

5.1 Chance Resilienz in strategischen Bereichen: kritische Rohstoffe für den Standort

Bei vielen mineralischen Rohstoffen treffen hoch konzentrierte Wertschöpfungsketten auf einen zunehmenden Bedarf – für den Einsatz in der Industrie, bei der Energiewende- und Speichertechnologien, für digitale Anwendungen und für Verteidigung.

Die Abhängigkeit Deutschlands und der EU von Importen ist enorm, während der internationale Wettbewerb sich deutlich verschärft und der Einsatz von Rohstoffen als geopolitisches Druckmittel zunimmt. Allen voran China verfügt über hohe Marktmacht bei Rohstofflieferketten, insbesondere in der Weiterverarbeitung und fertigen Technologien.

Gezielte und zeitnahe Bemühungen für mehr Souveränität in der Rohstoffversorgung sind entscheidend sowohl für die Risikominderung als auch für die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Industrie. Dies erfordert einen deutlich aufgestockten Mitteleinsatz sowie den Auf- und Ausbau von Kapazitäten und Kompetenzen zur Stärkung der Entscheidungshoheit in strategischen Bereichen. Dies umfasst Ansätze zur Stärkung des heimischen Anteils auf allen Stufen der Wertschöpfungskette ebenso wie umfassende Maßnahmen zur Importdiversifizierung, einen Investitions- und Innovationsschub bei Materialeffizienz und Kreislaufwirtschaft sowie eine strategische Lagerhaltung.

Deutschland ist verwundbar

Die Kombination aus einem großen, rohstoffabhängigen Industriesektor und einer hohen Importabhängigkeit bei mineralischen Rohstoffen macht Deutschland verwundbar für Unterbrechungen in den Lieferketten, die für Zukunftstechnologien essenziell sind. Vor dem Hintergrund zunehmender geopolitischer Ausnutzung von asymmetrischer Marktmacht ergibt sich durch die geringe Diversifizierung bei Rohstoffen ein hohes Gefährdungspotenzial in der Breite der Industrie. Hinzu kommen Risiken aufgrund von Extremwetterereignissen oder anderen Angebotsschocks, die bei bestehenden Abhängigkeiten Schockwellen durch die Lieferketten senden können.

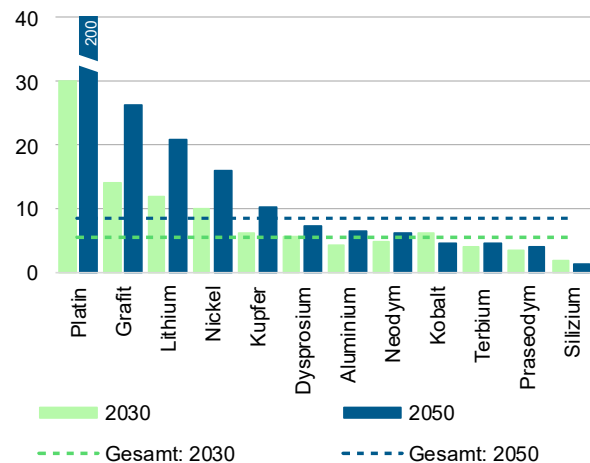
Die Bemühungen um eine diversifizierte Rohstoffversorgung hat in Deutschland und der EU zwar an Fahrt aufgenommen. Dennoch bleibt die Verwundbarkeit in vielen strategisch wichtigen Bereichen auf Sicht der

nächsten drei bis fünf Jahre bestehen. Eine Sensibilisierung insbesondere für den Abbau übermäßiger Abhängigkeit („De-Risking“) gegenüber China hat begonnen. Den Praxistest würden jedoch viele Ansätze mittelfristig nicht standhalten.¹

Mit dem erwarteten Anstieg des Rohstoffbedarfs dürfte sich die Verwundbarkeit noch zuspitzen. Die EU-Kommission geht in ihrem Bericht von 2023 für zwölf kritische Rohstoffe im Schnitt von einer Steigerung um das Drei- bis Fünffache des jährlichen EU-Bedarfs für strategische Sektoren bis 2030 und um das Fünf- bis Achtfache bis 2050 gegenüber 2020 aus (Grafik 5.1.1). Aktualisierte Schätzungen für spezifische Anwendungen zeigen aber auch, dass Innovation in Materialeffizienz und Substitution sowie neue Technologien z. B. bei Batterien die Bedarfsentwicklung maßgeblich beeinflussen können.²

Grafik 5.1.1: EU-Bedarfsentwicklung

Faktor der erwarteten Vervielfachung des jährlichen EU-Bedarfs für strategische Technologien in Tonnen bis 2030 und bis 2050 im Vergleich zum Jahr 2020, bezogen auf das „High Demand-Szenario“, das einen raschen Technologieeinsatz und stärkere Digitalisierungstrends zugrunde legt.



