *Minerals Security Partnership*. Zu weiteren Maßnahmen zählen der Schutz deutscher und europäischer Investitionen in Förderländern und die Beschränkung des strategischen Einsatzes von Marktmacht der

Rohstoffländer. Ein weiterer Ansatz ist die angestrebte Sicherung des Marktzugangs in den USA über das *Critical Minerals Agreement* zwischen der EU und den USA.

Zu den Hauptrisiken einer gesicherten Rohstoffversorgung in Europa zählt die politische und wirtschaftliche Instabilität in wichtigen Förderländern. Ein Ziel der Rohstoffpolitik in der EU und Deutschland ist es, die Stabilität in den Förderländern durch die Unterstützung bei der Entwicklung von Institutionen und der Etablierung guter Regierungsführung zu stärken. Dazu werden die technologische, politische und rechtliche Unterstützung bei der Rohstoffeffizienz, bei der Umsetzung internationaler Minen- und Bergbaustandards sowie bei Umwelt- und Sozialnormen mit entwicklungspolitischen Zielsetzungen verknüpft. Die Rohstoffpartnerschaften der Bundesregierung mit Kasachstan, der Mongolei und Peru als Teil der Rohstoffstrategie stellen eine Umsetzung dieses Ansatzes dar. Das Engagement in der internationalen Initiative für Transparenz in der Rohstoffwirtschaft (EITI) oder der *European Partnership for Responsible Minerals (EPRM)* sind weitere Beiträge.

Die weitere Entwicklung der internationalen Handelsbeziehungen gewinnt in diesem Zusammenhang an Bedeutung als politisches Risiko der Rohstoffversorgung. Eine schärfere Abschottung zwischen Europa, den USA und China oder die handelspolitischen Implikationen einer strikteren geopolitischen Blockbildung stellen derzeit kaum zu kalkulierende Risiken dar. Eine stärkere Diversifizierung von Handelspartnern und strategische Ausweitung von Rohstoffpartnerschaften kann hier der Risikozunahme entgegenwirken.

In Deutschland erfüllt die DERA als zentrale Institution der deutschen Rohstoffpolitik einige der staatlichen Aufgaben, z. B.:

- Bereitstellung von Informationen zur Rohstoffverfügbarkeit für Unternehmen, politische Entscheidungsträger und interessierte Öffentlichkeit,
- Beteiligung in internationalen Netzwerken von Rohstoffverbänden und Forschungseinrichtungen und die Repräsentation der Bundesrepublik auf internationaler Ebene,
- Beurteilung der Einhaltung von Standards der entwicklungspolitischen Zielsetzungen bei der Gewährung staatlicher Unterstützung von Unternehmen bei Rohstoffprojekten im Ausland, wie z. B. den UFK-Garantien.

Die Verringerung der Abhängigkeit vom ausländischen Primärrohstoffangebot kann über die Ausweitung der Sekundärrohstoffwirtschaft und des inländischen Primärrohstoffabbaus erfolgen. In den beiden Bereichen sind teilweise ähnliche staatliche Aufgaben zu sehen:

- Die Organisation der Sekundärrohstoffwirtschaft und die Etablierung einer Kreislaufwirtschaft bedarf der staatlichen Unterstützung. Dies betrifft vor allem jene Rohstoffe, bei denen sich mangels Wirtschaftlichkeit noch keine privaten Recyclingkreisläufe gebildet haben. Dies kann auch über eine geeignete Setzung von Anreizen für private Akteure geschehen.
- Beim Primärrohstoffabbau regelt der Staat die Rahmenbedingungen. Die Erschließung neuer Rohstoffvorkommen kann durch zusätzliche Nachfrage oder durch neue Förder-techniken rentabel werden. Ein Beispiel ist die Entwicklung der Lithiumförderung aus unterirdischem Thermalwasser im Oberrheingraben. Effiziente Raumplanungs-,

Genehmigungs- und Zulassungsverfahren sind eine wesentliche Voraussetzung für die wirtschaftliche Erschließung solcher Ressourcen.

- Gemeinsam ist beiden Rohstoffquellen, dass sie nur dann effizient genutzt werden können und das Rohstoffangebot erweitern, wenn sie in eine Wertschöpfungskette für die Aufbereitung und Weiterverarbeitung integriert werden können. Auch hier sind Investitionen unter derzeit hoher Unsicherheit notwendig. Hohe Energiepreise und fragliche gesellschaftliche Akzeptanz sind Unsicherheitsfaktoren. Die wirtschaftliche Rentabilität ist nicht sichergestellt, wenn zusätzliche Resilienz von Wertschöpfungsketten nicht auch monetär vergütet wird.

Nicht zuletzt zählt die Förderung der Grundlagenforschung zu den klassischen Staatsaufgaben. Dies gilt vor allem dann, wenn dadurch neues allgemein zugängliches Wissen erzeugt wird. Im Rohstoffbereich sind hier die größten Effekte bei den kritischen Rohstoffen und neuen Verwendungszwecken zu erwarten. Auch die Ausbildung von Wissenschaftlern fällt in diesen Bereich.

Tabelle 5

Maßnahmen zur Rohstoffsicherung

Adressiertes Problem	Ziel der Maßnahme	Maßnahmen auf der Ebene von		
		Unternehmen	Unternehmensverbund	Staat/EU
Rohstoffabhängigkeit vom Ausland	Zugang zu in- und ausländischem Bergbau	<ul style="list-style-type: none"> Vertikale Integration 	<ul style="list-style-type: none"> Exploration und Projektentwicklung 	<ul style="list-style-type: none"> Investitionssicherheit Partnerschaften Exploration Förderung der inländischen Primärrohstoffgewinnung Sekundärrohstoffe
Unsicherheit und ineffizientes Marktverhalten	Transparente Preisbildung, Kritikalitätslisten	<ul style="list-style-type: none"> Analyse der eigenen Rohstoffsituation 	<ul style="list-style-type: none"> Netzwerkbildung 	<ul style="list-style-type: none"> Schaffung von Informationsangeboten
Abhängigkeit von Primärrohstoffen	Geringere Abhängigkeit von Primärrohstoffen	<ul style="list-style-type: none"> Produktentwicklung Materialeffizienz Recycling Substitution 	<ul style="list-style-type: none"> Verbundforschung 	<ul style="list-style-type: none"> Ausbildung Grundlagenforschung Sekundärrohstoffe
Preisvolatilität	Absicherung gegen Preisschwankungen	<ul style="list-style-type: none"> Hedging Langfristige Lieferverträge Diversifikation von Lieferanten Vorratshaltung 	<ul style="list-style-type: none"> Nachfragebündelung Gemeinsame Lagerhaltung 	
Versorgungsausfall	Absicherung gegen Versorgungsschwankungen	<ul style="list-style-type: none"> Diversifikation von Lieferanten Vorratshaltung 	<ul style="list-style-type: none"> Gemeinsame Lagerhaltung 	
Strategischer Einsatz von Marktmacht	Freier Wettbewerb auf Rohstoffmärkten	<ul style="list-style-type: none"> Klage gegen Missbrauch von Marktmacht 	<ul style="list-style-type: none"> Klage gegen Missbrauch von Marktmacht 	<ul style="list-style-type: none"> Handelspolitik, u. a.: multilaterale und bilaterale Freihandelsverträge, WTO-Verfahren
Krisen, Korruption, fehlende Stabilität in Rohstoffländern	Politische und wirtschaftliche Stabilisierung der Rohstoffländer	<ul style="list-style-type: none"> Technologietransfer Analyse der eigenen Liefer- und Wertschöpfungskette 	<ul style="list-style-type: none"> Technologietransfer Informationen und Beratung für Unternehmen 	<ul style="list-style-type: none"> Unterstützung für Rohstoffländer, z. B. Partnerschaften, Good Governance, Entwicklungshilfe Informationen und Beratung für Unternehmen

Eigene Darstellung in Anlehnung an Bardt et al. (2013), IW Consult, 2023

Literaturverzeichnis

Bähr, Cornelius / Stijepic, Denis / Zink, Benita (2023):

Kritisch für die Wertschöpfung – Rohstoffabhängigkeit der deutschen Wirtschaft, Studie für die KfW-Bankengruppe, im Erscheinen

Banks, Martin (2023):

EU, USA, Demokratische Republik Kongo, Sambia und Angola unterzeichnen Abkommen zur Erweiterung des Lobito-Korridors, in eureporter, 27. Oktober 2023, <https://de.eureporter.co/world/democratic-republic-of-the-congo/2023/10/27/eu-us-drc-zambia-and-angola-sign-agreement-for-extension-of-lobito-corridor/>

Bardt, Hubertus (2011):

Rohstoffpreise – Entwicklung und Bedeutung für die deutsche Wirtschaft, in: IW-Trends, Jg. 38, Heft 2, S. 19-30

BDI (2023):

Hintergrundpapier: Die Circular Economy als wichtige Säule der Rohstoffversorgung - Analyse ausgewählter Stoffströme und Handlungsempfehlungen; URL: <https://bdi.eu/publikation/news/die-circular-economy-als-wichtige-saeule-der-rohstoffversorgung>

BDSV – Bundesvereinigung Deutscher Stahlrecycling- und Entsorgungsunternehmen e. V. (2023):

Anlagenwegweiser: Shredderanlagen in Deutschland. <https://www.bdsv.org/die-branche/anlagenwegweiser/>

BGR – Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (2022):

Deutschland – Rohstoffsituation 2021; URL: https://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Min_rohstoffe/Downloads/rohsit-2021.pdf?blob=publicationFile&v=4

BMUV (2023):

Nationale Kreislaufwirtschaftsstrategie (NKWS), URL: <https://www.bmuv.de/themen/kreislaufwirtschaft/kreislaufwirtschaftsstrategie>

BMWK (2023):**Eckpunktepapier: Wege zu einer nachhaltigen und resilienten Rohstoffversorgung**

<https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/E/eckpunktepapier-nachhaltige-und-resiliente-rohstoffversorgung.html>

Bureau of International Recycling (2016):

Global Non-Ferrous-Scrap Flows 2000-2015; URL: <https://www.bir.org/component/flexicontent/download/589/141/36?method=view>

Bureau of International Recycling (2022):

World Steel Recycling in Figures 2017- 2021; URL: https://www.bir.org/images/BIR-pdf/Ferrous_report_2017-2021_lr.pdf

Busch, Berthold / Matthes, Jürgen / Sultan, Samina (2023):

Zur Abhängigkeit einzelner Industriezweige von China, IW-Report, Nr. 5

Carry, Inga / Godehardt, Nadine / Müller, Melanie (2023):

Die Zukunft europäisch-chinesischer Rohstofflieferketten, Drei Szenarien für das Jahr 2030 und was sich daraus ergibt, SWP-Aktuell Nr. 15, März 2023.

Literaturverzeichnis

Charpentier Poncelet et al. (2022):

Losses and lifetimes of metals in the economy; in: Nature Sustainability 5(8):1-10

DERA (2023a):

Status Quo des Recyclings bei der Metallerzeugung und -verarbeitung in Deutschland; DERA Rohstoffinformationen 57; URL: https://www.deutsche-rohstoffagentur.de/DE/Gemeinsames/Produkte/Downloads/DERA_Rohstoffinformationen/rohstoffinformationen-57.pdf

DERA – Deutsche Rohstoffagentur in der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (2023b):

Abschlussbericht der Dialogplattform Recyclingrohstoffe. – DERA Rohstoffinformationen 58: 243 S., Berlin. URL: https://www.bgr.bund.de/DE/Gemeinsames/Produkte/Downloads/DERA_Rohstoffinformationen/rohstoffinformationen-58.pdf?__blob=publicationFile&v=2

DERA – Deutsche Rohstoffagentur in der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (2023c):

DERA-Rohstoffliste 2023; DERA Rohstoffinformationen 56; URL: https://www.deutsche-rohstoffagentur.de/DE/Gemeinsames/Produkte/Downloads/DERA_Rohstoffinformationen/rohstoffinformationen-56.html

Deutscher Bundestag, (2020):

Unterrichtung durch die Bundesregierung, Rohstoffstrategie der Bundesregierung – Sicherung einer nachhaltigen Rohstoffversorgung Deutschlands mit nicht-energetischen mineralischen Rohstoffen, Drucksache 19/16720 vom 16.01.2020,

EIT Raw Materials (2022):

EIT Raw Materials Lighthouses: Responsible Sourcing, Sustainable Materials, Circular Societies, <https://eitrawmaterials.eu/wp-content/uploads/2022/05/EIT-RawMaterials-Lighthouses-2022.pdf>

EU (2023):

Regulation (EU) 2023/1542 of the European Parliament and of the Council of 12 July 2023 concerning batteries and waste batteries, amending Directive 2008/98/EC and Regulation (EU) 2019/1020 and repealing Directive 2006/66/EC

EuRIC AISBL (2020):

Fakten Metallrecycling; URL: https://www.bvse.de/dateien2020/2-PDF/06-Publikationen/04-Broschueren/0608-EuRIC_Metal_Recycling_Factsheet_GER_002.pdf

Europäische Kommission (2020):

Ein neuer Aktionsplan für die Kreislaufwirtschaft – Für ein sauberes und wettbewerbsfähiges Europa, COM(2020) 98 final, vom 11.3.2020

Europäische Kommission (2021):

Global Gateway, JOIN(2021) 30 final, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:52021JC0030>

Europäische Kommission (2023a):

European Critical Raw Materials Act - Proposal for a regulation of the European Parliament and of the Council establishing a framework for ensuring a secure and sustainable supply of critical raw materials and amending Regulations (EU) 168/2013, (EU) 2018/858, 2018/1724 and (EU) 2019/102, Brüssel

Europäische Kommission (2023b):

Europäische Kommission begrüßt politische Einigung über das Gesetz zu kritischen Rohstoffen. Pressemitteilung vom 13.11.2023. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/de/ip_23_5733

Europäische Kommission (2023c):

Factsheet – European Critical Raw Materials Act, March 2023, Brüssel

Europäische Kommission, (2023d):

Global Gateway: EU signs strategic partnerships on critical raw materials value chains with DRC and Zambia and advances cooperation with US and other key partners to develop the 'Lobito Corridor', Press Release, 26. Oktober 2023, https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_23_5303

Eurostat (2023a):

Contribution of recycled materials to raw materials demand - end-of-life recycling input rates (EOL-RIR) [CEI_SRM010]

Eurostat (2023b):

Trade in recyclable raw materials [CEI_SRM020_custom_7486994]

Hanke, Judith / Müller, Anja (2023):

„Panik ist eine angemessene Reaktion“, Handelsblatt vom 2. August 2023, S. 17f.

