KfW Research Chartbook

Wie schwer wiegt der China-Schock bei Rohstoffen?

Überblick und Ansätze zur Reduzierung der Abhängigkeit

September 2026

KFW Bank aus Verantwortung

© Pattanaphong Khuankaew / Istock.com

In diesem Chartbook:

Teil I – 1. Der China-Schock bei Rohstoffen im Überblick

- Mehr Handlungsspielraum bei Rohstoffen [4]
- „Data"-Mining: Mit dem KI-Boom steigt der Rohstoffbedarf über mehrere Kanäle [5]
- Verteidigungstechnologien benötigen spezialisierte Materialien [6]
- Energietechnologien bestimmen weiter die Nachfrage [7]
- EU-Wertschöpfungsanteile über viele Stufen hinweg gering [8]
- China-Abhängigkeiten werden zum Engpass [9]
- Aus Alt mach Neu: Chinas Rolle beim Recycling [10]
- Chinesische M&A spiegeln strategische Sicherung wider [11]
- Preiswettbewerb bremst Diversifizierung aus [12]

Teil II – 2. Deep-Dive-Rohstoffe nach Technologiefeldern: Ausblick und Herausforderungen

- Anwendungen im Fokus [14]
- Kritische Masse: Schnittmenge aus hohen Risiken und signifikantem Marktanteil Chinas [15]

3. Batterierohstoffe

- Batteriewertschöpfungskette: Fest in chinesischer Hand [16]
- Eine „aufgeladene" Lieferkette [17]
- Blick auf die Importabhängigkeiten [18]
- Ausblick: Hin zur eigenen Batterielieferkette [19–21]

4. Digitale und KI-Rohstoffe

- Rohstoffe für Digitale Technologien und KI – der Wettstreit nimmt zu [22]
- Hohe Abhängigkeiten bei Spezialmetallen [23]
- Blick auf die Importabhängigkeiten [24]
- Ausblick: Digitale Abhängigkeiten reduzieren [25–27]

5. Verteidigungsrohstoffe

- Rohstoffe als Basis für Verteidigungstechnologien [28]
- Ein Schutzschild aus Rohstoffen [29]
- Blick auf die Importabhängigkeiten [30]
- Ausblick: Verteidigung resilienter gestalten [31]

5. Fazit und Ausblick

- Die Konkurrenz schläft nicht [32]
- Strategische Antwort benötigt [33]
- Literatur [35]

Teil I – der China-Schock bei Rohstoffen im Überblick

Mehr Handlungsspielraum bei Rohstoffen

Was dieses Chartbook zeigt:

- Dieses **Chartbook bietet einen Überblick über die Abhängigkeiten Deutschlands und der EU von China** bei Rohstoffen in zentralen Technologiefeldern im Kontext der aktuellen geoökonomischen Entwicklungen sowie den wachsenden Bedarfen durch Energietechnologien, den Verteidigungsaufwuchs und den rasanten Aufstieg der Künstlichen Intelligenz.
- Dabei geht es auch darum, **welche Ansätze erfolgversprechend sind, um die Abhängigkeiten von China konkret zu reduzieren** – wo wir auf Fünfjahressicht unseren Entscheidungsspielraum, wo und zu welchen Bedingungen wir Rohstoffe und Rohstoffprodukte beziehen, erhöhen können und in welchen Aspekten auch längerfristig kaum Alternativen zu China bestehen.
- **Spezieller Fokus liegt auf den China-Abhängigkeiten bei Rohstoffen in drei Technologiefeldern:**
  - Batterietechnologien
  - Digitale Technologien und KI
  - Verteidigungstechnologien
- Vielen Rohstoffen kommt eine **Querschnittsfunktion** zu. Das gilt insbesondere für den Bereich Clean-Tech-Technologien (Energiewende und Elektrifizierung), der weiterhin von steigender Bedeutung ist, hier aber nicht tiefergelegt wird.

Mit dem Critical Raw Materials Act (CRMA) auf EU-Ebene ist die europäische Resilienzoffensive in Bezug auf Rohstoffe seit nun etwas mehr als zwei Jahren in Kraft.

Seither sind zahlreiche nationale und länderübergreifende Initiativen hinzugekommen, die auf eine Erweiterung des europäischen Handlungsspielraums bei strategischen Technologien abzielen. Darunter fallen Anwendungen, denen eine **strategische Rolle** bei der Energiewende und Elektrifizierung, der Energiespeicherung, bei digitalen Lösungen, Künstlicher Intelligenz, Robotik und Quantencomputing oder im Verteidigungssektor und der Weltraumtechnologie zugesprochen wird.

Für all diese Anwendungen, ebenso wie in der Breite der Industrie, steht die **Versorgung mit Rohstoffen am Anfang der Lieferketten**. Kapazitäten zur Weiterverarbeitung und Fertigstellung bilden das Gerüst. Recyclingkapazitäten und -methoden ermöglichen eine erneute Zufuhr der Rohstoffe in den Materialkreislauf.