Quelle: Carrara et al. (2023)³.

Durch den massiven Ausbau von Infrastruktur wie Rechenzentren, hochentwickelten Halbleitern und Grafikprozessoren für Künstliche Intelligenz könnte der künftige Bedarf an einigen spezialisierten Materialien und Metallen wie Kupfer noch deutlich höher ausfallen. Ähnliches gilt für die im Verteidigungssektor eingesetzten Rohstoffe wie Wolfram und Titan.

¹ Vgl. Europäischer Rechnungshof (2026): Kritische Rohstoffe für die Energiewende: Keine solide Strategie vorhanden, Sonderbericht 04/2026.

² Vgl. Bobba, S., Latunussa, C., Manni, F.M. and F. Mathieux (2025): Deep dive on critical raw materials for batteries in the EU, Publications Office of the European Union, <https://data.europa.eu/doi/10.2760/3300656>, JRC141715.

³ Carrara et al. (2023), Supply chain analysis and material demand forecast in strategic technologies and sectors in the EU – A foresight study, Publications Office of the European Union, doi:10.2760/386650, JRC132889.

Die Internationale Energieagentur (IEA) sieht langfristig auch auf globaler Ebene eine Angebotslücke insbesondere bei Kupfer und Lithium.⁴

Starke Verflechtungen, abhängige Branchen

Die industrielle Wertschöpfung in **Deutschland** ist in hohem Maße in internationale Lieferketten eingebunden. Das Verarbeitende Gewerbe in Deutschland weist, je nach Branche, Rückwärtsverflechtungen von 20 bis 40 % auf, in der Metallherzeugung und -bearbeitung sowie bei der Mineralölverarbeitung auch höher.⁵ Das heißt, die industrielle Wertschöpfung beruht nennenswert auf importierten Vorleistungen.

Insbesondere bei Rohstoffen bestehen hohe Abhängigkeiten. Etwa 30 % der Bruttowertschöpfung des Verarbeitenden Gewerbes hängen an der Erzeugung kupferhaltiger Waren, 10 % an der Herstellung lithiumhaltiger Güter und 22 % an der Produktion von Waren, die Seltene Erden enthalten.⁶ Besonders abhängig stellt sich der Fahrzeugbau sowie Kraftwagen-teile, elektrische Ausrüstungen und optische Erzeugnisse dar – Branchen, die als Pfeiler der deutschen Wirtschaft gelten.

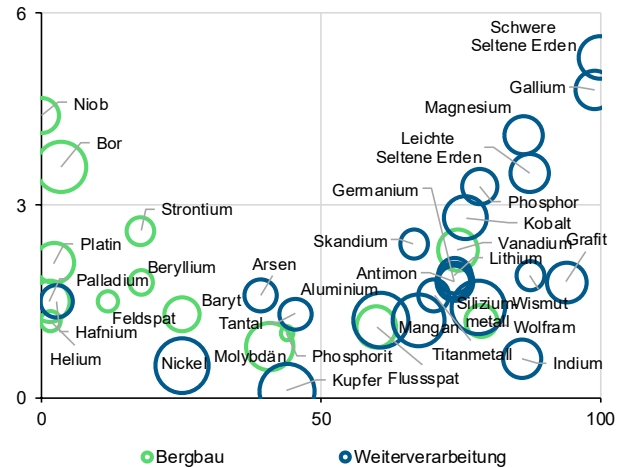
China De-Risking – welche Chancen bestehen?

