



THINKTANK
INDUSTRIELLE
RESSOURCEN-
STRATEGIEN

GEWINNUNG HEIMISCHER STRATEGISCHER ROHSTOFFE IM KRISENFALL

Autoren
Dr. J.A. Ölmez
Prof. Dr. C. Hilgers



Vorwort	04
Zusammenfassung aus den Interviews mit Ergänzungen	07
1 Einleitung	09
1.1 Kritische und strategische Rohstoffe	10
1.2 Verteidigungsrelevante Rohstoffe	11
1.3 Der Critical Raw Materials Act der EU	13
1.4 RESourceEU Aktionsplan	14
1.5 Kritische Rohstoffe für die Verteidigung	14
1.5.1 Die Verteidigungsindustrie	14
1.5.2 Beispiel Germanium	15
1.5.3 Beispiel Seltene Erden	15
1.5.4 Kritische & strategische Rohstoffe Kupfer, Nickel, Wolfram	16
1.6 Ziel der Studie	16
2 Verwendung von Kupfer, Nickel und Wolfram	18
3 Historische Entwicklung von Kupfer, Nickel und Wolfram in Deutschland	20
4 Bergbau und Anwendung von Kupfer, Nickel, Wolfram	22
4.1 Strategischer Rohstoff: Kupfer	22
4.1.1 Weltweiter Bergbau und strategische EU Projekte	22
4.1.2 Bergbau in Deutschland	23
4.1.3 Bestrebungen und Explorationen in Deutschland	24
4.1.4 Anwendung in der Rüstungsindustrie	25
4.2 Strategischer Rohstoff: Nickel	25
4.2.1 Weltweiter Bergbau und strategische EU Projekte	26
4.2.2 Bergbau in Deutschland	27
4.2.3 Bestrebungen und Explorationen in Deutschland	28
4.2.4 Anwendung in der Rüstungsindustrie	28
4.3 Strategischer Rohstoff: Wolfram	31
4.3.1 Weltweiter Bergbau und strategische EU Projekte	31
4.3.2 Bergbau in Deutschland	31
4.3.3 Bestrebungen und Explorationen in Deutschland	32
4.3.4 Anwendung in der Rüstungsindustrie	32

5	Experteninterviews	33
5.1	Zusammenfassung und Problemstellung der Interviews	33
5.2	Kernaspekte, die aus den Interviews hervorgegangen sind	33
5.3	Fragen und Antworten zu den Interviews	36
5.3.1	Aktuelle Versorgungssicherheit, Know-How und Zeitspannen	36
5.3.2	Lieferketten und Lagerhaltung	49
5.3.3	Herausforderungen, Chancen und Risiken	55
5.3.4	Politische Maßnahmen	61
5.3.5	Feedback zur Kritikalität	65
6	Zusammenfassung der Interviews	67
7	Handlungsoptionen für eine strategische Stärkung der deutschen und europäischen Rohstoffsicherheit	69
8	Referenzen	72

Vorwort

Resilienz ist längst kein abstrakter Begriff mehr, sondern eine zentrale Voraussetzung für die Handlungsfähigkeit moderner Volkswirtschaften. Die vergangenen Jahre und die aktuelle Situation haben gezeigt, wie verletzlich globale Lieferketten sind – und wie schnell geopolitische Spannungen, Naturkatastrophen oder Marktverwerfungen die Versorgung mit kritischen und strategischen Rohstoffen beeinträchtigen können. Für eine hochindustrialisierte Region wie Deutschland und Europa bedeutet dies: Versorgungssicherheit wird zur strategischen Aufgabe.

Heimische Rohstoffe und regionale Wertschöpfungsketten spielen dabei eine Schlüsselrolle. Sie ersetzen internationale Partnerschaften nicht – aber sie reduzieren Abhängigkeiten, schaffen Redundanzen und erhöhen die Reaktionsfähigkeit im Krisenfall. Resilienz entsteht dort, wo Diversifizierung, technologische Innovation und regionale Ressourcenbasis zusammenwirken.

Diese Publikation zeigt, wie heimische strategische Rohstoffe im Krisenfall zur Stabilisierung beitragen können – und welche politischen, technologischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen notwendig sind, um dieses Potenzial zu heben. Aber selbst unter der Annahme, dass umweltrechtliche Auflagen drastisch reduziert würden, bliebe die Erschließung und Nutzung heimischer strategischer Rohstoffe ein langwieriger Prozess. Geologische Erkundung, Genehmigungsverfahren, Infrastrukturaufbau, Investitionsentscheidungen und gesellschaftliche Akzeptanz benötigen Jahre bis Jahrzehnte. Die Vorstellung, dass heimische Rohstoffe kurzfristig Versorgungslücken schließen könnten, ist daher unrealistisch. Ihre strategische Bedeutung liegt vielmehr in der mittel- bis langfristigen Resilienzbildung, nicht in der akuten Krisenbewältigung.

Für Politik und Industrie bedeutet das: Resilienz entsteht nicht durch schnelle Eingriffe, sondern durch vorausschauende Planung, frühzeitige Investitionen und verlässliche regulatorische Rahmenbedingungen, die über Legislaturperioden hinaus Bestand haben. Heimische Rohstoffe können ein wichtiger Baustein sein – aber nur, wenn heute Entscheidungen getroffen werden, deren Wirkung erst in den 2030er- und 2040er Jahren sichtbar wird.

Unser Ziel ist es, einen Beitrag zu einer sachlichen, lösungsorientierten Debatte zu leisten. Denn die Sicherung strategischer Rohstoffe ist nicht nur eine Frage der Wettbewerbsfähigkeit, sondern auch der gesellschaftlichen Resilienz und unserer Zukunftsfähigkeit.



Dr. Christian Kühne

Geschäftsführer

THINKTANK Industrielle Ressourcenstrategien

Vorwort

Die Leistungsfähigkeit der industriellen Wertschöpfung in Deutschland hängt in besonderem Maße von verlässlichen und international wettbewerbsfähigen Rahmenbedingungen ab. Für die Unternehmen der chemisch-pharmazeutischen Industrie sowie die eng vernetzten industriellen Abnehmerbranchen ist der Zugang zu Rohstoffen dabei ein zentraler Standortfaktor – nicht nur im Hinblick auf Verfügbarkeit, sondern ebenso auf Kosten, Planbarkeit und regulatorische Stabilität.

In den vergangenen Jahren hat sich dabei besonders deutlich gezeigt, dass die Versorgung mit kritischen und strategischen Rohstoffen zunehmend zu einem sicherheitsrelevanten Faktor geworden ist. Abhängigkeiten von einzelnen Förderländern, konzentrierten Lieferketten und teils hochvolatilen Märkten führen dazu, dass Versorgungssicherheit nicht mehr als gegeben vorausgesetzt werden kann. Für die chemisch-pharmazeutische Industrie als Grundstoff- und Vorleistungsindustrie hat diese Entwicklung unmittelbare Auswirkungen auf Produktionssicherheit, Investitionsentscheidungen und Innovationsfähigkeit.

Die vorliegende Studie „Gewinnung heimischer strategischer Rohstoffe im Krisenfall“ beleuchtet ein Themenfeld, das für die industrielle Praxis weit über die Rohstoffgewinnung im engeren Sinne hinausreicht. Für die chemische Industrie steht dabei insbesondere die gesamte vorgelagerte und nachgelagerte Wertschöpfungskette im Fokus: von Grundstoffen über Zwischenprodukte bis hin zu hochspezialisierten Materialien für Energie-, Mobilitäts-, Gesundheits-, Bau- und Zukunftstechnologien. Die Stabilität dieser Ketten hängt entscheidend von der Verfügbarkeit kritischer Rohstoffe wie Metallen, Industriemineralen und funktionalen Materialien ab.

Gerade für einen Industriestandort wie Baden-Württemberg, der stark von hochvernetzten Produktionsprozessen und exportorientierten Industrien geprägt ist, sind stabile industrielle Vorleistungen essenziell. Rohstoffe und Vorprodukte bilden die Grundlage für industrielle Resilienz, Innovationsprozesse und die internationale Wettbewerbsfähigkeit unserer Unternehmen. Störungen in der Rohstoffversorgung wirken sich dabei nicht nur punktuell, sondern systemisch auf ganze Wertschöpfungsnetzwerke aus.

Die Studie unterstreicht zudem die Bedeutung technologischer und industrieller Kompetenz entlang der gesamten Verarbeitungskette – von der Rohstoffgewinnung über die chemische und metallurgische Weiterverarbeitung bis hin zu Recycling- und Kreislaufprozessen. Insbesondere im Bereich kritischer Rohstoffe wird deutlich, dass Substitutionsmöglichkeiten häufig begrenzt sind und technologische Alternativen Zeit sowie erhebliche Investitionen erfordern.

Aus Sicht der von uns vertretenen Industriebranchen kommt der strategischen Sicherung kritischer Rohstoffe daher eine zentrale Bedeutung zu. Versorgungssicherheit entsteht nicht kurzfristig, sondern durch Diversifizierung von Bezugsquellen, den Aufbau robuster internationaler Partnerschaften, eine Stärkung europäischer Kapazitäten sowie durch die gezielte Entwicklung heimischer und sekundärer Rohstoffquellen. Ebenso entscheidend ist eine industriepolitische Rahmensetzung, die Investitionen in resiliente Lieferketten ermöglicht und nicht behindert.

Darüber hinaus gewinnt die industrielle Transformation – insbesondere im Bereich der Chemieproduktion, Energieeffizienz und Kreislaufwirtschaft – weiter an Bedeutung. Recycling und Materialeffizienz können einen wichtigen Beitrag zur Verringerung von Importabhängigkeiten leisten, ersetzen jedoch nicht vollständig die Notwendigkeit gesicherter Primärrohstoffzugänge. Die Branche investiert bereits heute erheblich in Prozessinnovationen, Digitalisierung und CO₂-arme Produktionsverfahren, die eng mit der Verfügbarkeit spezialisierter Rohstoffe verbunden sind.

Die Studie liefert damit wertvolle Impulse für eine industriepolitische Diskussion, die Versorgungssicherheit und Rohstoffkritikalität als strategische Grundlage industrieller Zukunftsfähigkeit begreift. Sie macht deutlich, dass Rohstoffpolitik integraler Bestandteil von Industrie-, Sicherheits- und Innovationspolitik ist.

Unser Dank gilt den Autoren Dr. Jasemin A. Ölmez und Prof. Dr. Christoph Hilgers für die wissenschaftlich fundierte und praxisnahe Analyse dieses komplexen Themenfeldes. Die Ergebnisse bieten eine wichtige Grundlage für den weiteren Dialog zwischen Industrie, Wissenschaft und Politik.



André Olveira-Lenz

Hauptgeschäftsführer
Verband der Chemischen Industrie e.V.,
Landesverband Baden-Württemberg

Zusammenfassung aus den Interviews mit Ergänzungen

Die Verteidigungsfähigkeit erfordert eine hohe Resilienz in der Versorgung mit Rohstoffen und Energie. Der Zugang zu strategischen und rüstungsrelevanten Rohstoffen innerhalb der NATO, darunter auch Kupfer, Nickel und Wolfram, muss langfristig gewährleistet werden. Ein krisenfester Zugang zu Rohstoffen bedingt Zugang zu Lagerstätten, zu Verhüttung und Raffination, robuste und diversifizierte Lieferketten mit verlässlichen Handelspartnern und strategische Lagerhaltung, ähnlich wie in Deutschland für Erdöl und Erdgas.

Eine nationale und umsetzbare Rohstoffstrategie für den metallischen Bergbau mit klaren Rahmenbedingungen ist nicht vorhanden, der Critical Raw Materials Act der EU ist ein erster Schritt. Die NATO definiert mit ihrer Liste verteidigungskritischer Rohstoffe militärische Prioritäten. Allerdings steht der tatsächliche Zugang zu Rohstoffen noch aus. Unberücksichtigt bleibt der Zugang zu Rohstoffen wie Erdöl, Erdgas und Kohle, die auch in Krisenzeiten noch essentiell für die Energieversorgung, aber auch als Grundstoff für Produkte der chemischen Industrie oder für die Stahlproduktion sind.

Industrieminerale haben ebenfalls eine strategische Bedeutung, denn sie bilden Basisstoffe für industrielle Prozesse und tragen gemeinsam mit dem Maschinen- und Anlagenbau dazu bei, dass ein Teil des bergbautechnischen Wissens noch in Deutschland vorhanden ist. Allerdings werden Industrieminerale in der sicherheitspolitischen Rohstoffdebatte unzureichend berücksichtigt.

Zeit ist ein entscheidender Faktor. Für die Versorgungssicherheit werden Rohstofflager, Abnahmevereinbarungen, Explorationsaktivitäten zu strategischen Rohstoffen, Schutz von Energie- und kritischer Infrastruktur, Zugang zu geologischen Daten sowie spezialisierte Fachkräfte benötigt. Nur so können Kapazitäten aufgebaut und konkrete Maßnahmen wirksam umgesetzt werden.

Geologische Erkundung und Exploration zur Erweiterung des nationalen Untergrundverständnisses sowie die Realisierung von nationalen und internationalen Bergbauprojekten benötigen lange Planungs- und Entwicklungszeiträume von vielen Jahren bis Jahrzehnten. Eine große, national und international operierende Bergbaugesellschaft für Metalle ist in Deutschland jedoch nicht mehr vorhanden. Risikokapital für Erkundung und Exploration in Deutschland kommt aus dem Ausland und kennzeichnet Schwächen des hiesigen Kapitalmarkts.

Deutschland verfügt über relevante metallurgische Kapazitäten und technisches Wissen, die für eine resiliente Rohstoffversorgung strategisch notwendig sind. Bestehende metallurgische Kapazitäten in Deutschland werden jedoch zunehmend abgebaut oder ins Ausland verlagert.

Ein grundlegendes Verständnis in der Gesellschaft zu Rohstoffgewinnung, -verarbeitung und damit zusammenhängende geopolitische Abhängigkeiten fehlt in vielen Bereichen.

Für eine resiliente Rohstoffversorgung sind sowohl der Aufbau einer Wissensstruktur durch Bildung und Öffentlichkeitsarbeit als auch eine Verbesserung der Rahmenbedingungen für national und international operierende Unternehmen in Exploration, Bergbau, Metallurgie und Verarbeitung (einschließlich Lagerhaltung) notwendig. Es mangelt an Unternehmen, die Bergbau im In- und Ausland aktiv betreiben sowie an Akteuren, die die metallurgische Separation und Kreislaufführung unter wirtschaftlichen Rahmenbedingungen sicherstellen können.

Handlungsoptionen sind:

- Aufbau eines europäischen, dezentral organisierten strategischen Lagersystems
- Nationale Ressourcenpotenziale ermitteln und Datenzugang verbessern
- Sicherung und Ausbau des bergbaulichen und metallurgischen Know-Hows
- Planbarkeit und Investitionen stärken etwa durch die Anpassung des deutschen Risikokapitalmarktes an bergbauaffine Länder wie Großbritannien, USA, Kanada, Australien
- Beschleunigung und Modernisierung regulatorischer Rahmenbedingungen
- Diversifizierung internationaler Rohstoffpartnerschaften und Ausbau des Recyclings
- Entwicklung eines großen Bergbauunternehmens für Metalle

Ein Handeln erst im Verteidigungsfall wäre potenziell sicherheitsgefährdend, da kritische Kapazitäten im Krisenfall nicht mehr rechtzeitig bereitgestellt werden könnten.

Danksagung

Die Autoren bedanken sich bei den Expertinnen und Experten aus Wirtschaft, Behörden und Forschung für die fachlichen Beiträge durch die Teilnahme an den Interviews und Diskussionen.

1 Einleitung

Rohstoffe sind nicht nur für die Wettbewerbsfähigkeit der EU von entscheidender Bedeutung, sondern auch für eine souveräne Handlungsfähigkeit der Mitgliedstaaten in Krisensituationen (BMWK, 2019). Heute ist die EU nach wie vor vom Import einzelner Rohstoffe oder Vorprodukten aus wenigen Lieferländern abhängig. Die EU berichtet, dass 100 % der in Dauermagneten verbauten Seltenerdelemente aus China, 98 % des in der EU verwendeten Borats aus der Türkei, 97 % des verwendeten Magnesiums aus China und 63 % des für Batterien verwendeten Kobalts aus dem Kongo stammten (Europäische Kommission, 2023, 2025c).

Geopolitische Spannungen, Exportbeschränkungen für kritische und strategische Rohstoffe, gestörte Lieferketten aufgrund von Pandemien, blockierte Handelsrouten und eine zunehmend multipolare Weltordnung rücken den Fokus der Versorgung besonders mit kritischen und strategischen Rohstoffen vermehrt in Richtung sicherheitspolitischer Aspekte. Die Verfügbarkeit von Rohstoffen, von technischem Wissen und Maschinen, sowie die notwendige Infrastruktur und der resiliente Zugang zur Energieversorgung entscheiden über die strategische Handlungsfähigkeit in Krisenfällen. Krisenfälle können Naturkatastrophen, Epidemien, Pandemien und auch der Verteidigungsfall sein.

Die unmittelbaren Folgen durch gesperrte Handelsrouten zeigen sich seit März 2026 in der Straße von Hormus. Nicht nur der Export von Erdöl und LNG-Lieferungen, die je mehr als 20 % des globalen Verbrauchs ausmachen (CRS, 2025), ist blockiert. Damit einhergehend kam auch der Export von Düngemitteln, Metallen, Helium, Schwefel und anderen chemischen Grundstoffen zum Erliegen. Etwa 40 % des globalen Handelsvolumens von Helium (rund 52 Mio. m³) wurden 2025 aus Katar exportiert, die Produktion ist nach einer Drohnenattacke im März 2026 eingestellt (DERA, 2026d). Im selben Jahr deckte die Golfregion etwas über 50 % der globalen Schwefelexporte, benötigt für v.a. die Herstellung von Schwefelsäure für die Düngemittelproduktion, die chemische Industrie u.v.m. (DERA, 2026c). Schwefel wird als Beiprodukt von Erdgas und Erdöl gewonnen. Aufgrund der geringen Energiekosten findet auch die Verhüttung und Raffination von importierten Erzen zunehmend in den Golfstaaten statt. Entsprechend fehlen auch exportierte Metalle wie Aluminium. Die EU importierte 2025 etwa 18 % (1,17 Mt) Primäraluminium (HS-Code 7601) aus den Golfregionen (DERA, 2026a).

1.1 Kritische und strategische Rohstoffe

Die EU hat 2023 die Liste der kritischen Rohstoffe aktualisiert und zusätzlich die Kategorie der strategischen Rohstoffe eingeführt. Die derzeit 34 kritischen Rohstoffe sind bedeutend für die Wirtschaft der EU. Sie weisen hohe Marktkonzentrationen der Bezugsquelle, das Fehlen von geeigneten Ersatzstoffen und ein erhöhtes Risiko für Versorgungsunterbrechungen auf [Europäischer Rat/Rat der Europäischen Union, 2026]. Von den 34 kritischen Rohstoffen werden 17 Rohstoffe (teilweise mit Zusatz einer speziellen Qualität wie etwa Batteriequalität) als strategisch eingestuft (Tab. 1). Strategische Rohstoffe sind jene, die eine besondere Bedeutung für den digitalen und grünen Wandel, Verteidigungs-, Luft- und Raumfahrtanwendungen haben [Europäische Union, 2024]. Die strategische Bedeutung wird anhand von Kriterien wie etwa die Menge von kritischen Rohstoffen in strategischen Technologien oder die erwartete weltweite Nachfrage von strategischen Technologien bewertet [Europäische Union, 2024]. Die genaue Methodik zur Auswahl von strategischen Rohstoffen ist in der „Verordnung [EU] 2024/1252 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 11. April 2024“ Annex 1, Abschnitt 2 beschrieben [Critical Raw Materials Act] [Europäische Union, 2024].

Die USA haben ihre Liste der kritischen Rohstoffe Ende 2025 auf 60 aktualisiert [USGS, 2025a] [Tab. 1]. Der USGS hat für die aktualisierte Liste die Methodik zur Quantifizierung der Risiken, der potenziellen Lieferkettenunterbrechungen der US-Wirtschaft und auch der nationalen Sicherheit angepasst [Nassar et al., 2025].

Tab. 1: Liste der 34 kritischen und 17 strategischen Rohstoffe der EU (Stand CRMA 2024) und 60 kritische Rohstoffe der USA (Stand 2025) (Daten aus Europäische Union, 2024; USGS, 2025a).

Kritische Rohstoffe EU	Strategische Rohstoffe EU	Kritische Rohstoffe USA
Antimon; Arsen; Bauxit/ Aluminiumoxid/Aluminium; Baryt; Beryllium; Bismut; Bor; Kobalt; Kokskohle; Kupfer; Feldspat; Flussspat; Gallium; Germanium; Hafnium; Helium; schwere Seltene Erden; leichte Seltene Erden; Lithium; Magnesium; Mangan; Grafit; Nickel – Batteriequalität; Niob; Phosphatgestein; Phosphor; Metalle der Platingruppe; Scandium; Siliziummetall; Strontium; Tantal; Titanmetall; Wolfram; Vanadium	Bauxit/Aluminiumoxid/ Aluminium; Bismut; Bor – metallurgische Qualität; Kobalt; Kupfer; Gallium; Germanium; Lithium – Batteriequalität; Magnesiummetall; Mangan – Batteriequalität; Grafit – Batteriequalität; Nickel – Batteriequalität; Metalle der Platingruppe; Seltenerdmetalle für Dauermagnete (Nd, Pr, Tb, Dy, Gd, Sm, Ce); Siliziummetall; Titanmetall; Wolfram	Aluminium; Antimon; Arsen; Baryt; Beryllium; Bismut; Bor; Caesium; Chromium; Kobalt; Kupfer; Flussspat; Gallium; Germanium; Grafit; Hafnium; Indium; Iridium; Blei; Lithium; Magnesium; Mangan; Kokskohle; Nickel; Niob; Palladium; Phosphat, Platin, Pottasche; Rhenium; Rhodium; Rubidium; Ruthenium; Seltene Erden (Ce, Dy, Er, Eu, Gd, Ho, La, Lu, Nd, Pr, Sc, Sm, Tb, Tm, Y, Yb); Silizium; Silber, Tantal; Tellur; Zinn; Titan; Wolfram; Uran; Vanadium; Zink, Zirkonium

1.2 Verteidigungsrelevante Rohstoffe

Verteidigungsrelevante Rohstoffe sind nicht notwendigerweise auch kritische oder strategische Rohstoffe der EU. Die NATO veröffentlichte ihre verteidigungskritischen Rohstoffe in einer Risikomatrix (Girardi et al., 2023; NATO, 2024). Rohstoffe wie Aluminium und Graphit unterliegen dabei einem sehr hohen Risiko, Chrom, Kobalt und Kupfer einem hohen Risiko, Barium und Lithium einem mittleren Risiko, während z.B. Gold, Hafnium und Selen einem niedrigen Risiko unterliegen (siehe Tab. 2) (NATO, 2024). Rohstoffe wie z.B. Silber werden im CRMA der EU weder kritisch noch strategisch, für die NATO aber als verteidigungskritisch (Erwähnung in der Risikomatrix für Verteidigungsrüstung) eingestuft und zählen auch in der Liste der kritischen Rohstoffe der USA als kritischer Rohstoff (USGS, 2025a).

Auch weitere Rohstoffe können für die Verteidigung relevant sein. Zur Herstellung von Nitrozellulose (Schießbaumwolle) werden importierte Baumwoll-Linters verwendet (Nitrochemie Wimmis AG, 2026). Die genauen Importländer sind nicht einfach darstellbar, denn Nitrozellulose oder Baumwoll-Linters können unter verschiedenen HS Codes gelistet sein. Nitrozellulose wird u.a. im HS Code 391220 geführt, die EU hat im Jahr 2024 „Zellulosenitrate (einschließlich Kollodium) in Primärformen“ aus Thailand, China, Brasilien, Indien und anderen Ländern importiert (WITS, 2026a). Baumwoll-Linters HS Code 14042000 importierte die EU 2024 vor allem aus der Türkei 245.862 kg, Turkmenistan 116.668 kg, den USA 98.684 kg, sowie anderen Ländern (gesamt 578.427 kg) (WITS, 2026b).

Baumwoll-Linters oder Nitrozellulose sind weder von der EU noch in der NATO Liste als kritisch eingestuft. Eine nationale Sicherheitsstrategie sollte jedoch auch den Zugang zu solchen Rohstoffen sichern (vgl. Alviz, 2025). Um potentielle Engpässe beim Zugang zu Treibladungspulver zu reduzieren, haben die Rheinmetall AG und das rumänische Unternehmen Pirochim Victoria (Tochtergesellschaft von Romarm) das Gemeinschaftsunternehmen Rheinmetall Victoria SA zur Herstellung von Treibladungspulver und von modularen Treibladungen gegründet (Rheinmetall AG, 2025b). Die Joint-Venture-Vereinbarung wurde am 03.11.2025 unterzeichnet, das Produktionswerk soll in Victoria, Rumänien, errichtet werden und die Produktion 2028 starten (Rheinmetall AG, 2025b). Vorprodukte wie z.B. Nitrozellulose sollen lokal hergestellt werden. Geplant sind eine jährliche Produktionskapazität von etwa 300.000 modularen Treibladungen und 200 t Treibladungspulver für den lokalen Bedarf. Für das geplante Pulverwerk betragen die Gesamtinvestitionen mehr als 500 Mio. € (Rheinmetall AG, 2025b).

Tab. 2: Liste der beispielhaft in Verteidigungsrüstung enthaltener Rohstoffe. Kursiv – kritische Rohstoffe nach CRMA, kursiv fett – strategische Rohstoffe nach CRMA vgl. Tab. 1, *besondere Qualität wie etwa Batteriequalität. Rot: sehr hohes Risiko, orange: hohes Risiko, gelb: medium, grün: geringes Risiko; grau: nicht eingestuft entsprechend der Risikomatrix der NATO. Rosa hinterlegt: Liste der 12 verteidigungskritischen Rohstoffe der NATO, hellblaue Elemente sind nicht in der NATO Abbildung enthalten aber für Drohnen benötigt. (Informationen zusammengetragen aus Europäische Union, 2024; NATO, 2024; SFA Oxford, 2026).

	Kampf- flugzeug	Kampf- panzer	Rakete	U-Boot	Korvette	Artillerie	Munition	Torpedo	Sturmge- wehr	Ergän- zend: Drohnen
Ag	gelb			gelb				gelb		
Au	grün				grün					
<i>Al</i>	rot	rot	rot	rot	rot	rot	rot	rot		hellblau
<i>Ba</i>	gelb			gelb	gelb					
<i>Be</i>	orange	orange				orange	orange			hellblau
<i>Borate</i>	gelb	gelb	gelb							
Cd	gelb	gelb				gelb	gelb			
<i>Co</i>	orange		orange	orange	orange					
Cr	orange	orange				orange		orange		
<i>Cu</i>	orange	orange	orange		orange	orange	orange			hellblau
<i>Dy</i>	orange		orange							hellblau
Fe/Stahl	orange	orange	orange	orange	orange	orange			orange	hellblau
<i>Ga</i>	gelb	gelb								
<i>Ge</i>	orange	orange				orange	orange			hellblau
<i>Grafit*</i>	rot	rot		rot	rot	rot	rot			
<i>Hf</i>	grün	grün		grün						hellblau
In	gelb	gelb				gelb	gelb			hellblau
<i>La</i>	orange									
<i>Li*</i>	gelb		gelb		gelb			gelb		
<i>Mn*</i>	gelb	gelb		gelb	gelb	gelb		gelb		
<i>Mg</i>										hellblau
Mo	gelb	gelb	gelb		gelb	gelb				
<i>Nb</i>	gelb		gelb	gelb						hellblau
<i>Nd</i>	orange	orange	orange			orange	orange			hellblau
<i>Ni*</i>	orange	orange	orange		orange	orange				hellblau
Pb	gelb		gelb	gelb	gelb			gelb		
<i>Pr</i>	orange		orange							hellblau
<i>Pt</i>	orange			orange						
<i>Sc</i>										hellblau
Se	grün	gelb								
<i>Si</i>			orange							
<i>Sm</i>	orange		orange	orange	orange					
Sn	gelb									
<i>Ta</i>	orange	orange	orange			orange	orange			hellblau
<i>Tb</i>	orange									
Te	orange	orange				orange	orange			
Th	gelb	gelb								
<i>Ti</i>	orange	orange	orange	orange	orange		orange			hellblau
V	orange	orange		orange		orange			orange	
<i>W</i>	orange	orange	orange	orange	orange					
Y	orange	orange				orange	orange			
Zn	gelb	gelb								
Zr	gelb		gelb					gelb		

1.3 Der Critical Raw Materials Act der EU

Um die EU souveräner in der Beschaffung von strategischen Rohstoffen aufzustellen und die Kreislaufwirtschaft zu verstärken, trat am 23. Mai 2024 das Gesetz zu kritischen Rohstoffen „Critical Raw Materials Act“ (CRMA, Verordnung (EU) 2024/1252) in Kraft (Europäische Union, 2024). Die nationale Umsetzung des CRMA sieht vor, dass jeder Mitgliedstaat bis 24.05.2025 ein nationales Programm für die „allgemeine Exploration kritischer Rohstoffe und Trägerminerale kritischer Rohstoffe“ erstellt (CRMA, Art. 19 Abs. 1 in Europäische Union, 2024). Das Explorationsprogramm soll mindestens alle fünf Jahre überprüft und gegebenenfalls aktualisiert werden (Europäische Union, 2024). Im CRMA sind Richtwerte für strategische Rohstoffe für 2030 genannt:

- > mindestens 10 % des jährlichen strategischen Rohstoffverbrauchs soll innerhalb der EU-Mitgliedsstaaten im Bergbau gewonnen werden,
- > 40 % innerhalb der EU verarbeitet,
- > 25 % innerhalb der EU recycelt und höchstens
- > 65 % eines solchen Rohstoffs in jeglicher Verarbeitungsstufe aus einem einzigen Drittland stammen (Europäische Union, 2024).

Weitere Informationen zum CRMA sind zudem in der ThinkTank Broschüre von Franßen et al. (2024) beschrieben.

Die Richtwerte des CRMA sollen dazu beitragen, die Lieferketten zu diversifizieren und die Versorgungssicherheit zu erhöhen. Zur Umsetzung sind aktuell 47 strategische Projekte innerhalb der EU Staaten und 13 in Drittländern (z.B. Ukraine, Brasilien) gelistet (Europäische Kommission, 2025a, 2025b). In Deutschland wurden drei Projekte genehmigt: Zur Verarbeitung von Lithium in Batteriequalität (Lithium Hydroxide Converter Guben, geschätzter Produktionsstart 2027), der Gewinnung von Lithium in Batteriequalität aus Thermalwasser (Zero Carbon Lithium, geschätzter Produktionsstart 2027) und der Substitution von Grafit in Batteriequalität (ProHiPerSi) mit geschätztem Produktionsstart in 2029 (Europäische Kommission, 2025a). Zusätzlich wird Deutschland als Partner (Deutschland, Frankreich, Namibia) des internationalen Projekts „European Initiative for Strategic and Sustainable Graphite Production“ gelistet, um die im Rahmen des Projektes hergestellten Batterien zu testen (Europäische Kommission, 2025a). Die Liste der strategischen Rohstoffe ist zwar bedeutend für die Rüstungsindustrie und die Verteidigung, der CRMA ist aber nicht auf Krisenfälle ausgelegt.