Der Handlungsspielraum bei der Rohstoffversorgung ist derzeit bei zahlreichen als kritisch definierten Materialien vor allem durch die **Dominanz Chinas über weite Teile der Wertschöpfungsketten** eingeschränkt. Das gilt wohlgemerkt nicht für alle Rohstoffe oder alle Stufen. Gleichwohl fällt die hohe Konzentration der Rohstoffproduktion mit zunehmender geoökonomischer Einflussnahme Chinas zusammen. Zementiert wird die Kontrolle durch Maßnahmen, die den Export einschränken. In diesem Kontext wächst das Risiko der Instrumentalisierung von Marktmacht in Rohstofflieferketten für geopolitische oder ökonomische Zwecke.

„Data“-Mining: Mit dem KI-Boom steigt der Rohstoffbedarf über mehrere Kanäle

Der schnelle **Aufstieg der Künstlichen Intelligenz** zur omnipräsenten Technologie und die damit verbundenen Rechenzentren gehen nicht nur mit einem enormen Energiebedarf einher, (laut IEA (2025a) könnte der Stromverbrauch durch Datenzentren in Europa allein bis 2030 um 70 % steigen), sondern benötigen auch eine Palette an kritischen Rohstoffen.

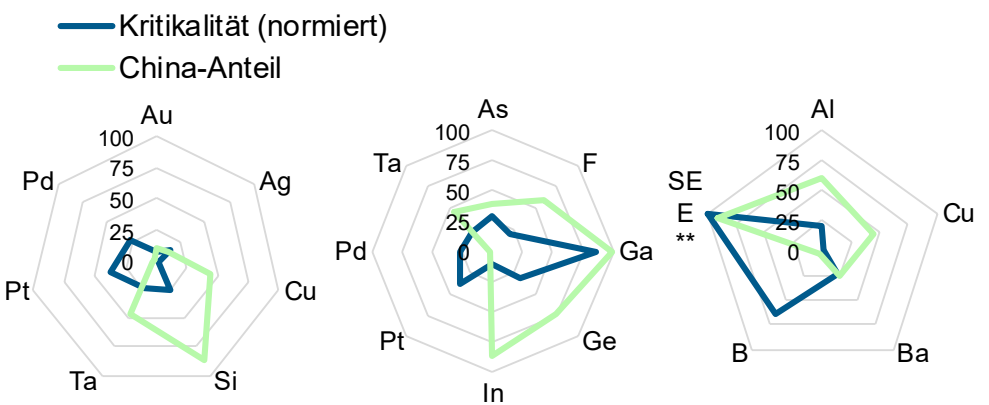
Die **Verknüpfung zwischen KI und Rohstoffversorgung** ist vielschichtig. Denn Rohstoffe werden nicht nur gebraucht, um die Serverboards, Schaltkreise und Datenspeicher zu bauen. Sondern auch – in sektoraler Konkurrenz – für die Energietechnologien, die nötig sind, um den massiven Energiebedarf zu decken und zu speichern. Umgekehrt können KI-basierte Anwendungen helfen, innovative und Deep-Tech-Ansätze für einen reduzierten Rohstoffbedarf zu entwickeln.

Die IEA schätzt, dass der **Ausbau von Rechenzentren** die weltweite Nachfrage nach Kupfer zusätzlich um 512 Kilotonnen bis 2030 (2 % der Gesamtnachfrage im Jahr 2024) steigern wird, ebenso um 3 % der Nachfrage nach Seltenen Erden und bis zu 11 % für Gallium (IEA 2025a). Bei Kupfer führt die zentrale Rolle bei der Elektrifizierung gepaart mit Problemen bei der Ausweitung der Produktion potenziell zu einer Angebotslücke in Höhe von 10 Megatonnen im Jahr 2040, so S&P Global.

Bei den KI-relevanten Rohstoffen hat China enorme Marktmacht. Für 7 von 16 laut USGS benötigten Rohstoffen ist China mit einem globalen Anteil von mindestens 50 % ein kritischer Akteur beim Abbau oder der Weiterverarbeitung (***Grafik 1.1***).

1.1 Rohstoffe in KI-Technologien

(Kritikalitätseinstufung laut EU, normiert auf SEE=100, und China-Anteil an der Produktion*)



- **Serverboards und Schaltkreise:** Gold, Silber, Kupfer, Siliziummetall, Tantal, Platin, Palladium
- **Halbleiter und Mikrochips:** Arsen, Flussspat, Gallium, Germanium, Indium, Platin, Palladium, Tantal
- **Kühlkörper:** Aluminium, Kupfer
- **Magnete und Datenspeicher:** Baryt, Bor, Seltene Erden

* Jeweils der höhere Wert in der Bergbau- oder Raffinadeproduktion. ** SEE: Kritikalität für Seltene Erden je nach Element unterschiedlich. Hier ist die höchste Risikoeinschätzung (Dysprosium) abgetragen.

Quellen: KfW Research, USGS (2026), IEA (2026a, 2025b), EU-Kommission (2023), RMIS.