Kreislaufwirtschaftsgesetz vom 24. Februar 2012 (BGBl. I S. 212):

zuletzt geändert durch Artikel 5 des Gesetzes vom 2. März 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 56)

Kullik, Jakob (2020):

Verlorenes Jahrzehnt der Rohstoffsicherheit, Auslandsinformationen online, Nr. 24.

Matthes, Jürgen (2023):

Wie ist der starke Importanstieg aus China im Jahr 2022 zu erklären und wie haben sich die Import-Abhängigkeiten entwickelt?, IW-Report, Nr. 34, Köln

Onvista (2023):

„Erst der Anfang“ – Chinas Rohstoffpolitik macht den Westen nervös, Onvista.de, 05.07.2023, <https://www.onvista.de/news/2023/07-05-erst-der-anfang-chinas-rohstoffpolitik-macht-westen-ner-voes-20-26151756>

StMUV (2023):

Bayerische Ressourcenstrategie; URL: <https://www.stmuv.bayern.de/themen/ressourcenschutz/ressourcenstrategie/index.htm>

Umweltbundesamt (2021):

Stadtgold – Metalllager mit Zukunft. Ein Leitfaden. URL: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/uba_leitfaden_kartal_iii_metalle_211217_bf.pdf

USGS, United States Geological Survey (2023):

Mineral Commodity Summaries 2023. <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2023/mcs2023.pdf>, zuletzt abgerufen am 19. Oktober 2023.

Wellenreuther, Claudia (2022):

Chinas Rolle auf den Industriemetallmärkten, Wirtschaftsdienst, 102 (2), S. 151-152

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	Industriemetallpreis-Index
Abbildung 2	Risikofaktoren bei Rohstoffen
Abbildung 3	Länderrisiko und Rohstoffvorkommen 2023
Abbildung 4	Risikoklasse I der Rohstoffe – rote Gruppe
Abbildung 5	Risikoklasse II der Rohstoffe – orangefarbene Gruppe
Abbildung 6	Risikoklasse III der Rohstoffe – grüne Gruppe
Abbildung 7	Bedeutungs-Risiko-Matrix
Abbildung 8	Veränderung der Risiko-Dimensionen 2023 im Vergleich zu 2015
Abbildung 9	Rohstoffe mit den größten Rangveränderungen im Risiko-Index 2015-2023
Abbildung 10	Recycling im Prozess der Kreislaufwirtschaft
Abbildung 11	Verlustraten im Vergleich End-of-Life-Recyclingquote und recyceltem Inhalt
Abbildung 12	Anthropogenes Metalllager in Deutschland
Abbildung 13	Anteile Chinas an Verbrauch und Produktion von Metallen Weltanteile bei Bergwerksförderung, Raffinadeproduktion und Verbrauch in Prozent
Abbildung 14	China unter den Top-3-Produzenten/Lieferanten bei als kritisch eingestuftem Rohstoffen
Abbildung 15	Bergwerksprodukte der höchsten Risikogruppe mit China unter den TOP-3-Produzenten
Abbildung 16	Raffinadeprodukte der höchsten Risikogruppe mit China unter den TOP-3-Produzenten
Abbildung 17	Handelsprodukte der höchsten Risikogruppe mit China unter den TOP-3-Lieferanten und einem Anteil von zwei Dritteln und mehr
Abbildung 18	Handelsprodukte der höchsten Risikogruppe mit China unter den TOP-3-Lieferanten und einem Anteil zwischen der Hälfte und zwei Dritteln

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Bedeutung der Rohstoffe in Risikoklasse I für Bayern
Tabelle 2	Bedeutung der Rohstoffe in Risikoklasse II für Bayern
Tabelle 3	Bedeutung der Rohstoffe in Risikoklasse III für Bayern
Tabelle 4	Beitrag Sekundärrohstoffe zur Rohstoffnachfrage in der EU im Jahr 2022
Tabelle 5	Maßnahmen zur Rohstoffsicherung

Anhang – Aufbau des Rohstoff-Risiko-Index

Aufbau

Der Aufbau des Rohstoff-Risiko-Indexes hat sich im Vergleich zur sechsten Auflage nicht verändert. Im Index werden acht einzelne Elemente des Versorgungsrisikos berücksichtigt. Die Bewertung dieser Elemente erfolgt entweder auf Basis quantitativer Daten aus einschlägigen Rohstoff- und Preisdatenbanken oder auf Basis qualitativer Einschätzungen, die hauptsächlich auf einer Expertenbefragung sowie ergänzend auf Einschätzungen in der einschlägigen Literatur beruhen.

Die acht Elemente lassen sich in zwei Gruppen von fünf quantitativen und drei qualitativen Indikatoren unterteilen:

Quantitative Indikatoren

- Statische Reichweite
- Länderrisiko
- 3-Länder-Konzentration
- 3-Unternehmen-Konzentration
- Preisrisiko

Qualitative Indikatoren

- Bedeutung für Zukunftstechnologien
- Gefahr des strategischen Einsatzes
- Substituierbarkeit

Um am Ende einen Index erstellen zu können, wird jeder Indikator auf einen Wertebereich zwischen 0 und 25 transformiert. Je höher der Wert, desto größer ist das Risiko eines Rohstoffs in dem betreffenden Indikator. Der Rohstoff-Risiko-Index spiegelt den Datenstand Oktober 2023 wider.

Die folgenden Abschnitte enthalten kurze Beschreibungen der einzelnen Indikatoren.

Statische Reichweite

Die statische Reichweite ist ein qualitativer Indikator und gibt das Verhältnis zwischen bekannten (ökonomisch und technisch nutzbaren und förderwürdigen) Reserven und aktueller Förderung in Jahren an. Beispielsweise wurden im Jahr 2022 etwa 22,1 Millionen Tonnen Kupfer produziert bei einem bekannten Vorkommen von weltweit rund 890 Millionen Tonnen. Somit würde dieser Rohstoff rechnerisch noch rund 40 Jahre auf aktuellem Niveau gefördert werden können.

Entscheidend für die Interpretation des Wertes ist, dass er nur unter Konstanz der Rohstoffvorkommen und der aktuellen Förderung gilt. Änderungen sowohl auf der

Angebotsseite (Erschließung neuer Vorkommen, verstärktes Recycling) als auch auf der Nachfrageseite (Substitution, Nachfrageänderung) können zu deutlichen Änderungen des jeweils aktuell errechneten Wertes führen. Dazu kommt der technologische Fortschritt, der die Entwicklung beider Marktseiten wesentlich beeinflussen kann.

Die statische Reichweite enthält somit weniger eine Aussage über ein definitives Ende der Produktionsmöglichkeiten bei einem Rohstoff, sondern zeigt eher die Notwendigkeit für angebots- und nachfrageseitige Änderungen an oder löst diese gar mit aus.

Länderrisiko

Die Lagerstätten vieler Rohstoffe und damit deren Produktion sind häufig auf wenige einzelne Länder begrenzt. Dies trifft umso eher zu, je geringer die geförderte Menge der Rohstoffe ist. Das politische und ökonomische Risiko wirtschaftlicher Tätigkeit unterscheidet sich zwischen den Ländern der Welt erheblich. Die Vorkommen vieler Rohstoffe sind in Ländern konzentriert, in denen diese Risiken überdurchschnittlich groß sind. Zu diesen Risiken zählen im Politischen z. B. die (In-)Stabilität des politischen Systems, die Gefahr von internen oder externen bewaffneten Konflikten oder die Sicherheit im Land. Im wirtschaftlichen Bereich werden Phänomene wie die Gefahr von Enteignungen oder das Korruptionniveau berücksichtigt.

Um das Risiko in den einzelnen Ländern zu bestimmen, wird eine Kombination von vier Indizes zusammengestellt, aus der sich die Note für das jeweilige Land ergibt. Der Gesamtindex setzt sich aus dem Heritage Index, der AON Political Risk Map, dem Transparency International Index und dem Fraser Index (Untergruppe Area 2) zusammen.

Der Vorteil an dieser Vorgehensweise ist, dass jeder der einzelnen Indizes allein schon ein breites Spektrum an Faktoren erfasst. Durch die Berücksichtigung aller vier Indizes ist es möglich, ein unabhängiges und umfassendes Risikobild zu zeichnen. Während sich der Heritage Index z. B. stärker auf die ökonomische Freiheit in einem Land konzentriert, erfasst die AON Political Risk Map vor allem das politische Risiko. Die vier Indizes werden auf eine einheitliche Skala transformiert und aggregiert.

Um das Länderrisiko eines Rohstoffs zu bestimmen, werden die zusammengefassten Bewertungen den jeweiligen Ländern zugeordnet und mit deren Anteil an der Weltproduktion des jeweiligen Rohstoffs gewichtet.

Länderkonzentration

Die 3-Länder-Konzentration gibt den Anteil an der Weltproduktion des jeweiligen Rohstoffs wieder, den die drei größten Produzentenländer auf sich vereinen.

Unternehmenskonzentration

Die 3-Unternehmen-Konzentration gibt den Anteil an der Weltproduktion des jeweiligen Rohstoffs wieder, den die drei größten Unternehmen auf sich vereinen.

Preisrisiko

Das Preisrisiko eines Rohstoffs wird für den Rohstoff-Risiko-Index als Mischung aus der Dynamik der Preisentwicklung und der Schwankungen der Preise im Betrachtungszeitraum verstanden. Zur Quantifizierung werden der Preisanstieg im Zeitraum von August 2020 bis August 2023 und die Preisvolatilität im gleichen Zeitraum herangezogen. Preisrückgänge gehen mit einem Wert von null ein. Aus diesen beiden Indikatoren wird ein Index gebildet, in den der Preisanstieg mit einem Gewicht von 25 Prozent und die Volatilität mit einem Gewicht von 75 Prozent eingehen. Bei einigen wenigen Rohstoffen müssen Experteneinschätzungen die konkreten Preisberechnungen ersetzen, da die Datenlage zu intransparent ist.

Bedeutung für Zukunftstechnologien

Die heutige und zukünftige Nachfrage nach Rohstoffen wird stark von der Entwicklung von Zukunftstechnologien geprägt. Weil sich diese Größe nicht quantitativ bestimmen lässt, wurden auch im Rahmen des diesjährigen Gutachtens externe Experten um eine Einschätzung der jeweiligen Bedeutung des Rohstoffs für Zukunftstechnologien gebeten. Die Einschätzung wurde auf einer sechsstufigen Skala für jeden Rohstoff gemessen.

Als weitere qualitative Grundlage wurden einschlägige Gutachten (Fraunhofer, DERA) zur Einordnung der einzelnen Rohstoffe verwendet.

Gefahr strategischer Rohstoffpolitik

Die Einordnung der Rohstoffe hinsichtlich einer Gefährdung der Versorgung durch strategische Rohstoffpolitik basiert auf der Einschätzung der Rohstoffexperten. Zusätzlich können Übersichten über bestehende Handels- und Wettbewerbsbeschränkungen auf Rohstoffmärkten als Orientierungshilfen für ausgewählte Metalle und Mineralien dienen. Angesichts der derzeitigen internationalen Entwicklungen in der Handelspolitik besteht hier allerdings ein hohes Risiko für plötzliche Änderungen. Für den Rohstoff-Risiko-Index wird jeder einzelne Rohstoff auf einer sechsstufigen Skala eingeordnet.

Substituierbarkeit

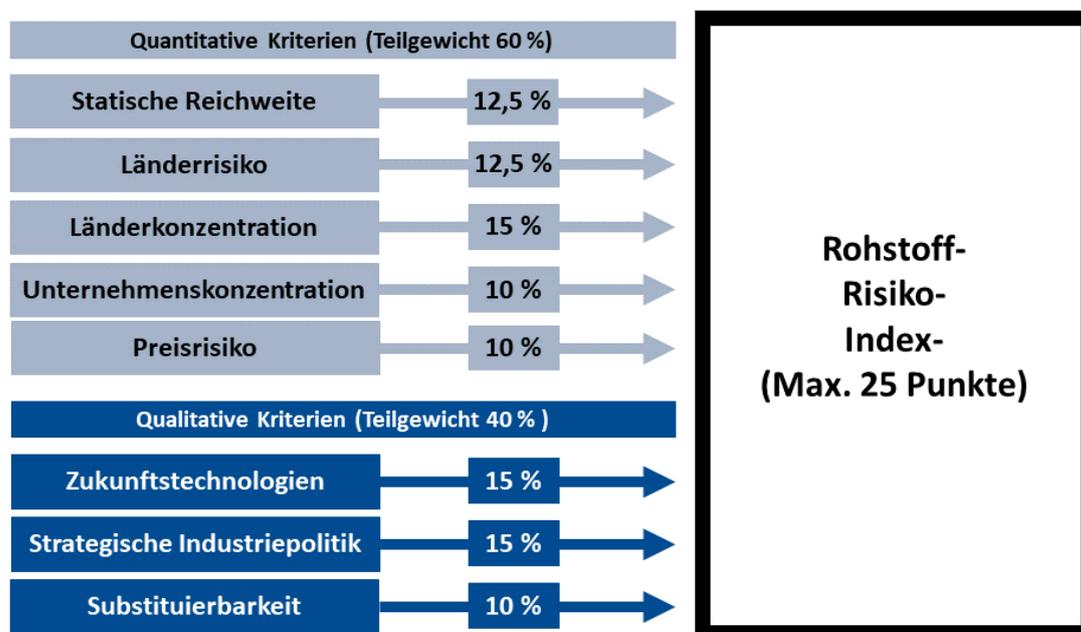
Rohstoffe können in Funktion und Eigenschaften unterschiedlich gut durch andere Rohstoffe ersetzt werden. Gleichzeitig sind diese Substitute selbst nicht immer einfach und ohne Risiko zu beschaffen. Eine einheitliche Quantifizierung der Rohstoffe besteht auch hier nicht, sodass das Rohstoffexpertenpanel auch zu einer Einordnung dieses Aspekts auf einer sechsstufigen Skala aufgefordert wurde. Ein Abgleich mit der Einstufung im Rahmen der europäischen SCREEN Initiative¹ rundet das Bild ab.

¹ Das Akronym SCREEN steht für Solution for Critical Raw Materials – a European Expert Network.