1.4 RESourceEU Aktionsplan

Um den geopolitischen Spannungen entgegenzuwirken und Abhängigkeiten zu reduzieren, hat die Europäische Kommission am 03.12.2025 aufbauend auf den CRMA den RESourceEU Aktionsplan vorgestellt (Europäische Kommission, 2025c). Der Aktionsplan sieht vor, das Angebot an Rohstoffen durch Finanzierungs-, Marktüberwachungs- und Risikominderungsinstrumente zu diversifizieren und Prozesse zu beschleunigen.

1.5 Kritische Rohstoffe für die Verteidigung

1.5.1 Die Verteidigungsindustrie

Die Umsätze der global 100 größten Unternehmen im Bereich Rüstungs- und Wehrdienstunternehmen erreichten im Jahr 2024 Höchststände (679 Mrd. US\$). Die zehn umsatzstärksten Unternehmen in 2024 befinden sich in den USA, UK, Russland und China und machen zusammen etwa 327 Mrd. US\$ aus: Lockheed Martin (USA, 64,65 Mrd. US\$), RTX (Raytheon Technologies, USA, 43,60 Mrd. US\$), Northrop Grumman (USA, 37,85 Mrd. US\$), BAE Systems (Vereinigtes Königreich, 33,79 Mrd. US\$), General Dynamics (USA, 33,63 Mrd. US\$), Boeing (USA, 30,55 Mrd. US\$), Rostec (Russland, 27,12 Mrd. US\$), AVIC (Aviation Industry Corporation of China, 20,32 Mrd. US\$), CETC (China Electronics Technology Group, China, 18,92 Mrd. US\$), L3Harris Technologies (USA, 16,21 Mrd. US\$) (Weinzierl, 2025).

In Deutschland besteht die Rüstungsindustrie aus vielfältigen Akteuren wie Rheinmetall (z.B. Landfahrzeuge, Waffen, Munition), Airbus Defence & Space (z.B. Militärflugzeuge, Satelliten, Raumfahrt), Diehl Defence (z.B. Lenkflugkörper, Munition), Hensoldt AG (z.B. Sensorik, Elektronik, Radar), Krauss-Maffei Wegmann (z.B. Panzer, Artilleriesysteme), MBDA Deutschland (z.B. Raketen- und Flugabwehrsysteme), MTU Aero Engines (z.B. militärische Triebwerke), Atlas Elektronik (Marineelektronik, Sonarsysteme), KNDS (z.B. Panzer und Artillerie), Thyssenkrupp Marine Systems (z.B. U-Boote, Marineschiffe), Heckler & Koch (z.B. Handfeuerwaffen), Renk Group (z.B. Getriebe für Panzer und Marine) und weitere.

Europas größter Hersteller für Munition und wichtigstes Unternehmen im Bereich Rüstung und Wehrtechnik ist die Rheinmetall AG. Die Rheinmetall AG ist zentraler Akteur für die Herstellung von Panzern, Aufklärung, Flugabwehr u.v.a.m.. Seit 2022 werden die Unternehmenskapazitäten ausgebaut, der Konzernumsatz lag 2024 bei 9,8 Mrd. €. Geplant sind für 2030 Umsätze von bis zu 50 Mrd. € (Süddeutsche Zeitung, 2025). Rheinmetall plant ab 2027 insgesamt ca. 1,5 Millionen Schuss Artilleriegranaten jährlich herzustellen. Ende August 2025 wurde ein neues Werk im niedersächsischen Unterlüß eröffnet, welches das größte Munitionswerk in Europa werden soll (Süddeutsche Zeitung, 2025).

Die Rüstungsindustrie ist auf Rohstofflieferketten angewiesen, die in Friedenszeiten und Krisen resilient bleiben. Ein kritischer Rohstoff ist der zum Bau eines Produkts fehlende Rohstoff, der nicht notwendigerweise der Definition für kritische und strategische Rohstoffe der EU folgen muss.

Das US-Energieministerium kündigte im August 2025 Investitionsinitiativen von rund 1 Mrd. US\$ an, um die heimische Lieferkette für kritische Rohstoffe voranzutreiben (U.S. Department of Energy, 2025). Darunter die Finanzierung von Raffination und Legierung ausgewählter kritischer Materialien/Rohstoffe wie beispielsweise Halbleiter, Germanium und für die Finanzierung von Anlagen zur Herstellung mineralischer Nebenprodukte (U.S. Department of Energy, 2025; USGS, 2026). Zudem kündigte die Defence of Logistics Agency DLA des Pentagons im Oktober 2025 an, die US-Lagerhaltung kritischer Rohstoffe um den Kauf von Kobalt, Antimon, Tantal und Scandium im Wert von 1 Mrd. US\$ aufzustocken (Hidayat, 2025).

1.5.2 Beispiel Germanium

Germanium ist laut der EU Liste ein strategischer Rohstoff. Es wird für Nachtsichtgeräte und Infrarotsysteme benötigt. Für Germanium dominiert China die Raffinadeproduktion (Fasse & Tyborski, 2025). Im Jahr 2022 fanden 94 % der globalen Germaniumraffinade in China statt, 4 % in Russland und jeweils 1 % in Japan und den USA, allerdings sind die Daten zur globalen Germaniumraffinade limitiert, da nicht alle Länder ihre Produktion veröffentlichen (Europäische Kommission, 2024; USGS, 2026). China hat den Export von Germaniummetall in die USA 2024 gestoppt. Die Gesamtmenge an exportiertem Germaniummetall ist in 2025 auf 7.520 kg gesunken (2024 18.787 kg), davon Russland (28 %), Belgien (26 %), Deutschland (26 %) und Japan (18 %) (USGS, 2026).

1.5.3 Beispiel Seltene Erden

Seltene Erden wie Dysprosium, Terbium, Samarium, Gadolinium und Yttrium werden für die Halbleiterindustrie und Elektromotoren benötigt und auch für die Verteidigungsindustrie (Fasse & Tyborski, 2025). In einem Kampfflugzeug vom Typ F-35, wie für die Verteidigung der USA gebaut, sind etwa 420 kg Seltene Erden (*Nd*¹, *Pr*, *Sm*, *Dy*, *Tb*, *Eu*, *Y*) für Lenkflugkörper, Laser und dem Antriebsmotor verbaut (Cohen, 2021; Venditti, 2025). In einem Schiff der Arleigh Burke Klasse (DDG-51) sind etwa 2600 kg (wichtigste Seltene Erden sind *Nd*, *Pr*, *Sm*, *Dy*, *Tb*, *La*, *Gd*, *Y*) für das Radar System, das Raketenlenksystem, dem Antrieb und dem Antriebsmotor verbaut (Venditti, 2025). In einem Jagd-U-Boot der Virginia Klasse sind etwa 4600 kg (*Nd*, *Pr*, *Sm*, *Dy*, *Tb*, *La*, *Gd*, *Y*) verbaut, für das Radarsystem, den Antriebsmotor und den Tomahawk Marschflugkörper (präzisionsgelenkter US-amerikanischer Marschflugkörper) (Venditti, 2025).

¹ Kursiv dargestellt sind Seltenerdmetalle, die laut CRMA strategisch für Dauermagnete sind.

Das Office of Manufacturing and Energy Supply Chains beabsichtigt mit Investitionen über NOFO (Notice of Funding Opportunity, Bekanntmachung von Fördermöglichkeiten) von bis zu 135 Mio. US\$ die heimischen Lieferketten für Seltenerdelemente zu verbessern (U.S. Department of Energy, 2025). Ziel ist es, die Abhängigkeit der USA von ausländischen Quellen für Seltenen Erden zu verringern, beispielsweise durch heimische Raffination und Rückgewinnung von Seltenen Erden aus Bergbauabfällen (U.S. Department of Energy, 2025).

Mit der US-Förderung von 111,9 Mio. US\$ hat die Vacuumschmelze GmbH Ende 2025 eine Produktionsanlage (eVAC Magnetics LLC) für SEE-Magneten in South Carolina fertiggestellt (Mwaniki, 2026; Vacuumschmelze GmbH & Co. KG, 2025). Das US Department of Defense (DoD) kaufte zudem 2025 einen Anteil von 400 Mio. US\$ von MP Materials, dem einzigen Produzenten von SEE vom Bergbau und der Verarbeitung bis hin zur Herstellung von Magneten in den USA (MP Materials, 2025). Zudem gab das DoD eine Abnahmegarantie von 100 % über 10 Jahre mit einem garantierten Mindestpreis an, einen Kredit von 150 Mio. US\$ für den Aufbau einer Schwere-SEE-Separationsanlage neben der Absichtserklärung von JPMorgan Chase Funding Inc. und Goldman Sachs Bank USA, die Entwicklung und den Bau der Anlage mit 1 Mrd. US\$ zu finanzieren (MP Materials, 2025).

1.5.4 Kritische & strategische Rohstoffe Kupfer, Nickel, Wolfram

Strategisch wichtige Rohstoffe für die Verteidigungsindustrie werden von der EU in der Liste der strategischen Rohstoffe aufgelistet, darunter auch **Kupfer**, Nickel in Batteriequalität und Wolfram. Kupfer ist beispielsweise bedeutsam für die Elektronik, Kommunikation und die Energieversorgung. **Nickel** ist ein strategischer Rohstoff z.B. für Batterien, Panzerungen und Legierungen. **Wolfram** zeichnet sich durch seine Härte und Hitzebeständigkeit aus und wird u.a. in Munition, Panzerungen in Form von Legierungen aber auch dem Werkzeugbau (z.B. als Wolframcarbid) eingesetzt (Girardi et al., 2023; Pavel & Tzimas, 2016).

1.6 Ziel der Studie

In dieser Studie werden die kritischen und strategischen Rohstoffe Kupfer, Nickel und Wolfram betrachtet. Auch wenn Nickel in der EU Liste der kritischen und strategischen Rohstoffe mit dem Zusatz Batteriequalität geführt ist, hat Nickel in verschiedenen Bearbeitungsstufen und Qualitäten eine rüstungsrelevante Bedeutung. Darüber hinaus wird die Einschätzung von Expertinnen und Experten aus Wirtschaft, Behörden und Forschung eruiert: i) inwieweit Deutschland im Verteidigungsfall Lagerstätten erschließen und Bergwerke eröffnen kann, ii) ob die dafür benötigten (strategischen) Rohstoffe im Land verfügbar und die Zwischenprodukte, Energieversorgung und Vorketten ausreichend gesichert sind. iii) Weiter wird adressiert, welche alternativen strategischen Optionen der Rohstoffversorgung es im Inland gibt, wie etwa die Verhüttung und Raffination. Zudem wird exemplarisch die Verhüttung von Kupfer, Nickel und Wolfram in Deutschland und die strategische Rolle in vergangenen Krisenzeiten betrachtet. Beispielhaft wird aufgezeigt, wo in Deutschland Rohstoffe zum Abbau vorhanden sind, die aber aus verschiedensten Gründen in den vergangenen Jahren nicht über die Exploration hinausgekommen sind oder aktuell überwiegend von ausländischen Unternehmen exploriert werden.

2 Verwendung von Kupfer, Nickel und Wolfram

Kupfer, Nickel und Wolfram sind in verschiedenen Anwendungen in der Rüstungsindustrie verbaut. Eine Übersicht über Anwendungsbereiche für Kupfer, Nickel und Wolfram sind in Tabelle 2 und 3 gelistet. Kupfer ist in Aluminiumlegierungen wie für die Luftfahrt und Marine enthalten oder in hochfesten Stahllegierungen für U-Boote [Pavel & Tzimas, 2016]. Für Jagdflugzeuge werden spezielle Nickellegierungen mit über 50 % Nickelanteil verbaut, die geschätzte Menge liegt hier bei 0,45 t pro Flugzeug [Pavel & Tzimas, 2016]. Neben Nickel enthalten diese Legierungen auch andere Rohstoffe wie Kobalt, Chrom, Molybdän, Hafnium, Titan, Aluminium, Tantal, Wolfram und weitere [Pavel & Tzimas, 2016]. Wolfram wird in verschiedenen Anwendungen benötigt, u.a. in Legierungen für Raketenrahmen. Wolfram ist Bestandteil von Kobaltlegierungen (15 % Wolframanteil z.B. in HS-25) [Pavel & Tzimas, 2016] und für panzerbrechende Großkaliberpatronen wie der DM 63 [Rheinmetall AG, 2025a]. Wolfram wird zudem für Hartmetallwerkzeuge, Stahl- und Superlegierungen benötigt, zudem als Stahlveredler (Härte und Hitzebeständigkeit), für verschleißbeständige Metalle und auch als Schneid- und Schleifwerkzeug eingesetzt [BGR, 2025]. Deutschland importierte 2024 2268 t Wolframcarbid, davon 51,9 % aus Österreich und 24,3 % aus China [BGR, 2025].

Wolfram unterliegt derzeit der chinesischen Exportkontrolle für Dual-Use-Güter. Genehmigungspflichtig sind spezifische Zollwarenummern wie etwa für Wolframoxid [2825901200, 2825901910, 2825901920] oder Wolframcarbid [2849902000] und weitere [Wolf, 2026]. Wolfram kann daher nur durch zugelassene State Trading Enterprises (STEs) aus China exportiert werden [DERA, 2026b]. Derzeit umfassen diese vier Handelsunternehmen und elf Wolframproduzenten [DERA, 2026b]. Wolfram-Erze und -Konzentrate (HS Code 261100) wurden in 2024 vor allem aus Vietnam (108.421 kg), den USA (19.428 kg) und China (3.188 kg) in die EU importiert [WITS, 2026d]. Bei Ferro-Wolfram und Ferro-Silico-Wolfram ist die EU besonders von China abhängig (1.219.870 kg in 2024 von insgesamt 1.865.860 kg) [WITS, 2026c]. In Deutschland wird Wolframcarbid aus Wolframschrotten und Produktionsrückständen in Goslar von H.C. Starck Tungsten GmbH (Teil der Mitsubishi Materials Corporation) produziert, aber auch Wolframpulver, Wolframmetall, Wolframchemikalien, Wolframcarbid-Kobalt und Tantal- und Niobcarbid (H.C. Starck Tungsten GmbH, 2025). Das Unternehmen verarbeitet pro Jahr etwa 10.000 t Wolframmetall, dies entspricht etwa 10 % des Weltmarktes [Schuster et al., 2026].

Die USA reagieren auf die geopolitischen Spannungen mit Investitionen in die Rohstoffversorgung, wie beispielsweise einem Zuschuss in Höhe von 6,2 Mio. US\$ für die Versorgung mit Wolfram an Golden Metal Resources gemäß Titel III des „Defense Production Act“ [U.S. Department of War, 2025]. Die Investition unterstützt das Ziel der „Executive order No. 14241“ zur Steigerung der heimischen Produktion. Der Zuschuss ermöglicht es Golden Metal Resources, eine Vor-Machbarkeitsstudie (pre-feasibility study) für eine Wolfram Mine (Pilot Mountain) durchzuführen [U.S. Department of War, 2025].

Tab. 3: Anwendungsbereiche in der Rüstungsindustrie für Kupfer, Nickel und Wolfram (zusammengefasst aus Girardi et al., 2023; Pavel & Tzimas, 2016).

Anwendungsbereich	Kupfer	Nickel	Wolfram
Flugzeuge (Kampfflugzeuge, Transportflugzeuge, Seeaufklärungsflugzeuge und unbemannte Flugzeuge)			
Hubschrauber (Kampf- und Mehrzweck-)			
Flugzeug- und Hubschrauberträger, Amphibienangriffsschiff, Flugzeugträger			
Korvetten, Küstenwachboote und Fregatten			
U-Boot			
Torpedos			
Kampfpanzer			
Infanterie-Kampffahrzeug, gepanzerter Mannschaftstransporter und selbstfahrende Artillerie			
Geschützte Artillerie			
Munition			
Sturmgewehr			
Raketen/Flugkörper			

Angesichts wachsender globaler Spannungen gewinnt die Frage nach der Rohstoffsoveränität zunehmend an Bedeutung. Die EU und somit auch Deutschland sind für individuelle strategische Rohstoffe abhängig vom Import, so auch für Kupfer, Nickel und Wolfram. Deutschland verfügt über begrenzte eigene Vorkommen an Kupfer, Nickel und Wolfram, deren Erschließung im Bergbau aktuell nicht erfolgt. Einige Unternehmen in Deutschland gewinnen Kupfer, Nickel, Wolfram sowie andere Metalle aus dem Recycling.

Europas größte Kupferhütte Aurubis AG in Hamburg produziert etwa 400.000 t/a aus importierten Erzen und Recycling. Die Produktion entspricht etwa 40 % des deutschen und etwa 10 % des europäischen Bedarfs (Aurubis AG, 2019; Kupferschiefer Lausitz GmbH, 2026a; Statista, 2025). Insgesamt wurden in 2023 in Deutschland 596.000 t Raffinadekupfer aus etwa 340.088 t Primärrohstoffen und rund 255.912 t aus Recyclingrohstoffen hergestellt (BGR, 2024).

Limitierende Faktoren für das Recycling sind u.a. hohe Energiekosten, technische und thermodynamische Grenzen (Kupfer in Stahlschrotten), Auflagen und Genehmigungen, sowie Logistik, Sammlung und Reinheit von Schrotten (DERA, 2023). Auch die lange Produktlebenszeiten, ein global wachsender Markt und Wettbewerb um Primär- und Sekundärrohstoffe kann die Rohstoffverfügbarkeit limitieren. Zudem müssen beim Ausbau der Kreislaufführung technische Begrenzungen und einhergehende Prozessverluste von Energie und Material berücksichtigt werden (Reuter, 2021, 2025).

3 Historische Entwicklung von Kupfer, Nickel und Wolfram in Deutschland

Der Bergbau in Deutschland spielte bereits im Mittelalter eine bedeutende Rolle. Es entwickelten sich Bergbauzentren beispielsweise um den Rammelsberg im Harz (z.B. Kupfer, Blei, Silber, Wolfram), im Erzgebirge (z.B. Kupfer, Wolfram), im Schwarzwald (z.B. Kupfer, Silber, Blei, Zink, Nickel, Kobalt) und andernorts. Über Jahrhunderte war der heimische Bergbau Grundlage der industriellen Entwicklung des Landes (DSK, 2021).

Im Mansfelder und Sangershäuser Revier am Harzrand war zwischen dem 13. und 20. Jahrhundert der Kupferschiefer²-Bergbau wichtiger Bestandteil der industriellen Entwicklung (Volker, 2004). Wolfram gewann im 19. und 20. Jahrhundert an Bedeutung für die Stahlveredelung, aber auch für militärische Anwendungen aufgrund der hohen Dichte und des hohen Schmelzpunktes (Smith, 2025). Die Wolframit-Lagerstätte in der Grube Zschorlau im Erzgebirge wurde 1910 entdeckt, 1917 aufgeschlossen und 1922 zunächst als unwirtschaftlich eingestuft (Landesamt für Denkmalpflege Sachsen, 2026). Allerdings gewann die Wolframit-Lagerstätte während der NS-Zeit für die Autarkie- und Rüstungspolitik an Bedeutung und die Produktion wurde in den 1930er Jahren wieder aufgenommen (Landesamt für Denkmalpflege Sachsen, 2026). Wolfram wurde als stahlhärtende Legierung und zur Herstellung von Wuchtgeschossen verwendet (Landesamt für Denkmalpflege Sachsen, 2026). Unter sowjetischer Verwaltung wurde die Wolframitgrube auch nach Kriegsende noch weiter betrieben, bis sie Ende 1955 eingestellt wurde (Landesamt für Denkmalpflege Sachsen, 2026). Der Abbau kleiner Nickelvorkommen im Schwarzwald und in der Oberlausitz endete im vorletzten und letzten Jahrhundert (z.B. Hoffnungsstollen bei Todtmoos 1937) (Werner & Dennert, 2004).

¹ Die Erzvorkommen im Kupferschiefer liegen als sedimentäre und stratigraphisch begrenzte Kupferlagerstätte vor, die sich in Deutschland und Polen befinden. Weitere Informationen zur Bildung des Kupferschiefers sind beispielsweise in Borg, G., Piestrzyński, A., Bachmann, G. H., Puttman, W., Walther, S., & Fiedler, M. (2012). An overview of the European Kupferschiefer deposits. Economic Geology Special Publication, Special Publication, 455-486. zu finden.

Vor und im zweiten Weltkrieg wurden unter anderem strategische Lieferketten und Rohstoffquellen von besetzten Ländern (Stahl aus Schweden, Norwegen, Erdöl aus Rumänien), durch Wirtschaftsabkommen (als Teil des Hitler-Stalin-Paktes wurden Erdöl, Chrom- und Manganerze aus der Sowjetunion bezogen), Materialsammlungen und staatliche Beteiligungen wie Reichswerke AG für Erzbergbau und Eisenhütten „Hermann Göring“ 1937 im späteren Salzgitter gesichert (Salzgitter AG, 2026; Scriba, 2015). Nach dem zweiten Weltkrieg wurden, angetrieben durch das European Recovery Program der USA (ERP, Marshall-Plan) und die damit einhergehende Bereitstellung von US-Devisen, in den Nachkriegsjahren ab 1948 bis 1953 industrielle Rohstoffe im Wert von 725 Mio. US\$ in die Bundesrepublik Deutschland eingeführt (Benz, 2005). Insgesamt wurden 16 europäischen Staaten 14 Mrd. US\$ zur Verfügung gestellt, um den wirtschaftlichen Wiederaufbau in Westeuropa voranzutreiben (Benz, 2005). Das ERP ersetzte die 1946 von den Alliierten festgelegte Reduktion der Produktion und die geplanten Demontage von Industrieanlagen der deutschen Schwerindustrie (Wallich, 1955). Ebenso wurden durch das ERP die 1946 festgelegten Obergrenzen für die Stahlproduktion in Deutschland von 5,8 Mt/a aufgehoben (Time, 1946). Zudem fielen 1948 die Restriktionen für den Import von qualitativ höherwertigen schwedischen Eisenerzen, deren Verhüttung weniger Kohle verbrauchte als geringerwertige Eisenerze aus Deutschland (Balabkins, 1964).

Aktiver Bergbau auf Kupfer, Nickel und Wolfram wird derzeit in Deutschland nicht durchgeführt. Aktuelle Bestrebungen und Explorationsvorhaben in ehemaligen Bergbauregionen (Brownfields³) wie beispielsweise auf Kupfer im Mansfelder Revier oder dem Richelsdorfer Gebirge basieren auf alten Berichten zu Erzgehalten, Fördervolumina, vorhandenen Bohrungen und Schätzungen oder Angaben zu verbliebenen Reserven. Zudem wird im derselben geologischen Struktur auf polnischer Seite immer noch aktiv Kupfer-Bergbau betrieben. Der staatlich dominierte polnische Bergbaukonzern KGHM Polska Miedź S.A. produzierte in 2019 etwa 566 kt an Raffinadekupfer (KGHM Polska Miedź S.A., 2026).

³ Greenfield und Brownfield: Greenfield Exploration beschreibt Explorationsarbeiten in bisher unerforschten und noch nicht bergbaulich genutzten Gebieten, mit dem Fokus eine neue Lagerstätte zu finden, keine Infrastruktur vorhanden; Brownfield Exploration beschreibt Explorationsaktivitäten in Gebieten, die bereits erkundet wurden oder stillgelegt sind, die Infrastruktur kann vorhanden sein. Der Fokus liegt meist auf der Erweiterung oder Wiederaufnahme einer Lagerstätte.

4 Bergbau und Anwendung von Kupfer, Nickel, Wolfram

Deutschland verfügt über nachgewiesene Vorkommen von kritischen und strategischen Rohstoffen wie beispielsweise Kupfer, Nickel und Wolfram, deren wirtschaftliche Erschließung in der Vergangenheit durchgeführt wurde. In den vergangenen Jahren haben Explorationsprojekte auf verschiedene mineralische und metallische Rohstoffe wieder zugenommen. Einige gegenwärtige Bergbauaktivitäten und Explorationsvorhaben werden folgend beispielhaft betrachtet.

4.1 Strategischer Rohstoff: Kupfer

4.1.1 Weltweiter Bergbau und strategische EU Projekte

Wichtigstes Bergbauland für Kupfer ist in 2023 Chile mit 5.250 kt Kupfer (23,2 % der globalen Produktion, Angabe in Kupfergehalt) [USGS, 2025b]. Weitere wichtige Abbauländer sind Kongo Kinshasa (2.930 kt), Peru (2.760 kt), China (1.820 kt), global wurden in 2023 22.600 kt Kupfer im Bergbau produziert [USGS, 2025b].

Kupfer wird in elf der 47 strategischen Projekte der EU aufgelistet, darunter Projekte, die den Bergbau umfassen (Spanien, Rumänien), Bergbau und Verarbeitung (Portugal, Spanien, Finnland), Recycling (Spanien, Polen, Italien, Finnland) und Verarbeitung (Frankreich) [Europäische Kommission, 2025a].

4.1.2 Bergbau in Deutschland

Historisch bedeutsam für Deutschland war der Kupferschieferbergbau und dessen Verarbeitung in Sachsen-Anhalt (Mansfelder Land) über 800 Jahre. Erste Erwähnungen des Kupferschieferbergbaus werden auf 1199 datiert (Witzke & Pöllmann, 1996). Das Mansfelder Land war vom Mittelalter bis zur Stilllegung der letzten Grube 1990 eine der bedeutendsten Kupferreviere Europas: Zwischen 1850 und 1950 wurden etwa 55,5 Mt Erz mit 1.520.400 Tonnen Kupfer gefördert (Arand, 2025). Der Kupfergehalt wurde einst mit 2 bis 3 % angegeben und gehörte zu jener Zeit zu den größten Kupfererzvorkommen Europas (Rüger, 1934). Der Bergbau war allerdings auch bedeutsam für die Silberproduktion mit 8.655 t Silber zwischen 1850 und 1950 (Arand, 2025). Die Silbergehalte von 5–5,5 kg pro Tonne Kupfer machten den Mansfelder Kupferschiefer zeitweise zum größten Silberproduzenten Deutschlands und Europas (Rüger, 1934). Ab 1951 fand die Förderung im Sangerhäuser Revier statt (Thomas-Münzer-Schacht, Teufbeginn 1944 und ab 1958 im Bernard-Koenen-Schacht). Sinkende Erzqualitäten und wirtschaftliche Probleme führten zur Stilllegung. 1992 wurde der Thomas-Münzer-Schacht verfüllt, 1997 der Förderturm abgerissen (Spilker, 1997; Verein Mansfelder Kupferspuren, 2019). Neben Kupfer und Silber wurden auch Blei, Zink, Selen, Molybdän, Kobalt, Nickel, Vanadium, Gold, Platin, Palladium, Rhenium, Iod (elementar oder in Verbindungen), aber auch Schwefel und Salpetersäure gewonnen (Arand, 2025; Hammer et al., 1990; Rüger, 1934). Die Gesamtmenge an verhüttetem Kupfer aus dem Kupferschiefer bis 1990 wird auf etwa 110 Mt geschätzt (Witzke & Pöllmann, 1996 und darin genannte Referenz).

Neben Mansfeld wurde Kupfer noch im Harz (Rammelsberg bei Goslar), Siegerland (Kupfer in Spateisengängen/Eisenkarbonatgängen) und Niedermarsberg (Rheinland) gefördert. Kleinere, in der Vergangenheit nicht abbauwürdige Vorkommen wurden für den Schwarzwald, Thüringen, Pfalz, Frankenwald beschrieben (Rüger, 1934). Kupfervorräte befinden sich im Sangerhäuser Lagerstättenrevier (Bernard-Koenen- und Thomas-Münzer-Schacht), Tieferscholle Osterhausen und Feld Heldrunen (Henning et al., 2024). Der Roherz Vorrat wird mit ca. 35,4 Mt, bei einem Kupfergehalt von 2,43 % mit 0,86 Mt Kupfer angegeben (Henning et al., 2024 und darin genannte Referenz).

4.1.3 Bestrebungen und Explorationen in Deutschland

Aktuelle Explorationsprojekte für Kupfer in Deutschland umfassen beispielsweise das Projekt Tannenberg in Hessen, das Löwenstern Projekt in Thüringen und das Projekt der Kupferschiefer Lausitz.

Projekt Tannenberg in Richelsdorf, Hessen

Die Explorationslizenz umfasst die historische Kupfer-Silber-Mine von Richelsdorf, die 1950 stillgelegt wurde. Erstmals erwähnt wurde der Richelsdorfer Bergbau im Kupferschiefer bereits im Jahr 1460 mit 13 Schmelzöfen bei Sontra, Nentenhäusen, Iba und Hornel (Seib, 1960). Bis zur Schließung des Bergbaus wurden 416.500 t Kupfer und ca. 955 t Silber gewonnen (GreenX Metals, 2025b). Group 11 Exploration GmbH (ein deutsches Unternehmen, das die Explorationslizenzen für Tannenberg hält) und GreenX Metals (ein australisches Unternehmen) haben im August 2024 eine „Earn-In“ Vereinbarung getroffen, wodurch das Unternehmen GreenX bis zu 90 % Beteiligung an der Explorationslizenz erwerben kann (GreenX Metals, 2025b). Die Gehalte an Kupfer und Silber wurden bisher an sechs von 47 Bohrkernen analysiert und variieren zwischen 0,7 % Cu bis 2,7 % Cu und 10 g/t Ag bis 55 g/t Ag (GreenX Metals, 2025a). Aufgrund der bisherigen Ergebnisse (Stand Dezember 2025) beabsichtigt GreenX Metals 90 % des Aktienkapitals der Group 11 Exploration GmbH gemäß den Bedingungen der getroffenen Joint-Venture- und Earn-in-Vereinbarung zu erwerben (GreenX Metals, 2025a). Untersucht werden Bohrungen aus den 1970er – 1980er Jahren, die beim Hessischen Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG) archiviert sind (Vogt, 2025). Die geochemischen Rohstoffanalysen werden nach internationalen Lizenzstandards (das kann z.B. der JORC Code oder NI 43-101 sein) in Schweden (Institut Palsatech in Sala) durchgeführt und die gewonnenen Proben in der Türkei (SGS in Ankara) weiter untersucht (GreenX Metals, 2025a; Vogt, 2025). Die aus den Untersuchungen gewonnenen Daten stehen anschließend dem HLNUG zur Verfügung (Vogt, 2025).