China hat über die letzten Jahrzehnte hinweg konsequent seine Vormachtstellung in vielen Rohstofflieferketten ausgebaut. Über die Belt and Road Strategie wurde der Zugang zu Rohstoffproduzenten weltweit erschlossen und über Beteiligungen an vorgelagerten Zweckgesellschaften, unterstützt durch das Kreditportfolio staatlicher Geschäftsbanken, sichergestellt, dass die im Ausland geförderten Erze zur Verarbeitung nach China gelangen. Das Ergebnis sind hoch konzentrierte Lieferketten. Grafik 5.1.2 zeigt die Rohstoffe im Bereich oben rechts, deren Produktion sowohl in hohem Maße von China dominiert sind als auch von der EU als besonders kritisch (strategisch relevant und risikobehaftet) eingestuft werden. Auf Produktebene betrifft dies etwa die mittleren und nachgelagerten Abschnitte der Batteriewertschöpfungskette (Grafik 5.1.3) sowie weite Teile der Wertschöpfungsketten für Windturbinen, Traktionsmotoren, Datenübertragungsnetzwerke, Robotik und Drohnen (Grafik 5.1.4). In den letzten Jahren sind die Anteile Chinas in der Weiterverarbeitung der Rohstoffe nochmal gewachsen. Mehr als 80 % des Angebotswachstums bei der Verarbeitung von Lithium und Kupfer sowie nahezu das gesamte Wachstum bei

Mangansulfat und Grafit gingen zwischen 2023 und 2025 auf China zurück.⁷

Grafik 5.1.2: Rohstoffkritikalität in der EU und China-Anteil an der globalen Produktion

X-Achse: Anteil Chinas an der globalen Produktion in Prozent;
Y-Achse: Kritikalität laut EU-Einwertung (Index)



Blasengröße: Anzahl strategischer Technologien, für die der jeweilige Rohstoff bedeutsam ist

Quelle: EU-Kommission, RMIS, US Geological Survey Mineral Commodity Summaries (2026), IEA, KfW Research.

Die Aussichten dafür, die Produktions- und Weiterverarbeitungsanteile außerhalb Chinas zu erhöhen, variieren stark je nach Rohstoff und sind – etwa im Falle von Seltenen Erden – überwiegend auf staatliche Initiativen, z. B. ausgehend von den USA und Australien, zurückzuführen. Zu beachten ist überdies, dass die IEA zwar bis 2035 von einem Rückgang der chinesischen Anteile beim Bergbau einzelner Mineralien und für Grafit und Seltene Erden in der Raffinade zugunsten weiterer Länder ausgeht, China aber weiterhin eine marktbeherrschende Stellung innehaben wird. Hinzu kommt der chinesische Einfluss im Ausland. Bei der Primärproduktion von natürlichem Grafit rechnet die IEA etwa mit einem Rückgang des chinesischen Anteils von 80 % auf etwa 55 % bis 2035 – und einem Aufwuchs in Mosambik, dessen Minensektor sowohl chinesisch als auch US-amerikanisch kontrollierte Kapazitäten beinhaltet, während zugleich die heimische Wertschöpfung ausgebaut werden soll. Schließlich wächst auch der Einfluss Chinas auf dem Markt für Sekundärrohstoffe, wie bspw. Patentdaten zum Batterierecycling belegen.⁸ Auch Chinas preisgestalterische Macht stellt die deutsche Wirtschaft und die Ausbauziele in der Rohstoff-

⁴ Vgl. IEA (2025): Global Critical Minerals Outlook 2025, <https://www.iea.org/reports/global-critical-minerals-outlook-2025>.

⁵ Vgl. Baur, A. und L. Flach (2025): Globale Wertschöpfungsverflechtungen in der deutschen Industrie, ifo Institut, Studie für die Hans-Böckler-Stiftung.

⁶ Vgl. Köhler-Geib, F., Levinger, H. und K. Ullrich (2024): In Stein gemeißelt? Abhängigkeit der deutschen Wirtschaft von Kupfer, Lithium und Seltenen Erden, Fokus Volkswirtschaft 454, KfW Research; Baehr, C. et al.

(2024). Kritisch für die Wertschöpfung – Rohstoffabhängigkeit der deutschen Wirtschaft, IW Consult, Fraunhofer ISI, Studie für die KfW Bankengruppe.

⁷ Vgl. IEA (2026): Global Critical Minerals Outlook 2026, <https://www.iea.org/reports/global-critical-minerals-outlook-2026>.