Gewichtung

Im Rohstoff-Risiko-Index werden die verschiedenen Elemente des Versorgungsrisikos für jeden Rohstoff einzeln bewertet. Die Bewertung der einzelnen Elemente wird dann für jeden Rohstoff gewichtet aggregiert und bildet damit die Maßzahl des Risikos dieses Rohstoffs. Der Rohstoff-Risiko-Index kann Werte zwischen 25 (höchstes Risiko) und 0 (geringstes Risiko) annehmen. Die quantitativen Kriterien erreichen zusammen ein Gewicht von 60 Prozent des Indexes, die qualitativen Kriterien machen 40 Prozent der Gesamtbewertung aus.

Tabelle 6
Gewichtung des Rohstoff-Risiko-Index



Eigene Darstellung IW Consult, 2023

Anhang – Rohstoffsteckbriefe

Die Rohstoff-Steckbriefe berücksichtigen den verfügbaren Datenstand von Oktober 2023.

Metalle

Aluminium
Blei
Chrom
Eisen
Kadmium
Kobalt
Kupfer
Lithium
Magnesium
Mangan
Molybdän
Nickel
Niob
Tantal
Titan
Wolfram
Zink
Zinn
Zirkon

Edelmetalle

Gold
Palladium
Platin
Rhodium
Silber

Industriemineralien

Baryt
Bentonit
Feldspat
Fluorit
Gips und Anhydrit
Glimmer
Graphit
Kalisalز
Kaolin
Phosphate
Quarzsand
Schwefel
Steinsalz
Zement

Seltene Erden

Scandium
Yttrium
Neodym

Spezialmetalle

Indium
Germanium
Gallium
Selen

ALUMINIUM



Bedeutung für Bayern: Hoch
(insbesondere wegen der Bedeutung für die Metall- und Elektroindustrie)

Einsatzfelder:

Luft- und Raumfahrt, Fahrzeugbau, Bauindustrie, Elektroindustrie, Windkraft, Verpackungen, Lebensmittelindustrie

Risikoklasse (3er-Skala)

Vorräte und Verbrauch

Risikoklasse



2021 wurden rund 343 Mio. Tonnen des Aluminiumerzes Bauxit gewonnen.

Aluminium kann bei einer Bauxitreserve von etwa 31 Mrd. Tonnen noch gut 90 Jahre produziert werden.

Abbauländer und Konzentration

Risikoklasse



- 96 % des Bauxitabbaus wurden 2022 von zehn Ländern geleistet.
- In fünf Ländern wurden 84 % des Bauxits gewonnen: Australien (30 %), Guinea (26 %), China (12 %), Brasilien (11 %) und Indonesien (6 %).
- Der Weltmarktanteil der Top-10-Unternehmen liegt bei über 76 %.

Preisentwicklung

Risikoklasse



Der Preis für Aluminium ist in den letzten drei Jahren ähnlich wie am Rohstoffmarkt gestiegen. Die Volatilität war aber etwas geringer.

- Preis pro Tonne August 2020: 1.737 US-Dollar
- Preis pro Tonne August 2023: 2.137 US-Dollar
- Anstieg von 23%

Substitutionsmöglichkeiten

Risikoklasse



Kann in bestimmten Verwendungen durch andere Stoffe wie Kupfer, Magnesium, Titan, Verbundwerkstoffe, Glas, Papier und Stahl ersetzt werden.

Zukunftsrelevanz

Risikoklasse



- Hoch wegen der hohen Bedeutung im Bereich klassischer Industrieprodukte.
- Weniger relevant als Rohstoff für Zukunftstechnologien, aber Verwendung z. B. in LCD-Panels und RFID-Chips.

Politische Risiken

Risikoklasse



- Für niedriges Risiko spricht, dass der Rohstoff in westlichen Ländern (z. B. Australien) vorhanden ist.
- Riskant ist, dass China bedeutende Lagerstätten hat und diese strategisch nutzen könnte.

BLEI

Bedeutung für Bayern: Mittel



Einsatzfelder:

Akkumulatoren, Kabel, Glasindustrie, Chemie, Farbstoffe, Legierungen, Elektrotechnik, Radiologie und Munition

Risikoklasse (3er-Skala)

Vorräte und Verbrauch

Risikoklasse



2022 wurden 4,6 Mio. Tonnen Blei produziert.

Blei kann bei bestehenden Reserven von rund 85 Mio. Tonnen noch knapp 19 Jahre abgebaut werden.

Abbauländer und Konzentration

Risikoklasse



- 91 % der Bleiförderung wurden 2022 von zehn Ländern erbracht.
- In fünf Ländern wurden 79 % des Bleis gewonnen: China (48 %), Australien (12 %), USA (7 %), Mexiko (6 %), und Indien (5 %).
- Der Weltmarktanteil der Top-10-Unternehmen liegt bei 40 %.

Preisentwicklung

Risikoklasse



Der Bleipreis entwickelte sich in den letzten drei Jahren mit nur mäßigen Schwankungen.

- Preis pro Tonne August 2020: 1.936 US-Dollar
- Preis pro Tonne August 2023: 2.154 US-Dollar
- Anstieg um rund 11 %

Substitutionsmöglichkeiten

Risikoklasse



Blei kann in bestimmten Verwendungen durch andere Stoffe wie Plastik, Aluminium, Eisen oder Zinn ersetzt werden.

Verringerte Verwendung durch Nutzung von blei-freien Akkumulatoren, Batterien und Loten.

Zukunftsrelevanz

Risikoklasse



- Mäßige Bedeutung für Zukunftstechnologien.
- Blei wird – auch aufgrund seiner Toxizität – immer stärker durch andere Rohstoffe (wie z. B. Zinn) ersetzt.

Politische Risiken

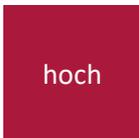
Risikoklasse



- Hier droht mäßige Gefahr.
- China könnte seine hohe Bedeutung als Lagerstätte industriepolitisch nutzen.

CHROM

Bedeutung für Bayern: Mittel



Risikoklasse (3er-Skala)

Verwendung bei der Produktion von Edelstählen, in der Feuerfestindustrie, der chemischen Industrie und der Farbindustrie

Einsatzfelder:

Vorräte und Verbrauch

Risikoklasse



2021 wurden 35 Mio. Tonnen des Erzes Chromit gewonnen.

Chrom kann bei einer Chromitreserve von etwa 560 Mio. Tonnen bei gleichem Verbrauch nur für rund 16 Jahre produziert werden.

Abbauländer und Konzentration

Risikoklasse



- 98 % des Chromitabbaus wurden 2021 in zehn Ländern erbracht.
- In fünf Ländern wurden rund 89 % des Chromits abgebaut: Südafrika (53 %), Kasachstan (18 %), Türkei (8 %), Indien (7 %) und Simbabwe (4 %).

Preisentwicklung

Risikoklasse



In den letzten drei Jahren stieg der Chrompreis wieder stark an.

- Preis pro Tonne August 2020: 6.591 US-Dollar
- Preis pro Tonne August 2023: 9.550 US-Dollar
- Anstieg um knapp 45 %

Substitutionsmöglichkeiten

Risikoklasse



Chrom kann nur schwer durch andere Stoffe substituiert werden. Forschung und Entwicklung erweitert die technischen und ökonomischen Möglichkeiten der Substitution. In einigen Bereichen ist dies schon gelungen.

Zukunftsrelevanz

Risikoklasse



Wichtig für einige Zukunftstechnologien (Meerwasserentsalzung, korrosionsfreier Stahl z. B. für marine Techniken).

Politische Risiken

Risikoklasse



Leicht erhöhte Gefahr aufgrund der Relevanz des Rohstoffs.

EISEN



Bedeutung für Bayern: Hoch
(aufgrund der Bedeutung für die metallverarbeitende Industrie)

Einsatzfelder:

Verwendung im Fahrzeugbau, der Bauindustrie sowie im Maschinen- und Anlagenbau

Risikoklasse (3er-Skala)

Vorräte und Verbrauch

Risikoklasse



2022 wurden 2,3 Mrd. Tonnen Eisenerz gefördert.

Bei Eisenerzvorräten von rund 180 Mrd. Tonnen kann Eisen noch für rund 77 Jahre produziert werden.

Abbauländer und Konzentration

Risikoklasse



- 92 % des Eisenerzabbaus fanden 2022 in zehn Ländern statt.
- In fünf Ländern wurden rund 81 % des Eisenerzes gewonnen: Australien (40 %), Brasilien (16 %), China (12 %), Indien (9 %) und Russland (4 %).
- Die Top-10 Unternehmen vereinen einen Weltmarktanteil von rund 60 % auf sich.

Preisentwicklung

Risikoklasse



Bei Eisen gingen die Preise seit August 2020 etwas zurück, die Volatilität war etwas höher als im Durchschnitt der Rohstoffe.

- Preis August 2020: 121 US-Dollar je Tonne Feinerz
- Preis August 2023: 110 US-Dollar je Tonne Feinerz
- Rückgang um 9 %

Substitutionsmöglichkeiten

Risikoklasse



Substitutionsmöglichkeiten bestehen teilweise durch Aluminium, Plastik und Verbundwerkstoffe.

Zukunftsrelevanz

Risikoklasse



- Technologische Bedeutung eher gering; Bedeutung ergibt sich aus Materialbedarf durch das Wirtschaftswachstum bestimmt.
- Zunehmende Bedeutung durch Verwendung in Trink- und Abwasseraufbereitung sowie Leiterplatten.

Politische Risiken

Risikoklasse



- Substanzielle Förderung in eher kritischen Ländern wie China, Russland, Brasilien, Indien, Ukraine, die sich teilweise in Konflikten befinden und zu ausgeprägten industriepolitischen Maßnahmen neigen (China, Indien).

KADMIUM

Bedeutung für Bayern: Mittel



Risikoklasse (3er-Skala)

Einsatzfelder:
Produktion von Lampen, Solarzellen und Halbleitern;
abnehmende Bedeutung wegen der hohen Toxizität
von Kadmium und seinen Verbindungen

Vorräte und Verbrauch

Risikoklasse



2021 wurden rund 25.600 Tonnen Kadmium produziert.

Bei Kadmiumvorräten von rund 630.000 Tonnen kann Kadmium bei gleicher Produktion noch für knapp 25 Jahre hergestellt werden.

Abbauländer und Konzentration

Risikoklasse



- 95 % des Kadmiumabbaus fanden 2021 in zehn Ländern statt.
- In fünf Ländern wurden rund 78 % des Kadmiums gewonnen: China (40 %), Südkorea (18 %), Japan (7 %), Kanada (7 %) und Kasachstan (6 %).

Preisentwicklung

Risikoklasse



Bei Kadmium gibt es seit Sommer 2020 einen kontinuierlichen Preisanstieg, im Verlauf des Jahres 2023 kam es jedoch zu geringfügigen Rückgängen.

- Preis pro Tonne August 2020: 1.997 US-Dollar
- Preis pro Tonne August 2023: 4.399 US-Dollar
- Anstieg von 120 %

Substitutionsmöglichkeiten

Risikoklasse



Kadmium kann durch Lithium, Nickel, Zink und Aluminium substituiert werden.

Zukunftsrelevanz

Risikoklasse



Zwar wird Kadmium auch für bestimmte Zukunftsprodukte verwendet, seine Verwendung nimmt aber aufgrund seiner Toxizität ab.

Politische Risiken

Risikoklasse



Die Länderkonzentration ist mäßig. Mit Südkorea, Japan, den Niederlanden sind zwar auch politisch stabile Länder unter den größeren Produzenten vertreten. Mit China und Russland liegen aber rund 46 Prozent der Produktion in Risikoländern.

KOBALT



Risikoklasse (3er-Skala)

Bedeutung für Bayern: Hoch
(aufgrund der Bedeutung für die Batteriezellfertigung für die Elektromobilität)

Einsatzfelder:
Hochtemperaturlegierungen, Hartmetalle, Dauermagnetwerkstoffe, Katalysatoren, Farben, Batterien und Verwendung in der Radiologie; besondere Bedeutung für die Elektromobilität

Vorräte und Verbrauch

Risikoklasse



2022 wurden rund 204.000 Tonnen Kobalt produziert.

Die Vorräte belaufen sich auf rund 8,3 Mio. Tonnen und reichen theoretisch bei gleicher Produktion für weitere knapp 41 Jahre. Im Zuge der steigenden Nachfrage für die Elektromobilität ist aber weiterhin mit deutlich steigendem Verbrauch zu rechnen.

Abbauländer und Konzentration

Risikoklasse



- Rund 94 % der Kobaltgewinnung konzentrierten sich 2022 auf zehn Länder.
- Die Demokratische Republik Kongo kam allein auf einen Anteil von 73 % der weltweiten Produktion. Die nächstgrößeren vier Förderländer sind Sambia, Australien, Indonesien (je 3 %), und die Philippinen (2 %).
- Die 10 größten Unternehmen vereinen 72 Prozent der Produktion auf sich.

Preisentwicklung

Risikoklasse



Die Kobaltpreise sind ähnlich hoch wie vor drei Jahren. Seit einem Preishoch von rund 81.800 US-Dollar pro Tonne (April 2022) gibt es wieder eine sinkende Tendenz.

- Preis August 2020: 32.915 US-Dollar pro Tonne
- Preis August 2023: 32.980 US-Dollar pro Tonne
- Anstieg um 0,2 %

Substitutionsmöglichkeiten

Risikoklasse



Kobalt kann ohne deutliche Leistungseinbuße derzeit kaum substituiert werden. Im Batteriebereich zeichnet sich zunehmend die Marktfähigkeit von Alternativen zu Kobalt ab.

Zukunftsrelevanz

Risikoklasse



- Der Bedarf an Lithium-Ionen-Akkumulatoren (in Form von Lithium-Cobalt-Oxid) und die Verwendung für Superlegierungen machen Kobalt in der Zukunft sehr bedeutend.
- Kobalt wird auch in weiteren Zukunftstechnologien angewendet: Katalysatoren, CCS, synthetische Kraftstoffe, medizinische Implantate, Hochtemperatursupraleiter.

Politische Risiken

Risikoklasse



- Der Kongo hat einen Anteil an der Weltproduktion von mehr als zwei Dritteln und verfügt mit Abstand über die größten Reserven. Das Land ist politisch instabil.
- Chinesische Unternehmen spielen eine wichtige Rolle bei Kobaltgewinnung und -weiterverarbeitung.

KUPFER



Risikoklasse (3er-Skala)

Bedeutung für Bayern: Hoch
(Verwendung in wichtigen Branchen wie Elektroindustrie und Maschinenbau)

Einsatzfelder:
Elektroindustrie, Bauindustrie, Maschinenbau,
Radio Frequency Identification (RFID), Windkraft, Münzwesen

Vorräte und Verbrauch

Risikoklasse



2022 wurden rund 22,1 Mio. Tonnen Kupfer gewonnen.