Projekt Löwenstern in Thüringen

Anglo American's (Bergbauunternehmen mit Sitz in London, Vereinigtes Königreich) Tochtergesellschaft Kupfer Copper Germany GmbH (KCG) exploriert im Projekt Löwenstern in Thüringen auf Kupfervorkommen im Kupferschiefer (Kupfer Copper Germany GmbH, 2025). Im Jahr 2021 begannen die Arbeiten mit geowissenschaftlichen Untersuchungen (gravimetrische und magnetische Untersuchungen mittels Flugzeugs, vibroseismische Messungen, Bohrungen) (Kupfer Copper Germany GmbH, 2025). Für das Projekt Löwenstern wurden in den Bohrkernen Kupfer-Silber und Blei-Zink Konzentrationen im Kupferschiefer und umliegenden Gestein gefunden (Kupfer Copper Germany GmbH, 2025). Derzeit befindet sich das Projekt noch in einer frühen Erkundungsphase, die Bewertung der Wirtschaftlichkeit der Lagerstätte steht noch aus (Kupfer Copper Germany GmbH, 2025). Der aktive Bergbau könnte laut Einschätzung aufgrund der noch aktuellen Erkundungsphase, Planungs- und Genehmigungsprozesse frühestens in 10–15 Jahren starten (Kupfer Copper Germany GmbH, 2025). Die geplante Abbauweise ist ein Untertagebau mit Schächten und Strecken um den ca. 2 m mächtigen Kupferschieferhorizont inklusive des Hangenden und Liegenden in 500–750 m Tiefe zu erreichen.

Weitere Untersuchungen mit Aufsuchungserlaubnissen im Auftrag von Anglo American Exploration Germany GmbH im Kupferschiefer laufen in Projektgebieten in Kupfermark [Brandenburg / Sachsen-Anhalt] und Leine-Kupfer [Niedersachsen] [Anglo American Exploration Germany GmbH, 2025].

Projekt Kupferschiefer Lausitz, Brandenburg & Sachsen

In der Lausitz plant das Unternehmen KSL Mining (100 %iges Tochterunternehmen der internationalen Bergbaugesellschaft Minera S.A., gegründet in Panama) Kupferschiefer in der Lagerstätte Spremberg-Graustein-Schleife abzubauen [Kupferschiefer Lausitz GmbH, 2026a]. Der Abbau des Erzes soll in einer Tiefe von 900–1500 m unter Tage erfolgen [Kupferschiefer Lausitz GmbH, 2026a]. In der Lagerstätte sind etwa 90–130 Mt Kupfererz mit einem durchschnittlichen Kupfergehalt von 1,47 % nach internationalen Standards für Ressourcenklassifizierung [NI 43-101] enthalten [Kupferschiefer Lausitz GmbH, 2026a]. Das gewonnene Kupfererz soll mittels Flotationsverfahren auf 26 % aufkonzentriert werden, insgesamt könnten 1,5–1,8 Mt metallisches Kupfer über einen Zeitraum von 20 Jahren aus der Lagerstätte gewonnen werden [Henning et al., 2024]. Eine Absichtserklärung über die Abnahme von 80–100 % des geplanten Konzentrats mit einem europäischen Metallunternehmen liegt vor [Kupferschiefer Lausitz GmbH, 2026b].

4.1.4 Anwendung in der Rüstungsindustrie

Kupfer wird aufgrund der Korrosionsbeständigkeit, elektrischen und thermischen Leitfähigkeit aber auch seiner Formbarkeit benötigt. Kupferlegierungen in Kombination mit beispielsweise Nickel und Blei werden verwendet, um Ausrüstung herzustellen [Pavel & Tzimas, 2016]. Kupfer wird für Munition, für den Einsatz in Fahrzeugen und im Bereich Kommunikationssysteme benötigt [Pavel & Tzimas, 2016]. Auch durch die neuen Verteidigungstechnologien wächst der Bedarf an Kupfer [Smith, 2024]. Kupfer ist zudem Bestandteil in Kupfer-Nickel-Legierungen [vgl. Kapitel zu Nickel] [Deutsches Kupferinstitut, 2020]. Kupfer wird u.a. in der Bordelektronik für Trägheitsnavigation, Leitsysteme und auch als Bestandteil von Legierungen, die in Flugzeugzellen, Fahrwerken und Gas-/Dieselturbinen verwendet [Pavel & Tzimas, 2016].

4.2 Strategischer Rohstoff: Nickel

Nickel wird für verschiedene Anwendungsfelder und in verschiedenen Qualitäten benötigt, darunter hochreines Nickel [Class-I-Nickel, >99 % Ni], Class-II-Nickel [<99 %], Ferronickel und Nickel-Roheisen [Nickel Pig Iron, NPI] [Szurlies, 2021]. Nickel wird für nickelhaltigen Stahl, Stahllegierungen, Oberflächenbeschichtungen, Nichteisenlegierungen, Nickelguss und weiteres benötigt. Durch den zusätzlichen Bedarf an Batterien steigt auch der Nickelbedarf. Im Jahr 2024 wurden ca. 67.700 t Nickel als Erz und Mineralsalze nach Deutschland

importiert [Statistisches Bundesamt, 2025]. Nickel ist ein Schlüsselbestandteil für korrosionsbeständige, hochfeste Legierungen die in Panzern, Flugzeugen, U-Booten und Raketen verwendet werden [Arkell & Hicks, 2024; Girardi et al., 2023]. Nickelbasis-Superlegierungen werden für Turbinen und Triebwerke in der Luft- und Raumfahrt benötigt, sowie für gepanzerte Fahrzeuge [Ganji & Rajyalakshmi, 2020; Gong et al., 2025].

In Deutschland stellen Unternehmen wie die Deutsche Nickel GmbH Draht- und Stangenhalbzeuge aus Nickel- und Nickelbasislegierungen her [Deutsche Nickel GmbH, 2026]. Recyclingbetriebe stellen in Deutschland aus recyceltem Material Halbzeuge oder Nickellegierungen her. Zu den Hütten in Deutschland gehören die Nickelhütte Aue GmbH, Siegfried Jacob Metallwerke GmbH & Co. KG und VDM Metals. Der deutsche Raffinadeverbrauch für Nickel lag 2022 bei 59 kt und demnach etwa bei 2 % des globalen Verbrauchs (2,96 Mt). Damit ist Deutschland in Europa der größte Nickelverbraucher [DERA, 2024; Szurlies & Vasters, 2024]. Herstellbare Nickellegierungen beinhalten NiFe/FeNi, Rein-Nickel, Inconel [eine Nickel-Chromlegierung] und weitere [Siegfried Jacob Metallwerke, 2026]. VDM Metals stellt beispielsweise VDM® Alloy 718 her, eine korrosionsbeständige Nickel-Chrom-Eisen-Molybdän-Legierung für die Luftfahrtindustrie [VDM Metals, 2026].

Es findet gegenwärtig kein Nickelbergbau in Deutschland statt.

4.2.1 Weltweiter Bergbau und strategische EU Projekte

Indonesien hat im Jahr 2023 mit 2,03 Mt (54,1 % des globalen Abbaus 3,75 Mt) das meiste Nickelerz im Bergbau gewonnen. Weitere bedeutende Länder mit hoher Produktion in 2023 waren die Philippinen [geschätzte 413 kt], Russland (340 kt) und Neukaledonien (231 kt) [USGS, 2025b]. Andere Länder, die Nickelerz abbauen, sind die USA, Australien, Brasilien, Kanada, China und andere [USGS, 2025b]. Der Nickelbergbau könnte sich bis 2030 beispielsweise durch neue Bergbaukapazitäten in Indonesien [erwartete 4 Mt/a in 2030, S&P Global (2025)] erhöhen. Die derzeit global wichtigsten Länder für die Nickelverhüttung sind Indonesien (27 % in 2023), China und Russland. Zwar dominiert Indonesien im Bergbau und der Verhüttung global, allerdings werden mindestens 75 % der indonesischen Raffinerien von chinesischen Unternehmen betrieben [C4ADS, 2025].

Auf der EU-Liste strategischer Rohstoffe wird Nickel in 11 Projekten innerhalb der EU-Mitgliedstaaten benannt. Darunter sind neun Projekte für Nickel in Batteriequalität, die entweder die Gewinnung im Bergbau, Recycling, die Verarbeitung oder eine Kombination beinhalten. Unterstützt werden Spanien, Italien, Frankreich, Finnland, Schweden und Polen [Europäische Kommission, 2025a]. Bisher findet in der EU nur in Finnland aktiver Bergbau auf Nickel statt [TerraFame [Sotkamo, inkl. Kolmisoppi] & Boliden [Kevitsa]] [Friedrichs et al., 2025].

4.2.2 Bergbau in Deutschland

Nickelerz wurde in Deutschland beispielsweise im Schneeberger Lagerstättenbezirk, im sächsischen Granulitgebirge in Callenberg und in Sohland an der Spree gefördert [Boeck, 2021]. Im Schneeberger Lagerstättenbezirk wurde Nickelerz im aufgeschlossenen Lagerstättenteil Schlema-Alberoda in erzführenden Gängen (Silber-, Nickel- und Kobaltlagerstätte, aber teilweise auch Uranerze und Wismut) gefördert und gewann durch die Entwicklung der Legierung Argentan (Neusilber, eine Legierung aus Kupfer, Zink und Nickel) ab 1823/4 an Bedeutung [Lipp & Flach, 2003]. Zuvor wurde Nickel in der Lagerstätte auf Halde geschüttet [Hamann, 1991].

Das Nickelerzvorkommen im sächsischen Granulitgebirge wurde 1947 entdeckt und anschließend fast 40 Jahre im Tagebau abgebaut, bis 1990 der Bergbau eingestellt wurde [Löcse, 2014]. Das Nickelerz wurde in verschiedenen Teillagerstätten abgebaut, beispielsweise in der Teillagerstätte Kiefernberg (Süd/Nord/Ost) mit einer geschätzten Ergiebigkeit der Laterite von 34.500 t Nickel, 1.422 t Kobalt und 32.200 t Chrom [Löcse, 2014]. Für den unterlagernden Serpentin werden die Gehalte auf 260.000 t Nickel, 13.000 t Kobalt und 364.000 t Chrom geschätzt [Löcse, 2014]. Im Teilbereich Callenberg Nord I wurden ab 1973 bis 1988 etwa 22.700 t Nickel gefördert und anschließend der Bereich mit Müll verfüllt, im Bereich Callenberg Nord II wurden von 1978 bis 1990 10.800 t Nickel gefördert [Löcse, 2014]. Der Teilbereich Callenberg Süd I ist heute ein Naherholungsgebiet. Von 1960 bis 1976 wurden dort insgesamt 4.019.709 t Erz gefördert worden, darunter ca. 28.000 t Nickel [Löcse, 2014]. Für den Teilbereich Callenberg Süd II begannen 1980 Aufschlussarbeiten, die bereits 1981 aus finanziellen Gründen wieder abgebrochen wurden. Ein Teil der Grubenbelegschaft beschloss die Aufschlussarbeiten und anschließenden Renaturierung in Eigenleistung zu erbringen, um das Nickelerz zu fördern. Somit wurden nochmal 3.390 t Nickel gefördert [Löcse, 2014]. Aus Gutachten in Archiven wird davon ausgegangen, dass in Bereichen des sächsischen Granulitgebirges 1,5 Mt Nickelerz vorhanden sind [Löcse, 2014].

Weitere Bergwerke, in denen u.a. Nickelvorkommen bekannt sind, waren z.B. in Baden-Württemberg wie die Grube Wenzel [zuletzt 1839–1842], Teufelsgrund [zuletzt 1942–1958], Hoffnungsstollen [zuletzt 1934–1937] [Werner & Dennert, 2004].

4.2.3 Bestrebungen und Explorationen in Deutschland

Derzeit gibt es keinen aktiven Nickelbergbau in Deutschland, die letzten Bergwerke wurden 1990 geschlossen. Es sind derzeit keine Explorationsprojekte für Nickel als Primärrohstoff in Deutschland bekannt. Im Erlaubnisfeld ENORA (Erzgebirgsnordrand) kommen u.a. Nickel und Kobalt vor (Saxony Minerals And Exploration AG, 2019). In Deutschland liegt der Fokus gegenwärtig auf Sekundärrohstoffen, wie beispielsweise dem Projekt „UrbanNickel“ oder auf europäischer Ebene das Projekt „ENICON“. Das Projekt „UrbanNickel“ untersuchte in Deutschland die Nickel-Rückgewinnung aus der Edelstahlindustrie (Neutralisationsschlämme), da in der deutschen Edelstahlindustrie jährlich 20.000 t nickelhaltige Neutralisationsschlämme (Ni-Gehalt von etwa 1 %) verwendet und anschließend auf Deponien verbracht werden (Bán et al., 2016). Das ökonomische Potential ist allerdings an den globalen Nickelpreis gebunden und wurde im Rahmen des Projekts und der Rahmenbedingungen in Bán et al. (2016) als unwirtschaftlich aufgezeigt. Auch der Primärenergiebedarf für die Herstellung von Nickelsulfat aus 10.000 t Neutralisationsschlämmen zu 303 t Nickelsulfat pro Jahr ist mit 13,5 GWh mehr als doppelt so groß wie die primäre Herstellung mit 5,3 GWh (Bán et al., 2016). ENICON ist ein von der EU gefördertes Projekt, das sich auf die nachhaltige Gewinnung und Verarbeitung von Nickel und Kobalt fokussiert. Entwickelt werden hydrometallurgische Verfahren, um Nickel und Kobalt aus sekundären Rohstoffen zu gewinnen und dadurch die Importabhängigkeit innerhalb der EU zu reduzieren. Gleichzeitig zielt das Projekt darauf ab, die Kreislaufwirtschaft zu erhöhen (ENICON, 2026; Georgios & Konstantinos, 2024). Am Max-Planck-Institut für Nachhaltige Materialien in Düsseldorf wird außerdem ein CO₂-freies Verfahren entwickelt, um Nickel aus niedrigeren Erzgehalten zu gewinnen. Das Projekt ist noch in der experimentellen Phase und nutzt Wasserstoffplasma, um Nickel aus Lateriten mit niedrigerem Erzgehalt zu gewinnen. Der Prozess umgeht den mehrstufigen Prozess aus Kalzinierung, Schmelzen und Reduktion mit einem metallurgischen Schritt in einem Ofen (Manzoor et al., 2025).

4.2.4 Anwendung in der Rüstungsindustrie

Nickel ist Hauptbestandteil von (Super)Legierungen für Antriebe, Brennkammern und Stahlturbinen, sowie verstellbare Propeller, Propellerwellen sowie Dieselmotoren. Superlegierungen haben hohe Festigkeiten bei hohen Temperaturen von 1000°C und sind korrosionsbeständig (DERA, 2021; Pavel & Tzimas, 2016).

Nickelsuperlegierungen für die Verteidigungstechnik sind: Monel 400; Incoloy 800H, 825, 903, MA754, MA956; Inconel 600, 617, 625, 686, 725, 783, 718PF, 803; Nickel-Eisen-Chrom [Legierung 600, 800]; Nickel-Chrom [z.B. Gusslegierungen 713C, IN-100, IN-738, MAR-M200, Inconel X-750, Waspaloy, Rene 41, Udimet 700, etc.]; Hastelloy Legierung [Pavel & Tzimas, 2016]. Die Inconel 718 Superlegierung wird für Turbinenblätter und Brennkammern verwendet, der Nickelgehalt dieser Legierung beträgt ca. 50–55 % [Akca & Gursel, 2015]. Sie wird beispielsweise für F-35 Mehrzweckkampfflugzeuge verwendet [Northrop Grumman, 2025].

Für das Jahr 2040 wird für die Produktion von Superlegierungen ein globaler Bedarf an Nickel von rund 283–392 kt prognostiziert, 2018 lag dieser bei 164 kt [DERA, 2021]. Komplexe Zusammensetzungen oder Veränderungen in der Legierungszusammensetzung stellen für das Recycling Herausforderungen dar.

Nickel wird zudem für elektronische Systeme und Sensoren/Suchköpfe in Raketen benötigt. Nickel kommt in ultrahochfestem Stahl für U-Boot-Rümpfe vor und wird zudem als Beschichtung, beispielsweise als Verschleißschutz (chemisches Nickel) und für Zwischenlagen in Beschichtungssystemen verwendet [Tab. 4] [Pavel & Tzimas, 2016]. Wolfram-Schwermetalllegierungen können zu 90 % aus Wolfram und zusätzlich zu 2,1 bis 7 % aus Nickel und zudem Kupfer oder Eisen bestehen [Heeger Metal, 2026]. Für U-Boote und in Schiffen werden Kupfer-Nickel-Legierungen für Rohrleitungen, Pumpen, Ventile benötigt. Der Nickel und Kupferanteil variiert je nach Werkstoff [z.B. CuNi10Fe1Mn 9–11 % Ni, CuNi30Mn1Fe 30–32 % Ni] [Deutsches Kupferinstitut, 2020].

Genaue Angaben zu Nickelanteilen in militärischen Produkten sind nicht öffentlich. Panzerstahl Armox 440T (Beispiel schwedische SSAB) enthält neben Nickel (ca. 2–2,5 % der Masse) noch Kohlenstoff (0,2 %), Silizium (0,5 %), Mangan (1,2 %), Phosphor (0,01 %), Schwefel (0,01 %), Chrom (1,0 %) und Molybdän (0,7 %) [SSAB, 2026]. Für Jagdflugzeuge beträgt die geschätzte Menge an N18-Nickel Superlegierung (57,1 % Ni) oder AM1 Nickel-Monokristalline Legierung (63,5 % Ni) [Pavel & Tzimas, 2016].

Tab. 4: Einige Nickellegierungen und beispielhafte Anwendungen in der Rüstungsindustrie (Aubert&Duval, 2022; Pavel & Tzimas, 2016).

Legierung	System	Anwendungsbereich
AM1 Nickel-Monokristalline Legierung	Düsenturbinen in Antriebssystemen	Kampfflugzeuge Transportflugzeuge (taktische und schwere)
Inconel und andere Nickellegierungen (z. B. Waspaloy, Nimonic, Udimet usw.)	Feuerfeste Legierungen für Flugzeug-Turbostrahltriebwerke; Hangar- und Deckbauten von Flugzeugen und Fregatten sowie für hochfeste Bolzen	Kampfflugzeug Kampfhubschrauber Transportflugzeug (taktisch und schwer) Mehrzweckhubschrauber
N-18 Nickellegierung	Turbinen, Ventilatoren und Kompressoren in Flugzeugtriebwerken	Kampfflugzeug
CMSX-4 (Nickelbasiert)	Hauptkomponente von Turbinen-triebwerken für Luftfahrtanwendungen (z. B. Hubschrauber)	Kampfhubschrauber Mehrzweckhubschrauber
MARVAL X12	Achse der Querruder und Antriebsaktivierung und -zündung	Kampfflugzeuge Transportflugzeuge (taktische und schwere) Raketen (alle)
MLX19	Fahrwerke in Flugzeugen und Hubschraubern	Kampfflugzeuge Transportflugzeuge (taktische und schwere)

4.3 Strategischer Rohstoff: Wolfram

Wolfram hat unter allen Elementen den höchsten Schmelzpunkt (3422 °C) [Beste, 2021]. Wolframhaltige Produkte zeichnen sich durch Widerstandsfähigkeit im Hochtemperaturbereich und Härte (Wolframcarbid) aus und werden für Stahl- und Superlegierungen, Schweißelektroden, Katalysatoren und Werkzeuge verwendet. Die Marktdominanz für hochqualitatives, leistungsfähiges Wolfram liegt bei China [durchschnittliche Prozentangaben zwischen 2016–2020 rund 86 % der globalen Verarbeitung] [Hackett et al., 2025]. Die Industrie in Deutschland stellt beispielsweise Wolfram-Granulat und den Werkstoff Tungstit her. Dieser eignet sich für Wolfram-Kupfer-Legierungen und Wolfram-Silber-Legierungen in der elektrischen Energietechnik. Im Jahr 2024 importierte Deutschland rund 802 kg Wolframerze und -konzentrate (HS Code 261100), das meiste aus den USA und Kanada [WITS, 2026e].

4.3.1 Weltweiter Bergbau und strategische EU Projekte

Wichtigstes Bergbauland ist China mit 83 % der globalen Produktion in 2023 (66.000 t, global 79.500 t) [USGS, 2025b]. Andere wichtige Abbauländer sind Vietnam (3.500 t), Russland (2.000 t), Nordkorea (1.600 t), Bolivien (1.500 t). Aber auch in Australien, Österreich, Portugal, Ruanda, Spanien und anderen Ländern (gesamt 4.930 t, 6,2 % der globalen Produktion) wird Wolfram in der Bergbauproduktion gewonnen [USGS, 2025b].

Wolfram wird in zwei strategischen Projekten der EU erwähnt: Eines für Bergbau in Spanien und zudem Bergbau und Verarbeitung ebenfalls in Spanien [Europäische Kommission, 2025a].

4.3.2 Bergbau in Deutschland

Wolframvorkommen in Deutschland befinden sich beispielsweise im Erzgebirge. Die Lagerstätte Pöhla in Sachsen wurde zwischen 1957–1966 entwickelt und von 1974–1988 fand Exploration nach Wolfram und Zinn mit Bohrungen und Erkundungsstrecken statt [Saxony Minerals and Exploration AG, 2023, 2025b]. Die wichtigste Wolframlagerstätte in Deutschland war die Wolframitgrube Pechtelsgrün im Vogtland [BGR, 2024; Proske et al., 1953]. In den Revieren Zschorlau und Griesbach im Schneeberger Lagerstättenbezirk wurde Wolfram mit Beginn des 1. Weltkrieges abgebaut [Lipp & Flach, 2003].

4.3.3 Bestrebungen und Explorationen in Deutschland

Gegenwärtig gibt es keinen aktiven Bergbau auf Wolfram in Deutschland. Im Erzgebirge betreibt das Unternehmen Saxony Minerals & Exploration AG (SME) im Feld Pöhla das Bergbauprojekt Pöhla-Globenstein (Henning et al., 2024; Saxony Minerals and Exploration AG, 2025a). Bereits 2019 wurde während des Abteufens eines Erkundungsschachts unter anderem Wolfram- und Fluoriterze gefunden und in einer Pilotaufbereitungsanlage in Mittweida Wolframit- und Fluoritkonzentrat hergestellt (Henning et al., 2024). SME plant, 2029 mit der offiziellen Produktion zu starten (Saxony Minerals and Exploration AG, 2025b). Die Wolframvererzung befindet sich in 31 Erzkörpern mit einem Wolframmetallgehalt von etwa 0,4 %, was einer Vorratsmenge von 8,3 Mt entspricht (Saxony Minerals and Exploration AG, 2025a), Kupfer kommt als Begleitrohstoff vor (Saxony Minerals and Exploration AG, 2023).

Weitere Explorationsarbeiten finden im Erlaubnisfeld Geyer in der Lagerstätte Ehrenfriedersdorf-Geyer für Zink und Zinn und in Elterlein 2 auf Zinn statt, in denen Wolfram als Begleitrohstoff vorkommen könnte (BGR, 2024 und darin genannte Referenzen). Die European Green Metals Ltd. (Großbritannien) besitzen Aufsuchungserlaubnisse für die Lizenzgebiete Eichigt II, Hainichen und Marienberg für u. a. Wolfram (Henning et al., 2024). Tri-Star Exploration Pty. Ltd. (Australien) wurden elf Lizenzen und der CLIENSE s.r.o. (Tschechische Republik) sowie die Canadian Palladium Resources Inc. (Kanada) jeweils eine Lizenz für u.a. Wolfram zugeteilt (Henning et al., 2024).

4.3.4 Anwendung in der Rüstungsindustrie

Über die Hälfte des Wolframs (55 %) werden bei der Herstellung von Hartmetallen oder Sintercarbid verwendet (Saxony Minerals And Exploration AG, 2020). Die bedeutsamste Anwendung ist Wolframcarbid, das für industrielle Bohr- und Schneidewerkzeuge verwendet wird (Saxony Minerals And Exploration AG, 2020). Zweitwichtigstes Anwendungsfeld sind Spezialstahllegierungen wie hitzebeständiger Stahl und Werkzeugstahl. Zudem wird Wolfram für Fräserzeugnisse und in der chemischen Industrie eingesetzt (Saxony Minerals And Exploration AG, 2020).

Wolfram wird in der Rüstungsindustrie zum Beispiel für panzerbrechende KE-Munition [kinetische Energie, ohne Sprengstoff, panzerbrechende Wuchtgeschosse] mit einem Kern auf Wolfram-Basis benötigt (Bundeswehr, 2023). Wolfram wird außerdem für Triebwerkskomponenten und Lenkflugkörper benötigt (Hackett et al., 2025). Zudem wird Wolfram für spezielle Legierung in Hochtemperaturanwendungen in der Verteidigungsindustrie wie für Panzerstahllegierungen verwendet (Barua et al., 2025; Hackett et al., 2025).

5 Experteninterviews

Im Rahmen der durchgeführten Studie wurden 19 Expertinnen und Experten aus verschiedenen Sektoren befragt. Diese beinhalten Unternehmen der Exploration & Produktion, der Rohstoffverarbeitung, der Wissenschaft, von Industrieverbänden, des Rohstoffhandels, des Consultings, Ingenieurwesens und der Beratung von Unternehmen, von Gewinnungsbetrieben und von Explorationsunternehmen.

Die Befragung erfolgte qualitativ in Form eines Fragebogens und eines Interviews. Die Expertise von Expertinnen und Experten hilft, eine realitätsnahe Einschätzung über die Souveränität Deutschlands in Bezug zu Rohstoffen, Bergbau und der Verarbeitung von Rohstoffen in einem Krisenfall (Verteidigungsfall) zu erhalten. Die Ergebnisse für auszuwählende Antwortmöglichkeiten sind graphisch dargestellt.

Aus Gründen der Lesbarkeit wird in der vorliegenden Auswertung das generische Maskulinum verwendet. Alle Personenbezeichnungen gelten gleichermaßen für Personen aller Geschlechter.

5.1 Zusammenfassung und Problemstellung der Interviews

Die Versorgungssicherheit wird von den befragten Experten als überwiegend pessimistisch eingeschätzt (neutral N=1; eher pessimistisch N=11; pessimistisch N=7). Hauptursachen seien geopolitische Abhängigkeiten, Importabhängigkeiten von metallischen Rohstoffen oder Vorprodukten, fehlende Vorräte/Lagerhaltung, veraltete Datenbestände, mangelnde Resilienz der Energie- und Prozessketten sowie keine auf den Verteidigungsfall zugeschnittenen bekannten Prozesse/Verfahren mit Bezug zu Bergbau, Lagerhaltung und dem Ausbau von Hüttenkapazitäten.

5.2 Kernaspekte, die aus den Interviews hervorgegangen sind

Die EU und somit auch Deutschland seien bei Metallen importabhängig, auch wenn ein Teil des Bedarfs wie beispielsweise bei Kupfer über Recycling gedeckt werden könnte. Der CRMA der EU adressiere kritische/strategische Rohstoffe, setzt EU Benchmarks für strategische Rohstoffe (bis 2030: ≥ 10 % Abbau, ≥ 40 % Verarbeitung, ≥ 25 % Recycling in der EU; sowie Diversifizierung 65 %), ist aber nicht für akute Verteidigungsfälle konzipiert und entfaltet erst durch nationale Umsetzung Wirkung. Hierfür werden Investitionen und Explorationsprogramme benötigt. Hütten und Aufbereitungsanlagen für z. B. Seltene Erden fehlen in Deutschland. Recycling ist wichtig, kann den Primärbedarf im Mehrbedarfsfall nicht ersetzen.

Für den Bergbau sowie für die Metallurgie seien zuverlässige Energiequellen sowie Prozesswärme/Reduktionsmittel systemkritisch. Gleichzeitig seien Energieträger wie Erdöl und Erdgas, sowie Kohle politisch unter Druck. Ein Verzicht auf Energieträger wie Erdöl, Erdgas und Kohle ohne Ersatz würde die Verteidigungsfähigkeit sowie den Ausbau von Bergbau (beispielsweise muss gewährleistet sein, dass Pumpen zur Entwässerung Untertage gesichert sind) schwächen. Der Zugang zu Kohle sei auch für die Stahlproduktion von Bedeutung und solle auch diesbezüglich gesichert sein.

Historische geologische Daten sind analog in Archiven vorhanden, teilweise unbekannt, und stellen ein oft ungenutztes Potential dar. Geologische und Bergbau Daten sollten zusammengetragen und in standardisierten Datenräumen verfügbar sein. Archivdaten würden einen bisher ungenutzten „Datenschatz“ darstellen, es seien Projekte gefordert um diese zu digitalisieren und zugänglich zu machen. Zugängliche Daten seien wichtig für die Einstufung von strategischen Projekten und der Machbarkeit dieser und könnten Zeit einsparen.

Recycling und Kreislaufwirtschaft seien zu fördern, denn diese unterstützen die Unabhängigkeit von Importen bis zu einem gewissen Maßstab. Den Rohstoffbedarf des Industrielandes Deutschland decken Recycling und Kreislaufwirtschaft aber auch in Zukunft nicht. Zudem käme es auf die Skalierung von Pilotstudien an, beispielsweise für die Separation von Seltenen Erden. Verarbeitungslücken zu schließen würde zudem die Richtwerte des CRMA unterstützen.

Vom Explorationsstart bis zu einer möglichen Produktion von metallischen Rohstoffen werden von den Experten 6–15 Jahre (Greenfields ~15 ± 3 Jahre, Brownfields ~7 Jahre) unter optimalen Bedingungen (Vorhandensein von Infrastruktur, Finanzierung, Genehmigungen erteilt) als realisierbar angegeben, Schachtbau realistisch 3–5 Jahre für 500–1000 m (tiefer ggf. länger), Förderung & Aufbereitung bis Raffination (z. B. Raffinadekupfer) Wochen bis Monate (inkl. Transportdauer und Prozessdauer in der Metallurgie). Es gilt zu beachten, dass ein Ausbau von Bergbau und der dahinter gelagerten Prozesse keine kurzfristige Option darstellen, sondern bereits vor einem akuten Krisenfall aufzubauen wären. Brownfield Reaktivierungen für metallische Rohstoffe wie derzeit im Explorationsstadium für Kupfer könnten aufgrund ihres fortgeschrittenen Stadiums priorisiert und unterstützt werden. Auch die Halden-Aufbereitung bietet bisher ungenutztes Potential. Eine Einstufung in öffentliches Interesse und schnellere Genehmigungsverfahren für verteidigungsrelevante Rohstoffe und Projekte könnte Vorhaben beschleunigen.

Derzeit wird politisch keine strategische Lagerhaltung für kritische und strategische Rohstoffe vorgegeben. Es sind keine „Fast Track Regeln“ für Genehmigungen, für Umweltverträglichkeitsprüfung, Wasser und Artenschutz in einem Krisenfall bekannt. Es sei eine nationale Ergänzung zum CRMA notwendig, die die Lücke für einen Verteidigungsfall schließt. Es bedürfe Verteidigungsfall-Klauseln in Berg-/Umwelt-/Energie- und Vergaberecht und eindeutige Zuständigkeiten müssen gegeben sein.

Ohne Vorräte bzw. Lagerhaltung, beschleunigte Verfahren für den Bergbau oder den Ausbau von Hütten zur Verarbeitung des Rohstoffs, ohne Energie und Standortschutz, ohne einem Daten-/Kompetenzaufbau und eine gezielte Außenwirtschaft (z.B. Handelspartnerschaften) bleiben Rohstofflieferketten im Krisenfall verletzlich und damit die Verteidigungsfähigkeit.