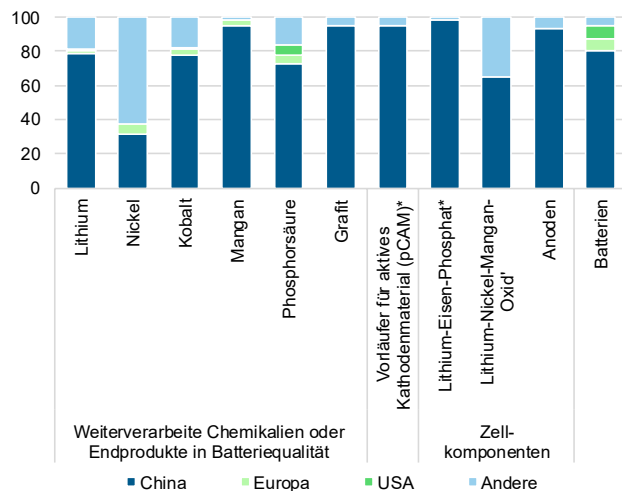
⁸ Vgl. IEA (2026), Battery Circularity, IEA, Paris <https://www.iea.org/reports/battery-circularity>.

produktion vor Herausforderungen.

Man muss sich also bewusst machen, dass auch in zehn Jahren noch entscheidende Mengen an Rohstoffen importiert werden müssen. Die Handlungen jetzt haben aber einen Einfluss, woher, zu welchem Preis und mit welchen geopolitischen Druckpotenzialen Deutschland und Europa diese beziehen.

Grafik 5.1.3: Produktionsanteile entlang der Batteriewertschöpfungskette

Anteile 2024 in Prozent



Anmerkung: * bezogen auf Produktionskapazitäten.

Quelle: IEA, KfW Research.

Ansatzpunkte für Europa und Deutschland

Ein Sprungbrett bietet sich dort, wo europäische Unternehmen über geringe, jedoch ausbaufähige Marktanteile – zuweilen konzentriert auf einzelne Unternehmen – besitzen. Das trifft zum Beispiel auf Tschechien für Mangansulfat und Belgien für gereinigte Phosphorsäure, beides wichtig für die Batterieproduktion, zu. Es empfiehlt sich, diese Anteile konsequent auszubauen, zu diversifizieren und vertikal zu verzahnen. Das heißt auch, auf den fehlenden Wertschöpfungsstufen zumindest für skalierbare Kapazitäten zu sorgen. Dafür braucht es eine Operationalisierung der verkürzten Planungs- und Genehmigungsverfahren, eine Sicherstellung der Finanzierung für große Verarbeitungsanlagen sowie flankierenden Maßnahmen zum Aufbau von Fachwissen und Infrastruktur.

Deutschland kann durch eine **Kombination aus neuen Verfahren und Wiederbelebung früherer Förderung** den Anteil an der Primärproduktion z. B. bei Lithium und Flussspat erhöhen. Analysen zufolge ist das Erreichen einer heimischen Primärproduktion von 10 % der EU-Nachfrage bei Kupfer und Lithium in den nächsten Jahren möglich, wenn die avisierte Kapazitätsaufstockung zeitnah erfolgt.⁹ Bei Flussspat wären auf längere Sicht 20 % des europäischen Bedarfs möglich.¹⁰ Für viele weitere kritische Mineralien bleibt die erforderliche Vervielfachung der heimischen Produktion bis 2030 außer Reichweite.

Darüber hinaus ist es essenziell, den Zugang zu den nicht in Europa abbaufähigen Rohstoffen gezielt und wirksam zu verbessern. Das gilt vor allem dort, wo Deutschland in der Weiterverarbeitung Marktanteile erhalten und ausbauen kann. Eine Grundlage dafür bieten die **Rohstoffpartnerschaften**. Wie der Europäische Rechnungshof anmerkt, gingen diese in der Vergangenheit jedoch nicht zwingend mit Abnahmevereinbarungen einher. Für einige Rohstoffe nahmen die Importe aus den Partnerländern im Zeitraum von 2020 bis 2024 sogar ab. Diese Lücke gilt es zu schließen. Beschaffungskonsortien können dazu beitragen, die Marktmacht der Abnehmer in Deutschland zu stärken.¹¹