Bei Vorräten von rund 890 Mio. Tonnen wäre die Produktion für weitere rund 40 Jahre gesichert.

Abbauländer und Konzentration

Risikoklasse



- 80 % des Kupferabbaus fanden 2022 in zehn Ländern statt.
- Fünf Länder kamen zusammen auf einen Anteil von 60 %: Chile (24 %), Peru (11 %), die Demokratische Republik Kongo (10 %), China (9 %) und USA (7 %).
- Die größten zehn Unternehmen erreichen einen Anteil von 47 %.

Preisentwicklung

Risikoklasse



Die Preise für Kupfer stiegen in den letzten drei Jahren stark insbesondere bis März 2022. Seitdem variieren sie bei uneinheitlicher Tendenz.

- Preis August 2020: 6.499 US-Dollar pro Tonne
- Preis August 2023: 8.349 US-Dollar pro Tonne
- Anstieg von 28,5 %

Substitutionsmöglichkeiten

Risikoklasse



Kupfer kann nur in bestimmten Verwendungen durch andere Stoffe wie Aluminium, Titan, Stahl, Glasfaser oder Plastik ersetzt werden.

Zukunftsrelevanz

Risikoklasse



Hohe Bedeutung für Zukunftstechnologien wie Windkraft oder Elektromobilität, induktive Elektrizitätsübertragung, CCS und allgemein den Ausbau der Elektrizitätsnetze.

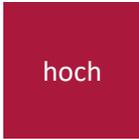
Politische Risiken

Risikoklasse



Kupfer könnte aufgrund seiner Bedeutung für Zukunftstechnologien für strategische Industriepolitik genutzt werden.

LITHIUM



Risikoklasse (3er-Skala)

Bedeutung für Bayern: Hoch
(insbesondere wegen der Bedeutung für den Fahrzeugbau bei eigener Batteriezellfertigung)

Einsatzfelder:
Herstellung von Batterien und Akkumulatoren, Fahrzeugbau,
Flussmittel in Aluminium-Hütten, Herstellung von Keramik und Glaswaren,
Medizin, organische Chemie

Vorräte und Verbrauch

Risikoklasse



2022 wurden 743.000 Tonnen Lithium gewonnen. Damit ist die Lithiumproduktion innerhalb von 10 Jahren um rund 300 Prozent gestiegen.

Lithium kann bei bestehenden Reserven von rund 26 Mio. Tonnen noch rund 35 Jahre abgebaut werden.

Abbauländer und Konzentration

Risikoklasse



- 89 % des Lithiumabbaus wurden 2022 von drei Ländern geleistet.
- In fünf Ländern wurden 98 % des Lithiums gewonnen: Australien (48 %), Chile (26 %), China (14 %), Argentinien (8 %) und Brasilien (2 %).
- Der Weltmarktanteil der Top-10-Unternehmen liegt bei rund 87 %.

Preisentwicklung

Risikoklasse



Die Lithiumpreise verzeichneten beginnend mit dem Jahr 2022 einen extremen Anstieg mit einer vorläufigen Preisspitze von über 68.000 US-Dollar (Monatsdurchschnitt) pro Tonne Ende 2022.

- Preis pro Tonne August 2020: 6.558 US-Dollar
- Preis pro Tonne August 2023: 36.604 US-Dollar
- Anstieg von 458 %

Substitutionsmöglichkeiten

Risikoklasse



In einigen Verwendungen kann Lithium durch Kalzium, Magnesium, Quecksilber oder Zink ersetzt werden. Bei der wichtigsten Zukunftsanwendung Lithium-Ionen-Batterien für die Elektromobilität ist Lithium hingegen derzeit noch essenziell.

Zukunftsrelevanz

Risikoklasse



- Im Bereich der Elektromobilität derzeit nicht zu ersetzen.
- Alternative Technologien zur Lithium-Ionen-Batterie werden erforscht und bei stationären Speichern genutzt.
- Im Mobilitätsbereich eventuell mittelfristig auch Ersatz durch Brennstoffzelle, E-Fuels oder Natrium-Ionen-Batterien.

Politische Risiken

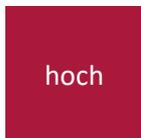
Risikoklasse



- Zunehmende Umweltrisiken in der Förderung.
- Bedeutende zukünftig relevante Vorkommen von Lithium(-sole) liegen in Bolivien, Kooperationen zur Förderung sind bislang gescheitert.
- Leicht risikomildernd wirkt, dass der Rohstoff auch in risikoärmeren Ländern (z. B. Australien, Chile, Argentinien) vorhanden ist.
- Die Weiterverarbeitung erfolgt oft in China.

MAGNESIUM

Bedeutung für Bayern: Mittel



Risikoklasse (3er-Skala)

Herstellung von Legierungen und als Reduktionsmittel in der Metallurgie, in der chemischen Industrie sowie im Flugzeug- und Fahrzeugbau

Einsatzfelder:

Vorräte und Verbrauch

Risikoklasse



2021 wurden rund 987.700 Tonnen Magnesiumerz gefördert.

Der heutigen Produktion stehen sehr große Vorräte (rund 2,4 Mrd. Tonnen Magnesit) gegenüber. Sie können die derzeitige Produktion für mehrere hundert Jahre sichern.

Abbauländer und Konzentration

Risikoklasse



- Praktisch die gesamte Magnesiumförderung konzentrierte sich 2021 auf weniger als zehn Länder.
- Fünf Länder erreichten gemeinsam einen Anteil von über 99 %: China (91 %), USA (3 %), Brasilien, Israel und Russland (je 2 %).
- Die Unternehmenskonzentration kann nicht bestimmt werden.

Preisentwicklung

Risikoklasse



Die Preisentwicklung und die Preisschwankungen waren bei Magnesium stärker ausgeprägt als bei anderen Rohstoffen. Besonders hoch waren die Preise zwischen August 2021 und Januar 2022, seitdem sinken sie.

- Preis August 2020: 1.892 US-Dollar pro Tonne
- Preis August 2023: 3.101 US-Dollar pro Tonne
- Anstieg von 64 %

Substitutionsmöglichkeiten

Risikoklasse



Magnesium kann in einigen Verwendungen durch Aluminium, Kalziumkarbid oder Zink ersetzt werden.

Zukunftsrelevanz

Risikoklasse



- Wichtiger Werkstoff in der Flugzeug- und Fahrzeugindustrie sowie Reduktionsmittel zur Gewinnung von Metallen.
- Möglicher zukünftiger Einsatz in Batteriespeichertechnologien.

Politische Risiken

Risikoklasse



- Die Produktion ist derzeit zu über 90 % in China konzentriert, das im August 2022 weitgehende Exportbeschränkungen verfügt hat.
- Dafür sind die Vorräte aber fast unbegrenzt und auch auf andere Länder verteilt.

MANGAN

Bedeutung für Bayern: Hoch



Risikoklasse (3er-Skala)

Einsatzfelder:

Herstellung von Batterien sowie in der Eisen- und Stahlindustrie eingesetzt, u. a. zum Härten

Vorräte und Verbrauch

Risikoklasse



2021 wurden rund 56,2 Mio. Tonnen Mangan produziert.

Die Vorräte belaufen sich auf über 1,7 Mrd. Tonnen. Das heutige Produktionsniveau ließe sich damit rund 30 Jahre aufrechterhalten.

Abbauländer und Konzentration

Risikoklasse



- 2021 vereinigten zehn Länder 95 % der Manganproduktion auf sich.
- Fünf Länder erreichten gemeinsam einen Anteil von 79 %: Südafrika (34 %), Gabun (16 %), China (12 %), Australien (11 %) und Ghana (6 %).
- Die Top-10-Unternehmen kommen auf einen Marktanteil von 61 %.

Preisentwicklung

Risikoklasse



Die Preisentwicklung und die Preisschwankungen bei Mangan waren deutlich geringer als bei anderen Rohstoffen.

- Preis August 2020: 4,8 US-Dollar pro Tonne Mangan-Erz
- Preis August 2023: 4,2 US-Dollar pro Tonne Mangan-Erz
- Rückgang von 12 %

Substitutionsmöglichkeiten

Risikoklasse



Mangan kann bislang kaum durch andere Stoffe substituiert werden.

Zukunftsrelevanz

Risikoklasse



- Trockenbatterien (als Oxidationsmittel), Stahl- und Aluminiumindustrie.
- Korrosionsbeständige Edelstähle als relativ preisgünstiger Ersatz für Nickel.
- Steigender Verbrauch wegen Nachfrage aus Stahl- und Aluminiumindustrie prognostiziert.

Politische Risiken

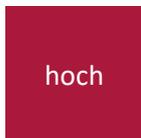
Risikoklasse



Hohe Konzentration auf wenige Länder mit relativ hohen politischen Risiken oder Tendenz zum strategischen Verhalten (China).

MOLYBDÄN

Bedeutung für Bayern: **Niedrig**



Risikoklasse (3er-Skala)

Einsatzfelder:

Flugzeug- und Raketenbau, Elektrotechnik
Edelstähle, Schmierstoffe, Farben und Katalysatoren

Vorräte und Verbrauch

Risikoklasse



2022 wurden 309.000 Tonnen Molybdän hergestellt.

Die Vorräte von rund 12 Mio. Tonnen reichen für eine unveränderte Produktion von weiteren 39 Jahren aus.

Abbauländer und Konzentration

Risikoklasse



- 98 % der Molybdänproduktion konzentrierten sich 2022 auf zehn Länder.
- Fünf Länder erreichten gemeinsam einen Anteil von 92 %: China (46 %), Chile (20 %), USA (14 %), Peru (11 %) und Armenien (2 %).
- Die Top-10-Unternehmen kommen auf einen Marktanteil von rund 62 %.

Preisentwicklung

Risikoklasse



Der Preis ist seit Ende 2020 kontinuierlich gestiegen.

- Preis August 2020: 37,1 USD pro kg
- Preis August 2023: 77,6 USD pro kg
- Anstieg von 109 %

Substitutionsmöglichkeiten

Risikoklasse



Molybdän ist in bestimmten Eigenschaften nicht substituierbar.

Zukunftsrelevanz

Risikoklasse



Wichtiger Bestandteil von Stahl in der Flugzeug- und Fahrzeugindustrie (hart und hitzebeständig).

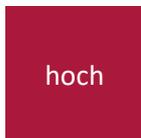
Politische Risiken

Risikoklasse



- Hohe Länderkonzentration mit einem hohen Anteil in China, Chile und den USA.
- Im Rahmen von Handelskonflikten ein Gut mit hohem (wechselseitigem) Drohpotenzial.

NICKEL



Risikoklasse (3er-Skala)

Bedeutung für Bayern: Hoch
(Einsatz in Lithium-Ionen-Batterien)

Einsatzfelder:

korrosionsbeständiger Stahl, andere Legierungen, Gasturbinen, Metallüberzüge, Münzen, Katalysatoren und Batterien

Vorräte und Verbrauch

Risikoklasse



2022 wurden 3,2 Mio. Tonnen Nickel hergestellt.

Die Vorräte von rund 100 Mio. Tonnen decken eine unveränderte Produktion von weiteren 31 Jahren.

Abbauländer und Konzentration

Risikoklasse



- 90 % der Nickelförderung fanden 2022 in zehn Ländern statt.
- Rund 77 % der Nickelförderung wurden in fünf Ländern erbracht: Indonesien (49 %), Philippinen (10 %), Russland (7 %), Neu-Kaledonien (6 %) und Australien (5 %).
- Die Top-10-Unternehmen kommen auf einen Marktanteil von 58 %.

Preisentwicklung

Risikoklasse



Der Preisanstieg von Nickel war in den letzten drei Jahren relativ moderat mit einem kurzfristigen Preishoch im Frühjahr 2022, die Volatilität war leicht unterdurchschnittlich.

- Preis August 2020: 14.538 US-Dollar pro Tonne
- Preis August 2023: 20.439 US-Dollar pro Tonne
- Anstieg von 41 %

Substitutionsmöglichkeiten

Risikoklasse



- Rund 16 Prozent des in der EU verarbeiteten Nickels stammt aus Recyclingmaterial, das in der EU gewonnen wurde.
- Substitutionsmöglichkeiten bestehen teilweise durch Aluminium, beschichtete Stähle, Plastik und Titanlegierungen.

Zukunftsrelevanz

Risikoklasse



- Vorwiegende Funktion als Legierungsmetall.
- Wichtiger Bestandteil von Lithium-Ionen-Akkus.
- Einsatz in mikro-elektronischen Kondensatoren.

Politische Risiken

Risikoklasse



- Hohe Zukunftsrelevanz spricht für höhere politische Risiken, die sich aus der Expertenbewertung ergeben.
- Indonesien begrenzt die Ausfuhren von unverarbeitetem Nickelerz.

NIOB



Risikoklasse (3er-Skala)

Bedeutung für Bayern: Hoch
(Einsatz in der Metall- und Elektroindustrie)

Einsatzfelder:
Herstellung von Edelstählen und
Superlegierungen beispielsweise für Flugzeugturbinen
High-Tech-Anwendungen (Kondensatoren, supraleitende Magnete)

Vorräte und Verbrauch

Risikoklasse



2021 wurden 87.570 Tonnen Niob gefördert.

Die Vorräte von rund 17 Mio. Tonnen reichen für eine unveränderte Produktion von weiteren rund 194 Jahren.

Abbauländer und Konzentration

Risikoklasse



- Die Förderung von Niob war 2021 auf sehr wenige Länder konzentriert.
- 90 % der Niobförderung wurden in Brasilien erbracht. Kanada (9 %) ist das einzige weitere Land mit mehr als 1 % Anteil an der Weltproduktion.

Preisentwicklung

Risikoklasse



Die Volatilität des Niob Preises war in den letzten drei Jahren leicht überdurchschnittlich, das Preisniveau stieg an.

- Preis August 2020: 22,9 US-Dollar pro Kilogramm
- Preis August 2023: 34,4 US-Dollar pro Kilogramm
- Anstieg von 50 %

Substitutionsmöglichkeiten

Risikoklasse



- Niob kann nicht ohne erhebliche Leistungseinbußen und Kostensteigerungen substituiert werden.

Zukunftsrelevanz

Risikoklasse



Als Legierungszusatz zum Beispiel für den Bau von Gasturbinen nahezu unersetzlich (Superlegierungen). Anwendungen im High-Tech-Bereich wie Kondensatoren oder supraleitende Magnete gewinnen an Bedeutung.

Politische Risiken

Risikoklasse



- Die starke Konzentration auf ein einziges Schwellenland erhöht die Unsicherheit.
- Die politischen Risiken in Brasilien sind relativ hoch.