Fachkräfte für den Bergbau in Deutschland seien noch vorhanden, aber es bedürfe weiterer Ausbildung und der Integration von Praxiserfahrung unter Tage. Ein Fachkräfteprogramm mit dualen Pfaden und Integration der Praxis seien notwendig. Dies solle nicht nur den Bergbau, sondern auch das Wissen über angewandte Geologie, Geometallurgie, Hütten und Aufbereitung abdecken. Besonders wichtig sei die aktive Mitarbeit während der Ausbildung im Bergbau, dies könnte zudem über Praktika mit strategischen Partnerländern erfolgen.

Es bedürfe einer privatwirtschaftlichen „Deutschen Bergbaugesellschaft/Metallgesellschaft“, sowie einem Zusammenschluss aus öffentlichen und privaten Akteuren. Eine Zusammenarbeit mit der DERA und dem EU-CRMA Board sei denkbar. Die Wettbewerbsfähigkeit könne über Abnahmeverträge sichergestellt werden. Dies wäre auch zwischen einem nationalen Bergbauunternehmen und Verarbeitung der metallischen Rohstoffe möglich.

Maßnahmen zur resilienten Rohstoffsicherung, ob in Form von Lagerhaltung und/oder dem heimischen Bergbau hätten bereits umgesetzt werden müssen, da diese Projekte lange Zeiträume beanspruchen. Eine Klärung von Zuständigkeiten für Lagerhaltung und Ankaufpläne, sowie Pläne zum militärischen Schutz für Rohstofflager bzw. dem Bergbau und für den nationalen Bedarf in Verteidigungsfällen sei notwendig.

Ein Exploration-Fast-Track zur Sicherung des nationalen Bedarfs wäre notwendig. Der Bergbau könne als öffentliches Interesse definiert und somit Genehmigungen beschleunigt werden. Ein Daten und Ressourcen Hub durch eine Digitalisierung der Archive und einem jährlichen Ressourcenbericht, gemeinsam mit der DERA, könnte Prozesse beschleunigen.

5.3 Fragen und Antworten zu den Interviews

5.3.1 Aktuelle Versorgungssicherheit, Know-How und Zeitspannen

Wie schätzen Sie die aktuelle Versorgungssicherheit Deutschlands mit Rohstoffen für den Krisenfall (z.B. Verteidigungsfall) ein?

Zusammenfassung

Die aktuelle Versorgungssicherheit Deutschlands mit strategisch relevanten Rohstoffen im Krisen- oder Verteidigungsfall wird von neutral (N=1), eher pessimistisch (N=11) bis pessimistisch (N=7) beantwortet (Abb. 1). Abhängigkeiten einzelner Rohstoffe, sowohl für energetische Rohstoffe, als auch für strategisch für die Rüstungsindustrie und Verteidigung relevante metallische Rohstoffe von einzelnen Ländern werden als kritisch eingestuft. Zudem wird auf veraltete Datenlagen des eigentlichen Rohstoffbedarfs für die Industrie und Importdaten von metallischen Rohstoffen und Vorprodukten und fehlende Vorsorgestrategien für die produzierende Industrie inklusive Rüstungsindustrie seitens der Politik hingewiesen. Die Versorgungssicherheit sei abhängig von verschiedenen Szenarien, wie etwa dem Zugang zu Lieferketten und -wegen (Sperrung von Landwegen, gesperrte Seewege, gesperrter Luftraum) im Krisenfall, Exportrestriktionen von Ländern und internationalen Rahmenbedingungen für den Handel im Krisenfall. Lieferwege, die heute sicher erscheinen, könnten entfallen, der Luftraum und Seewege gesperrt werden. Der tatsächliche Rohstoffbedarf der deutschen Verteidigungsindustrie sei u.a. aufgrund von Geheimhaltung nicht öffentlich bekannt, was eine präzise Bewertung erschwert. In Krisensituationen wie dem Verteidigungsfall könnten zudem Rohstoffe strategisch werden, die es heute nach Definition der EU noch nicht seien.

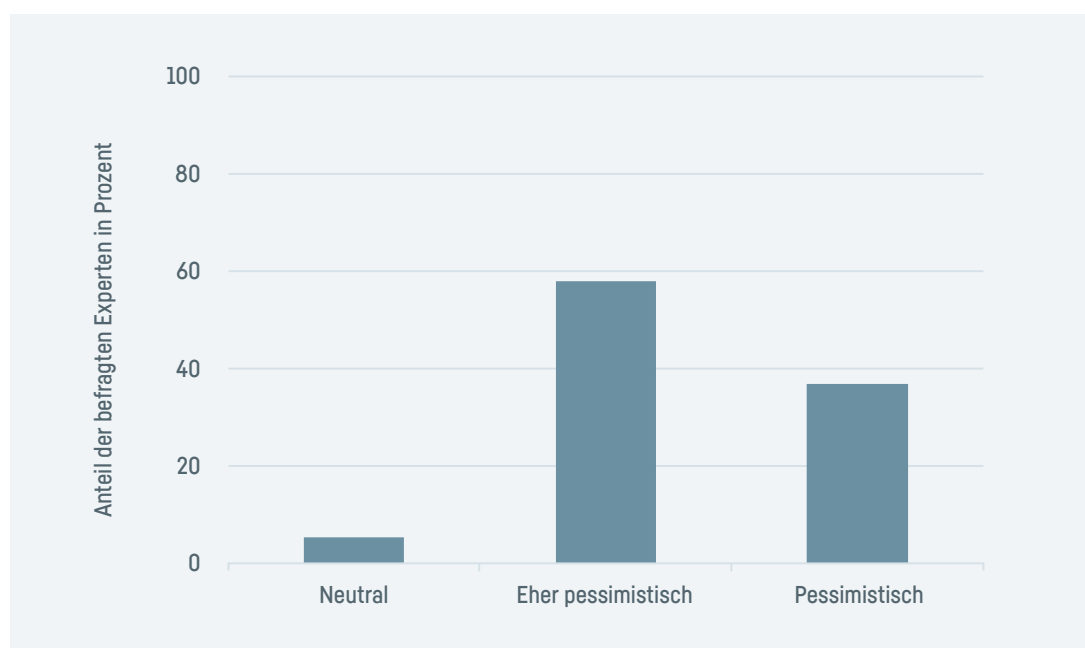


Abb. 1: Interviewergebnisse zur Frage der aktuellen Versorgungssicherheit Deutschlands mit Rohstoffen für den Krisenfall (z.B. Verteidigungsfall), angegeben in Prozent der befragten Experten (N=19).

Antworten

Politische Rahmenbedingungen und die strategische Ausrichtung Deutschlands für die Rohstoffversorgung werden als unzureichend betrachtet, um im Ernstfall eine resiliente Versorgung mit Rohstoffen sicherzustellen. Trotz vorhandener geologischer Potentiale betreibt Deutschland keinen nationalen Bergbau für verteidigungsrelevante metallische Rohstoffe wie Wolfram. Der Aufbau entsprechender Kapazitäten sei zeit- und ressourcenintensiv. Besonders kritisch seien geopolitische Abhängigkeiten von einzelnen Staaten wie China, die bereits in der Vergangenheit Exportstopps verhängten. Auch bei Energierohstoffen wie etwa Erdgas bestünden Abhängigkeiten, so auch von den USA.

Aber nicht nur die Rohstoffversorgung mit Bezug Bergbau, sondern die gesamte Wertschöpfungs- und Prozesskette benötigten mehr ausgebildetes Fachpersonal in Deutschland. Es bedürfe mehr Experten, um die derzeit noch lückenhaften geologischen Daten in Deutschland zu schließen. Das erste Nationale Explorationsprogramm⁴ sei ein erster Schritt, komme angesichts der rezenten geopolitischen Spannungen aber zu spät. Die Datenlage der geologischen Dienste sei veraltet. Viele Unterlagen wie etwa Berichte aus vergangenen Explorationsprogrammen und dem Bergbau vor 1990 lägen nicht digitalisiert in Archiven vor. Es wäre ein Datenschatz, dessen Potential noch nicht ausreichend wahrgenommen würde. Diese Berichte könnten, gemeinsam mit neuen Explorationstechniken, genutzt werden, um Lagerstättenpotentiale neu zu bewerten. In einigen Regionen Deutschlands sei beispielsweise heute der Wissensstand so weit, dass die Erzkörper wohl tiefer lägen als bisher vermutet.

In Deutschland fehle es an strategisch dimensionierter Lager-/Vorratshaltung. Für verteidigungsrelevante Rohstoffe wie Wolfram seien keine nationalen Reserven bekannt. In Krisenfällen wie dem Verteidigungsfall könnten Transportwege eingeschränkt sein. Schon in Friedenszeiten haben globale Ereignisse, wie etwa die Blockade des Suezkanals, Exportrestriktionen aus China oder Lieferausfälle während der Covid-Pandemie gezeigt, wie störanfällig Lieferketten für die deutsche Industrie sein können.

Geologisch betrachtet werde Deutschland sich mit spezifischen metallischen Rohstoffen nicht selbst versorgen können, denn der aktuelle Bedarf würde die Mengen übersteigen, welche derzeit geologisch bekannt sind und abgebaut werden könnten. Zusätzlich müssten die Rohstoffe auch verarbeitet werden. Auch auf europäischer Ebene blieben Abhängigkeiten gegenüber Drittstaaten bestehen. Bisher geschlossene internationale Partnerschaften würden noch nicht in dem Umfang ausgebaut, wie es für eine strategische Diversifizierung notwendig wäre. Partnerschaften, die zum Abbau von metallischen Rohstoffen, wie beispielsweise in lateinamerikanischen Ländern führten, würden nicht genutzt.

⁴ Nationales Explorationsprogramm der Bundesrepublik Deutschland im Rahmen des Critical Raw Materials Act (CRMA), erste Version:
https://www.bundeswirtschaftsministerium.de/Redaktion/DE/Downloads/C-D/crma-nationales-explorationsprogramm.pdf?__blob=publicationFile&v=2

Zusätzlich komme hinzu, dass die politische Ausrichtung aktuell auf CO₂-Reduktion und auf Einschränkung emissionsintensiver Industrien abziele, was als zusätzlicher Hemmfaktor für den Ausbau der heimischen Rohstoffgewinnung und -verarbeitung gesehen wird. Ohne klare politische Weichenstellungen und langfristige Strategien bliebe die Versorgungssicherheit Deutschlands im Krisenfall daher begrenzt.

Welche Zeitspanne schätzen Sie ist bis zur Rohstoffförderung (Exploration bis Produktion) im Krisenfall (z.B. Verteidigungsfall) in Deutschland unter Berücksichtigung moderner Technologie notwendig?

Zusammenfassung

Die Abschätzung der Zeitspanne von Exploration bis zu Rohstoffförderung im Verteidigungsfall in Deutschland sei von einer Vielzahl technischer, regulatorischer, infrastruktureller Faktoren abhängig. Hinzu komme das jeweilige Wissen über die Lagerstätte in Brownfields oder Greenfields. Die Mehrzahl der Experten schätzt, dass die Zeitspanne von der Exploration bis zur Förderung im Bergwerk 6–15 Jahre betragen könnte (N=13), unter der Berücksichtigung moderner Technologien, vorhandener Finanzierung und potenziell beschleunigter Genehmigungsverfahren, von denen für einen Verteidigungsfall ausgegangen werde. Kürzere Zeiträume (in maximal fünf Jahren) werden von vier Experten als machbar eingeschätzt, während zwei Experten auch trotz schneller Genehmigungsprozesse über 15 Jahre abschätzen (Abb. 2).

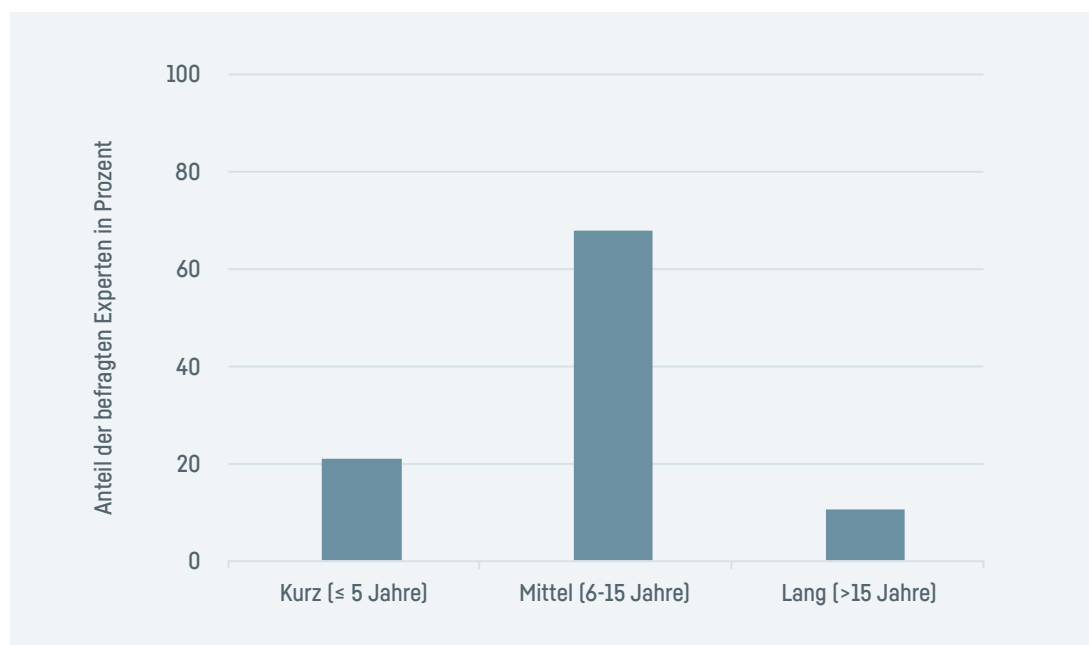


Abb. 2: Interviewergebnisse zur Frage, welche Zeitspanne von der Exploration bis zur Rohstoffförderung im Krisenfall (z.B. Verteidigungsfall) in Deutschland unter Berücksichtigung moderner Technologie benötigt wäre, angegeben in Prozent der befragten Experten (N=19).

Antworten

Die Zeitspanne hänge zudem vom Projekttyp ab: Greenfield Projekte könnten im Normalfall in 15 ± 3 Jahre⁵ realisierbar sein, während Brownfield-Projekt durchschnittlich mit sieben Jahren von Exploration (ggfs. vorhandene Infrastruktur vorhanden) bis Förderung unter Tage angegeben werden. Diese Einschätzungen beinhalten Bohrungen um die Lagerstätte genauer einzugrenzen und den Beginn des Schachtbaus. Für Greenfield Projekte würden mehr Voruntersuchungen benötigt werden als für Brownfield Projekte, da die eigentliche Lagerstätte oder der Erzkörper zunächst einzugrenzen seien und der Erzgehalt bestimmt werden müsse. Für Brownfield Projekte könnte ggfs. Infrastruktur in Form von Zufahrtswegen bereits vorhanden sein. Für strategische Rohstoffe in bereits explorierten oder ehemals erschlossenen Lagerstätten kann die Zeitspanne im Krisenfall demnach kürzer ausfallen. Unter optimalen Bedingungen, wenn Infrastruktur vorhanden sei oder Zugänge bereits wie bei der Käfersteige in Pforzheim (Anm.: Europas größte, bislang ungenutzte Lagerstätte des kritischen Rohstoffs Flussspat) existierten, könne ein Produktionsbeginn auch unter fünf Jahren realistisch sein. Solche Fälle stellten jedoch Ausnahmen dar und seien nicht als allgemeiner Maßstab anwendbar. Hinzu komme die Ausbildungszeit für zusätzlich benötigtes Fachpersonal (etwa zwei bis drei Jahre) und entsprechend praktisch qualifizierte Hochschulabsolventen, da deren weitere, notwendige Qualifikation im laufenden Betrieb des Bergwerks notwendig sei.

Der europäische Critical Raw Materials Act (CRMA) sähe vor, Genehmigungsprozesse zu beschleunigen und Projektlaufzeiten auf unter fünf Jahre zu begrenzen. Ein wesentlicher Einschränkungsfaktor sei jedoch, dass nicht alle Rohstoffe von den Regelungen erfasst seien und der Krisen- oder Verteidigungsfall rechtlich im CRMA nicht berücksichtigt sei. Inwiefern in einer Krisensituation tatsächlich große Teile der Genehmigungsverfahren verkürzt werden könnten, sei daher unklar. Im deutschen Bergrecht selbst existierten keine spezifischen Regelungen für den Bergbau im Krisenfall, sodass Beschleunigungen lediglich über politische oder verwaltungsrechtliche Sonderwege möglich wären, etwa durch die Einstufung als Vorhaben des öffentlichen Interesses.

Aus rein technischer Perspektive für eine bekannte Lagerstätte (Schachtansatz bis Förderung) wird daher ein mittlerer Zeitraum geschätzt (6–15 Jahre), insbesondere weil die erforderliche Fachkompetenz, Infrastruktur und Logistik in Deutschland inzwischen nur begrenzt verfügbar sei. Eine vollständige Neuaufstellung von Exploration bis zur Förder- und Aufbereitungsanlagen würde im Normalfall bis zu 20 Jahre erfordern, teils länger. Zudem könnten Lieferengpässe für Maschinen, Spezialgeräte oder die Produktion von Stahl die Projektdauer im Krisenfall verlängern, da solche Ressourcen möglicherweise priorisiert für militärische Zwecke eingesetzt werden könnten. Im Krisenfall seien verschiedene Betrachtungen möglich: Projekte könnten beschleunigt werden, wenn politische Barrieren entfallen, oder sie könnten sich verzögern, wenn Lieferketten und Zulieferbetriebe beeinträchtigt wären.

⁵ Entsprechend Scoping Study nach PERC Standard
https://percstandard.org/wp-content/uploads/2023/01/PERC_summary_guide_230115.pdf

Welcher Zeitraum wäre bis zum Ausbau eines Schachts anzunehmen?

Zusammenfassung

Die Dauer bis zum Ausbau eines Bergwerkschachts hinge von der zu erreichenden Teufe, den geologischen Bedingungen, der Schachtbauweise (z.B. Einzelschacht oder Doppelschachtanlage, vertikale oder schräge Abteufung), der vorhandenen Infrastruktur, sowie der Expertise der beteiligten Unternehmen ab. Für geringe Teufen zwischen 100 und 500 m wurden als reine Bauzeit ein bis drei, in einigen Fällen auch fünf Jahre angegeben. Für größere Teufen (500–1000 m) etwa drei bis fünf Jahre. Voraussetzungen seien stabile technische und organisatorische Bedingungen.

Antworten

Weitere Einzelbeispiele wurden benannt: So wären im Projekt Löwenstern in Thüringen Erkundungsbohrungen auf Kupfer von Anglo American's Kupfer Copper Germany GmbH (KCG) 800 m in etwa 3 bis 4 Jahren realisiert worden. Nicht für jedes Bergbauprojekt würden Schächte benötigt, auch Rampen könnten eine Option darstellen. Ein Vergleich mit Tunnelvortrieb, der teils 10 bis 15 Jahre dauern könne, verdeutliche die Komplexität von Untertagebauwerken.⁶

Bereits unmittelbar nach dem Zweiten Weltkrieg hatte die Wismut AG mit konventionellen Verfahren wie Bohren und Sprengen Schächte in kürzester Zeit gebaut⁷. Dies stelle jedoch eine Ausnahmesituation dar, geprägt durch hohe personelle und materielle Einsatzintensität, die unter heutigen Bedingungen nicht denkbar wäre.

Im Krisenfall oder Verteidigungsfall könnten Beschleunigungen durch vereinfachte Verfahren, Priorisierung von Ressourcen oder Aufhebung bestimmter administrativer Hürden möglich sein. Unter günstigen Rahmenbedingungen wurde daher teils sogar ein Zeitraum von etwa einem Jahr für Teufen von 500 bis 1000 m als potentiell denkbar angesehen. Solche Werte setzten jedoch voraus, dass Expertise, Geräte, Material und Infrastruktur vollständig verfügbar seien und wären ein Szenario, das deutlich vom Normalbetrieb abweiche.

Insgesamt lässt sich festhalten, dass realistische Zeiträume für den Ausbau eines Schachts bis etwa 1000 m, unter Berücksichtigung moderner Technologie, bekannter geologischer Bedingungen und Beschleunigungsmaßnahmen im Bereich von drei bis fünf Jahren lägen. Unter optimalen Bedingungen seien kürzere Zeiten möglich, während ungünstige geologische oder organisatorische Faktoren sowie größere Tiefen den Prozess auf fünf bis zehn Jahre ausdehnen könnten.

⁶ Anm.: Der Schachtbau Kochendorf (Bad Friedrichshall) und der Schachtbau Großgartach (Leingarten) verbinden auf 16 km unter Tage durch das Bergwerk Friedrichshall-Kochendorf die Südlinkstromtrasse. Die Vorarbeiten zum etwa 200 m tiefen Schachtbau begannen Mitte 2024, das Abteufen begann Mitte 2024 <https://redpathdeilmann.com/projekte/grossgartach-kochendorf/>. Die Bauzeit für den 22 km langen Schweizer Grimseltunnel wird auf sechs Jahre, davon drei Jahre für den Tunnelausbruch geschätzt <https://www.grimseltunnel.ch/projekt/>.

⁷ wie etwa Schacht 371 in Aue-Bad Schlema etwa 1000 m in etwa 2,5 Jahren <https://www.wismut.de/standorte/wismut-erleben/unesco-welterbe>

Wie lange dauert eine Gesteinsaufbereitung vom Abbau bis zum Metall (Brechen, Aufkonzentrieren, Verhüttung und Raffination)?

Zusammenfassung

Die Dauer von der Förderung bis zu dem marktfähigen Metall variiert und hängt sowohl vom Erz, als auch von der vorhandenen Verarbeitungskapazität ab. Zudem wären Faktoren wie Logistik, dem technologischen Stand, sowie den jeweiligen spezifischen metallurgischen Prozessen für verschiedene Metalle zu berücksichtigen. Deutschland hat seit Jahrzehnten keine primäre Erzaufbereitung betrieben. Insbesondere der Aufbau moderner Aufbereitungs- und Hüttenprozesse kann bis zu fünf Jahre oder länger dauern, bevor überhaupt erste produktionsfähige Metallmengen entstehen.

Antworten

1) Dauer der mechanischen Aufbereitung ab Förderung (Brechen, Mahlen, Aufkonzentrieren)

Nach der Förderung wird das Gestein inklusive des Erzes gebrochen, die erste Klassierung (Sortierung nach Kornklassen und Trennung des Fördergutes) und das Zerkleinern (Brechen und Mahlen) erfolgt nach wenigen Stunden. Anschließend folgen Flotation, Setzarbeit und Entwässerung. Die Aufbereitung im Bergbaubetrieb bis zum Konzentrat wurde mit 1 bis 2 Tagen für Basismetalle wie Kupfer angegeben, bei denen das Erz zunächst auf Konzentrationen von 1 bis 2 % im ROM (Run-of-Mine⁸) Material gebracht und anschließend auf 15 bis 30 % aufkonzentriert wurde. Für diesen Teilprozess wurden Tage bis wenige Wochen genannt, abhängig von Durchsatz, Anlagenkapazität und Pufferstrategien wie temporäre Bevorratung in Halden (Pufferhalden)⁹.

Anschließend werde das Konzentrat auf Halde gelegt und zur weiteren metallurgischen Verarbeitung abtransportiert, beispielsweise über den Schienenverkehr (innerhalb Deutschlands 1–2 Tage).

2) Metallurgische Verarbeitung (Schmelzen, Raffination, Elektrolyse etc.)

Die zeitaufwendigsten Schritte folgten in der metallurgischen Phase. Für Basismetalle gelte allgemein: Die metallurgische Endverarbeitung dauere typischerweise mehrere Wochen bis Monate, abhängig vom Prozess (pyro- oder hydrometallurgisch) und der Reinheitsanforderung. Am Beispiel Kupfer könne die Elektrometallurgie bis zu 21 Tage dauern. Addiert man weitere Prozessschritte, ergebe sich ein Gesamtzeitraum von ca. 35–40 Tagen für die Umwandlung von Erzkonzentrat in Raffinadekupfer.

⁸ Erz in seinem rohen, unverarbeiteten Zustand, das direkt aus dem Bergwerk gefördert wird und ohne vorherige Sortierung und Klassifizierung.

⁹ Anm.: Die ROM-Halde ist das unbearbeitete Material aus der Grube.

3) Logistische Komponenten und Zwischenlagerung

Zwischen den Prozessschritten existierten technologische und organisatorische Puffer:

Halden vor dem Brechen oder der Flotation, Pufferlager für Konzentrate, Transportzeiten zwischen Bergwerk, Hafen, Hütte oder Chemieanlage. Diese Puffer dienen der Prozesssicherheit und können Ausfallzeiten von ein bis drei Wochen überbrücken.

4) Seltene Erden

Bei Seltenen Erden verlängere sich die Zeitspanne. Mechanische Aufbereitung erfolge zwar ebenfalls innerhalb von Tagen bis Wochen, aber die chemische Trennung der Seltenen Erden, sowie der Umgang mit radioaktiven Nebenprodukten (z. B. Thorium) erfordere spezialisierte Anlagen, die in Deutschland fehlten. Die Erstellung der notwendigen Infrastruktur würde Jahre benötigen. Daher würde ein Aufbau einer gesamten Wertschöpfungskette für SEE mehrere Jahre dauern.

Sind in Deutschland Unternehmen angesiedelt, die Anlagen zum z.B. Brechen des Gesteins herstellen können, bzw. ist das Wissen über die Herstellung dieser Geräte und der Prozesse vom Abbau des Gesteins bis zur Verarbeitung in der Hütte in Deutschland vorhanden (Wissen zum Abbau und der Verarbeitung/Metallurgie in Deutschland)?

Zusammenfassung

Die in Deutschland vorhandene industrielle Basis für bergbautechnische Geräte, Anlagen und metallurgisches Know-How sei vorhanden, jedoch teilweise rückläufig und in mehreren Bereichen von strukturellen Herausforderungen betroffen. Grundsätzlich existierten in Deutschland nach wie vor Unternehmen, die Maschinen und Ausrüstungen für die mechanische Aufbereitung wie Gesteinsbrecher, Mühlen, Sortier- und Separationsanlagen entwickeln und produzieren. Deutschland gelte insbesondere im Anlagen- und Maschinenbau traditionell als global technologisch führend, hierzu gehörten Unternehmen wie Allmineral Aufbereitungstechnik GmbH & Co. KG, Thyssen Schachtbau, Herrenknecht, Liebherr, DMT, K&S, TAKRAF, Loesche, Sandvik, Komatsu, Epiroc, KU-Tech, FLSmidth, HJ Schmidt Mineraltechnik, Fromberger GmbH, Redpath Deilmann GmbH, Bauer Spezialtiefbau und Bauer Resources GmbH, oder weitere Anbieter sensorgestützter Sortiertechnologien. Auch im Bereich von Großgeräten wie Kränen, Bagger, Förderanlagen sowie im Einsatz von Sprengtechnik bestehe technisches Wissen und der Zugang zu besonderen metallischen Legierungen für High-Tech Produkte. Viele dieser Unternehmen seien auch Mitglied im Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA e.V.) mit über 3600 überwiegend mittelständischen Unternehmen.

Antworten

Als Herausforderungen für die Unternehmen werden politisch-ökonomische Rahmenbedingungen genannt, insbesondere hohe Energiepreise sowie der Mangel an Anreizen für Unternehmen, ihre Produktion langfristig im Land zu halten. Der Rückzug aus dem Primärrohstoffabbau, wie etwa nach dem Ende des Steinkohlebergbaus in 2018 führte dazu, dass bestimmte Wertschöpfungssegmente weniger nachgefragt wurden und die Wertschöpfung damit tendenziell abwanderte. Dennoch blieben einzelne Sektoren stabil, beispielsweise im Bereich der Braunkohle, der Baustoffindustrie (Sand, Kies, Kalkstein etc.) oder des bergbaubezogenen Anlagenexports. Dass im Bereich Maschinen- und Geräte für den Bergbau noch Kompetenz vorhanden sei zeige sich auch daran, dass viele Unternehmen exportorientiert arbeiteten und Anlagen international, wie nach Lateinamerika und Afrika lieferten. In Deutschland seien noch Hütten zur metallurgischen Aufbereitung und Recycling vorhanden wie Aurubis für Kupfer, Zink und Blei bei Nordenham und für Nickel die Nickelhütte Aue, wobei diese Betriebe weitestgehend mit Recyclingmaterial arbeiteten.

Außerdem wird ein Mangel an qualifiziertem Personal erwähnt. Während die technologische Fähigkeit in vielen Unternehmen weiterhin vorhanden sei, seien Ausbildungsstrukturen und Fachkräfteverfügbarkeit rückläufig. Auch wird darauf hingewiesen, dass die Übertragung von Labormaßstab, beispielsweise aus der Forschung, auf großtechnische Anlagen eine Herausforderung darstelle, insbesondere wenn die industrielle Erfahrung über Jahrzehnte hinweg nicht mehr vorhanden wäre. Dennoch bestünden in einigen Bereichen wie Kokerei-Technologien, Schwarzer-Masse-Recycling oder Spezialtiefbau weiterhin relevante Unternehmen.

Denken Sie, dass das Know-How zur Reaktivierung stillgelegter Bergbaustandorte in Deutschland vorhanden ist? Bzw. neue Bergbaustandorte zu erschließen und das dafür benötigte geologische Wissen vorhanden ist?

Zusammenfassung

Das in Deutschland vorhandene geowissenschaftliche und bergbautechnische Know-How zur Reaktivierung stillgelegter Bergbaustandorte sowie zur Erschließung neuer Lagerstätten sei grundsätzlich noch vorhanden (Abb. 3). Insgesamt befürchteten die Experten allerdings einen Rückgang innerhalb der nächsten Jahre und ein Abwandern des Wissens. An mehreren Hochschulstandorten in Deutschland wie in Aachen, Clausthal, Freiberg und in Karlsruhe werde noch entsprechendes Wissen zu Bergbau, Bergbautechnik, Lagerstättenkunde u.A. vermittelt. Dieses Wissen werde zur Erschließung von Lagerstätten, Bewertung von Erzvorkommen, aber auch für energetische Potentiale des Untergrundes wie Geothermie benötigt. Es bestehe Erfahrung im Umgang mit Nachbergbau wie an der TH Georg Agricola in Bochum, in der geotechnischen Sicherung und der Rekultivierung, Kompetenzen aus dem ehemaligen Steinkohlen- und dem aktuell noch durchgeführten Braunkohlenbergbau.