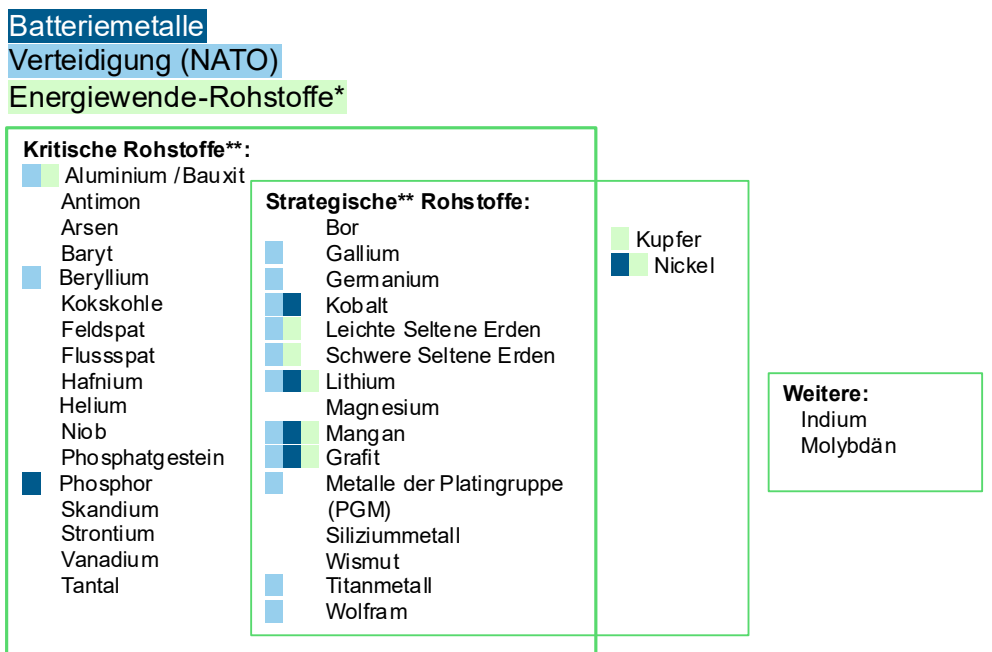
Verteidigungstechnologien benötigen spezialisierte Materialien

Die Verpflichtung der NATO-Staaten zur Aufstockung der Verteidigungsausgaben sowie der geopolitische Kontext der letzten Jahre haben den Fokus für strategische Technologien seit der letzten EU-Risikoeinwertung 2023 verstärkt in **Richtung militärischer Anwendungen** gerückt.

So hat die NATO im Dezember 2024 als Teil eines **Fahrplans für sicherere Lieferketten** eine eigene Liste an 12 kritischen Rohstoffen herausgegeben, die für militärische Ausrüstung essenziell sind (NATO, 2024). Neben Basismetallen wie Titanmetall und Aluminium für den Bau von Leichtflugzeugen werden in modernen Systemen mit fortschrittlicher Elektronik spezielle Mineralien wie Seltene Erden, Gallium, Germanium für Präzisionsinstrumente und Radare sowie Wolfram und Beryllium benötigt. Auch Batteriemetalle sind wichtig. Die Schnittmenge mit den von der EU als „strategisch" definierten Rohstoffen ist hoch (***Grafik 1.2***). Kritiker warnen entsprechend vor einer „Militarisierung" der Rohstoffsicherung, welche zulasten anderer wichtiger Anwendungen ginge (EEB, 2025).

Angebotsengpässe könnten Neuaufstellung gefährden. Der ReArm EU Plan sieht vor, bis 2030 840 Mrd. EUR zu mobilisieren, um die Lücken bei wichtigen Kapazitäten zu schließen. Dazu sollen auch die Maßnahmen des ReSource EU-Plan und CRMA genutzt werden, etwa in Bezug auf strategische Bevorratung oder Handelsbeschränkungen auf Metallschrotte. Die **chinesischen Exportkontrollen** auf Seltene Erden, Gallium und Germanium stellen einen wunden Punkt für die europäischen Verteidigungssysteme und -technologien dar (Merics). Die **Abhängigkeiten von China** gehen dabei weit über die Stufe der unverarbeiteten Rohstoffe hinaus.

1.2 Überlappende Anwendungen für kritische und strategische Rohstoffe



*Anmerkung: Alle aufgezählten Rohstoffe sind bedeutsam für die Energiewende. Hervorgehoben sind nur die Schlüsselmineralien, die in besonders vielen Technologien zum Einsatz kommen.
** Einwertung laut EU-Kommission (2023)

Quellen: KfW Research, EU-Kommission (2023), NATO (2024), UNCTAD (2025).

Energietechnologien bestimmen weiter die Nachfrage – aber sektorale Konkurrenz nimmt zu