Schließlich kommt dem Bereich **Recycling** sowie Forschung und Entwicklung in Materialeffizienz und Substitution eine entscheidende Rolle zu. Deutschland ist zwar z. B. bei der Sekundärproduktion von Aluminium ein etablierter Markt und erzielt in der Abfallwirtschaft hohe Quoten. Bei kritischen Rohstoffen ist dieses Potenzial aber noch lange nicht ausgeschöpft. Dafür werden leistungsfähige Sammelsysteme, klare Rückführungsquoten und moderne Demontageprozesse benötigt.¹² Zu bedenken ist auch, dass viele Ansätze für einen effizienteren Materialeinsatz oder die Entwicklung von Substituten mit hoher **Innovationskraft** verbunden sind. Diese gilt es gezielt im Rohstoffbereich zu fördern und Kreislaufwirtschaft als Geschäftsmodell zu etablieren. Mit dem Aktionsprogramm zur Umsetzung der Nationalen Kreislaufwirtschaftsstrategie¹³ hat die Bundesregierung einen wichtigen Fahrplan geschaffen. Das Potenzial, die zirkuläre Wertschöpfung in der Breite zu verankern und damit Abhängigkeiten wirksam zu reduzieren, wird jedoch nicht ausreichend gehiebt.

⁹ Vgl. Melcher, F. und F. Dunkel (2025): Can we do it? Thoughts on Europe's future demand for Critical Mineral Raw materials, Berg- und Hüttenmännische Monatshefte 170(10), S. 595–603.

¹⁰ Vgl. VDI (2024): Flussspat aus Deutschland für Lithium-Ionen-Batterien aus Deutschland, VDI nachrichten 19.11.2024.

¹¹ Vgl. McKinsey (2025): Five building blocks to secure critical raw materials supply for the German industry.

¹² Vgl. Muser, H. (2025): Rohstoffwende in Europa: Wie sich aus der

Abhängigkeit von China befreien, 06.08.2025.

¹³ Vgl. Bundesministerium für Umwelt, Klimaschutz, Naturschutz und nukleare Sicherheit: Aktionsprogramm der Bundesregierung zur Umsetzung der Nationalen Kreislaufwirtschaftsstrategie, Eckpunkte für kurzfristig realisierbare Maßnahmen, 03.06.2026.

Die Förderung von Forschungs- und Entwicklungsprojekten im Rahmen der europäischen Partnerschaft (RAMP) ist ein guter Ansatz und vor allem in ihrer koordinierenden Funktion und internationalen Ausrichtung hervorzuheben.¹⁴ Zentral bleibt darüber hinaus eine enge Koordination zwischen Industrie, kommunalen Akteuren und Konsumenten.

Der europäische Critical Raw Materials Act und der Rohstofffonds der Bundesregierung bilden den regulatorischen und finanziellen Rahmen für eine Stärkung der Resilienz in der Rohstoffversorgung über die Wertschöpfungskette hinweg. Aufstockende und flankierende Maßnahmen sind jedoch notwendig, um die Wirkung zu hebeln und in angemessenem Zeitrahmen effektiv zu machen. Innovativen Projekten kommt insbesondere auf den Stufen der Rohstoff-Wertschöpfungskette Bedeutung zu, bei denen keine deutschen oder europäischen Marktanteile mittelfristig realisierbar sind. Bei vollständiger Realisierung der derzeit avisierten Kapazitäten aus EU-strategischen Projekten würde die Abhängigkeit beispielsweise flächendeckend für Mangan und Lithium sinken. Bei Kobalt fehlen Weiterverarbeitungs-, bei Nickel und Seltenen Erden Recyclingkapazitäten. Bei Magnesium, Gallium, Germanium und Grafit gibt es lediglich eine Annäherung an die erforderlichen Kapazitäten.¹⁵

Handlungsempfehlungen

Für den nachhaltigen Aufbau resilienter Lieferketten kommt dem Privatsektor eine zentrale Rolle zu. Der Staat muss für verlässliche Rahmenbedingungen sorgen um die Inkongruenz zwischen strategischer Dringlichkeit einerseits und hoher Unsicherheit, hohem Kapitalbedarf und langen Projektlaufzeiten andererseits zu überbrücken. Dafür braucht es einen sinnvollen Einsatz von Eigenkapital zur Risikominderung, transparente Bedarfsschätzungen und einen engen Dialog mit der Industrie.

Als übergeordnetes Ziel steht die Entscheidungshoheit in den strategischen Feldern: i) Digitale Technologien und Deep-Tech einschließlich Zukunftsfeldern wie KI, Robotik und Nanotechnologie, ii) Energieeffizienz- und Klimatechnologien, iii) Biotechnologie einschl. Pharma- und Molekulartechnologie sowie iv) Verteidigungs-Autonomie.¹⁶ Jeder Rohstoff verfügt dabei über eine andere Ausgangslage und nicht alle Abhängigkeiten lassen sich gleichzeitig und in gleichem Maße mindern.