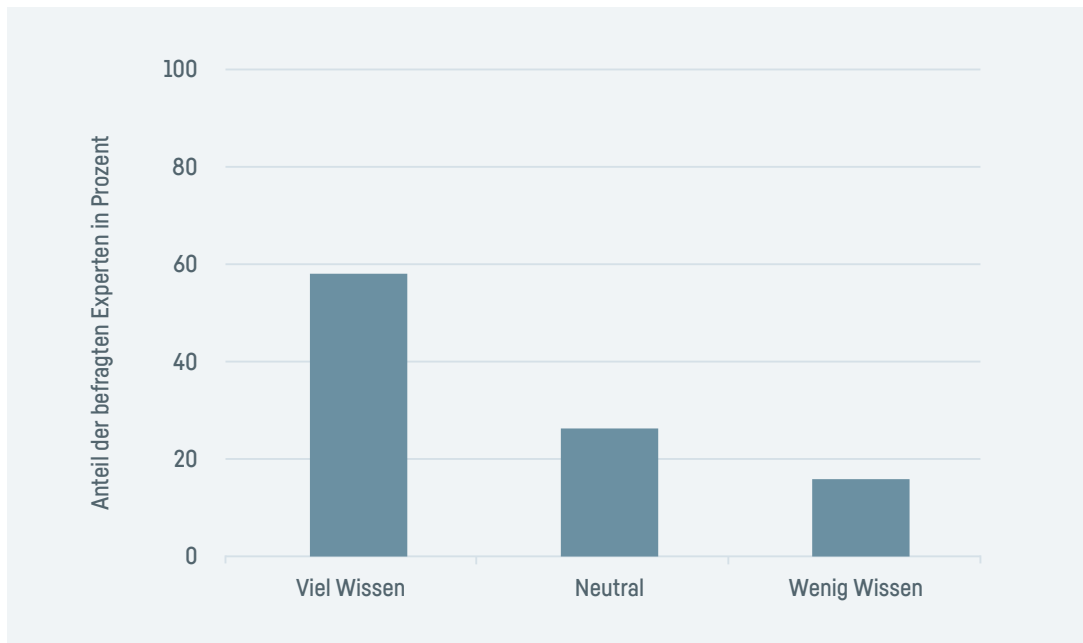


Abb. 3: Interviewergebnisse zur Frage, ob Know-How zur Reaktivierung stillgelegter Bergbaustandorte in Deutschland vorhanden ist? Bzw. neue Bergbaustandorte zu erschließen und das dafür benötigte geologische Wissen, angegeben in Prozent der befragten Experten (N=19).

Antworten

Historische geologische Datenbestände wie Bohrdaten aus ehemaligen bergbaulichen Explorationsen seien vorhanden, allerdings dezentral verteilt, teilweise nicht öffentlich digital zugänglich oder in analoger Form archiviert. Die Datenqualität variiere und in Regionen in westdeutschen Bundesländern fehle eine flächendeckende moderne Explorationsgrundlage, da der metallische Primärrohstoffbergbau in Deutschland über Jahrzehnte nicht betrieben wurde. Dies erschwere die Reaktivierung alter Bergbaustandorte, die Identifikation neuer potenzieller Abbaugelände, die heute aufgrund veränderter Technologien und geochemischer, sowie geophysikalischer Methoden neu bewertet werden müssten. Zum Wissen gehöre auch das verbliebene Potential ehemaligen Bergbaus, wie etwa in der Mechernicher Blei-Zink Lagerstätte in der östlichen Voreifel¹⁰.

Viele Experten und auch Hochschulabsolventen, die sich für metallischen Bergbau interessierten, arbeiteten heute aufgrund besserer beruflicher Perspektiven, schneller Umsetzung von Explorationsprojekten aufgrund geringerer bürokratischer Hürden und weil es in Deutschland aktuell keinen Bergbau gibt, der diese Kompetenzen benötigt, im Ausland. Dennoch existiert in Deutschland ein Kern an Expertise, der bei entsprechender Unterstützung stabilisiert und ausgebaut werden könne.

Betont wurde auch die Expertise der Steine und Erden Industrie in Deutschland mit praktischem Wissen. Diese habe sich über die Jahrzehnte Wissen angeeignet zu Abbautechniken, der Gesteinsaufbereitung und besitzt die benötigte wirtschaftliche Effizienz.

¹⁰ Anm.: Aus der Mechernicher Blei-Zink Lagerstätte wurden insgesamt etwa 2,5 bis 3 Mt Blei gewonnen, eine Reserve von etwa 500.000 t Blei und 720.000 t Zink werden angegeben, Ribbert, K.-H. (2010). Geologie im Rheinischen Schiefergebirge: Teil 1 Nordeifel. Geologischer Dienst Nordrhein-Westfalen. <https://www.gd.nrw.de/pdf/geologie-nordeifel-rsg1.pdf>. Der Mechernicher Bleierz-Abbau war einer der größten in Deutschland bis zu seiner Stilllegung im Jahr 1957.

Sind der Bergbau und die Hütten (inklusive Recycling), sowie deren Vorketten ausreichend für einen Krisenfall (z.B. Verteidigungsfall) gesichert (Lieferung von Maschinen/Geräte, Zugang zu Erzen, Zugang zur Energieversorgung, Zugang zu Schrotten)?

Zusammenfassung

Insgesamt geben fünf Experten an, dass die Vorketten genügend gesichert seien. Acht Experten sehen die Sicherung der Hütten, des Bergbaus und der Vorketten als neutral an und sechs Experten geben an, dass keine ausreichende Sicherung bestehe (Abb. 4). Der Recyclingsektor wird als stabil eingeschätzt, unter der Voraussetzung, dass der Zugang zu Lieferketten innerhalb europäischer Partnerländer vorhanden bleibe. Recycling könne die Aufbereitung von Primärrohstoffen allerdings nicht vollständig ersetzen. Bei Stoffkreisläufen der Primärrohstoffe fielen bestimmte Nebenprodukte an, diese würden beim Recycling fehlen. Nur auf Recyclingströme zu bauen wäre weder quantitativ noch qualitativ ausreichend, um einen krisenbedingten Mehrbedarf zu decken. Der Zugang zu Maschinen und Geräten wurde als grundsätzlich stabil eingeschätzt. Zusätzlich wurden für kurzfristige Engpässe EU-Partnerländer genannt, die im Bereich Bergbaumaschinen Expertise hätten (z.B. Schweden, Finnland).

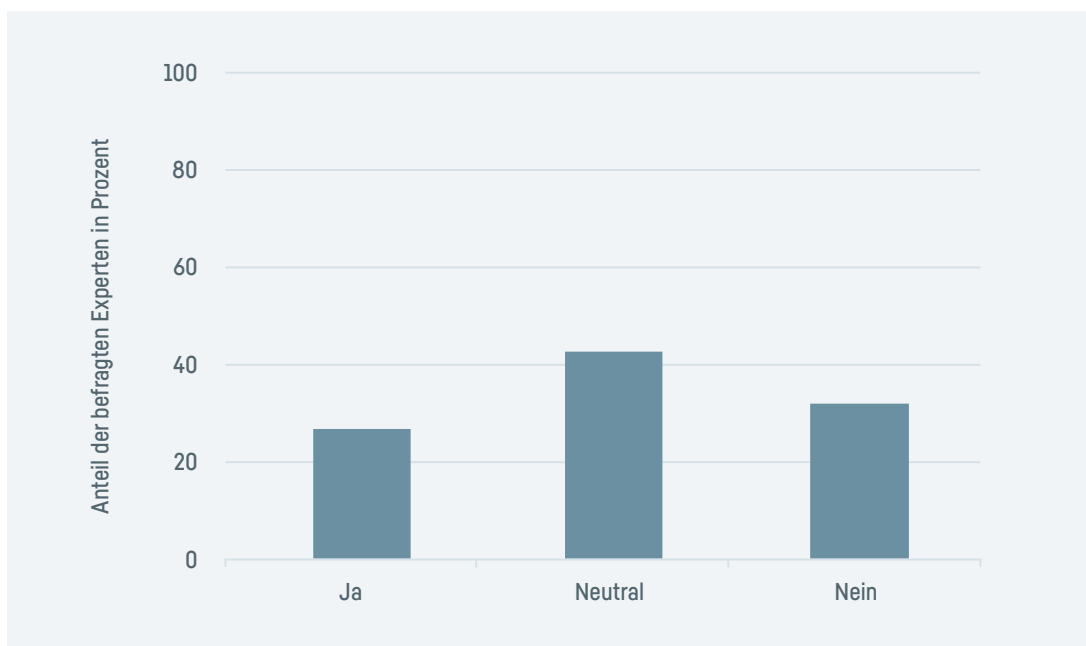


Abb. 4: Interviewergebnisse zur Frage, ob der Bergbau und die Hütten (inklusive Recycling) und deren Vorketten ausreichend für einen Krisenfall (z.B. Verteidigungsfall) gesichert wären, angegeben in Prozent der befragten Experten (N=19).

Antworten

Die aktuelle Infrastruktur und die Energieversorgung seien nicht gegen militärische oder hybride Bedrohungen geschützt. Beides wäre im Verteidigungsfall ein naheliegendes Ziel. Entsprechende Abwehrsysteme müssten im Krisenfall erst aufgebaut werden. Der deutsche Energiesektor sei international vernetzt und in Teilen abhängig von Importen, beispielsweise aus Frankreich oder Norwegen. Eine vollständige Elektrifizierung bergbaulicher und metallurgischer Prozesse wurde als nicht realistisch eingestuft und alternative, unabhängige Systeme wie Erdgas, Erdöl, soweit in Deutschland vorhanden, oder Kohle seien für Krisenszenarien notwendig. Diese Energieträger und Rohstoffe¹¹ würden allerdings systematisch reduziert. Im Krisenfall bestehe die Notwendigkeit einer stabilen Energieversorgung, wie etwa für die Grubeninfrastruktur und um sicherzustellen, dass zum Beispiel die Entwässerung und Bewetterung des Bergwerks gewährleistet ist. Eine fundierte Krisenvorsorge benötige den Aufbau zusätzlicher Hüttenstandorte, gesicherter Energieversorgungssysteme, strategischer Vorräte an Energie und Rohstoffen und militärische Schutzstrukturen.

Der Zugang zu Erzen durch Importe wäre in einem Verteidigungsfall potentiell gestört oder vollständig unterbrochen, besonders aus einzelnen Drittstaaten. Eine strategische Lagerhaltung von Rohstoffen wie in den USA, Südkorea, Japan und China sei in Deutschland nicht vorhanden. Es wird vermutet, dass sich größere Rüstungsunternehmen selbst strategisch absicherten. Insgesamt könne der kurzfristige Zugang zu Beginn einer Krisensituation zu Maschinen und Geräten, die Energieversorgung und der Zugang zu individuellen Erzen durch Partnerländer vorhanden sein, mittel- bis langfristig sei der Zugang nicht gesichert. Die Rohstoffversorgung mit Erzen, der gesicherte Zugang zu Energie, sowie die Sicherung der Transportwege wurden als zentrale Schwachstellen genannt. Hinzu komme das Fehlen einer transparenten Gesamtübersicht über kritische Prozessketten, was die Risikoabschätzung erschwere. Anlagen und Lieferketten seien nicht speziell für einen Verteidigungsfall ausgelegt, eine staatliche Absicherung bestehe kaum. Eine koordinierte nationale Sicherheitsstrategie für den Bergbau oder die metallurgische Industrie fehle. Die Versorgungssicherheit des deutschen Bergbaus, der metallurgischen Hüttenbetriebe und der zugehörigen Vorketten sei im Krisenfall wie im Verteidigungsfall insgesamt als unzureichend einzustufen.

Wie sind die politischen/wirtschaftlichen Rahmenbedingungen für den Bergbau in Deutschland und dem internationalen Bergbau unter Beteiligung von deutschen Firmen (z.B. Rohstoff AG, BMW, Mercedes) aktuell zu beurteilen?

Zusammenfassung

Die politischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen für den Bergbau in Deutschland oder für internationalen Bergbau unter Beteiligung von deutschen Unternehmen sind als ungünstig einzustufen. Insgesamt geben 15 Experten an, dass die politischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen zu wenig sind, drei Experten stehen der Aussage neutral gegenüber und ein Experte stufte die Rahmenbedingungen mit viel ein (Abb. 5).

¹¹ Die Energieträger wären noch in Hochtemperaturprozessen bei Herstellung, Wärmebehandlung und Pulvermetallurgie benötigt. Zudem seien Steinkohle als Reduktionsmittel in der Stahlindustrie, Erdöl und Erdgas für die chemische Industrie, als Schmier- und Treibstoffe, Erdöl und Erdgas als Saueröl/Saugas als Quelle für Schwefel zur Herstellung von Schwefelsäure als Grundchemikalie, Erdgas als Wasserstoffträger für die Herstellung von Ammoniak als Grundchemikalie benötigt.

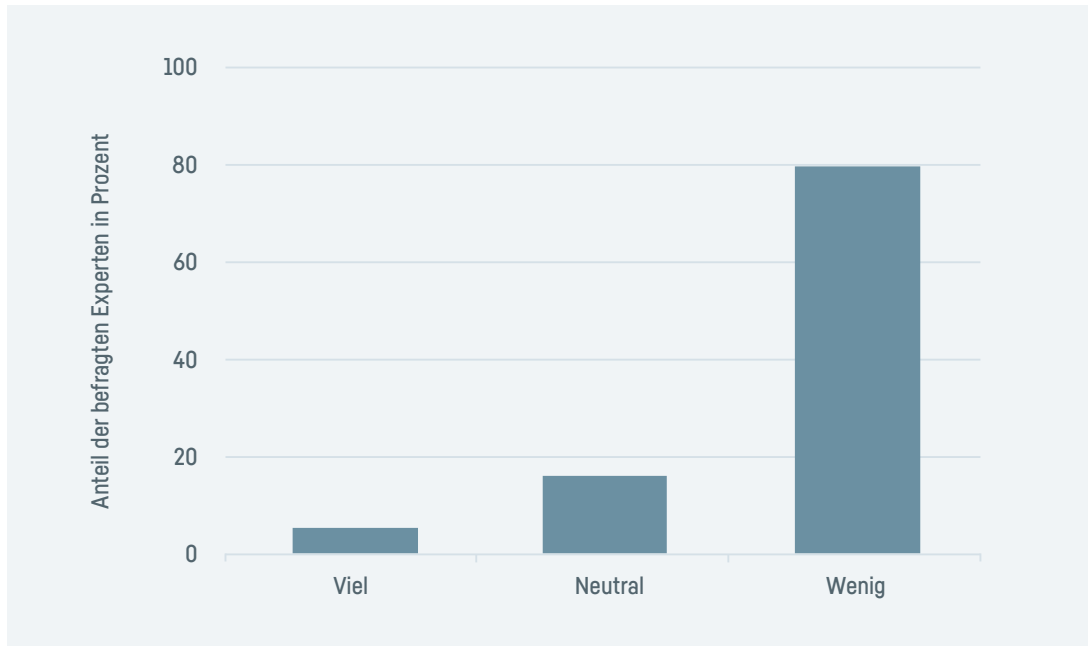


Abb. 5: Interviewergebnisse zur Frage der aktuellen politischen/wirtschaftlichen Rahmenbedingungen für den Bergbau in Deutschland und dem internationalen Bergbau unter Beteiligung von deutschen Firmen, angegeben in Prozent der befragten Experten (N=19).

Antworten

Die politischen Rahmenbedingungen entsprechen nicht den Anforderungen einer strategisch ausgerichteten Rohstoffpolitik. Es bestehe kein krisenfestes, relevantes Rohstoffmanagement der Politik. Dies zeige sich auch dadurch, dass deutsche Unternehmen nur begrenzt gewillt sind, sich aktiv im Primärrohstoffsektor zu engagieren. Die regulatorischen Rahmenbedingungen für Bergbau in Deutschland, insbesondere langwierige Genehmigungsverfahren, Klagerechte verschiedener Interessengruppen sowie hohe bürokratische Anforderungen werden als Grund genannt. Obwohl durch das Bergrecht grundsätzlich Vorhaben privilegiert werden könnten, führten aktuell Beteiligungsverfahren, Einsprüche von Bürgern und Umweltklagen häufig zu mehrjährigen Verzögerungen.

Der Ernst der Versorgungslage werde politisch nicht hinreichend erkannt. Obwohl Deutschland metallische Rohstoffe wie Kupfer und andere strategische Rohstoffe potenziell im eigenen Land fördern könnte, fehle eine klare politische Unterstützung. Die Rahmenbedingungen begünstigten vielmehr den Rückzug von Unternehmen aus der Rohstoffgewinnung. Umweltinitiativen und gesellschaftliche Widerstände trügen zu einem politischen Klima bei, in dem Bergbau und nachgelagerte Prozessketten häufig negativ bewertet würden. Gleichzeitig würden zentrale Instrumente wie der Critical Raw Materials zwar auf EU-Ebene verabschiedet, jedoch in Deutschland bislang nicht konsequent umgesetzt.

Die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen zeigten eine ähnliche Bewertung. Energieintensive Industrien würden unter hohen Energiekosten leiden. Historisch aktive Unternehmen mit Bergbauengagement im Ausland, etwa RWE, Ruhrkohle AG oder Thyssenkrupp, hätten ihre Aktivitäten seit den 1990er Jahren aufgrund der strategischen Fokussierung auf das Kerngeschäft aufgegeben. Heute existierten nur noch wenige deutsche Unternehmen und Start-Ups wie die Deutsche Rohstoff AG oder die Deutsche E-Metalle, die im internationalen metallischen Bergbau aktiv sind. Ein globaler Player mit Sitz in Deutschland existiere nicht mehr. International operierende, große Bergbauunternehmen wurden in den 1980er und 1990er Jahren aufgelöst bzw. umstrukturiert. Länder wie Kanada oder Australien ermöglichten steuerliche Absetzbarkeit von Explorationskosten und schafften attraktive Investitionsbedingungen. Deutschland hingegen setzte mit dem Lieferkettengesetz oder umweltbezogenen Auflagen zusätzliche Hürden, die eine aktive Beteiligung an internationalen Bergbauprojekten erschweren.

Deutschland sei im globalen Rohstoffsektor vergleichsweise passiv engagiert. Obwohl Lieferketten zunehmend fragil würden und strategische Rohstoffe zentrale Bedeutung für die industrielle Wertschöpfung hätten, sei die außenwirtschaftliche Rohstoffstrategie Deutschlands kaum sichtbar. Deutsche Unternehmen, einschließlich großer Automobilhersteller, beteiligten sich vereinzelt an Projekten im Ausland.

Ein positiv hervorgebrachtes Beispiel für Bergbau und Verarbeitung im Ausland sei die AMG Lithium (Tochtergesellschaft und Teil von AMG Critical Materials N.V. mit rechtlichem Sitz in Amsterdam und Sitz der Hauptverwaltung in den USA, Leitung durch Heinz C. Schimmelbusch, ehemals Vorstandsvorsitzender der Metallgesellschaft AG). Die AMG Lithium nehme derzeit eine Raffinerie für Lithiumhydroxid in Batteriequalität in Betrieb (Bitterfeld-Wolfen). AMG betreibe in Brasilien die Mine Mibra mit der Produktion von Tantal-, Niob- und Lithiumkonzentraten. AMG plane den Bau einer Konversionsanlage zur Verarbeitung von Lithiumkonzentrat zu Lithiumhydroxid in technischer Qualität vor Ort an der Mine und nach der Fertigstellung solle die Produkte in der deutschen Veredlungsanlage verarbeitet werden (AMG Lithium GmbH, 2025). Ein weiteres Beispiel für die Möglichkeit, als deutsches Unternehmen im Ausland in Bergbauprojekten beteiligt zu sein, sei das Start-Up Deutsche E-Metall AG, das aktuell auf Lithiumvorkommen in Solen in Argentinien exploriert (Deutsche E-Metall AG, 2026).

Eine systematische internationale Rohstoffpolitik, die Investitionen in Exploration und Bergbau fördert und langfristige Partnerschaften absichert, sei kaum vorhanden. Hierzu fehle es an großen, international operierenden Bergbaugesellschaften in Deutschland, wie der ehemaligen Metallgesellschaft AG. Der Zugang zu strategischen Rohstoffen bliebe damit volatil und abhängig von globalen politischen Entwicklungen.

5.3.2 Lieferketten und Lagerhaltung

Könnte Ihrer Meinung nach der Bergbau in Deutschland in potentiellen Krisenfällen (z. B. Verteidigungsfall) eine Rolle spielen?

Zusammenfassung

Ob der Bergbau in Deutschland in potentiellen Krisenfällen wie einem Verteidigungsfall eine Rolle spielen könnte, wurde differenziert betrachtet. Zehn Experten gaben an, dass der Bergbau für Krisenfälle eine Rolle spielen müsse, um Abhängigkeiten zu reduzieren, soweit es die Grenzen der jeweiligen Rohstoffverfügbarkeiten geologisch erlauben (Abb. 6). Das Potential an strategischen Rohstoffen sei vorhanden, wie für Kupfer, Zinn, Zink, Arsen, Blei und Germanium. Bekannte Vorkommen seien im Erzgebirge und im Harz zu finden. Zudem komme beispielsweise die geplante Lithiumproduktion im Zuge der geothermischen Energiegewinnung im Oberrheingraben oder in Erdgasfeldern in Norddeutschland in Betracht. Es würde allerdings Zeit und Kapazitäten erfordern, die in Krisensituationen nicht gegeben seien. In Friedenszeiten wären für eine Vielzahl der Rohstoffe der Bergbau in Deutschland aktuell nicht wirtschaftlich. Zudem reichten die potentiell förderbaren Volumina nicht aus, um den nationalen Bedarf zu decken.

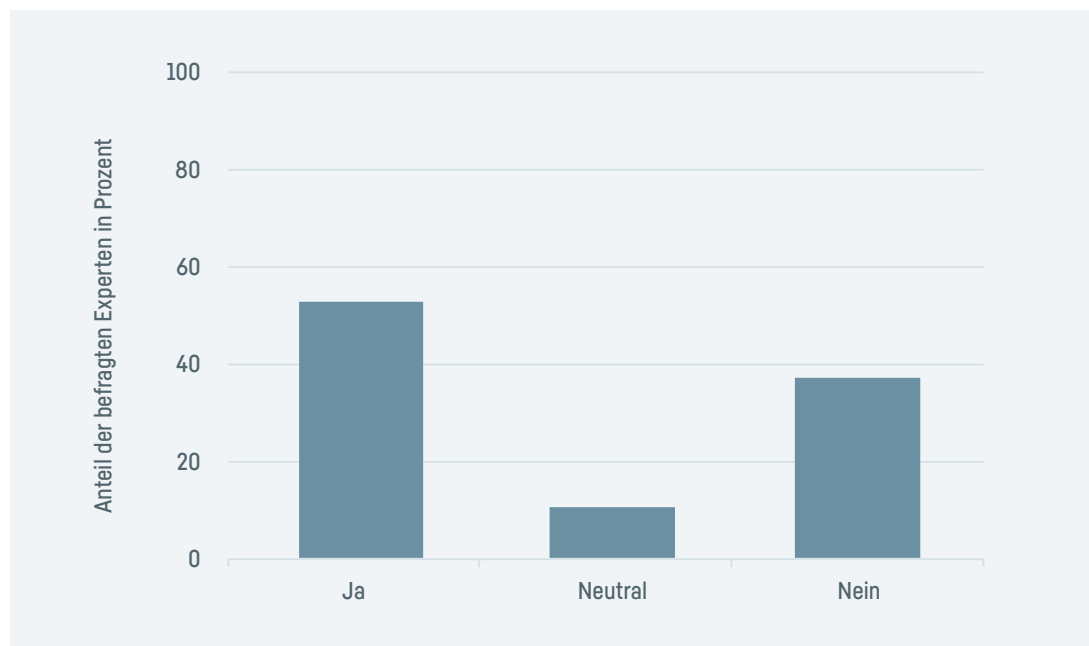


Abb. 6: Interviewergebnisse zur Frage, ob der Bergbau in Deutschland in potentiellen Krisenfällen (z. B. Verteidigungsfall) eine Rolle spielen könnte, angegeben in Prozent der befragten Experten (N=19).

Antworten

Heimischer Bergbau halte in Krisenzeiten Lieferwege kurz. Förderung, Raffinade und Produktion könnten weniger anfällig sein, aber auf Importe und/oder Lagerhaltung nicht verzichten.

Zwischen Exploration und Produktion lägen, je nach Lagerstätte, typischerweise 15 bis 20 Jahre, selbst unter günstigen Bedingungen. Diese Zeitspannen seien in einem Verteidigungsfall nicht gegeben. Da es in Deutschland in den vergangenen Jahrzehnten kaum systematische Exploration gab, befänden sich heute nur wenige Projekte in fortgeschrittenen Entwicklungsstadien.

Die notwendige Infrastruktur zur Förderung und Aufbereitung metallischer Erze werde in Deutschland weitgehend zurückgebaut. Das betreffe sowohl technische Anlagen als auch den Bestand an Fachpersonal. Viele ehemalige Experten aus dem Bereich Erzbergbau arbeiteten heute im Ausland oder seien bereits im Ruhestand. Eine Wiederaufnahme des Erzbergbaus würde einhergehen mit Investitionen in Ausbildung, Explorationen, technischer Infrastruktur und angepasste institutionelle Strukturen.

Der Erzbergbau sei kurzfristig schwer umzusetzen. Der Bergbau auf Steine und Erden sei im Krisenfall ebenfalls von Bedeutung. Die Steine und Erden Industrie könne Materialien und Rohstoffe für Infrastruktur, Befestigungsbau, Schutzbauwerke oder militärische Logistik liefern. Salze und Fluorit spielten für chemische und metallurgische Prozesse eine wichtige Rolle. Kurzfristig könne auch Recycling einen Mehrbedarf decken, sei aber die Verfügbarkeit von Schrotten angewiesen. Schrotte könnten jedoch die strategische Bedeutung metallischer Rohstoffe nicht substituieren.

Statt einer rein nationalen Betrachtung wurden EU-Perspektiven als wichtig angesehen. Geologisch bedeutende Rohstoffregionen innerhalb der EU wie z.B. in Skandinavien und Spanien seien für eine gemeinsame europäische Rohstoffstrategie relevant. Die Notwendigkeit, nationale Potenziale innerhalb Deutschlands zu aktivieren, bliebe jedoch bestehen, um eine Grundversorgung zu sichern.

Wäre eine Reaktivierung ehemaligen Bergbaus oder Erschließung neuer Bergbaustandorte in Deutschland oder in Form von international operierenden deutschen Unternehmen im Bergbau für strategische Rohstoffe im Krisenfall (z.B. Verteidigungsfall) lohnenswert? Wenn ja, für welche Rohstoffe und warum?

Zusammenfassung

Ob eine Reaktivierung ehemaliger Bergbaustandorte oder die Erschließung neuer Lagerstätten in Deutschland, oder alternativ über international operierende deutsche Unternehmen im Krisen- oder Verteidigungsfall lohnenswert wäre, wurde von fünfzehn Experten mit „Ja“ beantwortet. Eine Person hat sich enthalten, eine verneinte und zwei Experten waren der Frage gegenüber neutral eingestellt (Abb. 7). Ob eine Reaktivierung ehemaliger Bergbaustandorte lohnenswert ist, hänge vom Erzgehalt der jeweiligen Lagerstätte ab, der Relevanz des Rohstoffstoffs für verteidigungsrelevante Bereiche und ziviler Bedeutung. Zudem sei zu berücksichtigen, inwieweit ein Bergbauprojekt zeitlich umsetzbar wäre.

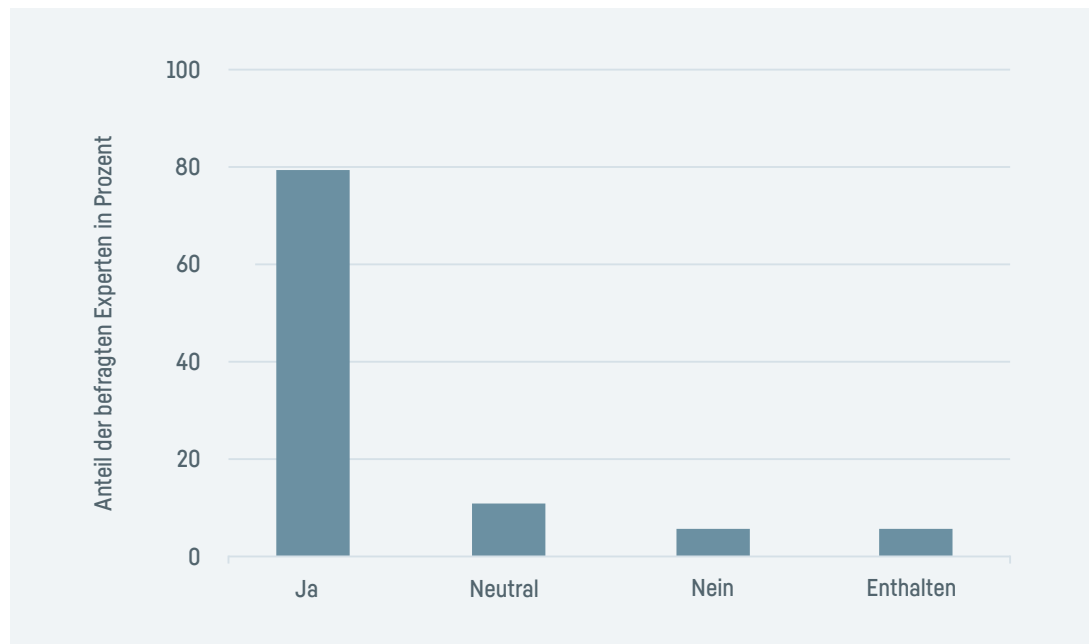


Abb. 7: Interviewergebnisse bezüglich der Frage der Reaktivierung ehemaligen Bergbaus oder Erschließung neuer Bergbaustandorte, angegeben in Prozent der befragten Experten (N=19).

Antworten

An einer Gewinnung von verteidigungsrelevanten Rohstoffen bestehe grundsätzlich ein sicherheitspolitisches Interesse. Eine teilweise nationale und auch international diversifizierte Versorgung sei notwendig. Hierzu gehörten Kupfer, Wolfram, Zinn, Zink, Blei, Silber, Nickel, Kobalt, Molybdän, Germanium, Gallium, Vanadium, Rhenium, Lithium, Silizium, Hafnium und Seltene Erden. Zudem seien neben metallischen Rohstoffen auch Flussspat bspw. als Flussmittel für die Stahlproduktion und die chemische Industrie, Baryt für die chemischen Industrie, Bohrindustrie und als Füllstoff von Bedeutung. Sand, Kies, Kalkstein würden im Krisenfall für den Bau von Befestigungsanlagen, Bunkerbau, Transportinfrastruktur und militärische Schutzbauten benötigt.

Einige Experten betonten, dass Deutschland im Krisenfall auch die Rohstoffe und Energieträger Erdöl, Erdgas, Braunkohle und Steinkohle berücksichtigen müsste. Erdöl und Erdgas seien wichtig für Mobilität, chemische Industrie, Flugkraftstoffe und Grundstoffchemikalien. Die Energieerzeugung an der Front in der Ukraine beruhe i.w. auf Dieselgeneratoren. Eine inländische Reaktivierung oder Ausweitung wären technisch möglich, aber politisch bislang nicht gewollt. Kohle könne im Krisenfall eine kritische Rolle zur Sicherung der Energieversorgung spielen, insbesondere bei Ausfall internationaler Lieferketten oder Infrastrukturangriffe.