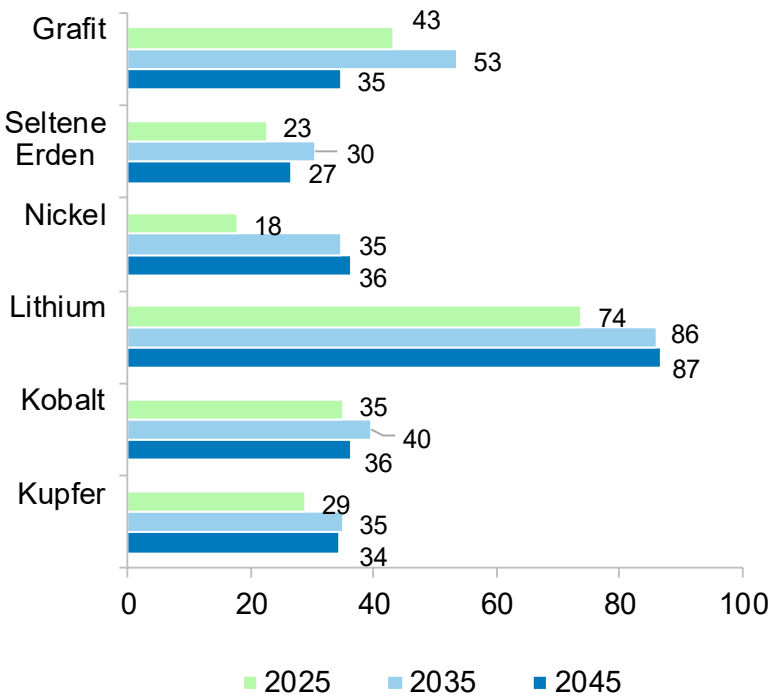
Durch KI-Boom und Aufstockung des Verteidigungshaushaltes wird die **zentrale Bedeutung kritischer Rohstoffe für Energiewendetechnologien** an den Rand gedrängt. Dabei entfällt ein Großteil des erwarteten Rohstoffbedarfs weiterhin auf „saubere“ Energietechnologien wie Wind- und Solarkraft, Wärmepumpen und Batteriespeicherung für E-Mobilität.

Prognosen der IEA (2025b; 2026a) zufolge wird sich beispielsweise der Anteil am weltweiten Lithiumverbrauch, der auf Energietechnologien entfällt, von 74 % im Jahr 2025 auf 87 % im Jahr 2040 erhöhen (***Grafik 1.3***). Auch bei Nickel (von 18 auf 36 %) sorgt die Energiewende selbst im Szenario einer Weiterführung bestehender und angekündigter Politikmaßnahmen künftig für den Löwenanteil der Nachfrage nach kritischen Rohstoffen. Im Falle von Grafit und Magnet-Seltenen Erden ist hingegen ab 2035 mit einem Rückgang zugunsten anderer Nutzungen zu rechnen.

In Bezug auf die breite Palette an Rohstoffen, die für den Ausbau von erneuerbaren Energien und E-Mobilität essenziell sind, bestehen **gravierende Abhängigkeiten von China entlang der gesamten Wertschöpfungskette**. Solar- und Windkraft sind nahezu vollständig von China dominiert (siehe ***Grafik 1.4 auf der nächsten Seite***). So importierte Deutschland im Jahr 2025 rund 17.000 Tonnen Permanentmagnete, von denen 90 % direkt aus China eingeführt wurden.

Die 2025 veröffentlichte **Resilienz-Roadmap** soll helfen, diesen Anteil bis 2035 auf 50 % zu reduzieren (BMWE). Eine erfolgreiche Ausweitung des Recyclings stellt dabei einen wichtigen Baustein dar, um den Bedarf an neuen Bergbauaktivitäten zu senken (laut IEA global bis 2050 um 25 bis 40 %).

1.3 Nachfrage nach Rohstoffen für Energietechnologien
(Anteil an der Gesamtnachfrage in Prozent im Jahr 2025, 2035 und 2045)



Anmerkung: Bezieht sich auf Magnet-Seltene Erden. Die Grafitnachfrage umfasst alle Qualitäten von abgebautem und synthetischem Grafit.

Quelle: IEA (Stated Policies Szenario).

EU-Wertschöpfungsanteile über viele Stufen hinweg gering

Eine Analyse im Auftrag der EU-Kommission von 2023 offenbart die **geringe Marktmacht der EU** entlang teils der gesamten Wertschöpfungskette für strategische Technologien (***Grafik 1.4***). Auch wird sich der künftige Blick noch stärker auf Technologien im Kontext des KI-Booms ebenso wie CO_2-Entnahme- und -Speichertechnologien richten müssen.

Im Kontext der **geopolitischen und handelspolitischen Entwicklungen** seit 2023 hat sich die Konzentration der Produktion auf einigen Stufen weiter zugespitzt. So war China zwischen 2020 und 2024 für mehr als 90 % des Produktionszuwachses in der Weiterverarbeitung für Kobalt, Grafit und Seltene Erden und mehr als 70 % für Lithium und Kupfer verantwortlich. Im Jahr 2025 erreichte die Konzentration in der Weiterverarbeitung auf wenige Länder neue Rekorde, während auf der Bergbau-Stufe bei einigen Rohstoffen leichte Diversifizierungstendenzen gab (IEA 2025b; 2026a).

1.4 Anteile an der globalen Produktion für ausgewählte Technologien entlang der Wertschöpfungskette
(in Prozent)

		Rohstoffe		Weiter-verarbeitung		Komponenten		Montage		Supermontage/ fertige Systeme	
		EU	China	EU	China	EU	China	EU	China	EU	China
Energiewende- und Speicher-technologien	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 Direkt-reduktion / 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
	Drohnen	4	50	18	34	9	31	11	21	6	78
	Trägerraketen und Satelliten (EU-Systeme)	4	41	22	22	75	9	78	1	100	0

Quelle: KfW Research basierend auf Carrara et al. (2023).