¹⁴ Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt, Bekanntmachung zur Förderung von Projekten zum Thema „Resiliente und nachhaltige Rohstoff-Wertschöpfungsketten für Zukunftstechnologien“ innerhalb der europäischen Partnerschaft „Raw Materials for the Green and Digital Transition“ im Rahmen der Hightech Agenda Deutschland der Bundesregierung, 11.06.2026.

¹⁵ EU Strategic Projects: single-market-economy.ec.europa.eu/sectors/raw-materials/areas-specific-interest/critical-raw-materials/strategic-projects

Eine sinnvolle Priorisierung ist ratsam, um nennenswerte Akteure auf allen Wertschöpfungsstufen für diejenigen Rohstoffe zu etablieren, die für besonders sensible Bereiche strategisch bedeutsam sind.



Wir plädieren für eine deutliche Aufstockung der Mittel, Kapazitäten und Kompetenzen, um die Rohstoffversorgung der deutschen Wirtschaft resilienter und zukunftsfähiger zu gestalten. **Dabei ist ein Vorgehen nach Clustern für besonders vulnerable und strategisch wichtige Bereiche sinnvoll.** Ein Ökosystemansatz denkt nicht nur mögliche Engpässe bei Materialien, sondern auch die erforderliche Ausrüstung, Maschinen und Fachkenntnisse der Prozesse, mit. Staatliche Unterstützung kann durch gezielte öffentliche Finanzmittel wie Eigenkapital, Zuschüsse, konzessionäre Darlehen oder Kreditgarantien erfolgen. Zusätzlich könnten sorgfältig konzipierte Instrumente wie Differenzkontrakte oder Preisober- und -untergrenzen Preisrisiken mindern.¹⁷



Die Fokussierung auf den Ausbau von heimischen Kapazitäten und Kompetenzen entlang der gesamten Wertschöpfungskette – von der Gewinnung und Veredelung bis hin zur Fertigung von Endprodukten und zum Recycling – ist für die strategische Ausrichtung und zur Minderung des Risikos durch Flaschenhälse von entscheidender Bedeutung.



Komplementiert würde dies durch umfangreiche Importdiversifizierungsmaßnahmen im Rahmen verbindlicher und konkreter Kooperationen und Allianzen mit rohstoffexportierenden Ländern. Die Weichen für diese Handelsbeziehungen, einschließlich der nötigen Risikominderung sowie der nötigen infrastrukturellen und regulatorischen Voraussetzungen, sind vorrangig von staatlicher Seite so zu stellen, dass private Akteure der Beschaffung flexibel und stabil nachkommen können.



Zudem bedarf es eines deutlichen Investitionsschubs in Forschung und Innovation mit Fokus auf Materialeffizienz, Circular Economy und neue Verfahren. Allein in den letzten Jahren haben Innovationen beim direkten Recycling von Kathodenmaterial, bei der selektiven Laugung und der Materialsubstitution zu Fortschritten geführt, die zuvor geltende technische Barrieren durchbrechen konnten. So erlauben etwa innovative chemische Verfahren das

[under-crma/selected-projects_en](#).

¹⁶ Die Strategic Technologies for Europe Platform (STEP) beruht auf den Empfehlungen des Draghi-Berichts und ist durch den EU Critical Raw Materials Act abgedeckt. Siehe StepScope Europe: strategic-technologies.europa.eu/about/step-scope_en.

¹⁷ Vgl. IEA (2026): Rare Earth Elements, <https://www.iea.org/reports/rare-earth-elements>.

zerstörungsfreie Herauslösen von Seltene Erden enthaltenden Magneten und damit – trotz bestehender Herausforderungen – die Steigerung der Recyclingquote bei Seltenen Erden weit über die bisherigen <1 %.¹⁸

☞ **Eine strategische Vorratshaltung auch über die europäischen Vorstöße im Rahmen von RePowerEU¹⁹ hinaus** stellt einen weiteren wichtigen Baustein dar, um im Krisenfall die Versorgung kurzfristig abzusichern und Preisfluktuationen ausgleichen zu können. Idealerweise sollten diese Vorräte an den Bedarfen der Industrie orientiert sein und – wo technisch möglich – die Rohstoffe für strategische und sicherheitsrelevante Funktionen enthalten, die zugleich einem hohen potenziellen Risiko für Angebotsschocks unterliegen. Hierfür bietet sich ein mehrgleisiges Vorgehen über staatliche, private und hybrid verwaltete Vorratshaltung an, die sich an den jeweiligen Zwecken und der Kritikalität orientiert. Vorräte könnten etwa über öffentlich-private Partnerschaften, die wie eine Art Versicherung mit staatlicher Unterstützung und privatem Kapital fungieren (vgl. mit dem US-amerikanischen Project Vault), kommerzielle Bedarfe

absichern. Auch Reserven, die privat gehalten werden, um Betriebsstörungen abzufedern, können durch ein zentrales Mandat koordiniert werden. Besonders sicherheitsrelevante Bedarfe sollten durch staatliche Vorratshaltung gestützt werden.