Entscheidend sei, dass die Reaktivierung ehemaliger Bergwerke oder die Erschließung neuer Standorte im Krisenfall zu spät käme. Bei sofortigem Beginn wäre eine Förderung oftmals erst nach 2030 für bereits fortgeschrittene Explorationsprojekte oder ansonsten erst nach 2040 realistisch. Angesichts aktuell bekannter, begrenzter inländischer Ressourcen sei eine stärkere internationale Beteiligung deutscher Unternehmen im Bergbau sinnvoll und erforderlich, besonders wichtig seien Kupfer, Wolfram, Zinn, Zink, Blei, Silber, Nickel, Kobalt, Molybdän, Germanium, Gallium, Vanadium, Rhenium, Lithium, Silizium, Hafnium und Seltene Erden. Zudem Flussspat, Baryt, Sand, Kies, Kalkstein. Historisch betrachtet waren deutsche Unternehmen im internationalen Bergbau aktiv, während das Engagement im internationalen Raum heute kaum vorhanden sei. Eine strategische Reaktivierung von Bergbauprojekten ggf. durch eine neue „Bergbaugesellschaft/Metallgesellschaft“ in Verbindung mit der DERA, wurde von einigen Experten als erforderlich und sinnvoll angesehen.

Sollte eine vorgegebene Lagerhaltung/Vorhaltung strategischer Rohstoffe für Krisenfälle (z.B. Verteidigungsfall) in Betracht gezogen werden? Wenn Zustimmung, welche Art von Lagerhaltung (militärisch wie in den USA, staatlich wie in Japan, o.a.) oder sollte eine Lagerhaltung von Seiten der Industrie durchgeführt werden?

Zusammenfassung

Die Frage, ob eine strategische Lagerhaltung für kritische Rohstoffe im Krisen- oder Verteidigungsfall eingerichtet werden sollte, haben 18 von 19 Experten befürwortet (Abb. 8). Vor dem Hintergrund geopolitischer Unsicherheiten, fragiler Lieferketten und wachsender Abhängigkeiten von globalen Rohstoffmärkten wird eine Lagerhaltung als sinnvoll betrachtet. Ein Experte sieht eine vorgegebene Lagerhaltung für nicht sinnvoll, rein staatlich gesteuert würde diese den Markt und somit die Rohstoffpreise beeinflussen und es sollte den Unternehmen selbst überlassen werden, ob diese eine Lagerhaltung einführen möchten.

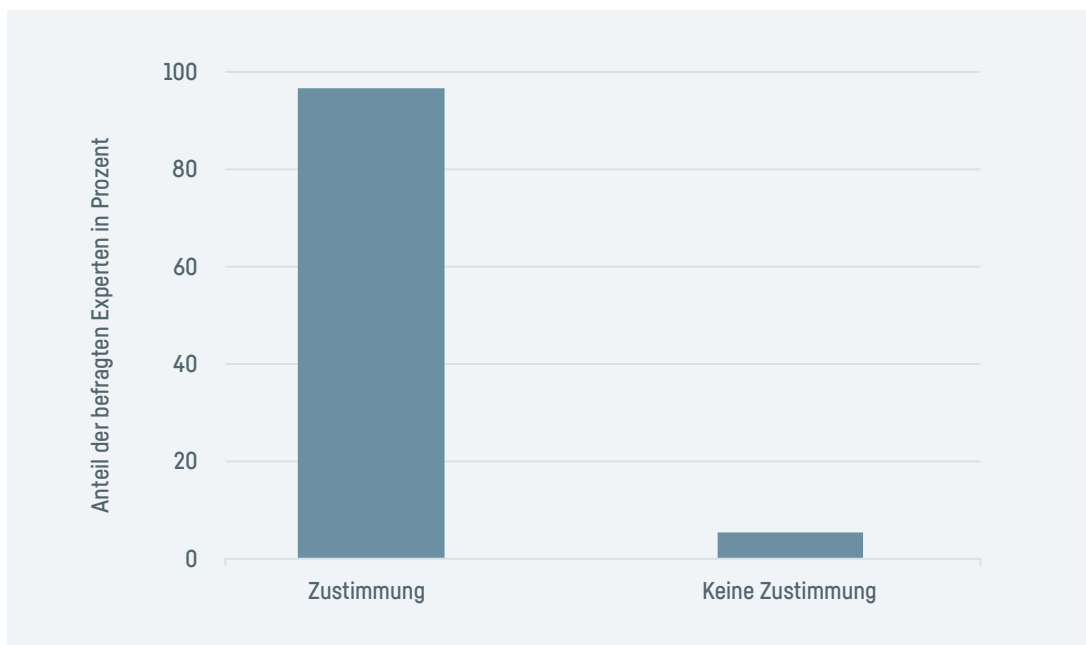


Abb. 8: Interviewergebnisse bezüglich der Lagerhaltung, angegeben in Prozent der befragten Experten (N=19).

Antworten

Bereits bestehende Beispiele wie die in Deutschland vorgehaltenen strategischen Erdgas- und Erdölreserven könnten ein Beispiel für eine Sicherung von strategischen Rohstoffen sein. Sicherheitsrelevante Reserven sollten nicht allein dem Markt überlassen werden. Maßnahmen erst in einem Krisenfall einzuführen wäre zu spät. Dies riskiere Preisexplosionen, wie etwa in der deutschen Gas-Krise im Jahr 2022 durch niedrige Füllstände in den Gasspeichern. Daher sei eine frühzeitig begonnene Lagerstrategie notwendig, die die Versorgungssicherheit nicht durch panikgetriebene Käufe gefährde. Die Antworten der Experten lassen sich differenziert betrachten:

Staatliche Rolle

Vorschläge der Experten wären, dass der deutsche Staat Rahmenbedingungen, Finanzierungsmodelle, rechtliche Vorgaben und Sicherungsmechanismen bereitstellen könne. In Krisen- und Verteidigungsfällen sei eine staatliche Lagerhaltung wichtig, da militärische Risiken, Schutzinfrastrukturen und Geheimhaltungsbedarfe nicht durch die Industrie abgedeckt werden könnten. Ein staatlicher „Schirm“, beispielsweise über Kreditgarantien für Risiken oder Preisdeckel könnten die Industrie entlasten und Investitionen erleichtern. Mittelständische Unternehmen verfügten oftmals nicht über ausreichende Liquidität oder Lagerplatz, um die für die Produktion benötigten Vorprodukte und Rohstoffe langfristig und in großen Mengen zu bevorraten. Der Mittelstand sei aber ein wichtiger Zulieferer größerer Industrien in Deutschland. Eine rein staatliche Lagerhaltung wird jedoch als potenziell marktverzerrend betrachtet.

Unternehmerische Rolle

Nur die produzierenden Unternehmen selbst würden ihren spezifischen Rohstoffbedarf (oder Bedarf an Vorprodukten) kennen und müssten daher an der Lagerhaltung beteiligt sein. Industrieeigene Vorräte werden als wichtig beschrieben, um Lieferkettenstörungen entgegen zu wirken, insbesondere bei Vorprodukten, Halbzeugen oder spezialisierten Legierungen.

EU Lagerhaltung

Mehrere Antworten weisen auf die optionale Möglichkeit einer europäischen Lagerhaltung nach Vorgaben des CRMA hin. Damit könnten strategische Vorräte in Europa verteilt und somit geschützt gelagert werden. Einzelne, nationale Lager könnten im Verteidigungsfall ansonsten angreifbar sein. Die nationale als auch europäische Lagerhaltung könne auch unterirdische, geschützte Lager (z. B. in stillgelegten Bergwerken) nutzen.

Bei der Frage, welche Rohstoffe strategisch gelagert werden sollten, wurden diejenigen Rohstoffe und Vorprodukte genannt, deren Wegfall sicherheitspolitische Probleme oder wirtschaftliche Schäden verursachen würde. Darunter Kupfer, Wolfram, Zinn, Zink, Blei, Silber, Nickel, Kobalt, Molybdän, Germanium, Gallium, Vanadium, Rhenium, Lithium, Silizium, Hafnium und Seltene Erden. Zusätzlich eigneten sich verteidigungsrelevante und strategische, volumetrisch begrenzte Rohstoffe, von denen mengenmäßig wenig Material zum Beispiel zur Herstellung von Legierungen und speziellen Stählen benötigt werden.

Eine strategische Lagerhaltung erfordere klare Definitionen der einzulagernden Rohstoffe, Finanzierungsmodelle und Schutzinfrastruktur für die Lagerung. Eine einseitig staatliche Lagerhaltung wurde teils als markteingreifend kritisiert, eine rein unternehmerische Lagerhaltung wurde als unrealistisch eingestuft. Insgesamt wurde aber eine Lagerhaltung verteidigungsrelevanter und strategisch wichtiger Rohstoffe und Vorprodukte als wesentlicher Baustein für Resilienz, Autonomie und Verteidigungsfähigkeit Deutschlands und anderer EU-Staaten angesehen.

5.3.3 Herausforderungen, Chancen und Risiken

Welche Chancen und Risiken sehen Sie in der Reaktivierung stillgelegter Bergbaustandorte in Deutschland?

Zusammenfassung

Genannte Chancen und Risiken der Experten ergeben sich aus geologischen, technischen, ökonomischen, gesellschaftlichen und sicherheitsrelevanten Faktoren. Chancen lägen in der Stärkung der Rohstoffsouveränität und Resilienz durch heimischen Bergbau und demnach der teilweisen Unabhängigkeit von internationalen Rohstoffmärkten und deren geopolitische Beeinflussung. Ehemalige Bergbaustandorte seien geologisch zumeist gut dokumentiert oder die Daten archiviert und könnten somit Explorationskosten oder Entwicklungszeiten reduzieren. Die heutige moderne Explorationstechnologie, neue Verfahren in der Geochemie und weiteres könne dazu beitragen bekannte Ressourcen neu zu bewerten. Risiken seien geologische und technische Herausforderungen wie etwa die geotechnische Bewertung alter Bergwerke und die Notwendigkeit der Entwässerung. Oft sei die Erschließung eines neuen Bergwerks technischer einfacher. Die gesellschaftliche Ablehnung gegenüber dem Bergbau sei ein Risiko. Diese Ablehnung sei begründet durch Sorgen um die Umweltbeeinflussung, der Landschaftsveränderung und weiteres. Ein Wiederauffahren des Bergbaus in Deutschland benötige mehr ausgebildetes Personal. Ökonomische Risiken, abseits einer Krisensituation und auch ökologische Risiken in historischen Abbaugebieten seien Risiken.

Antworten

Chancen:

Stärkung der Rohstoffsouveränität und Resilienz

Chancen wurden in der Erhöhung der Unabhängigkeit von internationalen Rohstoffmärkten und verkürzten Lieferketten gesehen. Eine teilweise Eigenversorgung würde Deutschlands Resilienz gegenüber geopolitischen Krisen, Lieferkettenstörungen und internationalen Preisschwankungen stärken. Zudem könne eine nationale Förderung, auch wenn sie nur einen Teil des Bedarfs decken könnte, die Sicherheit nachgelagerter Wertschöpfungsketten, die auf Primärrohstoffe angewiesen sind, unterstützen.

Nutzung bekannter geologischer Potentiale im Land

Ehemalige Bergbaustandorte seien geologisch meist gut dokumentiert, dortige Erzvorkommen seien bekannt. Eine Exploration in Brownfields könne Explorationskosten und Entwicklungszeiten reduzieren. Manche Experten, die einen Rückgriff auf Steinkohle im Krisenfall adressierten, äußerten: Für Steinkohle könnte ehemalige Infrastruktur wie Schächte, Stollen, Zufahrten und Versorgungswege noch vorhanden sein und müsste separat begutachtet werden.

Technologische Entwicklungen

Technologische Innovationen und Veränderungen erhöhten die Chance, ehemals nicht abbauwürdige Lagerstätten heute wirtschaftlich nutzen zu können (z. B. niedrigere Erzgehalte, Wiederaufbereitung von Halden).

Bergbau könnte zudem Arbeitsplätze schaffen, Ausbildungsprogramme und Know-How-Transfer anstoßen, Wertschöpfungsketten regional stärken und die Entwicklung der Bergbautechnologien im Land befördern. Bergbaustandorte könnten als Impulsgeber für Innovationen dienen, z. B. in der Aufbereitungstechnik und in nachhaltigen Bergbaumethoden.

Der Einsatz heutiger moderner Technologien ermögliche minimalinvasive bergbauliche Verfahren (z. B. wie beim Wolfram-Bergbau in Österreich, siehe Wolfram Bergbau und Hütten AG [2026]). Eine Reaktivierung geologisch stabiler Altbergwerke für strategische Rohstoffe könne sinnvoll sein. Das Auffahren von neuen Bergwerken sei mit weniger Risiken verbunden und womöglich schneller umsetzbar. Stillgelegte Bergwerke könnten zudem als Speicher- oder Infrastrukturstandorte dienen. Durch die Wiedereinführung von Erzbergbau könne Deutschland technisch eine Vorreiterrolle einnehmen und Standards für nachhaltigen Bergbau und assoziierte Umwelttechnologien entwickeln. Moderner Bergbau werde gegenwärtig automatisiert und elektrifiziert, Schwermaschinen würden zunehmend aus dem Leitstand ferngesteuert.

Risiken:

Geologische und technische Herausforderungen

Stillgelegte Bergwerke seien heute meist geflutet, geotechnisch instabil oder unbekannt, in Teilen verfallen oder unzugänglich und teilweise nicht gut dokumentiert. Dies führe zu Risiken wie Schachtstabilität, Flutungsproblematiken und der Notwendigkeit der Entwässerung. Es erfordere eine Neubewertung der Sicherheit alter Bergwerke und der umliegenden Gebiete aufgrund potentiell unbekannter Verwerfungen und Fluidwegsamkeiten. In vielen Fällen wäre die Erschließung eines neuen Bergwerks technisch einfacher als die Reaktivierung eines stillgelegten Bergwerkes.

Gesellschaftliche Risiken und politische Akzeptanz

Ein zentrales Risiko bestehe in der gesellschaftlichen Ablehnung („NIMBY“-Effekte¹²). Diese Ablehnung äußere sich in der Sorge um Umweltverschmutzung (Arsen, Blei, Altlasten), Landschaftsveränderungen, CO₂-Emissionen oder Verkehrsbelastung in Ortschaften. Der Nutzen eines Bergbaus für die lokale Bevölkerung sei gering, wenn der Förderzins ausschließlich dem Land und nicht der Gemeinde zugutekäme. Die Akzeptanz für den Bergbau könnte zwar in akuten Krisensituationen wie dem Verteidigungsfall steigen, es wäre allerdings absehbar, dass nach der Krise wieder Konflikte entstünden, wie zum Beispiel bei der Wismut AG mit dem ehemaligen Uranerzbergbau. Technologisch habe sich der Bergbau in den letzten Jahrzehnten weiterentwickelt und minimalinvasiver Bergbau würde innerhalb Europas eine wichtige Rolle spielen. Dies müsse der Gesellschaft auch nahegebracht werden.

¹² NIMBY: „Not In My Back Yard“ – Nicht in meinem Hinterhof, Sankt-Florian-Prinzip. Beschreib den Widerstand der Bevölkerung gegen lokale Bau- und Infrastrukturprojekte, trotz allgemeiner Befürwortung des Projektvorhabens. Die betroffenen Anwohner der Ortschaften befürchten Lärm, Wertverlust von Immobilien oder Umweltbeeinträchtigungen.

Lange Realisierungszeiten und Expertise

Deutschland verfüge nur noch in begrenztem Umfang über Fachkräfte, die sich mit dem Bergbau auskennen würden, sowohl in der Industrie als auch in Universitäten und Behörden. Ein Wiederauffahren des Bergbaus benötige aber mehr Personal und mindestens zwei bis drei Jahre Ausbildungszeiten. Geologische Dienste und Bergbehörden zeigten derzeit geringe personelle Kapazitäten, welche ausgebaut werden müssten.

Ökonomische und ökologische Risiken

Erzbergbau in Deutschland wäre heute oft nicht wirtschaftlich, insbesondere wenn geringe Erzgehalte und geringe Volumina vorlägen, hohe Energie- und Betriebskosten anfielen und umfangreiche Modernisierungen notwendig wären. Staatliche Subventionen könnten helfen, wenn es sich um strategisch relevante Rohstoffe handele. Zusätzlich fielen Explorationskosten an, denn viele Teile des deutschen Untergrunds seien unterhalb von 500–1500 m kaum erforscht. Dies gehe sowohl mit Chancen als auch mit Risiken einher. Die ökologischen Risiken des Altbergbaus seien teilweise unklare Belastungen in historischen Abbaubereichen und der Umgang mit Altlasten.

Eine Reaktivierung alter Bergbaustandorte wäre demnach langfristig sinnvoll und nicht als spontane Maßnahme im Krisenfall. Es erfordere strategische Vorbereitungen, Explorationskampagnen und Investitionen in Infrastruktur und Ausbildung, auch für den Nachbergbau.

Welche politischen oder wirtschaftlichen Herausforderungen bestehen gegenüber dem Erhalt und Ausbau, bzw. Reaktivierung des deutschen Bergbaus in Krisenzeiten (z.B. Verteidigungsfall)?

Zusammenfassung

Die Reaktivierung und der Ausbau des Bergbaus in Deutschland für potenzielle Krisenfälle wie einem Verteidigungsfall unterläge politischen, wirtschaftlichen, strukturellen und gesellschaftlichen Herausforderungen. Die Herausforderungen betreffen technische und wirtschaftliche Realisierbarkeit, Fragen zur staatlichen Steuerung, Sicherheitsinfrastruktur, gesellschaftliche Akzeptanz, Vermittlung von Rohstoffwissen und langfristige Wissenssicherung durch Ausbildung.

Antworten

Politische Herausforderungen

Die derzeitige Regulatorik werde als einer der größten Hemmfaktoren für den Bergbau beschrieben. Obwohl das Bergrecht selbst vergleichsweise effiziente Mechanismen wie das Betriebsplanverfahren böte, seien begleitende Verfahren wie die Umweltverträglichkeitsprüfungen, Wasserrecht, Beteiligungsprozesse und Klagerechte zeitintensiv. Eine beschleunigte Gesetzgebung, die im Verteidigungsfall greife, sei im Bergrecht nicht definiert. Eine zentrale politische Herausforderung bestehe daher darin, Sonderregelungen oder priorisierte Verfahren zu schaffen, die im Krisenfall handlungsfähig machen, ohne grundlegende Rechtsprinzipien zu verletzen.

Der politische Wille zur Reaktivierung des Erzbergbaus in Deutschland wird als begrenzt beschrieben. Ideologisch geprägte Gruppierungen lenkten das Thema Bergbau gezielt in eine Richtung, ohne zu betrachten, wie sich der Bergbau rein technologisch und die Umweltstandards in den letzten 30 Jahren verändert habe und welche Potentiale nationaler Bergbau abdecken könne. Die „Social Licence to Mine“ sei in Deutschland schwach ausgeprägt, was Projekte verlangsamt oder verhindere.

Zudem bleibe die Frage ungeklärt, welche Bergbauprojekte im Krisenfall priorisiert werden solle, wer etwaige Entscheidungen träge und welche staatlichen Instanzen die Verantwortung trügen.

Im Verteidigungsfall seien bergbauliche und energieinfrastrukturelle Einrichtungen potenzielle Ziele gegnerischer Aktionen. Hier bestünden Herausforderungen der militärischen Sicherung der Anlagen, Schutz vor Sabotage und Spionage, Absicherung dezentraler Systeme (Energie, Wasser, Kommunikation). Hierfür würde nach Experteneinschätzungen das geschulte Sicherheitspersonal fehlen. Eine nationale Strategie zur Absicherung kritischer Rohstoff- und Transportinfrastruktur existiere nicht.

Die Vielzahl von Bergämtern und Landesbehörden führe zu fragmentierten Zuständigkeiten und Verzögerungen. Besonders in Bundesländern ohne historischen Bergbautradition fehlten Strukturen und Personal zum Thema Untertagebau, insbesondere Erzbergbau. Eine koordinierte nationale Steuerung, etwa in Krisenfällen, sei bisher schwer durchsetzbar.

Wirtschaftliche Herausforderungen

Der Bergbau für metallische Rohstoffe sei in Deutschland derzeit für einige Rohstoffe nicht wirtschaftlich konkurrenzfähig und die Reaktivierung stillgelegter Bergbaustandorte erfordere hohe Investitionen, wenn es denn sinnvoll wäre. Zusätzlich müsse geklärt werden, wer die Kosten für den Bergbau in Krisensituationen wie etwa einem Verteidigungsfall trage: der Staat oder internationale Finanzpartner? Der Staat könnte unter Umständen in Form von staatlichen Krediten, staatlichen Minderheitsbeteiligungen oder staatlicher Abnahmegarantien die Aufnahme des Bergbaus unterstützen.

Selbst unter optimalen Bedingungen und wenn die Frage nach der Finanzierung keine Rolle spiele, benötigten Explorations- und Genehmigungsprozesse Zeit. In akuten Krisensituationen sei dieser Zeitraum nicht vereinbar mit kurzfristigen Bedarfen. Eine Vorbereitung müsse vorausschauend in Friedenszeiten erfolgen. Die Umsetzung mit Unterstützung von politischer Seite fehle bislang. Bergbautechnische und geologische Expertise sei noch im Land vorhanden. Allerdings habe die jahrzehntelange Vernachlässigung des metallischen Bergbaus dazu geführt, dass Ausbildungsstrukturen aufgegeben wurden, Experten ins Ausland abwanderten und Know-How teilweise nur noch in Nischen existiere. Der Erhalt einer kritischen Masse an Experten sei eine der größten wirtschaftlichen Herausforderungen. Zudem wäre ein kooperatives Modell zwischen Behörden, Universitäten und Industrie erforderlich. Ein Risiko stelle der benötigte Zeitraum für den Ausbau von Lieferketten im Krisenfall, für Energie, Vorprodukte und Ersatzteile von Maschinen dar.

Gegenüber dem Bergbau bestünden Vorbehalte, die sich vor allem in den letzten Jahrzehnten in der Gesellschaft in Deutschland entwickelt hätten. Dazu gehöre die Sorge um Umweltbelastungen, Landschaftsveränderungen und Altlasten. Eine fehlende Transparenz zum Thema Bergbau stärkten eine gesellschaftliche Ablehnung. Es bedürfe Kommunikations-Strategien, transparenter Argumentation von Nutzen und Risiken, schulische und universitäre Bildungsinitiativen, sowie politische Unterstützung auf Bundes- und Landesebene.

Wie ist der Beitrag des deutschen Bergbaus zur Resilienz der deutschen (und europäischen) Industrie im Krisenfall (z.B. Verteidigungsfall) aktuell einzustufen?

Zusammenfassung

Der Beitrag des deutschen Bergbaus zur Resilienz der deutschen (und europäischen) Industrie im Krisenfall wie einem Verteidigungsfall wurde von 18 Experten als gering eingestuft (Abb. 9). Hierbei wurde gezielt Bezug auf den metallischen Bergbau genommen, bei dem ein relevanter Beitrag aktuell nicht existiere. Im Bereich der Steine und Erden Industrie bestehen wichtige funktionierende Strukturen. Für Metalle und strategisch kritische Rohstoffe fehlten Firmen, Produktion, Kapazitäten und politische Rahmenbedingungen weitgehend.

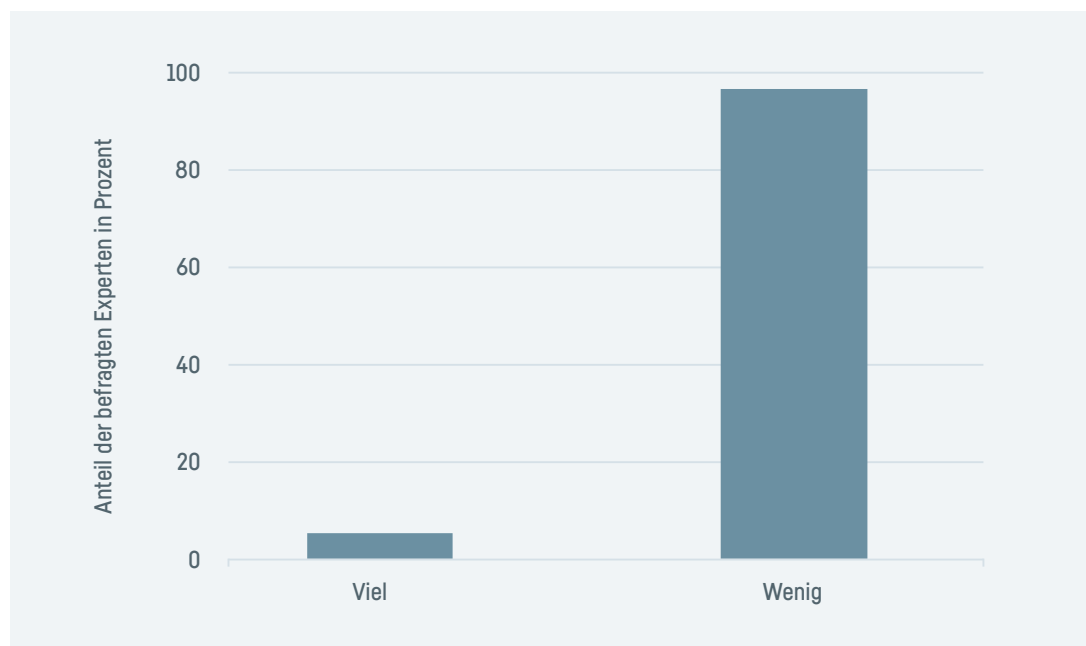


Abb. 9: Interviewergebnisse zur Frage wie der Beitrag des deutschen Bergbaus zur Resilienz der deutschen (und europäischen) Industrie im Krisenfall (z.B. Verteidigungsfall) aktuell einzustufen ist, angegeben in Prozent der befragten Experten (N=19).

Antworten

Unter optimistischen Annahmen könnten nationale Bergbauprojekte aufgrund der aktuell bekannten geologischen Ressourcen geschätzt maximal 20 % des Bedarfs einzelner metallischer Rohstoffe decken. Eine strategisch relevante, entkoppelte Eigenversorgung sei daraus nicht ableitbar. Die Abhängigkeit vom Ausland bleibe damit bestehen, aktuell auch gegenüber geopolitisch sensiblen Lieferländern. Für die europäische Industrie bedeute dies, dass die industrielle Basis weiterhin störanfällig bleibe, sobald Lieferketten im Krisenfall unterbrochen würden. Einige strategische Rohstoffe entsprechend CRMA sollen zukünftig innerhalb der EU abgebaut, verarbeitet oder recycelt werden. Hierfür habe die EU strategische Projekte veröffentlicht, allerdings würden auch diese den Bedarf nicht vollständig decken.

Lagerstätten, wie beispielsweise das Projekt Zinnwald Lithium, stünden nicht auf der strategischen Liste, während dieselbe Lagerstätte auf der tschechischen Seite dank Unterstützung der Regierung auf der Liste der strategischen Projekte stünde. Dies wirke hemmend auf Investitionen und führe zu Standortnachteilen gegenüber Nachbarländern.

Der einzige Bereich des deutschen Bergbaus, der derzeit zur industriellen Resilienz beitrage sei der Sektor der Steine und Erden. Diese Rohstoffe würden im Inland aktiv abgebaut. Auch im europäischen Zusammenhang sind diese Rohstoffe standortnah förderbar und weniger importabhängig als metallische Rohstoffe.

Die Verwundbarkeit der Industrie bestünde durch unvermeidbare externe Abhängigkeiten von metallischen Rohstoffen und Vorprodukten. Ohne nationale oder EU-Gewinnung der Rohstoffe sei die europäische Industrie weiterhin abhängig von globalen Erzproduzenten, unter anderem aus politisch instabilen Exportländern. Diese Abhängigkeiten seien im Krisenfall unsicher, da Staaten in Krisensituationen ihre eigenen Interessen priorisieren könnten. Rohstoffengpässe würden somit unmittelbare Auswirkungen auf europäische Lieferketten haben, insbesondere in Hochtechnologie- und Rüstungsbranchen.

5.3.4 Politische Maßnahmen

Schätzen Sie, dass der CRMA auch im Krisenfall (z.B. Verteidigungsfall) eine bedeutende Rolle spielen wird inklusive der dort genannten Richtwerte (heimischer Bergbau, Recycling, Diversifizierung, Aufbereitung).

Zusammenfassung

Der CRMA der EU stelle gegenwärtig das zentrale politische Instrument zur Stärkung der europäischen Rohstoffsouveränität dar. Er adressiere die Notwendigkeit eines diversifizierten, resilienten und nachhaltigen Zugangs zu kritischen Rohstoffen, um die industrielle Wettbewerbsfähigkeit und die Verteidigungsfähigkeit Europas zu sichern. Insgesamt gaben neun Experten an, dass der CRMA auch im Verteidigungsfall im Hinblick auf die zu erreichenden Richtwerte zum heimischen Bergbau, der Diversifizierung, der Aufbereitung in den EU Ländern und das Recycling eine Rolle spielen werde, zwei Experten sind der Frage neutral gegenüber eingestellt und acht verneinen.

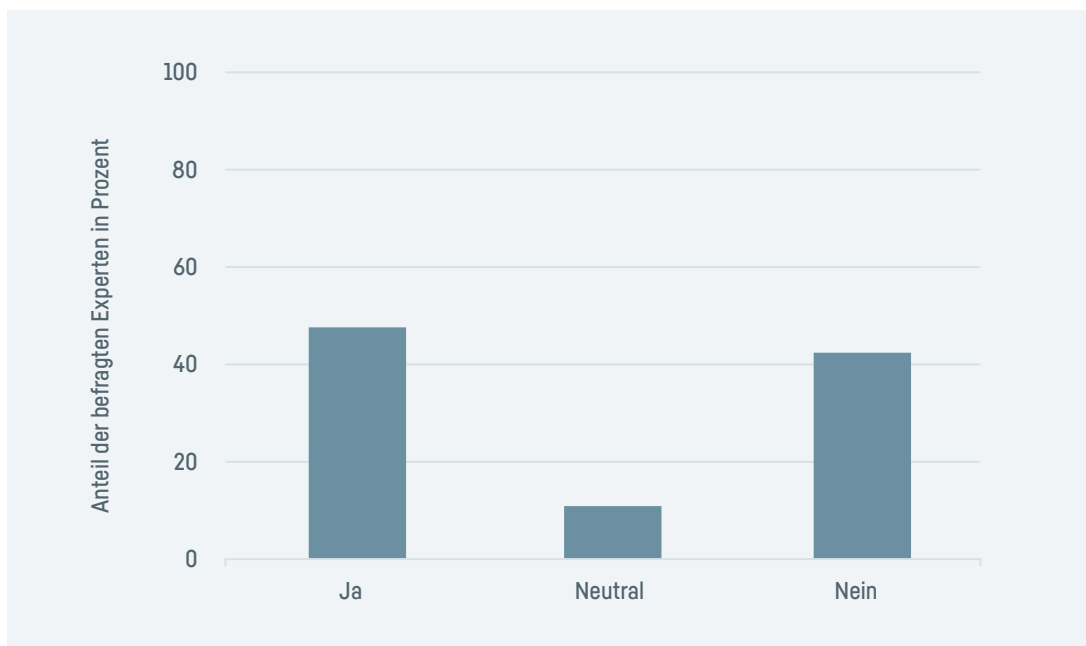


Abb. 10: Interviewergebnisse zur Frage der Einschätzung ob der CRMA auch im Krisenfall (z.B. Verteidigungsfall) eine bedeutende Rolle spielen wird inklusive der dort genannten Richtwerte (heimischer Bergbau, Recycling, Diversifizierung, Aufbereitung), angegeben in Prozent der befragten Experten (N=19).