China-Abhängigkeiten werden zum Engpass

Chinas Kontrolle über die Wertschöpfungsketten und inländische Ambitionen zum Ausbau erneuerbarer Energien und E-Mobilität sind eng verzahnt. Laut Chinas 15. Fünfjahresplan bis 2030 wird die Rolle kritischer Mineralien zur Sicherung der strategischen Vorherrschaft bei sauberen Energien, technologischer Unabhängigkeit und der Verschmelzung von Militär und Zivilgesellschaft hervorgehoben (***siehe Kasten***). Peking betrachtet diese Ressourcen als strategischen Vorteil und dehnt seine Kontrolle von der reinen Gewinnung auf das „vollständige Kettenmanagement" aus, was auch Recycling einschließt.

Beschränkungen auf die Ausfuhr kritischer Mineralien haben in den letzten Jahren rasant zugenommen. Laut OECD (2026) sind Exportbeschränkungen für Erze und Mineralien – also die Rohstoffe, die in den Lieferketten für kritische Rohstoffe an der vorgelagerten Stufe stehen – im Zeitraum 2009–2024 schneller gestiegen als in anderen Segmenten der Lieferkette. Während sich die Palette an restringierenden Ländern ausgeweitet hat, entfielen 17 % der Beschränkungen 2009–2024 auf China. Die Folgen sind weltweit spürbar. Dies trifft zum Beispiel auf Wolfram zu, für das im Zuge der 2025 eingeführten Kontrollen die Preise weltweit drastisch gestiegen sind.

Jedoch gilt auch China **nicht als gänzlich unverwundbar**. Bei Kupfer und Eisenerz ist China selbst stark importabhängig und möchte hier die inländische Exploration vorantreiben. Auch besteht laut einer Studie der chinesischen Academy of Sciences Aufholbedarf bei Patenten, die die Grundlage für bestimmte Seltenerdmaterialien sowie Prozesse für die Halbleiter- und Präzisionsfertigung bilden.

Was Chinas 15. Fünfjahresplan über Rohstoffe sagt:

Im 15. Fünfjahresplan Chinas (2026–2030) bilden kritische Mineralien eine zentrale Säule:

- **Autonomie der Zukunftsindustrie**: Anstelle einer bloßen Steigerung der Rohstoffproduktion bindet der Plan kritische Mineralien in das übergeordnete Ziel ein, hochmoderne inländische Fertigungskapazitäten aufzubauen (Halbleiter, KI, fortschrittliche Verteidigungstechnik).
- **Vorherrschaft im Bereich saubere Energien:** Chinas Wettbewerbsvorteile bei „Seltenen Erden, seltenen Metallen und superharten Werkstoffen soll kontinuierlich ausgebaut und die hochwertige und effiziente Nutzung wichtiger strategischer Mineralien gestärkt werden".
- **Staatlich gestützte Widerstandsfähigkeit:** Der Plan sieht umfangreiche Maßnahmen zur Bevorratung strategischer Mineralien, Monitoring und Early-Warning bzgl. der Rohstoffversorgung und Intensivierung der Ressourcengewinnung im In- und Ausland vor.
- **Katalog strategischer Mineralien:** Unabhängig vom 15. Fünfjahresplan hat China wohl als Teil des Ressourcenplans (2021–2025) eine nicht offiziell veröffentlichte Liste „strategischer Mineralien" von 24 auf 36 Positionen erweitert.
- **Kontrolle der Lieferketten**: China sichert seinen strukturellen Vorteil auf den globalen Märkten durch strenge Exportkontrollen und kündigt an, das Kontrollsystem zu „verbessern".

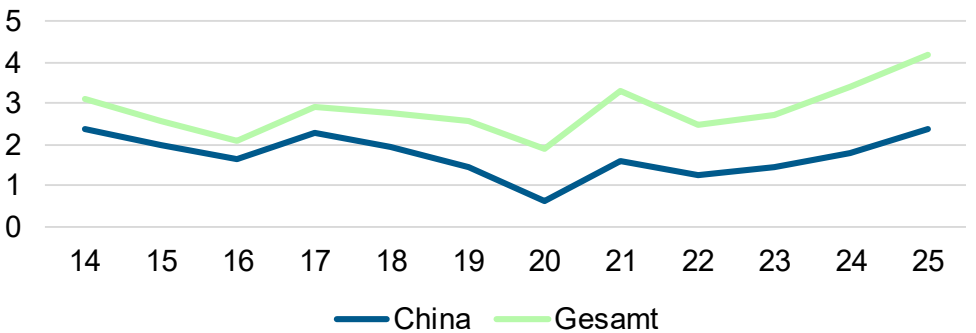
Quellen: Swedish National China Centre, IISS, Industrial Info Resources (2026), Wang (2026).

Aus Alt mach Neu: Chinas Rolle beim Recycling

Recycling gilt als der Heilige Gral zur Reduktion der Rohstoffabhängigkeiten, aber auch hier ist der Wettbewerbsdruck durch China hoch. Tatsächlich ist für jeden Rohstoff eine differenzierte Betrachtung notwendig. Für viele kritische Rohstoffe gilt jedoch: China hat einen Skalierungsvorteil und kann aufgrund der Verfügbarkeit der nötigen Volumina von End-of-life Produkten und eines Preisvorteils – durch umfangreiche Subventionen – diesen Wettbewerbsvorteil auch auf dem Markt für Sekundärrohstoffe ausspielen. In einigen Fällen verfügt China auch proprietär über die notwendigen Sammel- und Trenntechnologien. Es ist von zentraler Relevanz, dass Europa hier aufholen muss und Abfallströme als strategische Ressource behandelt.