☞ **Eine Verbesserung der Datenlage mit Einschätzungen über den Rohstoffbedarf für die deutsche Wirtschaft** kann einen gezielten Beitrag leisten, Verständnislücken zu schließen und Maßnahmen gezielter auf die Bedarfe abzustimmen.

☞ **Schließlich sind Resilienz fördernde Maßnahmen in Abwägung mit sozialen und ökologische Externalitäten zu treffen.** Der transparenten Kommunikation über potenzielle Zielkonflikte kommt hohe Bedeutung zu. Zugleich mindern faire Standards und Transparenz in der Rohstoffbeschaffung Reputations- und operative Risiken und sorgen für langfristige Investitionen.²⁰ Resiliente Lieferketten lassen sich auf nachhaltigen Netzwerken leichter aufbauen, da eine verantwortungsvolle Beschaffung weniger anfällig für ökologische oder soziale Angebotsschocks ist.

Abb. 5.1.4: Marktanteile Chinas und der EU bei strategischen Technologien

Globale Marktanteile nach Wertschöpfungsstufe und Technologie in Prozent

		Rohstoffe		Weiterverarbeitung		Komponenten		Montage		Supermontage / fertige Systeme	
		EU	China	EU	China	EU	China	EU	China	EU	China
Energie- und Speichertechnologien	Lithium-Ionen-Batterien	2	37	4	72	3	67	6	75	–	–
	Brennstoffzellen	3	32	15	22	25	31	12	67	–	–
	Elektrolyseure	5	38	29	24	35	10	50	8	–	–
	Windturbinen	2	42	15	36	24	49	18	53	34	52
	Traktionsmotoren	2	47	12	50	9	52	19	13	–	–
	Solar-Photovoltaik	4	45	12	41	11	54	2	70	–	–
	Wärmepumpen	2	38	–	–	–	–	–	–	40	15
	Wasserstoffbasierte Direktreduktion / Lichtbogenöfen	7	35	–	–	–	–	–	–	19	0
Digitale Technologien	Datenübertragungsnetzwerke	3	45	23	20	17	18	26	29	24	41
	Datenspeicherung und Server	3	42	13	23	8	19	–	4	1	13
	Smartphones, Tablets, Laptops	3	47	12	35	6	31	1	17	0	19
	Additive Herstellung	4	33	24	26	–	–	–	–	27	15
Verteidigung	Robotik	3	52	13	37	11	43	10	25	41	0
	Dronen	4	50	18	34	9	31	11	21	6	78
	Trägerraketen und Satelliten (Hier: Nur EU-Systeme)	4	41	22	22	75	9	78	1	100	0

Anmerkung: Bei Elektrolyseuren sind auf der Rohstoff- und Weiterverarbeitungsstufe die jeweils höchsten Anteile verschiedener Elektrolyseurtypen abgebildet. Bei Trägerraketen und Satelliten beziehen sich die Marktanteile nur auf EU-Systeme.

Quelle: Carrara et al. (2023)²¹, KfW Research.

¹⁸ Vgl. Koese, M. et al. (2025): The dynamics of accelerating end-of-life rare earth permanent magnet recycling: A technological innovation systems approach, Applied Energy 388, 125707; Cherkezova-Zheleva, Z. et al. (2025): Direct Reuse of Spent Nd–Fe–B Permanent Magnets, Materials 18, 2946.

¹⁹ Vgl. EU-Kommission (2025): EU-Stockpiling Strategy – Boosting the EU’s material preparedness for crises, Pressemitteilung 09.07.2025.

²⁰ Vgl. Grumiller, J., Grohs, H. und W. Raza (2022): Resilience in Sustainable Global Supply Chains: Evidence and Policy Recommendations, SWP Working Paper 1.

²¹ ebd.