Antworten

Mehrere Experten heben hervor, dass der CRMA grundsätzlich in die richtige Richtung weist, weil jede Maßnahme zur Stärkung des heimischen Rohstoffabbaus und zur Diversifizierung der Lieferketten im Krisenfall wichtig sei. Zudem erfülle der CRMA wichtige Funktionen wie die Sensibilisierung der Politik für Rohstoffabhängigkeiten und strategische Risiken. Es wird allerdings darauf hingewiesen, dass der CRMA nicht für akute Krisen- oder Verteidigungsfälle konzipiert sei und der Verteidigungsfall im CRMA nicht adressiert werde. Insgesamt seien die Prozesse des CRMA zu langsam, um im Krisenfall von Bedeutung zu sein. Rohstoffe, die erst alle drei Jahre neu als kritisch oder strategisch bewertet würden, könnten zu spät identifiziert sein. Damit erfülle der CRMA eher strukturpolitische Funktionen.

Der CRMA sieht Richtwerte u.a. für die heimische Rohstoffgewinnung vor, jedoch würden diese in Deutschland kaum umgesetzt. Von 47 europäischen strategischen Projekten seien nur drei Projekte¹³ in Deutschland basiert und davon nur eines zur Förderung (Lithiumförderung in Batteriequalität im Oberrheingraben durch Vulcan Energie Ressourcen GmbH). Dabei wäre eine heimische Förderung im Krisenfall wichtig, um Transportabhängigkeiten zu reduzieren. Die Richtwerte des CRMA müssten ambitionierter umgesetzt werden. Zudem betone der CRMA die Notwendigkeit einer Diversifizierung von Lieferketten, welche im Krisenfall eine essenzielle Rolle spiele. Der CRMA fordere dadurch nach neuen Lieferländern und Partnerschaften, was auch im Krisenfall notwendig wäre. Der CRMA sehe zudem Recycling-Richtwerte vor. Recycling könne den Primärabbau allerdings weder beim regulären Bedarf, noch im Verteidigungsfall ersetzen. Besonders im Verteidigungsfall würden zusätzliche Mengen benötigt werden. Trotzdem seien Kreisläufe und Recycling im Sinne des CRMA ein wichtiger Resilienzfaktor.

Der CRMA erhöhe das Bewusstsein für die Rohstoffversorgung, aber seine Relevanz hänge von der nationalen Umsetzung ab. Die Umsetzung des CRMA in Deutschland werde als bislang unzureichend umgesetzt beurteilt. Im Krisenfall entscheidend wären Beschleunigungsgesetze, militärische Priorisierung, staatliche Eingriffe und eine nationale sowie europäische Verteidigungskoordination.

¹³ Drei der 47 strategischen EU Projekte befinden sich in Deutschland. Vulcan Energie Ressourcen GmbH für die Förderung von Lithium in Batteriequalität im Oberrheingraben aus Tiefenwässern (Zero Carbon Lithium), PCC Thorion GmbH zur Substitution von Grafit in Batteriequalität (ProHiPerSi) und Rock Tech Guben GmbH zur Aufbereitung von Lithium in Batteriequalität (Lithium Hydroxide Converter Guben). In einem weiteren Projekt ist Deutschland Partner und soll Batterien (Grafitanoden) testen.

Welche Empfehlungen würden Sie politischen Entscheidungsträgern hinsichtlich Maßnahmen für den heimischen Bergbau und in Deutschland basierten international Bergbaufirmen geben, um die Resilienz Deutschlands (und der Europäischen Union) im Krisenfall (z.B. Verteidigungsfähigkeit) zu erhöhen?

Zusammenfassung

Die Sicherung der Rohstoffversorgung sei eine strategische Voraussetzung für wirtschaftliche Stabilität, technologische Souveränität und Verteidigungsfähigkeit. Um die Resilienz Deutschlands und Europas im Krisenfall zu erhöhen, seien strukturelle, regulatorische und wirtschaftliche Maßnahmen notwendig.

Antworten

Genehmigungsprozesse für Bergbauvorhaben müssten deutlich beschleunigt und planungssicher gestaltet werden. Zudem müssten bürokratische Hürden abgebaut werden. Die Verantwortlichkeiten müssten eindeutig definiert sein. Es bedürfe einheitlicher, transparenter und langfristig stabiler gesetzlicher Rahmenbedingungen sowie gesetzlicher Reformen zur Rohstoffakzeptanz. Der Bergbau solle als öffentliches Interesse eingestuft werden, um Verfahren zu priorisieren. Im Krisenfall müssten schnelle Eingriffsmöglichkeiten bestehen, ohne langwierige Klagewege. Auch heute geschützte Gebiete müssten im Krisenfall überprüft werden können, wenn es um nationale Resilienz und Versorgungssicherheit ginge.

Die derzeitige politische Planung zum Ersatz der Energieträger Kohle, Erdöl und Erdgas sei grundsätzlich sinnvoll, aber nicht in den vorgegebenen Zeiträumen und mit dem Hintergrund der Notwendigkeit dieser Energieträger für einen Krisenfall sinnvoll umsetzbar. In Krisensituationen wie einem Verteidigungsfall müsse Deutschland souverän agieren können und dürfe sich nicht allein auf internationale Märkte verlassen.

Zur Resilienz gehöre zudem der Aufbau einer eigenen deutschen bzw. europäischen Wertschöpfungskette, von der Exploration und Förderung der Rohstoffe bis zur Aufbereitung, Verhüttung und Raffination. Ein zentraler Punkt hierbei sei die finanzielle Unterstützung. Risikokapital für den Erzbergbau sei in Deutschland nahezu nicht vorhanden, wodurch frühe Explorationsphasen kaum finanzierbar seien. Deshalb brauche es Investitionsförderung, Risikoabsicherung und den Aufbau eines Deutschen Explorationsfonds. Dieser könnte aus öffentlichen und privaten Mitteln aufgebaut werden. Auch Abnahmeverträge der Rohstoffe zu festen Preisen über definierte Zeiträume schafften Planbarkeit für Unternehmen.

Es sollten nationale und europäische Pflichtreserven aufgebaut und private Reservehaltung durch staatliche Anreize unterstützt werden. Der bestehende Rohstofffonds sei zu unflexibel und kleinere Projekte in frühen Explorationsphasen müssten ebenfalls förderfähig sein.

Es bedürfe einer Modernisierung der geologischen Dateninfrastruktur. Ein funktionaler Geologischer Dienst mit verfügbaren Ressourcen und aktuell gehaltenen, digitalen und frei zugänglichen Daten sei essentiell. Auch Universitäten könnten eingebunden werden, etwa durch Kartierarbeiten oder gemeinsame Projekte mit der Industrie. Die Universitäten seien zentrale Partner, denn sie bilden Fachkräfte aus, schaffen Innovationen und können die Politik fachlich beraten. Die Geowissenschaften sollten nicht weiter in kleine Teilbereiche (Subdisziplinen) unterteilt werden, wodurch wichtige anwendungsbezogene Kernaspekte verloren gehen könnten. Rohstoff- und Georessourcenthemen sollten bereits in Schulen verankert werden, um langfristig Expertise und Rohstoffverständnis aufzubauen.

Langfristig betrachtet brauche es bereits in Friedenszeiten eine strategische Neuausrichtung. Deutschland sollte verantwortungsvolle Lieferketten fördern und Rohstoffpartnerschaften aktiv mitgestalten. Es solle für internationale Projekte eine verpflichtende Prüfung von Alternativen erfolgen, auch unter Berücksichtigung des CO₂-Fußabdruck. Oft ist der Abbau im Ausland nur scheinbar günstiger, während ökologische und soziale Kosten unberücksichtigt blieben.

Um Maßnahmen für den heimischen Bergbau umzusetzen, benötige es neue Strukturen. Denkbar wäre ein interdisziplinäres Expertenteam aus Wissenschaft, Bergbau-Praxis, Recht, Finanzen und Risikoanalyse, zum Beispiel in Form einer „Bergbaugesellschaft/Metallgesellschaft“, wie ehemals die Metallgesellschaft AG. Diese könne eine koordinierende Rolle für die nationale und internationale Rohstoffsicherung übernehmen und könne gemeinsam mit der Deutschen Rohstoffagentur (DERA) einen strategischen Mehrwert schaffen.

Der deutsche Staat solle sich vom kurzfristigen Denken und hin zu mittel- und langfristiger, strategischer Planung entwickeln. Bereits in Friedenszeiten müssten Hürden abgebaut werden, damit im Krisenfall schnell gehandelt werden könne. Durch eine Kombination aus Politik, wirtschaftlicher Förderung, wissenschaftlicher Expertise und gesellschaftlicher Akzeptanz könne eine robuste und unabhängige Rohstoffversorgung aufgebaut werden, die Deutschland und Europa widerstandsfähiger mache. Zeit sei der entscheidende Faktor.

5.3.5 Feedback zur Kritikalität

Gibt es im Rahmen des Fragebogens einen Aspekt, der nicht aufgegriffen wurde, aber Ihrer Meinung nach als kritisch für die Versorgung mit kritischen Rohstoffen im Krisenfall (z.B. Verteidigungsfall) eingestuft werden kann?

Zusammenfassung

Für die Versorgungssicherheit während eines Verteidigungsfalles wären neben den strategischen Rohstoffen des CRMA für den zivilen Schutz und die Rüstungsindustrie auch weitere Rohstoffe von entscheidender Bedeutung, darunter Erdgas, Erdöl und Kohle. Der Fluidbergbau ist beispielsweise wichtiger Bestandteil der Energie- und Rohstoffversorgung und müsste in eine Resilienzstrategie einbezogen werden. Es fehle eine Unterstützung für Bergbau, Fluidbergbau und Exploration. Die Frage, wer das Fündigkeitsrisiko trägt, bleibe ungelöst und ohne staatliche Risikoübernahme werde es kaum neue Projekte geben. Ein Vergleich mit dem Redispatch im Energiesektor zeige, dass der Staat durchaus Bereitschaftskapazitäten finanzieren kann, um Versorgungssicherheit zu gewährleisten. Eine ähnliche Logik müsste auch im Rohstoffbereich für kritische/strategische/rüstungsrelevante Rohstoffe gelten.

Antworten

Strukturell fehle es an deutschen Bergbauunternehmen, die sowohl im Inland als auch international tätig seien. Deutsche Bergbauunternehmen seien seit der Schließung der letzten Bergwerke Anfang der 1990er Jahre weitgehend verschwunden und damit auch viel Know-How und Kapitalstrukturen. Eine engere Zusammenarbeit mit europäischen Partnern wie Frankreich oder dem Vereinigten Königreich wäre notwendig, um diese Lücke zu schließen. Gleichzeitig sei der eigentliche Anteil, den nationaler Bergbau decken könne, unklar. Ein nationales Explorationsprogramm, das systematisch Vorkommen quantifiziert und geophysikalische Messungen durchführe, sei notwendig. Aber auch diese Maßnahmen müssten in Friedenszeiten erfolgen, falls bspw. im Verteidigungsfall der Luftraum für geophysikalische Flugmessungen gesperrt wäre.

Die Rolle von Sekundärrohstoffen werde oft unterschätzt. Abraumhalden und Recycling böten Potenziale, die bislang teilweise kaum genutzt würden. Für Kupfer decke Deutschland bereits heute etwa 40 % des aktuellen heimischen Bedarfs über Recycling. Hüttenkapazitäten müssten im Verteidigungsfall ausgebaut werden, wenn der Bedarf steige. Die metallurgische Verarbeitung sei ein essentieller und strategisch wichtiger Schritt.

Die derzeit vorgesehenen 1 Mrd. € des Rohstofffonds seien für Bergbauprojekte völlig unzureichend, zumal sie für unterschiedliche Projekte aufgeteilt werde. Ohne ausreichende Folgefinanzierung scheiterten Projekte jedoch. Deutschland verfüge über keinen funktionierenden Kapitalmarkt für Rohstoffprojekte, im Gegensatz zu Australien oder Kanada. Bergbau und Hüttenprozesse ließen sich nicht kurzfristig hochfahren. Schachtbau, metallurgische Verfahren und Infrastruktur benötigten Jahre der Vorbereitung. Entscheidungen hätten längst getroffen werden müssen, um im Krisenfall handlungsfähig zu sein. Dazu gehöre auch die Aktualisierung geologischer Daten, die Zusammenführung historischer Archive.

Regulatorische Aspekte müssten zukünftig adressiert werden. Planfeststellungsverfahren müssten transparenter und effizienter werden, Signifikanzschwellen für Behörden klar definiert und Alternativprüfungen vor Genehmigungen (z.B. CO₂-Fußabdruck vergleichen im In- und Ausland) verpflichtend sein. Die Frage der Amtsträgerhaftung bei Verzögerungen sei ebenso relevant wie die Problematik historischer Lizenzen, die heute oft in Händen von Unternehmen ohne bergbauliche Expertise lägen. Behörden seien häufig überlastet, insbesondere im Bereich Altbergbau, was zu weiteren Verzögerungen führe. Nationale und internationale Zusammenarbeit und Partnerschaften zwischen der Bergbauindustrie und anderen Interessengruppen sollten auch die Ziele für nachhaltige Entwicklung verfolgen (siehe „Mapping Mining to the SDGs“).

Die gesellschaftliche Akzeptanz sei ein entscheidender Engpass in der langfristigen Planung während Friedenszeiten. Ohne eine breite Aufklärung, bessere Kommunikation und eine realistische Darstellung moderner Bergbautechnologien werde es keine tragfähige Rohstoffstrategie geben. Heute habe die Bevölkerung kaum noch Bezug zu Rohstoffen, obwohl sie moderne Technologien nutze, die ohne Bergbau nicht existieren würden. Es bedürfe einer grundlegenden Anpassung der öffentlichen Wahrnehmung der Rohstoffversorgung und des Bergbaus. Bergbauverfahren hätten sich in den letzten 30 Jahren durch Automatisierung und Digitalisierung erheblich weiterentwickelt.

Deutschland habe im Zuge der Verteidigungsfähigkeit Nachholbedarf. Andere Länder verfolgten klare Agenden und setzten sie konsequent um, wie zum Beispiel China und die Türkei. Eine ganzheitliche Betrachtung der Lieferketten sei notwendig, um sowohl militärische Fähigkeiten und die Rüstungsindustrie, als auch die Versorgung der Bevölkerung sicherzustellen.

Es werde ein Expertenteam benötigt, das Projekte bewerte, Prioritäten setze und sicherstelle, dass Mittel dort eingesetzt würden, wo sie tatsächlich Resilienz schaffen.

6 Zusammenfassung der Interviews

Die derzeitige Rohstoffversorgung Deutschlands mit metallischen Rohstoffen wird im Hinblick auf den Krisen- bzw. Verteidigungsfall als kritisch bewertet. Die Kombination aus fehlender strategischer Lagerhaltung, einer hohen Importabhängigkeit (oft aus wenigen Bezugsquellen und geopolitisch fragilen Lieferketten) führt zu einer strukturell risikobehafteten Ausgangssituation.

Nach heutigem Wissensstand verfügt Deutschland zwar über Erzvorkommen verteidigungsrelevanter und strategischer Rohstoffe, allerdings reichen die Größe und der Erzgehalt dieser potentiellen Lagerstätten nicht aus, um den nationalen Bedarf langfristig und vollständig oder kurzfristig im Krisenfall zu decken. Gleichzeitig ist davon auszugehen, dass in einem sicherheitspolitischen Ernstfall der Bedarf an verteidigungsrelevanten Metallen zusätzlich steigen würde.

Laufende Projekte z.B. zur Exploration in Deutschland auf Kupfer, Nickel, Wolfram und anderen strategischen Rohstoffen befinden sich teilweise noch in der frühen Explorationsphase. Vor diesem Hintergrund besteht Bedarf an einer diversifizierten, sowohl international als auch national eingebetteten Rohstoffstrategie. Durch eine Stärkung von nationalen Produktionskapazitäten kann die Importabhängigkeiten bei manchen Rohstoffen reduziert und gleichzeitig die Weiterentwicklung bergbaulichen und metallurgischen Wissens gesichert werden.

Deutschland verfügt weiterhin über Kompetenzen in der Entwicklung und Anwendung bergbautechnischer Anlagen sowie in der Metallurgie. Es bleibt unklar, wie diese Fähigkeiten unter veränderten Rahmenbedingungen zukünftig skaliert werden. Es mangle am schnellen Aufbau von Fachkräften im Bereich Bergbau, Verhüttung und Raffination und dem Ausbau von alternativen Lieferketten. Diese Defizite schränken die Handlungsfähigkeiten und -optionen ein.

Selbst unter optimalen Bedingungen würden von der Exploration bis zur Herstellung des Metalls selbst bei bekannten Bergbaustandorten, vorhandener oder teilweise vorhandener Infrastruktur, vorhandenen Hütten und keiner Störung oder negativen Beeinflussung während bspw. des Schachtbaus (Annahme 500–1000 m) mehr als fünf Jahre vergehen. Diese Zeitspanne steht in einem Verteidigungsfall nicht zur Verfügung und muss vorausschauend bereits zu Friedenszeiten eingeplant werden.

Neben Metallen kommt auch Industriemineralen eine strategische Bedeutung zu. Sie bilden entscheidende Basisstoffe für industrielle Prozesse wie Feuerfesttechnik, Glas-, Keramik- und chemische Industrie. Gemeinsam mit dem Maschinen und Anlagenbau tragen sie dazu bei, dass ein Teil des bergbautechnischen Wissens in Deutschland erhalten bleibt. In der sicherheitspolitischen Rohstoffdebatte werden Industriemineralen bislang nur unzureichend berücksichtigt. Eine robuste Rohstoffstrategie muss jedoch sowohl metallische Rohstoffe als auch Industriemineralen berücksichtigen, um industrielle Wertschöpfungsketten langfristig funktionsfähig zu erhalten.

Die bestehenden Herausforderungen im heimischen Bergbau und der metallurgischen Verarbeitung werden zusätzlich durch gesellschaftliche und politische Faktoren verstärkt: Mangelnde gesellschaftliche Akzeptanz, föderale Kompetenzen, lange Genehmigungsprozesse, unzureichende sicherheitspolitische Vorbereitung und hohe Investitionsbarrieren. Zwar gibt es europäische Partnerländer wie Finnland oder Schweden, die über funktionierende Bergbau- und Hüttenstrukturen verfügen, doch kann im Krisenfall nicht sicher davon ausgegangen werden, dass deren Kapazitäten für Deutschland verfügbar bleiben.

Eine wesentliche Voraussetzung für mehr Resilienz sei der Aufbau eines europäischen, geographisch verteilten Rohstofflagersystems, das im Krisenfall schnell aktiviert werden kann und sowohl metallische Rohstoffe als auch strategisch relevante Halbzeuge und Vorprodukte umfasst. Ergänzend erforderlich sind die umfassende Modernisierung der geologischen Dateninfrastruktur, die Stärkung von Explorationsaktivitäten, der systematische Erhalt und die Weiterentwicklung fachlicher Kompetenzen sowie einer Diversifizierung internationaler Rohstoffpartnerschaften. Ohne tiefgreifende strukturelle Reformen bleibt der Beitrag des deutschen Bergbaus zur industriellen Resilienz begrenzt, auch wenn langfristiges Potenzial durchaus vorhanden ist.

Rohstoffe wie Erdöl, Erdgas und Kohle sind weiterhin noch essentiell für die Energieversorgung in Krisenzeiten. Zudem werden diese Rohstoffe derzeit auch weiterhin als Grundstoff der chemischen Industrie oder etwa für die Stahlproduktion benötigt.

7 Handlungsoptionen für eine strategische Stärkung der deutschen und europäischen Rohstoffsicherheit

Die Sicherung der Rohstoffversorgung Deutschlands und Europas verlangt ein strukturiertes Maßnahmenpaket, das geopolitische Risiken adressiert, industrielle Resilienz stärkt und den Aufbau eigener Handlungsfähigkeit ermöglicht. Die folgenden sieben Handlungsoptionen bilden einen integrativen Ansatz, mit dem Politik, Wirtschaft und Forschung gezielt auf die strategischen Herausforderungen reagieren können.

1. Aufbau eines europäischen, dezentral organisierten strategischen Lagersystems

Ein europäisch koordiniertes, geografisch verteiltes und schnell aktivierbares Lagersystem für strategische und verteidigungskritische Rohstoffe sowie Halbzeuge und Vorprodukte könnte die Resilienz gegenüber Krisen deutlich erhöhen. Ein solches System könnte die Abhängigkeit von kurzfristigen Marktmechanismen reduzieren und Handlungsspielräume im Verteidigungsfall erweitern.

- > **Dezentrale Lagerstandorte**, um geopolitische Risiken oder infrastrukturelle Ausfälle zu minimieren.
- > **Gesicherte und geschützte Lagerinfrastrukturen**, auch durch Nutzung stillgelegter, geeigneter Bergwerke.
- > **Verbindliche Mindestreichweiten** für definierte Krisenszenarien.
- > **Industriepartnerschaften**, durch die produzierende Unternehmen eigene Lager aufbauen, sich an Konsortialmodellen beteiligen oder über Rohstoffhändler langfristige Bevorratungsvereinbarungen treffen.

2. Nationale Ressourcenpotenziale ermitteln und Datenzugang verbessern

Eine belastbare Einschätzung des inländischen Rohstoffpotenzials ist Voraussetzung für strategische Planung. Diese Maßnahmen schaffen Transparenz, ermöglichen realistische Versorgungsprognosen und reduzieren das Risiko strategischer Fehleinschätzungen.

- > **Geologische Explorationsprogramme**, insbesondere für kritische, strategische und verteidigungsrelevante Rohstoffe.
- > **Förderung von Explorationsvorhaben**, auch in Frühphasen, um die wirtschaftliche und technische Machbarkeit potenzieller Projekte zu evaluieren.
- > **Aufbau einer nationalen Rohstoffdatenplattform**, die geologische Vorkommen, Explorationsstände, Abbaukapazitäten und Risikobewertungen integriert.
- > **Digitalisierung und Nutzbarmachung historischer Bergbauarchive** sowie alter Bohrkern- und Grubendaten, um eine vollständigere Wissensbasis zu schaffen.

3. Sicherung und Ausbau des bergbaulichen und metallurgischen Know-Hows

Deutschland benötigt eine eigenständige Kompetenzbasis entlang der gesamten Wertschöpfungskette. Diese Maßnahmen könnten den Erhalt und die Entwicklung von Kompetenzen stärken und mittel bis langfristig qualifiziertes Fachpersonal sichern.

- > **Gezielte Ausbildungs- und Studienprogramme** in Bergbau[technik], angewandter Geologie/Geotechnik, Hüttenwesen und metallurgischer Verfahrenstechnik.
- > **Stärkung dualer Praxispartnerschaften** zwischen Hochschulen, Forschungseinrichtungen und Industrie.
- > **Forschungsinitiativen und Unterstützung der Hochschulen** zu modernen Gewinnungs-, Aufbereitungs- und Recyclingtechnologien sowie zu Automatisierung und Robotik im Bergbau.

4. Beschleunigung und Modernisierung regulatorischer Rahmenbedingungen

Die aktuellen Genehmigungs- und Planungsverfahren in Deutschland sind zu langsam und zu komplex, um zeitkritische Rohstoffprojekte zu realisieren. Eine moderne, innovationsfreundliche Regulierung ist entscheidend, um Projekte innerhalb sicherheitsrelevanter Zeitfenster realisieren zu können.

- > **Standardisierte und beschleunigte Genehmigungsprozesse** mit klaren Fristen und transparenten Prüfschritten.
- > **Reduktion bürokratischer Hürden**, insbesondere bei bergbaulichen Erkundungs- und Bauverfahren.
- > **Regulatorische Innovationsräume**, in denen neue Technologien (z. B. in Aufbereitung, Digitalisierung oder Tiefenbergbau) getestet werden können.

5. Planbarkeit und Investitionen stärken

Bergbauprojekte benötigen Planbarkeit. In Deutschland bedarf es für Bergbauprojekte verbesserte Investitionsbedingungen und Projektentwicklungen zu erleichtern, zu beschleunigen und finanzielle Risiken zu senken. Ein Beispiel könnte die Anpassung des deutschen Risikokapitalmarktes zu denen von bergbauaffinen Ländern sein.

- > **Erleichterung von Projektentwicklungen**
- > **Senkung von Investitionsrisiken und Verlustverrechnung** für risikoreiche Rohstoffprojekte verbessern
- > **Anpassung des deutschen Risikokapitalmarktes zu denen von bergbauaffinen Ländern** wie Großbritannien, USA, Kanada, Australien

6. Diversifizierung internationaler Rohstoffpartnerschaften und Ausbau des Recyclings

Eine resilientere Rohstoffstrategie erfordert neben Partnerschaften die konkrete Umsetzung internationaler Partnerschaften mit aktiver Rohstoffgewinnung. Kreislaufwirtschaft und Recycling können einen Beitrag zur Rohstoffresilienz leisten.

- > **Aufbau langfristiger Rohstoffpartnerschaften** mit politisch stabilen, rohstoffreichen Staaten, einschließlich gemeinsamer Explorationen und Projektentwicklungen.
- > **Ausbau der Recyclingkapazitäten** auch für schwer substituierbare und kritische und strategische Metalle soweit technisch möglich.
- > **Stärkung der Kreislaufwirtschaft**, um Bauteile und darin enthaltene Rohstoffe lange im Lebenszyklus und die geschaffene Wertschöpfungstiefe zu erhalten.

7. Entwicklung eines großen Bergbauunternehmens für Metalle

Ein national oder europäisch verortetes, großes Bergbauunternehmen könnte eine zentrale strategische Funktion übernehmen. Diese privatwirtschaftliche Institution mit einem robusten Kapitalstock sollte:

- > **Nationale und internationale Bergbauprojekte identifizieren, prüfen und entwickeln**, einschließlich Beteiligungen an ausländischen Rohstoffprojekten.
- > **Auch im Auftrag staatlicher Stellen sicherheitsrelevante Rohstoffstrategien umsetzen** können, insbesondere in Krisenzeiten.

8 Referenzen

- [1] Akca, E., & Gursel, A. [2015]. A Review on Superalloys and IN718 Nickel-Based INCONEL Superalloy. *Periodicals of Engineering and Natural Sciences*, 1. <https://doi.org/10.21533/pen.v3i1.43>
- [2] Alviz, L. [2025, 22.03.2025]. *Europe is short of gunpowder and TNT when it needs them most*. The Japan Times. Retrieved 26.02.2026 from <https://www.japantimes.co.jp/business/2025/03/22/eu-ukraine-low-munitions-stockpile/>
- [3] AMG Lithium GmbH. [2025]. *Ressourcen – Bergbauinfrastruktur in der Mibra-Mine von AMG*. Retrieved 02.02.2026 from <https://amglithium.com/de/loesungen/ressourcen>
- [4] Anglo American Exploration Germany GmbH. [2025]. *Geophysikalische Erkundungsflüge in Brandenburg und Sachsen-Anhalt sowie Niedersachsen*.
- [5] Arand, M. [2025, 09.05.2025]. *Der Bergbau im Mansfelder Land – Geschichte, Technik und Folgen*. mdr. Retrieved 08.12.2025 from <https://www.mdr.de/nachrichten/sachsen-anhalt/halle/mansfeld/bergbau-faq-kupfer-silber-100~amp.html>
- [6] Arkell, J., & Hicks, N. [2024]. *Mitigating critical minerals supply chain risks in aerospace and defence*. <https://www.deloitte.com/global/en/Industries/energy/blogs/mitigating-critical-minerals-supply-chain-risks-aerospace-and-defence.html>
- [7] Aubert&Duval. [2022]. *Special steels and superalloys bars*. https://www.aubertduval.com/wp-content/uploads/2024/10/Brochure_Produits-longes.pdf
- [8] Aurubis AG. [2019]. *Hamburg Plant: Emission Facts & Figures*. https://www.aurubis.com/dam/jcr:9f6f49e2-9350-48ce-8f04-bb846e3c7576/factsheet_emissionen_en.pdf
- [9] Balabkins, N. [1964]. *Germany Under Direct Controls; Economic Aspects Of Industrial Disarmament 1945-1948*. Rutgers University Press.
- [10] Bán, A., Möhring, S., Dörner, H., & Klaas, P. [2016]. *UrbanNickel – Rückgewinnung und Wiederverwertung von Nickel aus deponierten Neutralisationsschlammern der Edelstahlindustrie*.
- [11] Barua, A., Pradhan, S., Priyadarshini, M., Patra, A., & Kumari, K. [2025]. Recent Advancement in Tungsten Heavy Alloy Processing for Different Industrial Applications. *Journal of Materials Engineering and Performance*, 34(10), 8232-8252. <https://doi.org/10.1007/s11665-024-10449-y>
- [12] Benz, W. [2005, 13.07.2005]. *Wirtschaftsentwicklung von 1945 bis 1949*. Bundeszentrale für politische Bildung. Retrieved 06.03.2026 from <https://www.bpb.de/shop/zeitschriften/izpb/deutschland-1945-1949-259/10077/wirtschaftsentwicklung-von-1945-bis-1949/>
- [13] Beste, D. [2021, 19.04.2021]. *Wie sich das spröde Wolfram verarbeiten lässt*. Springer Professional. Retrieved 15.01.2026 from <https://www.springerprofessional.de/metalle/additive-fertigung/wie-sich-das-sproede-wolfram-verarbeiten-laesst/19081882>
- [14] BGR. [2024]. *Deutschland – Rohstoffsituation 2023*. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe [BGR]. <https://doi.org/10.25928/dero-si23>
- [15] BGR. [2025]. *Deutschland – Rohstoffsituation 2024*. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe [BGR]. <https://doi.org/10.25928/dero-si24>
- [16] BMWK. [2019]. *Rohstoffstrategie der Bundesregierung – Sicherung einer nachhaltigen Rohstoffversorgung Deutschlands mit nichtenergetischen mineralischen Rohstoffen*. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie [BMWi]. https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Industrie/rohstoffstrategie-der-bundesregierung.pdf?__blob=publicationFile&v=1
- [17] Boeck, H.-J. [2021]. *Dokumentationen zum Sächsischen Bergbau – Reihe 4: Zum Erzbergbau in Sachsen – Band 7: Zum Nickelerzbergbau bei Sohland an der Spree, Rosenhain / Rožany und Schluckenau/Šluknov*. <https://slub.qucosa.de/api/qucosa%3A77107/attachment/ATT-0/>
- [18] Borg, G., Piestrzyński, A., Bachmann, G. H., Puttman, W., Walther, S., & Fiedler, M. [2012]. An overview of the European Kupferschiefer deposits. *Economic Geology Special Publication*, 455-486.