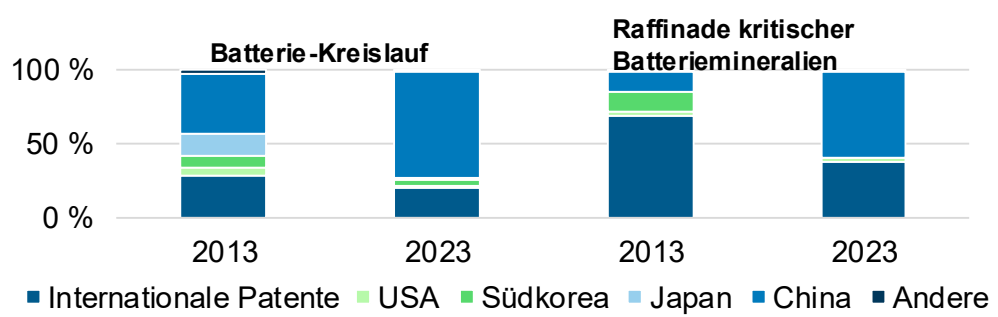
China holt bei Innovationen zu Batterierecycling auf: Nach Angaben des Qianzhan Industry Research Institute erreichte Chinas Batterierecyclingmarkt für E-Autos ein Volumen von rund 78 Mrd. USD im Jahr 2024 und könnte bis 2030 auf 139 Mrd. USD anwachsen. Allein 5 % der weltweiten Recyclingkapazitäten entfallen auf ein chinesisches Unternehmen. Insbesondere Automobilfirmen zeigen eine Spezialisierung auf die Sammlung von Altbatterien. Eine Patentanalyse der IEA (2026b) bestätigt, dass sich Asien, vor allem China, zur führenden Region für Innovationen im Bereich Batteriekreislaufwirtschaft entwickelt hat – mit einem Anteil von 63 % der internationalen Patentanmeldungen im Jahr 2023. Europas Anteil an den internationalen Patenten ist hingegen zwischen 2013 und 2023 bei rund 20 % stagniert. Noch deutlicher ist der chinesische Fußabdruck, wenn man nationale Patente hinzuzieht, wobei hier eher Masse statt Klasse herrscht (***Grafik 1.6***).

1.5 Europäische Kupferschrottexporte sind wertbasiert gestiegen und gehen hauptsächlich nach China (in Mrd. EUR)



Quelle: UN Comtrade

1.6 Patente für Batterieinnovationen nach Herkunft (Anteil in Prozent)



Anmerkung: Als Internationale Patente gelten solche, die Anmeldungen für mindestens zwei Länder enthalten.

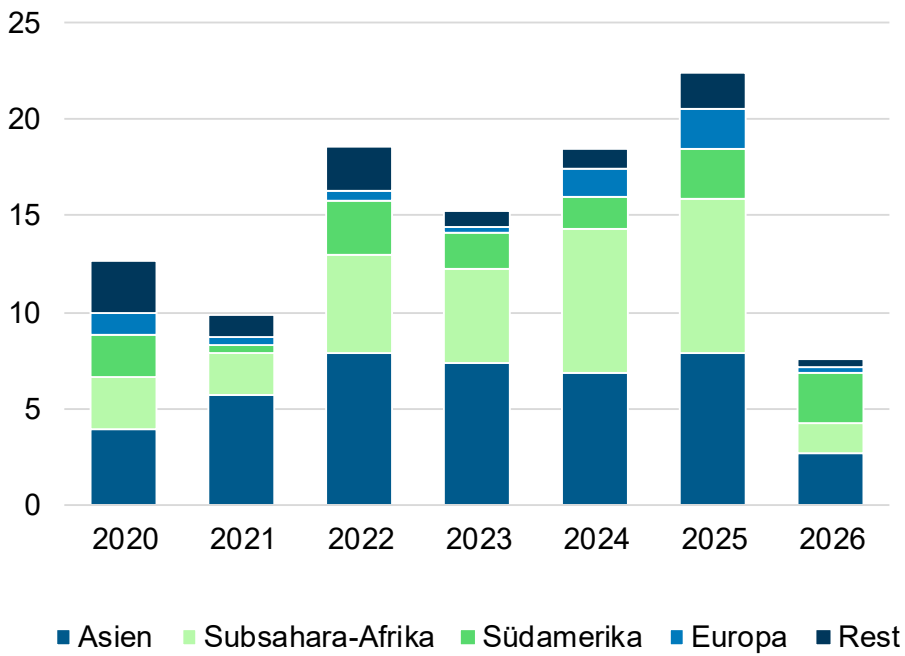
Quelle: IEA (2026b) basierend auf EPO Daten.