TANTAL



Bedeutung für Bayern: Hoch
(bedeutender Rohstoff für die Elektroindustrie (Kondensatoren) und die Medizintechnik)

Einsatzfelder:
Produktion von mikroelektronischen Kondensatoren,
Radiofrequenz-Mikrochips,
Medizintechnik zur Herstellung von Instrumenten und Implantaten,
im chemischen Apparatebau, Herstellung von Karbiden und Superlegierungen

Risikoklasse (3er-Skala)

Vorräte und Verbrauch

Risikoklasse



2021 wurden rund 1.835 Tonnen Tantal produziert.

Bei unveränderter Produktion reichen die Vorräte in Höhe von rund 319.000 Tonnen für weitere rund 174 Jahre.

Abbauländer und Konzentration

Risikoklasse



- Zehn Länder vereinigten 2021 insgesamt 98 % der Förderung von Tantal auf sich.
- Fünf Länder kontrollierten rund 87 % der Tantalförderung: die Demokratische Republik Kongo (43 %), Brasilien (20 %), Ruanda (15 %), sowie Nigeria (6 %) und China (4 %).

Preisentwicklung

Risikoklasse



Der Preis von Tantal stieg seit November 2020 in Wellen an. Die Volatilität war unterdurchschnittlich.

- Preis August 2020: 140 US-Dollar pro Kilogramm
- Preis August 2023: 156 US-Dollar pro Kilogramm
- Anstieg von 12 %

Substitutionsmöglichkeiten

Risikoklasse



Substitutionsmöglichkeiten bestehen teilweise durch Niob, Aluminium, Keramik, Platin, Titan oder Zirkonium.

Zukunftsrelevanz

Risikoklasse



Vor allem bei mikroelektronischen Kondensatoren derzeit noch nicht ersetzbar.

Politische Risiken

Risikoklasse



Politische Risiken in wichtigen Förderländern und die dort hohe Konzentration bergen Gefahren.

TITAN



Risikoklasse (3er-Skala)

Bedeutung für Bayern: Hoch
(wichtiger Zusatz im Maschinen- und Anlagenbau)

Einsatzfelder:

Edelstähle, Superlegierungen und Titanmetall für Flugzeugbau, Weltraumfahrt, Schiffs- und Bootsbau, Reaktortechnik, Anlagenbau, Medizintechnik; Pigment bei Farben, Papier und Plastik

Vorräte und Verbrauch

Risikoklasse



2021 wurden rund 9.500 Tonnen Titan hergestellt.

Bei unveränderter Produktion reichen die Vorräte der wichtigsten Erze Ilmenit und Rutil in Höhe von rund 700 Mio. Tonnen für rund 74 Jahre aus.

Abbauländer und Konzentration

Risikoklasse



- 92 % der Förderung der Titan-Erze Ilmenit und Rutil konzentrierte sich 2021 auf zehn Länder.
- Aus fünf Ländern stammten rund 71 % der geförderterten Erze: China (36 %), Mosambik (12 %), Südafrika (11 %), Australien (8 %) und Senegal (5 %).

Preisentwicklung

Risikoklasse



Im Februar 2022 kam es zu einem starken Preisanstieg. Seitdem sinken die Preise kontinuierlich bis unter das vorherige Niveau ab. Die Volatilität ist daher sehr hoch.

- Preis August 2020: 4,4 US-Dollar pro Kilogramm
- Preis August 2023: 2,5 US-Dollar pro Kilogramm
- Rückgang um 43,5 %

Substitutionsmöglichkeiten

Risikoklasse



- Titan kann aus Recyclingmaterial hergestellt werden, die Angaben zu dessen Einsatz in der EU schwanken stark zwischen 20 % und 1 %.
- Als Pigment bestehen Substitutionsmöglichkeiten durch Kalziumkarbonat, Kaolin oder Talk.

Zukunftsrelevanz

Risikoklasse



- Aufgrund seiner besonderen Eigenschaften als Legierungszuschlag (leicht, aber fest) wird es vor allem in der Luft- und Raumfahrttechnik verwendet.
- Zudem wird es auch in der Meerwasserentsalzung eingesetzt.

Politische Risiken

Risikoklasse



Derzeit kein Einsatz strategischer Industriepolitik zu beobachten, aber hohe Konzentration in China und Bedeutung für Zukunftstechnologien birgt Gefahren.

WOLFRAM



Risikoklasse (3er-Skala)

Bedeutung für Bayern: Hoch
(Bedeutung für Metall- und Elektroindustrie)

Einsatzfelder:
Edelstähle, Karbide, Leuchtmittel
Luft- und Raumfahrt, Verteidigung, Elektrotechnik
Fräs-, Schneid- und Bergbauwerkzeuge

Vorräte und Verbrauch

Risikoklasse

2021 wurden rund 100.700 Tonnen Wolfram produziert.

Bei unveränderter Produktion reichen die Vorräte von rund 3,8 Mio. Tonnen für knapp 38 Jahre aus.

Abbauländer und Konzentration

Risikoklasse

- Die Förderung von Wolfram konzentrierte sich 2021 zu 99 % auf zehn Länder.
- Rund 96 % der Produktion wurden in fünf Ländern geleistet: China (76 %), Vietnam (16 %), Russland (3 %), Nordkorea und Bolivien (je 1 %).

Preisentwicklung

Risikoklasse

Im Zeitraum der letzten drei Jahre war der Preis bis Ende 2021 relativ stabil, seit Anfang des Jahres 2022 stieg der Wolframpreis kontinuierlich an und verharrt seit April 2023 auf hohem Niveau. Die Volatilität lag unter dem Marktdurchschnitt.

- Preis August 2020: 219 US-Dollar pro Tonne
- Preis August 2023: 343 US-Dollar pro Tonne
- Anstieg von 56,4 %

Substitutionsmöglichkeiten

Risikoklasse

- In bestimmten Verwendungen kann Wolfram durch keramisch-metallische Verbundwerkstoffe ersetzt werden.
- Wolframkarbide durch Molybdän- oder Titankarbide; in Stahl durch Molybdän.

Zukunftsrelevanz

Risikoklasse

- Essenziell für die Leuchtmittelindustrie.
- Als Legierungszuschlag für härteste Stähle und wärmebeständige Legierungen und Karbide, z. B. für Turbinen, Brennstoffzellen, Hochtemperaturöfen sowie Fräs-, Schneid- und Bergbauwerkzeuge.

Politische Risiken

Risikoklasse

China besitzt die weltweit größten Reserven und ist derzeit auch Hauptproduzent von Wolfram.

ZINK



Risikoklasse (3er-Skala)

Bedeutung für Bayern: Hoch
(Verwendung in den Bereichen Galvanik, NE-Legierungen, Pharmazie, Batterie und Pigmente)

Einsatzfelder:
Galvanik (Fahrzeugbau, Bauindustrie),
NE-Legierungen, pharmazeutische Präparate,
Trockenbatterien und Pigmente

Vorräte und Verbrauch

Risikoklasse



2022 wurden rund 13 Mio. Tonnen Zink produziert.

Mit Vorräten von rund 210 Mio. Tonnen kann die Produktion für 16 Jahre unverändert fortgesetzt werden.

Abbauländer und Konzentration

Risikoklasse



- Die Förderung von Zink konzentrierte sich 2022 zu 83 % auf zehn Länder.
- In fünf Ländern wurden 68 % der Produktion erbracht: China (34 %), Peru (11 %), Australien (10 %), Indien (7%) und USA (6 %).
- Die Top-10-Unternehmen erreichen zusammen einen Marktanteil 44 %.

Preisentwicklung

Risikoklasse



Sowohl Preisentwicklung als auch Volatilität fielen in den letzten drei Jahren bei Zink moderat aus.

- Preis August 2020: 2.410 US-Dollar pro Tonne
- Preis August 2023: 2.407 US-Dollar pro Tonne
- Rückgang um 0,1 %

Substitutionsmöglichkeiten

Risikoklasse



- Über 30 % des in der EU verarbeiteten Zinks stammt aus Recyclingmaterial, das in der EU gewonnen wurde.
- Es kann nur in bestimmten Verwendungen durch andere Stoffe wie Aluminium, Plastik, Stahl oder Magnesium ersetzt werden.

Zukunftsrelevanz

Risikoklasse



- Einsatz in Energiespeichern (Zink-Luft-Energiespeicher).
- Als Bestandteil von Indium-Gallium-Zink-Oxid Bedeutung für hochauflösende Bildschirmtchnik.

Politische Risiken

Risikoklasse



- China ist wichtigster Lieferant und die Förderung insgesamt eher stark konzentriert.
- Vorkommen, Reserven und Produktion in kleinerem Umfang sind aber breit gestreut.

ZINN



Risikoklasse (3er-Skala)

Bedeutung für Bayern: Hoch
(Verwendung in Elektro- und Chemieindustrie)

Einsatzfelder:
Elektronik (LCD-Displays), Weißbleche, Lote,
Legierungen, Chemikalien und Pigmente

Vorräte und Verbrauch

Risikoklasse



2021 wurden rund 256.500 Tonnen Zinn gefördert.

Mit Vorräten von rund 4,6 Mio. Tonnen kann die Produktion für knapp 18 Jahre unverändert fortgesetzt werden.

Abbauländer und Konzentration

Risikoklasse



- 96 % der Zinnproduktion konzentrierten sich 2021 auf zehn Länder.
- 75 % der Zinnproduktion stammten aus fünf Ländern: China (31 %), Indonesien (13 %), Myanmar (12 %), Peru (11 %) und Bolivien (8 %).
- Es gibt nur sieben Firmen, die über nennenswerte Anteile der weltweiten Produktion verfügen.

Preisentwicklung

Risikoklasse



Bis Februar 2022 stiegen die Preise stark an, sanken dann jedoch im Verlauf des Jahres. Seit Ende 2022 steigen sie wieder. Die Volatilität war etwas höher als im Marktdurchschnitt.

- Preis August 2020: 17.650 US-Dollar pro Tonne
- Preis August 2023: 26.075 US-Dollar pro Tonne
- Anstieg von 47,7 %

Substitutionsmöglichkeiten

Risikoklasse



- Zinn kann nur in bestimmten Verwendungen durch andere Stoffe wie Aluminium, Glas, Plastik, Epoxidharze und Alu- bzw. Kupferlegierungen ersetzt werden.

Zukunftsrelevanz

Risikoklasse



- Einsatz in emissionsarmen oder emissionsfreien Mobilitätsanwendungen (Abgasbehandlung, Brennstoffzellen, Batterien).
- Nutzung in diversen Anwendungen, z. B. bleifreie Lote, mikro-elektronische Kondensatoren, Windkraftanlagen, Flachbildschirme

Politische Risiken

Risikoklasse



- China und Indonesien sind die wichtigsten Lieferanten.
- Unsicherheit über zukünftige politische Bedingungen in den anderen wichtigen Förderländern.

ZIRKON

Bedeutung für Bayern: Mittel



Risikoklasse (3er-Skala)

Einsatzfelder:

Schmelztiegel (wegen hohem Schmelzpunkt),
abrasionsfeste Werkstoffe (Zahntechnik)

Vorräte und Verbrauch

Risikoklasse



2021 wurden rund 1,1 Mio. Tonnen Zirkon produziert.

Mit Vorräten von rund 68 Mio. Tonnen kann die Produktion für 60 Jahre unverändert fortgesetzt werden.

Abbauländer und Konzentration

Risikoklasse



- 2021 entfielen 96 % der Zirkonförderung auf zehn Länder.
- Fünf Länder erbrachten 84 % der Zirkonproduktion: Australien (40 %), Südafrika (24 %), Mosambik (9 %), Senegal (6 %), Indonesien (5 %).
- Wenige Unternehmen kontrollieren den gesamten weltweiten Zirkon-Abbau.

Preisentwicklung

Risikoklasse



Im Drei-Jahres-Zeitraum war der Preis zunächst bis Mitte des Jahres 2022 konstant, bevor er erst einige Monate anstieg. Die Volatilität war unterdurchschnittlich.

- Preis August 2020: 1.375 US-Dollar pro Tonne
- Preis August 2023: 2.005 US-Dollar pro Tonne
- Anstieg von 45,8 %

Substitutionsmöglichkeiten

Risikoklasse



- Eine Substitution erscheint aufgrund der großen noch nicht erschlossenen Ressourcen in mittelfristiger Zukunft nicht notwendig.
- Generell sind die Substitutionsmöglichkeiten aber stark eingeschränkt.

Zukunftsrelevanz

Risikoklasse



Zirkon kann aufgrund des hohen Schmelzpunktes für Zukunftstechnologien eine Rolle spielen.

Politische Risiken

Risikoklasse



Die Förderung ist auf nur wenige Länder konzentriert. Australien als wichtigstes Förderland weist aber nur geringe Risiken auf.

GOLD

Bedeutung für Bayern: **Niedrig**



Risikoklasse (3er-Skala)

Einsatzfelder:
Schmuckwaren, Zahlungsmittel,
Zahntechnik, Elektroindustrie

Vorräte und Verbrauch

Risikoklasse



2022 wurden rund 3.200 Tonnen Gold gefördert.

Bei Vorräten von 52.000 Tonnen ergibt sich eine gesicherte Versorgung für rund 16 Jahre.

Abbauländer und Konzentration

Risikoklasse



- 2022 entfielen 61 % der Goldförderung auf zehn Länder.
- Fünf Länder erbrachten rund 43 % der Goldproduktion: China (11%), Australien (10 %), Russland (9 %), USA und Kanada (je 7 %).
- Auf die Top-10-Unternehmen entfällt ein gemeinsamer Marktanteil von rund 40 %.

Preisentwicklung

Risikoklasse



Der Preis ging in den letzten Jahren etwas zurück, die Preisschwankungen waren geringer als im Durchschnitt.

- Preis August 2020: 1.969 US-Dollar pro Feinunze
- Preis August 2023: 1.919 US-Dollar pro Feinunze
- Rückgang um 2,5 %

Substitutionsmöglichkeiten

Risikoklasse



Gold ist vollständig wiederverwertbar und kann in bestimmten Verwendungen durch Palladium, Platin oder Silber substituiert werden.

Zukunftsrelevanz

Risikoklasse



Aus technologischer Sicht von mittlerer Bedeutung, aber als Spekulationsobjekt und Instrument gegen Inflation wichtig.

Politische Risiken

Risikoklasse



China und Russland gehören zu den größten Goldproduzenten. Der Handelskonflikt zwischen China und den USA und die Sanktionspolitik gegenüber Russland erhöhen die politischen Risiken.