- [19] Bundeswehr. [2023]. *Welche Munition nutzt die Bundeswehr? Artillerie und Panzer*. Retrieved 18.01.2026 from <https://www.bundeswehr.de/de/mediathek/munition-bundeswehr-artillerie-panzer-5604814>
- [20] C4ADS. [2025, 04.02.2025]. *Refining Power*. Retrieved 14.12.2025 from <https://c4ads.org/commentary/refining-power/#Introduction>
- [21] Cohen, A. [2021, 12.03.2021]. *America Trails In Global Race For Rare Earth Elements*. Forbes. Retrieved 14.12.2025 from <https://www.forbes.com/sites/arielcohen/2021/03/11/america-trails-in-global-race-for-rare-earth-elements/>
- [22] CRS. [2025]. *Iran Conflict and the Strait of Hormuz: Oil and Gas Market Impacts*. https://www.congress.gov/crs_external_products/R/PDF/R45281/R45281.4.pdf
- [23] DERA. [2021]. *Rohstoffe für Zukunftstechnologien 2021*. Deutsche Rohstoffagentur (DERA) in der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR). https://www.deutsche-rohstoffagentur.de/DE/Gemeinsames/Produkte/Downloads/DERA_Rohstoffinformationen/rohstoffinformationen-50.pdf?__blob=publicationFile&v=4
- [24] DERA. [2023]. *Status Quo des Recyclings bei der Metallerzeugung und -verarbeitung in Deutschland*. DERA Rohstoffinformationen 57. Deutsche Rohstoffagentur in der Bundesanstalt für Geowissenschaften. https://www.deutsche-rohstoffagentur.de/DERA/SharedDocs/Downloads/Rohstoffinformationen/rohstoffinformationen-57.pdf?__blob=publicationFile&v=2
- [25] DERA. [2024]. *Nickel Factsheet*. https://www.deutsche-rohstoffagentur.de/DERA/SharedDocs/Downloads/Factsheets/factsheet_ni_24.pdf?__blob=publicationFile&v=1
- [26] DERA. [2026a, 06.03.2026]. *Eskalation im Nahen Osten könnte die europäische Aluminiumversorgung belasten*. Deutsche Rohstoffagentur (DERA). Retrieved 30.03.2026 from https://www.deutsche-rohstoffagentur.de/DERA/SharedDocs/Meldungen/meldung-26-03-06_golfregion.html?nn=811146
- [27] DERA. [2026b, 08.01.2026]. *Liste der zum Export berechtigten Firmen in China wurde aktualisiert*. Retrieved 05.03.2026 from <https://www.deutsche-rohstoffagentur.de/DERA/SharedDocs/Meldungen/china-7-01-26.html>
- [28] DERA. [2026c, 16.03.2026]. *Straße von Hormus – Risiken für die globale Schwefelversorgung und die Weiterverarbeitung von Batterierohstoffen*. Deutsche Rohstoffagentur (DERA). Retrieved 30.03.2026 from <https://www.deutsche-rohstoffagentur.de/DERA/SharedDocs/Meldungen/meldung-hormus-schwefel.html>
- [29] DERA. [2026d, 09.03.2026]. *Wenn Katar ausfällt: Risiken für die globale Heliumversorgung*. Deutsche Rohstoffagentur (DERA). Retrieved 30.03.2026 from <https://www.deutsche-rohstoffagentur.de/DERA/SharedDocs/Meldungen/meldung-26-03-09-helium.html?nn=811146>
- [30] Deutsche E-Metall AG. [2026]. *Projektportfolio: E-Lithium Argentinien*. Retrieved 02.02.2026 from <https://www.deumet.com/projekte/projektportfolio/e-lithium-argentinien/>
- [31] Deutsche Nickel GmbH. [2026]. *Deutsche Nickel GmbH – Das Nickel Powerhouse*. Retrieved 23.01.2026 from <https://www.deutsche-nickel.de/>
- [32] Deutsches Kupferinstitut. [2020]. *Kupfer-Nickel-Legierungen*. <https://nickelinstitute.org/media/8d91aafd63edd3e/dki4-i14-properties-in-german.pdf>
- [33] DSK. [2021]. *Geschichte der deutschen Bergbauindustrie*. Bergwerk Deutsche Steinkohle (DSK). Retrieved 16.12.2025 from <https://www.bergbau-schwarzwald.de/geschichte-der-deutschen-bergbauindustrie/>
- [34] ENICON. [2026]. *Sustainable processing of Europe's low-grade sulphidic and lateritic nickel/cobalt ores and tailings into battery-grade metals - Horizon Europe Grant Agreement No. 101058124*. Retrieved 02.02.2026 from <https://enicon-horizon.eu/about/>
- [35] Europäische Kommission. [2023, März 2023]. *Factsheet on European Critical Raw Materials Act* https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/fs_23_1663
- [36] Europäische Kommission. [2024, November 2024]. *Raw Materials Profiles – Germanium – Dashboard*. Retrieved 23.02.2026 from <https://rmis.jrc.ec.europa.eu/rmp/Germanium>

- [37] Europäische Kommission. [2025a, 25.03.2025]. *47 strategische Projekte ausgewählt: Zugang zu kritischen Rohstoffen sichern und diversifizieren*. Retrieved 21.11.2025 from https://germany.representation.ec.europa.eu/news/47-strategische-projekte-ausgewahlt-zugang-zu-kritischen-rohstoffen-sichern-und-diversifizieren-2025-03-25_de
- [38] Europäische Kommission. [2025b]. C[2025] 3491 final – *Recognising certain critical raw material projects located in third countries and in overseas countries or territories as Strategic Projects under Regulation (EU) 2024/1252 of the European Parliament and of the Council*. https://single-market-economy.ec.europa.eu/document/download/808502c2-21c7-4ca8-855f-ff0b528f91c4_en?filename=C_2025_3491_1_EN_ACT_part1_v4.pdf&prefLang=de
- [39] Europäische Kommission. [2025c, 09.12.2025]. *Fragen und Antworten zum RESourceEU-Aktionsplan**. Retrieved 03.12.2025 from https://ec.europa.eu/commission/presscorner/api/files/document/print/de/qanda_25_2886/QANDA_25_2886_DE.pdf
- [40] Verordnung (EU) 2024/1252 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 11. April 2024 zur Schaffung eines Rahmens zur Gewährleistung einer sicheren und nachhaltigen Versorgung mit kritischen Rohstoffen und zur Änderung der Verordnungen (EU) Nr. 168/2013, (EU) 2018/858, (EU) 2018/1724 und (EU) 2019/1020 (Text von Bedeutung für den EWR), [2024]. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX%3A32024R1252>
- [41] Europäischer Rat/Rat der Europäischen Union. [2026, 06.03.2026]. *Infografik – Ein EU-Gesetz zu kritischen Rohstoffen für die Zukunft der EU-Lieferketten* Retrieved 17.01.2026 from <https://www.consilium.europa.eu/de/infographics/critical-raw-materials/>
- [42] Fasse, M., & Tyborski, R. [2025, 28.05.2025]. *Welche Rohstoffe Europas Rüstungsindustrie aktuell fehlen*. Handelsblatt. Retrieved 14.12.2025 from <https://www.handelsblatt.com/unternehmen/industrie/verteidigung-welche-rohstoffe-europas-ruestungsindustrie-fehlen/100130375.html>
- [43] Franßen, G., Homann, V., & Rechtsanwälte, F. u. N. [2024]. *Critical Raw Materials Act – Chancen und Risiken für die Deutsche Wirtschaft. Thinktank Industrielle Ressourcenstrategien*. https://www.thinktank-irs.de/wp-content/uploads/2024/06/RZ_THINKTANK_CRMA_A4_DE_web-1.pdf
- [44] Friedrichs, P., Långbacka, B., Bertelli, M., & Kivinen, M. [2025]. *Finnish Battery Minerals for the Green Transition*. https://tupa.gtk.fi/raportti/arkisto/36_2025.pdf
- [45] Ganji, D. K., & Rajyalakshmi, G. [2020]. Influence of Alloying Compositions on the Properties of Nickel-Based Superalloys: A Review. In H. Kumar & P. K. Jain [Eds.], *Recent Advances in Mechanical Engineering* [537-555]. Springer Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-15-1071-7_44
- [46] Georgios, B., & Konstantinos, K. [2024]. Cradle to gate life-cycle assessment of battery grade nickel sulphate production through high-pressure acid leaching. *Science of The Total Environment*, 952, 175902. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.175902>
- [47] Girardi, B., Patrahau, I., Cisco, G., & Rademaker, M. [2023]. *Strategic raw materials for defence – Mapping European industry needs*. <https://hcss.nl/wp-content/uploads/2023/01/Strategic-Raw-Materials-for-Defence-HCSS-2023-V2.pdf>
- [48] Gong, L., Li, Y.-B., Wang, X.-P., Li, S., Yang, Z.-G., & Chen, H. [2025]. Progress in additive manufacturing of nickel-based superalloys: materials, processing, microstructures, properties and alloy design. *Rare Metals*, 44(10), 7041-7087. <https://doi.org/10.1007/s12598-025-03247-5>
- [49] GreenX Metals. [2025a, 20.11.2025]. *Modern assays validate historical copper grades at Tannenberg*. Retrieved 10.12.2025 from <https://wcsecure.weblink.com.au/pdf/GRX/03025403.pdf>
- [50] GreenX Metals. [2025b]. *Unlocking Germany's Next Strategic Copper-Silver Project*. Retrieved 10.12.2025 from <https://greenxmetals.com/projects/tannenberg-copper-project/>
- [51] H.C. Starck Tungsten GmbH. [2025]. *Unser Produktspektrum: Wolfram und mehr*. Retrieved 23.02.2026 from <https://www.hcstarck.com/produkte/>
- [52] Hackett, J., Sabatino, E., Bint, M., Naradichiantama, D., Gjerstad, M., Bentham, J., Fischbach, J., Bearn, L., & Clavilier, Y. [2025]. *Critical Raw Materials and European Defence*. https://www.iiss.org/globalassets/media-library---content---migration/files/research-papers/2025/03/iiss_critical-raw-materials-and-european-defence_25032025.pdf

- [53] Hamann, S. [1991]. Gedanken zum sächsischen Uranbergbau im Gebiet Schneeberg-Schlema. *Der Anschnitt*, 43, 158-163.
- [54] Hammer, J., Junge, F., Rösler, H. J., Niese, S., Gleisberg, B., & Stiehl, G. [1990]. Element and isotope geochemical investigations of the Kupferschiefer in the vicinity of "Rote Fäule", indicating copper mineralization [Sangerhausen basin, G.D.R.]. *Chemical Geology*, 85[3], 345-360. [https://doi.org/10.1016/0009-2541\(90\)90012-V](https://doi.org/10.1016/0009-2541(90)90012-V)
- [55] Heeger Metal. [2026]. *Wolfram Schwere Legierung*. Retrieved 23.01.2026 from <https://heegermetal.com/de/tungsten-heavy-alloy/>
- [56] Henning, S., Szurlies, M., Graupner, T., & Eicke, C. [2024]. *Kritische mineralische Rohstoffe in Deutschland – Gewinnung und Exploration* [Commodity TopNews, Issue 73]. https://www.deutsche-rohstoffagentur.de/DERA/SharedDocs/Downloads/CTN/73_Kritische_mineralische_Rohstoffe.pdf?__blob=publicationFile&v=2
- [57] Hidayat, M. [2025, 14.10.2025]. *The Pentagon's \$1B Critical Minerals Stockpile: A Strategic Response to China*. Discovery Alert,. Retrieved 29.03.2026 from <https://discoveryalert.com.au/us-strategic-minerals-initiative-2025-pentagon-critical-stockpile/>
- [58] KGHM Polska Miedź S.A. [2026]. *Strona Główna Production*. Retrieved 09.03.2026 from <https://kghm.com/pl/production-0>
- [59] Kupfer Copper Germany GmbH. [2025]. *Erkundungsbohrungen im Landkreis Schmalkalden-Meiningen*. Retrieved 26.01.2026 from <https://www.angloamerican.com/kupfer-copper-germany>
- [60] Kupferschiefer Lausitz GmbH. [2026a]. *Die Lagerstätte Spremberg-Graustein-Schleife*. Retrieved 26.01.2026 from <https://www.kslmining.com/projekt/>
- [61] Kupferschiefer Lausitz GmbH. [2026b]. *FAQ: Häufig gestellte Fragen*. Retrieved 26.01.2026 from <https://www.kslmining.com/news-faqs/>
- [62] Landesamt für Denkmalpflege Sachsen. [2026]. *Kulturdenkmale im Freistaat Sachsen – Denkmaldokument 08957508*.
- [63] Lipp, U., & Flach, S. [2003]. *Wismut-, Kobalt-, Nickel- und Silbererze im Nordteil des Schneeberger Lagerstättenbezirkes – Band 10* [Bergbau in Sachsen – Band 70].
- [64] Löcse, F. [2014]. Die Nickelerzlagerstätten am Südwestrand des Sächsischen Granulitgebirges. *Der Aufschluss*, 4, 196-215.
- [65] Manzoor, U., Mujica Roncery, L., Raabe, D., & Souza Filho, I. R. [2025]. Sustainable nickel enabled by hydrogen-based reduction. *Nature*, 641[8062], 365-373. <https://doi.org/10.1038/s41586-025-08901-7>
- [66] MP Materials. [2025, 10.07.2025]. *MP Materials Announces Transformational Public-Private Partnership with the Department of Defense to Accelerate U.S. Rare Earth Magnet Independence*. Retrieved 29.03.2026 from <https://mpmaterials.com/news/mp-materials-announces-transformational-public-private-partnership-with-the-department-of-defense-to-accelerate-u-s-rare-earth-magnet-independence>
- [67] Mwaniki, P. [2026, 27.02.2026]. *New Rare-Earth Magnet Plant Completed in South Carolina, Strengthening U.S. Supply Chain*. Construction Review. Retrieved 29.03.2026 from <https://constructionreviewonline.com/new-rare-earth-magnet-plant-completed-in-south-carolina-strengthening-u-s-supply-chain/>
- [68] Nassar, N., Pineault, D., Allen, S., McCaffrey, D., Padilla, A., Brainard, J., Bayani, M., Shojaeddini, E., Ryter, J., Lincoln, S., & Alonso, E. [2025]. Methodology and technical input for the 2025 U.S. List of Critical Minerals-Assessing the potential effects of mineral commodity supply chain disruptions on the U.S. economy [Report]. 32. <https://doi.org/10.3133/ofr20251047>
- [69] NATO. [2024]. *Defence-Critical Supply Chain Security Roadmap*. https://www.nato.int/nato_static_fl2014/assets/pdf/2024/7/pdf/240712-Factsheet-Defence-Supply-Chain-Ro.pdf
- [70] Nitrochemie Wimmis AG. [2026]. *Nitrocellulose [für militärische und zivile Anwendungen]*. Retrieved 04.03.2026 from <https://www.nitrochemie.com/de/produkte/antriebe/nc-rm-pvk>
- [71] Northrop Grumman. [2025, 02.05.2025]. *F-35 Material Specifications*. Retrieved 14.12.2025 from https://cdn.northropgrumman.com/-/media/Supplier-Documents/Technical-Data/F-35_Material_Specifications.pdf

- [72] Pavel, C. C., & Tzimas, E. [2016]. Raw materials in the European defence industry, EUR 27542 EN. <https://doi.org/10.2790/0444>
- [73] Proske, O., Blumenthal, H., & Ensslin, F. [1953]. Wolfram. In O. Proske, Blumenthal, H., Ensslin, F. [Ed.], *Analyse der Metalle: Zweiter Band: Betriebsanalysen* [853-870]. Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-662-01460-8_42
- [74] Reuter, M. [2021, 02.07.2021]. *Wir wollen die Recyclingraten an ihre thermodynamischen und technologischen Grenzen bringen*. SMS Group. Retrieved 05.03.2026 from <https://www.sms-group.com/de-de/insights/all-insights/wir-wollen-die-recyclingraten-an-ihre-thermodynamischen-und-technologischen-grenzen-bringen>
- [75] Reuter, M. [2025]. Die Rolle der Metallurgie in Lieferketten: Chancen, Grenzen, KI. *Technik-Magazin des VDI Aachener BV*, 2025, 46-50. https://www.vdi.de/fileadmin/pages/vdi_de/redakteure/vor_ort/bv/aachener-bv/dateien/TEC4U/VDI_tec4u_Magazin_2025.pdf
- [76] Rheinmetall AG. [2025a]. *Großkaliberwaffen und Munition*. Retrieved 19.12.2025 from <https://www.rheinmetall.com/de/produkte/waffen-und-munition/waffen-und-munition/grosskaliberwaffen-und-munition>
- [77] Rheinmetall AG. [2025b, 03.11.2025]. *Wichtiger Fortschritt bei strategischem Engpass: Rheinmetall und Rumänien produzieren gemeinsam Treibladungspulver*. Retrieved 24.02.2026 from <https://www.rheinmetall.com/de/media/news-watch/news/2025/11/2025-11-03-rheinmetall-und-rumaenien-produzieren-gemeinsam-treibladungspulver>
- [78] Ribbert, K.-H. [2010]. *Geologie im Rheinischen Schiefergebirge: Teil 1 Nordeifel*. Geologischer Dienst Nordrhein-Westfalen. <https://www.gd.nrw.de/pdf/geologie-nordeifel-rsg1.pdf>
- [79] Rüger, L. [1934]. Deutschland Erzvorkommen. *Geographische Zeitschrift*, 40(4), 121-134.
- [80] S&P Global. [2025, 15.10.2025]. LME WEEK: *Nickel market could stay in oversupply until 2030: Macquarie*. Retrieved 26.11.2025 from <https://www.spglobal.com/energy/en/news-research/latest-news/metals/101525-lme-week-nickel-market-could-stay-in-oversupply-until-2030-macquarie#:~:text=The%20global%20nickel%20market%20is,Macquarie%252C%20said%20during%20>
- [81] Salzgitter AG. [2026]. *Zur Geschichte des Produktionsstandortes Salzgitter*. Retrieved 18.01.2026 from <https://geschichte.salzgitter-ag.com/de/einzelne-geschaeftsbereiche-und-standorte/geschaeftsbereich-stahlerzeugung/salzgitter/im-dienst-des-ns-staates.html>
- [82] Saxony Minerals and Exploration AG. [2019]. *Chromium*. Retrieved 02.02.2026 from <https://www.smeag.de/index.php/de/minerale/chrom>
- [83] Saxony Minerals and Exploration AG. [2020]. *Wolframerzeugnisse*. Retrieved 18.01.2026 from <https://www.smeag.de/index.php/de/minerale/wolfram-erzeugnisse>
- [84] Saxony Minerals and Exploration AG. [2023]. *Antworten zum Erzbergwerk Pöhla*. <https://www.smeag.de/images/Downloads/Documents/0319-Antworten-1.pdf>
- [85] Saxony Minerals and Exploration AG. [2025a]. *Erzbergwerk Pöhla*. https://www.smeag.de/images/Downloads/Documents/SME_AG_Erzbergwerk_Pohla.pdf
- [86] Saxony Minerals and Exploration AG. [2025b]. *Kurzbeschreibung und Zusammenfassung der Saxony Minerals & Exploration AG*. <https://www.smeag.de/images/Downloads/Documents/250806-kurzbeschreibung-und-zusammenfassung-sme-ag.pdf>
- [87] Schuster, M., Thürmer, J., & Lamour, J. [2026, 23.02.2026]. *Wie Deutschland unabhängiger werden kann*. *Tagesschau*. Retrieved 05.03.2026 from <https://www.tagesschau.de/wirtschaft/unternehmen/rohstoffe-mangel-problem-unternehmen-100.html>
- [88] Scriba, A. [2015, 13.05.2015]. *Der Zweite Weltkrieg: Industrie und Wirtschaft*. Deutsches Historisches Museum Berlin. Retrieved 18.01.2026 from <https://www.dhm.de/lemo/kapitel/der-zweite-weltkrieg/industrie-und-wirtschaft>
- [89] Seib, G. [1960]. *500 Jahre Bergbau im Richelsdorfer Gebirge 1460-1960*. <https://epic.awi.de/id/eprint/36921/1/bergbau-richelsdorf.pdf>

- [90] SFA Oxford. [2026]. *Critical Minerals and Drones*. Retrieved 05.03.2026 from <https://www.sfa-oxford.com/knowledge-and-insights/critical-minerals-in-low-carbon-and-future-technologies/uavs-drones-and-critical-minerals/>
- [91] Siegfried Jacob Metallwerke. [2026]. *SJM-Recycling Produkte: Metalle*. Retrieved 18.01.2026 from <https://jacob-metall.de/de/produkte/metalle>
- [92] Smith, E. [2025, 24.07.2025]. *Sechs strategische Metalle im Verteidigungsbereich*. Stanford Advanced Materials,. Retrieved 16.12.2025 from <https://www.samaterials.de/podcast/six-strategic-metals-in-defense.html>
- [93] Smith, L. [2024, 17.06.2024]. *The strategic importance of copper in military defense*. Core Consultants. Retrieved 17.12.2025 from <https://www.coreconsultantsgroup.com/the-strategic-importance-of-copper-in-times-of-global-instability/>
- [94] Spilker, M. [1997]. Verein der Mansfelder Berg- und Hüttenleute e.V. - Symbole sterben. ECHO, 14. <http://piwigo.druckruckzuck.de/upload/2019/03/09/20190309090835-97cb3922.pdf>
- [95] SSAB. [2026]. *Armax 440T*. Retrieved 23.01.2026 from <https://www.ssab.com/de-de/marken-und-produkte/armox/produktangebot/armox-440t>
- [96] Statista. [2025, 29.11.2025]. *Kupferverbrauch in Europa in den Jahren 1995 bis 2023*. Retrieved 06.03.2026 from <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/490624/umfrage/verbrauch-von-kupfer-in-europa/>
- [97] Statistisches Bundesamt. [2025]. *Jährliche Importmenge von Nickel in Deutschland in den Jahren 2006 bis 2024*. Retrieved 26.11.2025 from <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1347450/umfrage/importmenge-von-nickel-in-deutschland/>
- [98] Süddeutsche Zeitung. [2025, 18.11.2025]. Rheinmetall will Umsatz verfünffachen. *Süddeutsche Zeitung*. <https://www.sueddeutsche.de/wirtschaft/rheinmetall-umsatzsteigerung-milliarden-euro-li.3340514>
- [99] Szurlies, M. [2021]. *Rohstoffrisikobewertung – Nickel* [DERA Rohstoffinformationen, Issue 48]. https://www.deutsche-rohstoffagentur.de/DERA/SharedDocs/Downloads/Rohstoffinformationen/rohstoffinformationen-48.pdf?__blob=publicationFile&v=2
- [100] Szurlies, M., & Vasters, J. [2024]. *Die Bedeutung Indonesiens für den globalen Nickelmarkt* [Commodity TopNews, Issue 71]. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe [BGR]. https://www.deutsche-rohstoffagentur.de/DERA/SharedDocs/Downloads/CTN/71_Nickel_Indonesien.pdf?__blob=publicationFile&v=2
- [101] Time. [1946]. U.S. ECONOMICS: *Cornerstone of Steel*. Retrieved 06.03.2026 from <https://time.com/archive/6867466/economics-cornerstone-of-steel/>
- [102] U.S. Department of Energy. [2025, 13.08.2025]. *Energy Department Announces Actions to Secure American Critical Minerals and Materials Supply Chain*. Retrieved 23.02.2026 from <https://www.energy.gov/articles/energy-department-announces-actions-secure-american-critical-minerals-and-materials-supply>
- [103] U.S. Department of War. [2025, 22.07.2025]. *Department of Defense Awards \$6.2 Million to Sustain Critical Production of Tungsten*. Retrieved 30.01.2026 from <https://www.war.gov/News/Releases/Release/Article/4252264/department-of-defense-awards-62-million-to-sustain-critical-production-of-tungstn/>
- [104] USGS. [2025a]. *Final 2025 List of Critical Minerals*. U.S. Geological Survey. <https://public-inspection.federalregister.gov/2025-19813.pdf?1762436706>
- [105] USGS. [2025b]. *Mineral commodity summaries 2025*. U.S. Geological Survey. <https://pubs.usgs.gov/publication/mcs2025>
- [106] USGS. [2026]. *Mineral commodity summaries 2026*. U.S. Geological Survey. <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2026/mcs2026.pdf>

- [107] Vacuumschmelze GmbH & Co. KG. [2025, 03.11.2025]. *VAC announces strategic alliance between VAC, eVAC, and UCORE Rare Metals for rare earth oxide supply agreement*. Retrieved 30.03.2026 from <https://vacuumschmelze.de/Unternehmen/Pressemeldungen/vac-announces-strategic-alliance-between-vac-evac-and-ucore-rare-metals-for-rare-earth-oxide-supply-agreement-n2853>
- [108] VDM Metals. [2026]. *Nickellegierungen von VDM Metals*. Retrieved 18.01.2026 from <https://www.vdm-metals.com/de/produkte-und-services/legierungen-und-halbzeuge/nickel-und-nickellegierungen>
- [109] Venditti, B. [2025, 20.07.2025]. *Visualizing How Rare Earths Power U.S. Defense*. Visual Capitalist. Retrieved 23.02.2026 from <https://www.visualcapitalist.com/visualizing-how-rare-earths-power-u-s-defense/>
- [110] Verein Mansfelder Kupferspuren. [2019, Januar 2019]. *Schacht Sangerhausen, später Thomas-Münzer-Schacht*. Retrieved 29.01.2026 from http://www.kupferspuren.eu/index.php?option=com_k2&view=item&id=45:071-schacht-sangerhausen-spaeter-thomas-muenzer-schacht&showall=1
- [111] Vogt, F. [2025, 14.11.2025]. *Kritische Rohstoffe künftig aus Hessen?* Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie [HLNUG]. Retrieved 10.12.2025 from <https://www.hlnug.de/presse/pressemitteilung/kritische-rohstoffe-kuenftig-aus-hessen>
- [112] Volker, F. [2004]. *Lehrveranstaltung Mansfeld und Sangerhausen – Die Geschichte des Bergbaus*. Justus-Liebig-Universität Gießen. Retrieved 16.12.2025 from <https://www.uni-giessen.de/de/fbz/fb07/fachgebiete/geographie/arbeitsgruppen/physisch/mitarbeiter/volker/lehrveranstaltungen/exkursionen/mansfeld-sangerhausen2004/geschichte-bergbau>
- [113] Wallich, H. C. [1955]. *Mainsprings of the German Revival* New Haven Yale University Press.
- [114] Weinzierl, S. [2025, 05.12.2025]. *Die 10 größten Rüstungsunternehmen der Welt im Vergleich - Milliardenumsätze im Jahr 2024*. Retrieved 06.12.2025 from <https://www.produktion.de/ruestung-aerospace/die-10-groessten-ruestungsunternehmen-der-welt-im-vergleich/2390409>
- [115] Werner, W., & Dennert, V. [2004]. *Lagerstätten und Bergbau im Schwarzwald, Kapitel 5 Besucherbergwerke im Schwarzwald – Geologie und Geschichte*. 129-289. https://produkte.lgrb-bw.de/docPool/LBSW_Kap5_web.pdf
- [116] WITS. [2026a, 03.03.2026]. *European Union cellulose nitrates (incl. collodions), in prima imports by country in 2024*. Retrieved 03.03.2026 from <https://wits.worldbank.org/trade/comtrade/en/country/EUN/year/2024/tradeflow/Imports/partner/ALL/product/391220>
- [117] WITS. [2026b, 05.03.2026]. *European Union cotton linters imports by country in 2024*. Retrieved 05.03.2026 from <https://wits.worldbank.org/trade/comtrade/en/country/EUN/year/2024/tradeflow/Imports/partner/ALL/product/140420>
- [118] WITS. [2026c, 05.03.2026]. *European Union ferro-tungsten and ferro-silico-tungsten imports by country in 2024*. Retrieved 05.03.2026 from <https://wits.worldbank.org/trade/comtrade/en/country/EUN/year/2024/tradeflow/Imports/partner/ALL/product/720280>
- [119] WITS. [2026d, 05.03.2026]. *European Union tungsten ores and concentrates imports by country in 2024*. Retrieved 05.03.2026 from <https://wits.worldbank.org/trade/comtrade/en/country/EUN/year/2024/tradeflow/Imports/partner/ALL/product/261100>
- [120] WITS. [2026e, 02.02.2026]. *Germany Tungsten ores and concentrates imports by country in 2024*. Retrieved 18.01.2026 from <https://wits.worldbank.org/trade/comtrade/en/country/DEU/year/2024/tradeflow/Imports/partner/ALL/product/261100>
- [121] Witzke, T., & Pöllmann, H. [1996]. *Mineralneubildungen in den Schlacken der Kupferschieferverrüttung des Mansfelder Reviers, Sachsen-Anhalt*. *Hallesches Jahrb. Geowiss.*, B18, 109-118.
- [122] Wolf, E. [2026, 05.02.2025]. *China führt Exportauflagen für kritische Metalle ein* Germany Trade & Invest [GTAI]. Retrieved 05.03.2026 from <https://www.gtai.de/de/trade/china/specials/china-fuehrt-exportauflagen-fuer-kritische-metalle-ein-1865700>
- [123] Wolfram Bergbau und Hütten AG. [2026]. *Vom Erz zum Konzentrat*. Retrieved 30.01.2026 from <https://www.wolfram.at/de/%C3%BCber-uns/nachhaltigkeit/mittersill/>

Impressum

Titel

Gewinnung heimischer strategischer Rohstoffe im Krisenfall

Herausgeber

THINKTANK Industrielle Ressourcenstrategien
c/o Verband der Chemischen Industrie e. V.
Landesverband Baden-Württemberg
Allee Cité 1, 76532 Baden-Baden
Homepage: www.thinktank-irs.de
LinkedIn: THINKTANK Industrielle Ressourcenstrategien

Autoren

Dr. Jasemin A. Ölmez
Prof. Dr. Christoph Hilgers
Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Angewandte Geowissenschaften (AGW),
Adenauerring 20a, 76131 Karlsruhe
KIT Campus Transfer GmbH, TTE Reservoir-Geologie, Haid-und-Neu-Strasse 7, 76131 Karlsruhe

DOI-Nummer

10.5445/IR/1000193074

Stand

Veröffentlicht 05/2026

Grafische Konzeption, Illustration, Satz

unger+ kreative strategien GmbH, Stuttgart, www.ungerplus.de

Copyright

Wiedergaben in jeglicher Form, auch in Auszügen, müssen mit Quellenangaben gekennzeichnet werden.

Verteilerhinweis

Der THINKTANK Industrielle Ressourcenstrategien ist finanziert aus Landesmitteln, die der Landtag Baden-Württemberg beschlossen hat.



Baden-Württemberg