Chinesische M&A spiegeln strategische Sicherung wider

Chinesische grenzüberschreitende Fusionen und Übernahmen (M&A) im Rohstoffsektor sind Teil einer jahrzehntelangen Strategie und nehmen gleichzeitig weiter zu, da auch chinesische Unternehmen ihre vorgelagerten Lieferketten absichern wollen.

- Die Investitionen in Grundstoffe vor allem in Afrika, Asien und Lateinamerika sind zum einen geostrategischer Natur, werden aber auch durch die Energiewende insb. in Bezug auf erneuerbare Energietechnologien und E-Mobilität in China vorangetrieben.
- Daten zu grenzüberschreitenden Investitionen von Rhodium Group zeigen, dass im Zeitraum 2020 bis Q1 2026 rund 40 % der wertbasierten Transaktionen durch staatliche oder quasi-staatliche Firmen unternommen wurden. In Subsahara-Afrika war das überproportional der Fall. Knapp ein Viertel der Investitionen waren Übernahmen, während der Großteil Greenfield-Investitionen darstellten. Mehr als die Hälfte zielte auf Weiterverarbeitung von Metallen und Mineralien ab.
- China dominiert nicht nur die globale Produktion insbesondere in der Weiterverarbeitung, sondern auch das Eigentum an Rohstofffirmen. Ein CSIS-Bericht (2026) verdeutlicht am Beispiel der 2025 in kompletten chinesischen Besitz übergegangenen Ngualla-Mine in Tansania (ein global bedeutsames Seltenenerdvorkommen) wie chinesische Firmen im Preiskampf die Oberhand haben.

1.7 Chinas grenzüberschreitende Investitionen im Sektor „Metalle und Mineralien“ nach Zielländern (in Mrd. USD)



Anmerkung: Umfasst abgeschlossene M&A und Greenfield-Investitionen; 2026 bezieht sich auf das erste Quartal.

Quelle: Rhodium Group Cross-Border Monitor.

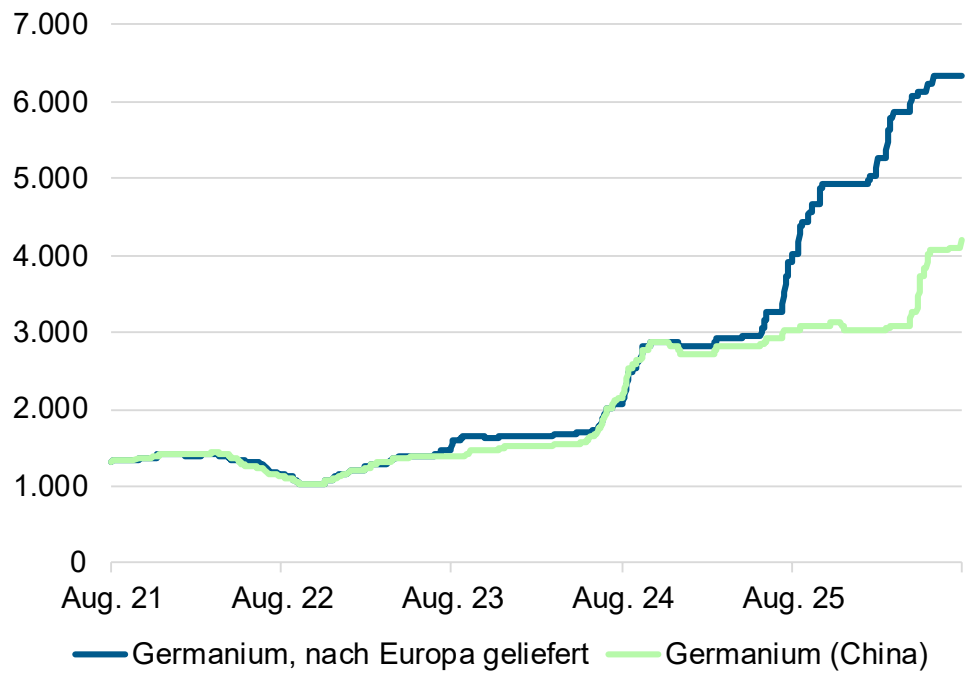
Preiswettbewerb bremst Diversifizierung aus

Mit dem Aufkauf von Minen weltweit nimmt auch Chinas preisgestalterische Macht zu.

- Bei der Preisentwicklung gehen verschiedene Faktoren ein. Das Angebot hat sich global vor allem **durch Exportbeschränkungen verknappt**. Bei Lithium, wo Überkapazitäten noch im Jahr 2024 für Preisverfall gesorgt hatten, prallten die Preise zurück. Der Preis-anstieg ist vor allem bei Rohstoffen zu beobachten, die Nischen besetzen – also strategisch von hoher Bedeutung sind, aber nicht den Massenmarkt beliefern – wie z. B. Wolfram (IEA, 2026a).
- Zwischen den inländischen Preisen auf dem chinesischen Markt und Europa klaffen zum Teil riesige Unterschiede. Laut IEA liegen die Preise für Gallium und Schwere Seltene Erden in Europa etwa fünffach über den Preisen in China. Ähnlich sieht es für Germanium aus (***Grafik 1.8***).
- Chinas preisgestalterische Macht stellt eine wesentliche **Hürde in den Bestrebungen zur Diversifizierung** dar, allein schon, da der Aufbau eigener Förderkapazitäten erst ab einer gewissen Preishöhe und -stabilität wirtschaftlich wird. Ansätze, die auf die Preisdiskre-panzen zu China abzielen, haben zuletzt vermehrte Aufmerksamkeit in Politik und Wirtschaft erhalten. Zu den Werkzeugen gehören die Einrichtung von Preisuntergrenzen, zeitlich begrenzte Preisgarantien oder Contracts-for-Difference (CfDs) oder koordinierte Handelszölle.