PALLADIUM



Risikoklasse (3er-Skala)

Bedeutung für Bayern: Hoch
(Automobilindustrie, chemische Industrie und Medizintechnik)

Einsatzfelder:
Autoindustrie, Chemieindustrie, Schmuckindustrie,
Luftfahrt, Medizintechnik, Dentaltechnik,
Herstellung von Brennstoffzellen

Vorräte und Verbrauch

Risikoklasse



2022 wurden rund 209 Tonnen Palladium produziert.

Die Vorräte von 45.300 Tonnen (bzw. 70.000 Tonnen für die Platingruppenmetalle insgesamt) resultieren in einer gesicherten Versorgung für mehr als 200 Jahre.

Abbauländer und Konzentration

Risikoklasse



- Die gesamte Palladiumförderung 2022 fand in weniger als zehn Ländern statt.
- 83 % der Förderung konzentrierten sich 2022 auf drei Länder, 98 % auf die fünf größten Förderländer: Russland (39 %) Südafrika (34 %), USA (10 %), Kanada (9 %), und Simbabwe (6 %).
- Auf die Top-10-Unternehmen entfällt ein gemeinsamer Marktanteil von 94 %.

Preisentwicklung

Risikoklasse



Der Preis von Palladium ist in den letzten Jahren deutlich gefallen, die Volatilität war etwas geringer als im Marktdurchschnitt.

- Preis August 2020: 2.170 US-Dollar pro Feinunze
- Preis August 2023: 1.251 US-Dollar pro Feinunze
- Rückgang um 42 %

Substitutionsmöglichkeiten

Risikoklasse



- Palladium kann teilweise durch Platin ersetzt werden, das jedoch ebenfalls selten ist.
- Das große Problem ist, dass die Platingruppenmetalle nur untereinander austauschbar sind.
- Knapp 10 Prozent des in der EU verwendeten Palladiums stammen aus Recycling innerhalb der EU.

Zukunftsrelevanz

Risikoklasse



Palladium wird überwiegend in Abgaskatalysatoren eingesetzt und ist somit heute essenziell für die Automobilproduktion.

Politische Risiken

Risikoklasse



- Große Anteile der Förderung befinden sich in Risiko-Ländern.
- Hohe Zukunftsrelevanz und wechselseitige Substitutionsbeziehungen der Platingruppenmetalle erhöhen Risiko.

PLATIN



Risikoklasse (3er-Skala)

Bedeutung für Bayern: Hoch
(Automobilindustrie, Chemieindustrie, Elektroindustrie)

Einsatzfelder:
Autoindustrie (Katalysatoren), Chemieindustrie, Schmuckindustrie,
Elektroindustrie, Dentaltechnik,
Herstellung von Brennstoffzellen

Vorräte und Verbrauch

Risikoklasse



2022 wurden rund 185 Tonnen Platin produziert.

Die Vorräte von 20.600 Tonnen (bzw. 70.000 Tonnen für die Platingruppenmetalle insgesamt) resultieren in einer gesicherten Versorgung für 111 Jahre.

Abbauländer und Konzentration

Risikoklasse



- Die gesamte Platinförderung 2022 konzentriert sich auf wenige Länder.
- 91 % der Förderung konzentrierten sich 2021 auf drei Länder, 97 % auf die fünf größten Förderländer: Südafrika (71 %), Russland (11 %), Simbabwe (9 %), USA und Kanada (je 3 %).
- Auf die Top-10-Unternehmen entfällt ein gemeinsamer Marktanteil von 90 %.

Preisentwicklung

Risikoklasse



Leicht sinkende Preise und geringe Preisschwankungen führten zu einem niedrigen Preisrisiko.

- Preis August 2020: 940 US-Dollar pro Feinunze
- Preis August 2023: 925 US-Dollar pro Feinunze
- Rückgang von 1,6 %

Substitutionsmöglichkeiten

Risikoklasse



- Platin ist vollständig wiederverwertbar und kann teilweise durch Palladium ersetzt werden.
- Das große Problem ist, dass die Platingruppenmetalle nur untereinander austauschbar sind.
- Rund 11 % des in der EU verwendeten Platins stammt aus Recycling innerhalb der EU.

Zukunftsrelevanz

Risikoklasse



- Hauptverwendung von Platin ist zwar der Einsatz als Katalysator, aber der Bedarf wird vor allem in der Brennstoffzellentechnik und bei Elektrolyseuren zunehmen.
- Hier wird aufgrund des hohen Preises von Platin verstärkt nach Substituten geforscht.

Politische Risiken

Risikoklasse



- Hohe Länderkonzentration: Südafrika ist mit weitem Abstand der größte Produzent von Platin.
- Hohe Zukunftsrelevanz und wechselseitige Substitutionsbeziehungen der Platingruppenmetalle erhöhen Risiko.

Rhodium



Risikoklasse (3er-Skala)

Bedeutung für Bayern: Hoch
(über 80 % der Weltproduktion wird für Kfz-Abgaskatalysatoren verwendet)

Einsatzfelder:

Autoindustrie (Katalysatoren), Chemieindustrie, Schmuckindustrie, Elektrotechnik, Dentaltechnik

Vorräte und Verbrauch

Risikoklasse



2022 wurden rund 24 Tonnen Rhodium produziert.

Die Vorräte von 4.100 Tonnen (bzw. 70.000 Tonnen für die Platingruppenmetalle insgesamt) resultieren in einer gesicherten Versorgung für 170 Jahre.

Abbauländer und Konzentration

Risikoklasse



- Die gesamte Rhodiumförderung 2022 fand in weniger als zehn Ländern statt.
- Fast die gesamte Förderung entfiel auf die fünf größten Förderländer: Südafrika (81 %), Russland (12 %), Simbabwe (5 %), Kanada, USA (je 1 %).
- Auf die Top-10-Unternehmen entfällt ein gemeinsamer Marktanteil von 91 %.

Preisentwicklung

Risikoklasse



Wegen der hohen Volatilität werden die Preisrisiken bei Rhodium trotz des Preisrückgangs als hoch eingeschätzt.

- Preis August 2020: 11.155 US-Dollar pro Feinunze
- Preis August 2023: 4.090 US-Dollar pro Feinunze
- Ein Rückgang um 63,3 %

Substitutionsmöglichkeiten

Risikoklasse



- Rhodium kann teilweise durch Palladium ersetzt werden.
- Das große Problem ist, dass die Platingruppenmetalle nur untereinander austauschbar sind.
- Knapp 30 Prozent des in der EU verwendeten Rhodiums stammen aus Recycling innerhalb der EU.

Zukunftsrelevanz

Risikoklasse



Rhodium ist für Fahrzeugkatalysatoren nahezu unersetzlich.

Politische Risiken

Risikoklasse



- Hohe Länderkonzentration: Südafrika ist mit weitem Abstand der größte Produzent von Rhodium.
- Hohe Zukunftsrelevanz und wechselseitige Substitutionsbeziehungen der Platingruppenmetalle erhöhen Risiko.

SILBER

Bedeutung für Bayern: **Niedrig**



Risikoklasse (3er-Skala)

Einsatzfelder:

Schmuck- und Tafelwaren, Münzen und Legierungen, Film-, Foto- und Elektroindustrie

Vorräte und Verbrauch

Risikoklasse ■



2022 wurden rund 28.000 Tonnen Silber gefördert.

Bei Vorräten von 550.000 Tonnen ist eine unveränderte Produktion für knapp 20 Jahre gewährleistet.

Abbauländer und Konzentration

Risikoklasse ■



- 82 % der Silberförderung konzentrierten sich auf zehn Länder.
- Fünf Länder erbrachten rund 60 % der Produktion: Mexiko (21 %), China (13 %), Peru und Chile (je 10 %) sowie Russland (6 %).
- Auf die Top-10-Unternehmen entfällt ein gemeinsamer Marktanteil von 40 %.

Preisentwicklung

Risikoklasse ■



In den letzten drei Jahren ist der Silberpreis etwas zurück gegangen. Dabei kam es nur zu unterdurchschnittlichen Schwankungen.

- Preis August 2020: 27,0 US-Dollar pro Feinunze
- Preis August 2023: 23,4 US-Dollar pro Feinunze
- Rückgang um 13,2 %

Substitutionsmöglichkeiten

Risikoklasse ■



- Silber kann vollständig wiederverwendet werden.
- Die Substitution gelingt nur in bestimmten Verwendungen durch Aluminium, Rhodium, Tantal oder Edelstahl.

Zukunftsrelevanz

Risikoklasse ■



- Kein anderer Rohstoff leitet Strom so gut wie Silber und daher ist mit einer hohen Nachfrage nach diesem Material in der RFID- und allgemein in der Informations- und Kommunikationstechnologie zu rechnen.
- Die Mengen sind aber überschaubar.

Politische Risiken

Risikoklasse ■



Silber wird überwiegend in südamerikanischen Ländern abgebaut, in denen nicht mit einer Instrumentalisierung zu rechnen ist. Aber auch China fördert verstärkt.

BARYT

Bedeutung für Bayern: Niedrig



Risikoklasse (3er-Skala)

Einsatzfelder:

Bohrspülung, Füllstoff,
Schwerbetonzuschlag oder Röntgenkontrastmittel
Medizinische und chemische Anwendungen, Strahlenschutz

Vorräte und Verbrauch

Risikoklasse

2021 wurden rund 6,9 Mio. Tonnen Baryt produziert.

Bei Vorräten von 390 Mio. Tonnen kann Baryt für knapp 57 Jahre unverändert gefördert werden.

Abbauländer und Konzentration

Risikoklasse

- Zehn Länder erbrachten rund 94 % der Barytförderung.
- Auf fünf Länder entfielen 81 % der Produktion: China (41 %), Indien (22 %), Marokko und Kasachstan (je 7 %) und Mexico (5 %).

Preisentwicklung

Risikoklasse

Die Preisinformationen für Baryt sind dürftig. Sie werden so eingeschätzt, dass dieser Rohstoff ein eher geringes Preisrisiko aufweist.

Substitutionsmöglichkeiten

Risikoklasse

- In der Herstellung von Bariumchemikalien kann es durch Witherit ersetzt werden.
- In seiner Funktion als Bohrspülung sind Hämatit, Pyrit, Siderit, Witherit, Coelestin oder Eisenoxidschlacke aus Pyritröstung geeignete Ersatzstoffe.
- In Farben kann es durch Kalkstein, Kaolin oder Titandioxid und als Füllstoff durch Kalkstein oder Dolomitstein substituiert werden.

Zukunftsrelevanz

Risikoklasse

- Verwendung als Schmiermittel für Anodenrohren in Röntgenröhren.
- Desoxidationsmittel in der Kupferproduktion.
- Legierungszusatz in Zündkerzen, keramischen und optischen Gläsern.

Politische Risiken

Risikoklasse

- Die Gefahr, dass Baryt strategisch eingesetzt werden könnte, ist eher gering.
- Aber hohe Konzentration in Ländern mit strategischer Industriepolitik oder Beteiligung in Handelskonflikten (z. B. China, Indien).

BENTONIT

Bedeutung für Bayern: **Niedrig**



Risikoklasse (3er-Skala)

Einsatzfelder:
Gießereien, Pelletisierung von Eisenerzen, Katzenstreu,
Dichtungsmittel (Bauindustrie), Spülmittelzusatz (Bohrtechnik, Papierindustrie),
Margarine, Speiseöl, Kosmetika, Salben,
Katalysator und Füllstoff (Chemieindustrie)

Vorräte und Verbrauch

Risikoklasse



2021 wurden rund 17,1 Mio. Tonnen Bentonit abgebaut.

Die Bentonitvorräte werden als extrem groß eingeschätzt, sodass sich auf sehr lange Zeiträume hinaus keine Knappheiten ergeben sollten.

Abbauländer und Konzentration

Risikoklasse



- Zehn Länder erbrachten rund 99 % der Bentonitförderung.
- Auf fünf Länder entfielen 80 % der Produktion: USA (25 %), Indien (21 %), China (15 %), Türkei (12 %) und Griechenland (8 %).

Preisentwicklung

Risikoklasse



Die Preisinformationen für Bentonit sind dürftig. Sie werden so eingeschätzt, dass dieser Rohstoff ein eher geringes Preisrisiko aufweist.

Substitutionsmöglichkeiten

Risikoklasse



Substitutionsmöglichkeiten bestehen teilweise durch Palygorskit, Sepiolith, Halloysit, Kaolinit oder synthetische Chemikalien.

Zukunftsrelevanz

Risikoklasse



Verwendung als Bohrspülung, in Pharmazie und Diagnostik sowie Elektronik und Logistik.

Politische Risiken

Risikoklasse



Die Gefahr, dass Bentonit strategisch eingesetzt werden könnte, ist gering. Rund die Hälfte der Förderung entfällt aber auf kritische Abbauländer.

FELDSPAT



Risikoklasse (3er-Skala)

Bedeutung für Bayern: Niedrig

Einsatzfelder:
Keramik- und Glasherstellung;
nachrangig in Glasuren, als Füllstoff, in Seifen und Scheuermitteln

<p>Vorräte und Verbrauch Risikoklasse ■</p>  <p>2021 wurden rund 34,2 Mio. Tonnen Feldspat gefördert.</p> <p>Die Vorräte an Feldspat werden als sehr groß angesehen und werden bei derzeitiger Produktion für mehrere 100 Jahre ausreichen.</p>	<p>Abbauländer und Konzentration Risikoklasse ■</p>  <ul style="list-style-type: none"> – 86 % der Förderung von Feldspat erfolgten 2021 in zehn Ländern. – Auf fünf Länder entfielen 74 % der Produktion: Türkei (38 %), Indien (13 %), Iran (9 %), China (8 %) und Italien (6 %).
<p>Preisentwicklung Risikoklasse ■</p>  <p>Die Preisinformationen für Feldspat sind dürftig. Sie werden so eingeschätzt, dass dieser Rohstoff ein eher geringes Preisrisiko aufweist.</p>	<p>Substitutionsmöglichkeiten Risikoklasse ■</p>  <p>Feldspat kann in einigen Verwendungen durch Soda, Baryt oder feldspatreiche Gesteine ersetzt werden.</p>
<p>Zukunftsrelevanz Risikoklasse ■</p>  <p>Verwendung in Glas- und Keramikherstellung.</p>	<p>Politische Risiken Risikoklasse ■</p>  <p>Die Gefahr, dass Feldspat strategisch eingesetzt werden könnte, ist eher gering bzw. kaum möglich, da weltweit große Vorkommen vorhanden sind. Die derzeitige Förderung findet aber zu relevanten Anteilen in kritischen Abbauländern statt.</p>

FLUORIT



Risikoklasse (3er-Skala)

Bedeutung für Bayern: Mittel

Einsatzfelder:

Flussmittel bei der Stahl- und Gusseisenerzeugung, Herstellung von Schweißelektroden, Chemieindustrie (Fluorkohlenwasserstoff), Herstellung von Fritten, Emailen, Glasuren, optische Anwendungen (Gläser für Linsen und Prismen, Spektroskopie Kälte- und Klimaanlage)

Vorräte und Verbrauch

Risikoklasse

2021 wurden rund 7,8 Mio. Tonnen Fluorit produziert.

Vorräte von 260 Mio. Tonnen erlauben eine unveränderte Förderung von Fluorit für weitere 33 Jahre.

Abbauländer und Konzentration

Risikoklasse

- Zehn Länder erbrachten rund 99 % der Fluoritförderung.
- Auf fünf Länder entfielen 93 % der Produktion: China (69 %), Mexiko (13 %), Südafrika (5 %), Vietnam und Spanien (je 3 %)

Preisentwicklung

Risikoklasse

Von Beginn 2022 bis ins Frühjahr 2023 stiegen die Fluoritpreise kontinuierlich an. Die Volatilität war gering.

- Preis August 2020: 410 US-Dollar pro Tonne
- Preis August 2023: 525 US-Dollar pro Tonne
- Anstieg von 28 %

Substitutionsmöglichkeiten

Risikoklasse

- Fluorit kann in seiner Verwendung als Hüttenspat bedingt durch Borate, Kalk- und Dolomitstein, Bauxit, Olivin, Serpentin, Mangan-Erze, Eisen/Mangan-Erze, Titanerze oder Soda ersetzt werden.
- Als Keramikspat ist Substitution teilweise durch synthetisches Kryolith möglich.

Zukunftsrelevanz

Risikoklasse

- Breiter Einsatz bedingt hohe Zukunftsrelevanz, wenn auch selten kritisch für Hochtechnologien.
- Einsatz in Aluminiumherstellung und Pharmazeutika.

Politische Risiken

Risikoklasse

Über die Hälfte der Weltproduktion kommt aus China.

GIPS UND ANHYDRIT



Risikoklasse (3er-Skala)

Bedeutung für Bayern: Mittel
(häufig verwendete Baustoffe)

Einsatzfelder:

vielseitig, u. a. als Bauelemente, Bindemittel für Innenausbau und Tiefbau, Abbindeverzögerer bei Zement, verfahrenstechnisches Hilfsmittel, Entsorgungshilfsstoff, Spezialgipse, Füll- und Trägerstoffe, Düngemittel, Schmierrohstoff

Vorräte und Verbrauch

Risikoklasse



2021 wurden rund 168 Mio. Tonnen Gips und Anhydrit produziert.

Die Vorräte an Gips und Anhydrit werden als sehr groß angesehen und werden bei derzeitiger Produktion für mehrere 100 Jahre ausreichen.

Abbauländer und Konzentration

Risikoklasse



- Zehn Länder erbrachten rund 70 % der Produktion von Gips und Anhydrit.
- Auf fünf Länder entfielen 48 % der Produktion: USA (13 %), Iran (11 %), Spanien (9 %), China (8 %) und Oman (7 %)

Preisentwicklung

Risikoklasse



Die Datenlage ist intransparent. Aufgrund von Expertenschätzungen wird Gips und Anhydrit aber in eine niedrige Risikoklasse eingestuft.

Substitutionsmöglichkeiten

Risikoklasse



- In einigen Verwendungen kann alternativ synthetischer Gips aus Rauchgasentschwefelungsanlagen (REA-Gips) eingesetzt werden.
- Bei der Herstellung chemischer Produkte bestehen Substitutionsmöglichkeiten durch Schwefel, in der Glasindustrie durch Natriumsulfat.
- Kalk oder Zement können als Basis für alternative Putze und Bindemittel genutzt werden.

Zukunftsrelevanz

Risikoklasse



- Technologisch eher geringe Bedeutung.
- Verwendung in Bauindustrie und als Düngemittel bedeutsam für zukünftiges Wachstum weltweit.

Politische Risiken

Risikoklasse



- Gips und Anhydrit zählen zu den größten Sekundärrohstoffen.
- Bei abnehmender Kohleverstromung entfällt aber eine Sekundärrohstoffquelle.

GLIMMER



Risikoklasse (3er-Skala)

Bedeutung für Bayern: Mittel
(Baustoff und Verwendung in Keramikfertigung)

Einsatzfelder:

Farb- und Putzzusatz, Füllstoff (Papier, Kunststoff, Gummi, Spachtelmasse), Schalldämmstoffe, Kosmetikartikel, Keramik, Isoliermaterial (Elektronik), Feuerlöschpulver, Korrosionsschutzgrundierung, Bohrspülung, Entsorgungshilfsstoff, Spezialgipse, Füll- und Trägerstoffe, Düngemittel, Schmierrohstoff

Vorräte und Verbrauch

Risikoklasse



2021 wurden rund 296.300 Tonnen Glimmer abgebaut.

Die Vorräte an Glimmer werden als sehr groß angesehen und werden bei derzeitiger Produktion für mehrere 100 Jahre ausreichen.

Abbauländer und Konzentration

Risikoklasse



- Zehn Länder verantworteten rund 95 % der Produktion von Glimmer.
- Auf die Top-5-Länder entfallen 77 % der Produktion: China (32 %), Madagaskar (19 %), USA (15 %), Frankreich (6 %) und Kanada (5 %).

Preisentwicklung

Risikoklasse



Die Datenlage ist intransparent. Aufgrund von Expertenschätzungen wird Glimmer aber in eine niedrige Risikoklasse eingestuft.

Substitutionsmöglichkeiten

Risikoklasse



- Abhängig vom Einsatzgebiet bestehen verschiedene Substitutionsmöglichkeiten:
- In elektronischen Anwendungen kann synthetischer Glimmer eingesetzt werden.
 - Als Füllstoff ist die Substitution durch Aluminiumtrihydrat (ATH), Baryt, Calciumcarbonat, Diatomit, Feldspat, Kaolin, Nephelinsyenit, Perlit, Talk, Quarz-/ Cristobalitmehle, Wollastonit möglich.
 - Als Schmierstoff können u. a. Graphit oder Lithiumfette eingesetzt werden.

Zukunftsrelevanz

Risikoklasse



Verwendung in diversen, auch zukünftig stark nachgefragten Produkten wie Kosmetik, Keramik oder als Isoliermaterial.

Politische Risiken

Risikoklasse



Zwar sind weltweit große Vorkommen vorhanden, die Förderung ist aber stark auf wenige Länder konzentriert.

GRAPHIT



Bedeutung für Bayern: Hoch
(Einsatz in Batterien und Brennstoffzellen)

Einsatzfelder:
Herstellung von Batterien und Brennstoffzellen,
Schmelztiegeln und Feuerfestprodukten,
Reibbelägen und Kohlebürsten, Kunststoffen, Bleistiften,
für Graphitdispersionen und in der Pulvermetallurgie

Vorräte und Verbrauch

Risikoklasse



2021 wurden rund 1,27 Mio. Tonnen Graphit abgebaut.

Die Vorräte an Graphit werden auf rund 330 Mio. Tonnen veranschlagt. Bei unveränderter Produktion reichen sie für über 250 Jahre.

Abbauländer und Konzentration

Risikoklasse



- 98 % des Graphitabbaus waren auf zehn Länder verteilt.
- 89 % der Produktion entfielen auf fünf Länder: China (65 %), Madagaskar und Brasilien (8 %), Mosambik (6 %) und Nordkorea (3 %)

Preisentwicklung

Risikoklasse



Bis Juni 2022 stiegen die Preise kontinuierlich an, seitdem fallen sie. Die Volatilität war etwas geringer als bei anderen Rohstoffen.

- Preis August 2020: 894 US-Dollar pro Tonne
- Preis August 2023: 1.060 US-Dollar pro Tonne
- Anstieg von 18,6 %

Substitutionsmöglichkeiten

Risikoklasse



- In den meisten Verwendungen ist Graphit schwer zu ersetzen.
- Bedingte Substitutionsmöglichkeiten liegen in der Verwendung von synthetischem Graphit, Molybdändisulfid, Talk oder Lithium.

Zukunftsrelevanz

Risikoklasse



- Graphit ist sehr vielfältig einsetzbar und daher ein Grundstoff vieler Zukunftstechnologien.
- Wichtiger Bestandteil von Lithium-Ionen-Batterien.

Politische Risiken

Risikoklasse



- China stellt gut zwei Drittel der Weltproduktion her. Auch die weiteren Produzenten gehören zu den Hoch-Risiko-Ländern.
- Besonders von China droht eine strategische Verknappung des Rohstoffes.

KALISALZ

Bedeutung für Bayern: Mittel



Risikoklasse (3er-Skala)

Einsatzfelder:

Düngemittel, Industriechemikalie,
Herstellung von Kalium und seinen Verbindungen

Vorräte und Verbrauch

Risikoklasse



2021 wurden rund 45,7 Mio. Tonnen Kalisalz produziert.

Bei Vorräten von rund 3,3 Mrd. Tonnen ist eine unveränderte Produktion für weitere rund 72 Jahre gesichert.

Abbauländer und Konzentration

Risikoklasse



- In zehn Ländern konzentrierten sich 98 % der Gewinnung von Kalisalz.
- 84 % der Produktion entfielen auf fünf Länder: Kanada (31 %), Weißrussland (17 %), Russland (16 %), China (13 %) und Deutschland (6 %).
- Auf die Top 5 Unternehmen entfällt ein Marktanteil von 82 %.

Preisentwicklung

Risikoklasse



Bis Mai 2022 stiegen die Preise an, seitdem fallen sie wieder etwas. Dabei war die Volatilität sehr hoch.

- Preis August 2020: 240 US-Dollar pro Tonne
- Preis August 2023: 353 US-Dollar pro Tonne
- Anstieg von 47 %

Substitutionsmöglichkeiten

Risikoklasse



Kalisalz kann nicht durch andere Stoffe ersetzt werden. Veränderungen in der landwirtschaftlichen Praxis können aber die Verwendung kaliumbasierter Düngemittel ersetzen.

Zukunftsrelevanz

Risikoklasse



- Kalisalz wird vorwiegend als Düngemittel eingesetzt. In Technologien spielt der Rohstoff eine untergeordnete Rolle.
- Gleichwohl hohe Bedeutung bei einer zunehmenden Intensivierung der Landwirtschaft und wachsender Weltbevölkerung.

Politische Risiken

Risikoklasse



- Bedeutung für Düngemittel erhöht Gefahr eines strategischen Einsatzes.
- Reichhaltige, weltweit gestreute Vorkommen verringern Risiko.
- In Deutschland ist Kalisalz einer der wenigen in großen Mengen vorhandenen Rohstoffe.

KAOLIN

Bedeutung für Bayern: Mittel



Risikoklasse (3er-Skala)

Einsatzfelder:
Beschichtung von Papier, Nutzung als Keramikrohstoff,
Füllstoff, Extender, Adsorptionsmittel;
zur Synthese von Aluminium und in der Herstellung von Spezialzementen
Einsatz in der Kunststoffherstellung

<p>Vorräte und Verbrauch Risikoklasse ■</p>  <p>2021 wurden rund 28,3 Mio. Tonnen Kaolin gewonnen.</p> <p>Die Vorräte sind als nahezu unbegrenzt anzusehen.</p>	<p>Abbauländer und Konzentration Risikoklasse ■</p>  <ul style="list-style-type: none"> – 77 % der Produktion von Kaolin wurden in zehn Ländern erbracht. – Auf fünf Länder konzentrierten sich 57 % der Produktion: China (23 %), USA (15 %), Iran (7 %), Türkei und Brasilien (je 6 %).
<p>Preisentwicklung Risikoklasse ■</p>  <p>Die Datenlage ist intransparent. Aufgrund von Expertenschätzungen wird Kaolin aber in eine niedrige Risikoklasse eingestuft.</p>	<p>Substitutionsmöglichkeiten Risikoklasse ■</p>  <p>In einigen Verwendungen kann Kaolin unter anderem durch Talk, Baryt, Kalkstein, Diatomit, Glimmer, Zeolithe oder Pyrophyllit ersetzt werden.</p>
<p>Zukunftsrelevanz Risikoklasse ■</p>  <p>Breite Anwendung in vielen Produkten sorgt für einen langfristigen Bedarf des Materials. Experten schätzen, dass in jedem zweiten Industrieprodukt Kaolin in unterschiedlichen Formen enthalten ist.</p>	<p>Politische Risiken Risikoklasse ■</p>  <p>Die großen weltweiten Vorkommen vermindern das Risiko eines strategischen Einsatzes. Die breite Verwendung und Zukunftsrelevanz erhöht die Gefahren.</p>

PHOSPHATE

Bedeutung für Bayern: Mittel



Risikoklasse (3er-Skala)

Einsatzfelder:

Herstellung von Düngemittel und Phosphorsäure

Vorräte und Verbrauch

Risikoklasse



2021 wurden rund 221,6 Mio. Tonnen Phosphate gewonnen.

Die Vorräte werden auf rund 72 Mrd. Tonnen geschätzt, so dass eine unveränderte Produktion von gut 300 Jahren gesichert ist.

Abbauländer und Konzentration

Risikoklasse



- Phosphate werden zu 91 % der weltweiten Produktion in zehn Ländern gewonnen.
- Auf fünf Länder konzentrierten sich rund 77 % der Produktion: China (39 %), Marokko (17 %), USA (10 %), Russland (6 %) und Peru (5 %).

Preisentwicklung

Risikoklasse



Phosphate erfuhren einen sehr starken Preisanstieg bei überdurchschnittlicher Volatilität.

- Preis August 2020: 76,9 US-Dollar pro Tonne
- Preis August 2023: 346,3 US-Dollar pro Tonne
- Anstieg von 350 %

Substitutionsmöglichkeiten

Risikoklasse



Phosphate können in der Anwendung nicht durch andere Stoffe substituiert werden. Mineralische Phosphate können aber in der Gewinnung durch organische Phosphate – etwa aus Klärschlämmen – ersetzt werden.

Zukunftsrelevanz

Risikoklasse



Eher hoch, da der Rohstoff essenziell für die Nahrungsmittelproduktion (bei einer wachsenden Weltbevölkerung) und nicht substituierbar ist.

Politische Risiken

Risikoklasse



Wesentliche Reserven liegen in Nordafrika und China.

QUARZSAND

Bedeutung für Bayern: Mittel



Risikoklasse (3er-Skala)

Einsatzfelder:
Formmedium in der Glasindustrie und in Gießereien,
Herstellung von Keramik und Glasfasern

Vorräte und Verbrauch

Risikoklasse



Die jährliche Produktion von Quarzsanden beläuft sich 2021 auf rund 329 Mio. Tonnen.

Die Vorräte sind als nahezu unbegrenzt anzusehen.

Abbauländer und Konzentration

Risikoklasse



- Rund 80 % der Quarzsandproduktion wurde 2020 in zehn Ländern erbracht.
- Die fünf größten Produzenten waren die USA (28 %), China (27 %), Frankreich, Italien und Indien (je 4 %).

Preisentwicklung

Risikoklasse



Die Datenlage ist intransparent. Aufgrund von Expertenschätzungen wird Quarzsand aber in eine niedrige Risikoklasse eingestuft.

Substitutionsmöglichkeiten

Risikoklasse



Eine Substitution ist in der Glasherstellung nicht, in den anderen Verwendungszwecken aber leicht möglich.

Zukunftsrelevanz

Risikoklasse



Zukunftsrelevanz erklärt sich aus der Herstellung von Glasfasern und spezifischen Glasformen für die Photovoltaik.

Politische Risiken

Risikoklasse



In Verbindung mit der Zukunftsrelevanz gehen Experten von zunehmenden politischen Risiken aus.

SCHWEFEL

Bedeutung für Bayern: Mittel



Risikoklasse (3er-Skala)

Einsatzfelder:

chemische und pharmazeutische Industrie,

Grundstoff für Schwefelsäure, Farbstoffe, Insektizide und Kunstdünger

Vorräte und Verbrauch

Risikoklasse



Im Jahr 2021 wurden rund 81,3 Mio. Tonnen Schwefel gewonnen.

Die Vorräte sind als nahezu unbegrenzt anzusehen. Neben natürlichem Schwefel wird Schwefel auch in erheblichem Maße als Abfallprodukt aus Industrieprozessen gewonnen.

Abbauländer und Konzentration

Risikoklasse



- Rund 81 % der Schwefelproduktion fielen 2020 in zehn Ländern an.
- Fünf Länder erzeugten 57 % des Schwefels: China (23 %), USA (10 %), Russland und Saudi-Arabien (je 9 %), sowie die Vereinigten Arabischen Emirate (6 %).

Preisentwicklung

Risikoklasse



Die Datenlage ist intransparent. Aufgrund von Expertenschätzungen wird Schwefel aber in eine niedrige Risikoklasse eingestuft.

Substitutionsmöglichkeiten

Risikoklasse



In der Herstellung von Schwefelsäure nicht ersetzbar.

Zukunftsrelevanz

Risikoklasse



Schwefel kann als Legierungselement für Stahl genutzt werden. Insgesamt ist die zukünftige Bedeutung aber eher durchschnittlich einzustufen.

Politische Risiken

Risikoklasse



Ein Teil des Schwefels wird in kritischen Ländern gewonnen.

STEINSALZ

Bedeutung für Bayern: Niedrig



Risikoklasse (3er-Skala)

Einsatzfelder:

Industrie zur Gewinnung von Chlor und Natrium sowie als Speisesalz

Vorräte und Verbrauch

Risikoklasse



Im Jahr 2022 wurden schätzungsweise 282 Mio. Tonnen Salz (auch Meersalz) gewonnen.

Die Vorräte sind als unbegrenzt anzusehen.

Abbauländer und Konzentration

Risikoklasse



- Rund 73 % der Salzproduktion fielen in zehn Ländern an.
- Fünf Länder erzeugten fast 58 % des Salzes: China (23 %), USA (14 %), Indien (9 %), Deutschland (7 %) und Australien (5 %).

Preisentwicklung

Risikoklasse



Die Datenlage ist intransparent. Aufgrund von Expertenschätzungen wird Salz aber in eine niedrige Risikoklasse eingestuft.

Substitutionsmöglichkeiten

Risikoklasse



Eine Substitution von Salz ist nicht möglich. Steinsalz lässt sich aber durch Meersalz ersetzen.

Zukunftsrelevanz

Risikoklasse



- Technologisch untergeordnete Rolle, aber mittlere Bedeutung bei wachsender Weltbevölkerung.
- Potenzial im Einsatz von Natrium-Ionen-Batterien.

Politische Risiken

Risikoklasse



Aufgrund der reichen und weit verbreiteten Vorkommen sind keine politischen Risiken erkennbar.

ZEMENT



Risikoklasse (3er-Skala)

Bedeutung für Bayern: Hoch

Einsatzfelder:
Infrastrukturprojekte, Bau

Vorräte und Verbrauch

Risikoklasse



Im Jahr 2021 wurden rund 4,4 Mrd. Tonnen Zement produziert.

Die Vorräte sind als nahezu unbegrenzt anzusehen.

Abbauländer und Konzentration

Risikoklasse



- 76 % der Zementproduktion erfolgten in zehn Ländern.
- In fünf Ländern wurden 69 % des Zements weltweit produziert: China (54 %), Indien (8 %), Vietnam (3 %), sowie in den USA und in der Türkei (je 2 %).

Preisentwicklung

Risikoklasse



Die internationale Datenlage ist intransparent. Aufgrund von Expertenschätzungen wird Zement aber in eine niedrige Risikoklasse eingestuft.

Substitutionsmöglichkeiten

Risikoklasse



- Eine vollständige Substitution von Zement ist in der Herstellung von Beton, Mörtel, Putz oder Stuck nur schlecht möglich.
- Diese Materialien konkurrieren im Bausektor aber mit anderen Werkstoffen wie Aluminium, Asphalt, Ziegelsteinen, Glasfasern, Stein, Gips, Stahl oder Holz.
- Flugasche und Hochofenschlacken können Zement in der Herstellung von Beton teilweise ergänzen.

Zukunftsrelevanz

Risikoklasse



- Zement wird für Zukunftstechnologien eine untergeordnete Rolle spielen.
- Weiterhin zunehmende Bautätigkeit bei steigender Weltbevölkerung deutet aber auf einen zunehmenden Zementverbrauch hin.

Politische Risiken

Risikoklasse



Aufgrund der reichen und weit verbreiteten Vorkommen sind keine politischen Risiken erkennbar.

SELTENERDMETALLE (SCANDIUM, YTTRIUM, NEODYM*)

Bedeutung für Bayern: Hoch
(Hohe Bedeutung in Hightech-Branchen)



Risikoklasse (3er-Skala)

Einsatzfelder:

Katalysatoren, Leuchtstoffe, Lasertechnik,
Elektromotoren und -generatoren (Mobilität, IKT, erneuerbare Energien)
Festoxid-Brennstoffzellen, Leichte Legierungen

Vorräte und Verbrauch

Risikoklasse



2022 wurden rund 300.000 Tonnen Seltene Erden gewonnen.

Die Vorräte an Seltenen Erden insgesamt werden auf 130 Mio. Tonnen geschätzt. Die Produktion wäre demnach für mehrere 100 Jahre gesichert. Dies gilt jedoch nicht für jedes einzelne Element. Wegen der geringen Konzentration werden einige Elemente nur als Nebenprodukt gewonnen.

Abbauländer und Konzentration

Risikoklasse



- Die gesamte Produktion konzentrierte sich auf rund zehn Länder.
- In fünf Ländern wurden gut 97 % der Seltenerdmetalle gewonnen: China (70 %), USA (14 %), Myanmar (6 %), Australien (4 %) und Thailand (2 %).

Preisentwicklung

Risikoklasse



Die Preisrisiken und -volatilitäten waren in den letzten drei Jahren heterogen. Bei Scandium sanken die Preise, für Yttrium und Neodym stiegen die Preise.

- Preise August 2020:
6.264 CNY/kg (Scandium), 28 US-Dollar/kg (Yttrium), 63 US-Dollar/kg (Neodym)
- Preise August 2023:
4.960 CNY/kg (Scandium), 32 US-Dollar/kg (Yttrium), 83 US-Dollar /kg (Neodym)
- Veränderung: –21 % bis +31 %

Substitutionsmöglichkeiten

Risikoklasse



Ohne Leistungseinbußen ist eine Substitution von Seltenerdmetallen derzeit für viele Anwendungen nicht absehbar.

Zukunftsrelevanz

Risikoklasse



Seltenerdmetalle werden für moderne und effiziente Leuchtmittel, für neue Antriebskonzepte (Hybrid- und Elektrofahrzeuge) und verschiedene elektronische Anwendungen benötigt.

Politische Risiken

Risikoklasse



- Die hohe Konzentration in China stellt ein hohes Risiko strategischer Handelspolitik dar.
- Zunehmende Handelskonflikte erhöhen das Risiko erheblich.

* Die Seltenerdmetalle werden in diesem Steckbrief summarisch betrachtet.

SPEZIALMETALLE (INDIUM, GERMANIUM, GALLIUM, SELEN*)

Bedeutung für Bayern: Hoch
(Hohe Bedeutung in Hightech-Branchen)



Risikoklasse (3er-Skala)

Einsatzfelder:

notwendige Kleinmengen etwa für die Herstellung von
Radiofrequenz-Mikrochips, Flachbildschirmen, Leuchtdioden, Solarzellen oder Halbleitern
Polymerisationskatalysator in der
Polyethylenterephthalat (PET)-Herstellung (Germanium)

Vorräte und Verbrauch

Risikoklasse



2021 wurden insgesamt rund 4.800 Tonnen der Spezialmetalle gewonnen.

Die Vorräte an Spezialmetallen unterscheiden sich stark. Sie werden als Beimischungen anderer Rohstoffe (z. B. Bauxit, Blei, Kupfer, Zink) gewonnen. Die Konzentrationen sind oft sehr gering, sodass Knappheitssignale aus Preisen kaum Auswirkungen auf die Produktionsmengen haben.

Abbauländer und Konzentration

Risikoklasse



- Die gesamte Produktion konzentrierte sich bei Gallium, Germanium und Indium auf jeweils maximal zehn Länder, bei Selen auf unter 20 Länder.
- Bei Gallium, Germanium und Indium kommt China jeweils auf Anteile über 60 %. Selen wird zu 40 % in China, 21 % in Japan und je 6 % in Belgien, Deutschland und Russland raffiniert.

Preisentwicklung

Risikoklasse



Die Preise aller Spezialmetalle stiegen in den letzten Jahren. Mit Ausnahme von Gallium wiesen dabei jedoch alle eine unterdurchschnittliche Volatilität auf.

- Preise August 2020 (in US-Dollar/kg):
140 (In), 600 (Ge), 160 (Ga), 15 (Se)
- Preise August 2023 (in US-Dollar/kg):
279 (In), 906 (Ge), 256 (Ga), 28 (Se)
- Veränderung: +60 % bis +100 %

Substitutionsmöglichkeiten

Risikoklasse



Spezialmetalle können nach heutigem Kenntnisstand aufgrund ihrer meist sehr spezifischen Verwendung zum Großteil nicht substituiert werden.

Zukunftsrelevanz

Risikoklasse



Spezialmetalle werden für moderne und effiziente Leuchtmittel, für Solarzellen, in der Computer- und Elektrotechnik (Halbleiter) sowie für LCD-Displays verwendet.

Politische Risiken

Risikoklasse



- Die hohe Konzentration in China stellt ein großes Risiko strategischer Handelspolitik dar.
- Zunehmende Handelskonflikte erhöhen das Risiko erheblich.

* Die Spezialmetalle werden in diesem Steckbrief summarisch betrachtet; Selen ist aktuell in Risikoklasse 2.

Anhang – Gegenüberstellung kritischer Rohstoffe nach European Critical Raw Materials Act und Rohstoff-Risiko-Index

Publikation	Rohstoffe
Kritische Rohstoffe nach ECRMA	Aluminium/Bauxit/Aluminiumoxid*, Antimon, Arsen, Baryt, Beryllium, Bismut*, Bor*, Feldspat, Flussspat, Gallium*, Germanium*, Hafnium, Helium, Kobalt*, Kokskohle, Kupfer*, Leichte Seltene Erden**, Lithium*, Magnesium, Mangan*, Metalle der Platingruppe*, Natürlicher Grafit*, Nickel*, Niob, Phosphor, Phosphorit, Tantal, Titanmetall*, Scandium, Schwere Seltene Erden**, Siliciummetall*, Strontium, Vanadium, Wolfram*
Kritische Rohstoffe im Rohstoff-Risiko-Index	Aluminium, Fluorit, Chrom, Gallium, Germanium, Graphit, Indium, Lithium, Kalisalz, Kobalt, Kupfer, Magnesium, Mangan, Molybdän, Neodym, Nickel, Niob, Palladium, Phosphate, Platin, Rhodium, Scandium, Seltene Erden (insgesamt), Tantal, Titan, Wolfram, Yttrium, Zinn

* Gleichzeitig strategische Rohstoffe

** Dazu strategische Rohstoffe unter den schweren Seltenen Erden und den leichten Seltenen Erden: Neodym, Praseodym, Terbium, Dysprosium, Gadolinium, Samarium und Cer

Unterschiede in den Listen ergeben sich unter anderem aus unterschiedlichen methodischen Ansätzen. Bei der Ermittlung kritischer Rohstoffe für den ECRMA wird beispielsweise das Angebotsrisiko der Rohstoffe auch über die europäischen Handelsbeziehungen abgedeckt, während im Rohstoff-Risiko-Index das Angebotsrisiko über die Konzentration der Bergwerksproduktion ermittelt wird.

Quelle: <https://www.consilium.europa.eu/de/infographics/critical-raw-materials/>

Ansprechpartner/Impressum

Dr. Peter Pfleger

Abteilung Wirtschaftspolitik

Telefon 089-551 78-253
peter.pfleger@vbw-bayern.de

Impressum

Alle Angaben dieser Publikation beziehen sich grundsätzlich auf alle Geschlechter. Aus Gründen der besseren Lesbarkeit und ohne jede Diskriminierungsabsicht wurde an einigen Stellen auf eine Bezeichnung mit dem Genderstern * verzichtet.

Herausgeber

vbw
Vereinigung der Bayerischen
Wirtschaft e. V.

Max-Joseph-Straße 5
80333 München

www.vbw-bayern.de

© vbw Dezember 2023

Weiterer Beteiligter

Institut der deutschen Wirtschaft
Consult GmbH

Cornelius Bähr
Dr. Thorsten Lang
Iris Richter

0221 4981-758
baehr@iwkoeln.de
www.iwconsult.de