1.8 Preisunterschiede sind zuletzt deutlich gestiegen

(Spotpreis in US-Dollar/Kilogramm)



Anmerkung: 99,99 % Germaniummetall.
Quelle: Bloomberg Finance LLP, Asian Metal Inc.

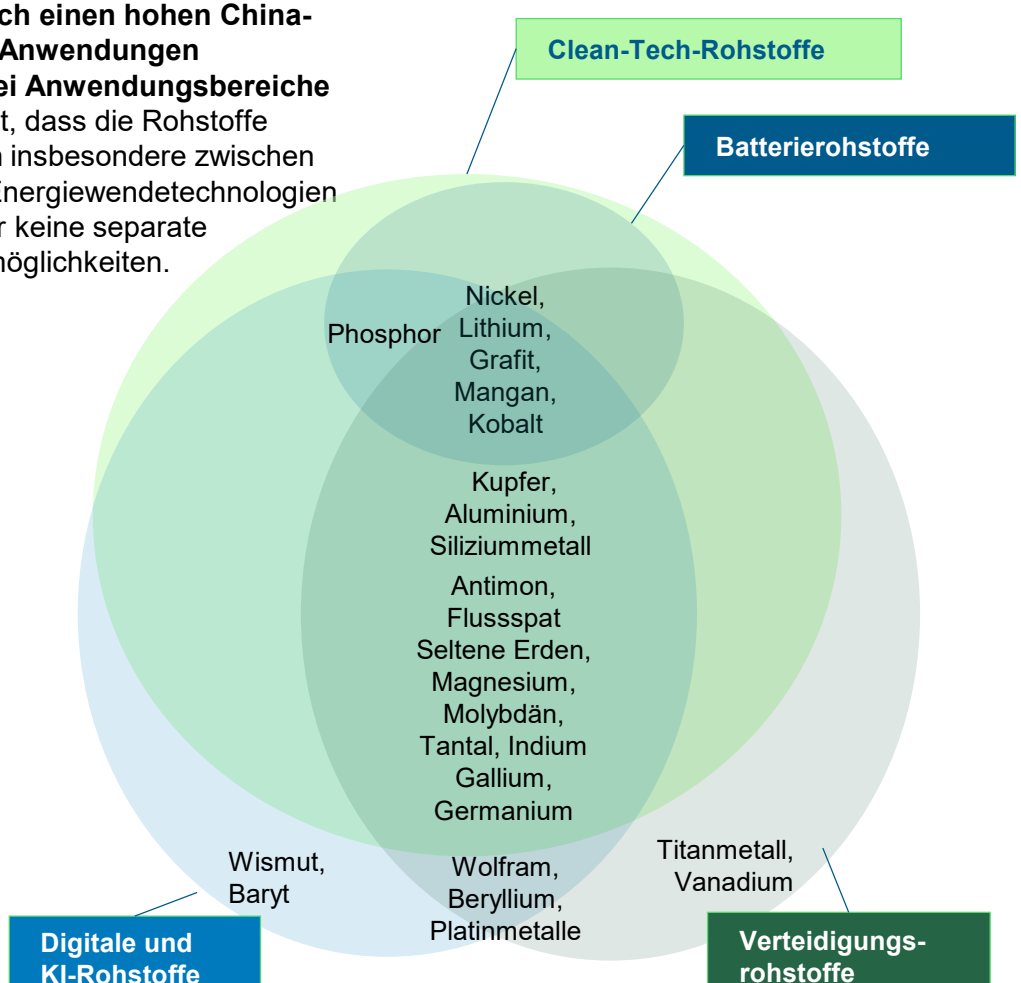
Teil II – Deep-Dive-Rohstoffe nach Technologiefeldern: Herausforderungen und Ansätze

Anwendungen im Fokus

Auf den folgenden Seiten liegt der **Schwerpunkt auf Rohstoffen, die sich sowohl durch einen hohen China-Anteil in der Produktion als auch durch eine kritische Bedeutung für strategische Anwendungen** auszeichnen (***Grafik 2.1*** auf der nächsten Seite). Die Rohstoffe sind exemplarisch **in drei Anwendungsbereiche gruppiert:** Batterie-, digitale und KI sowie Verteidigungsrohstoffe. Das heißt jedoch nicht, dass die Rohstoffe diesen Technologien exklusiv zur Verfügung stehen – es gibt sehr große Schnittmengen insbesondere zwischen den Anwendungen für Digitalisierung und für Verteidigung. Im Anwendungsbereich für Energiewendetechnologien („Clean Tech“) kommen in der Regel sämtliche Rohstoffe zum Einsatz – hier machen wir keine separate Betrachtung. Kupfer und Aluminium gelten zudem als „All-Rounder“ mit breiten Einsatzmöglichkeiten.

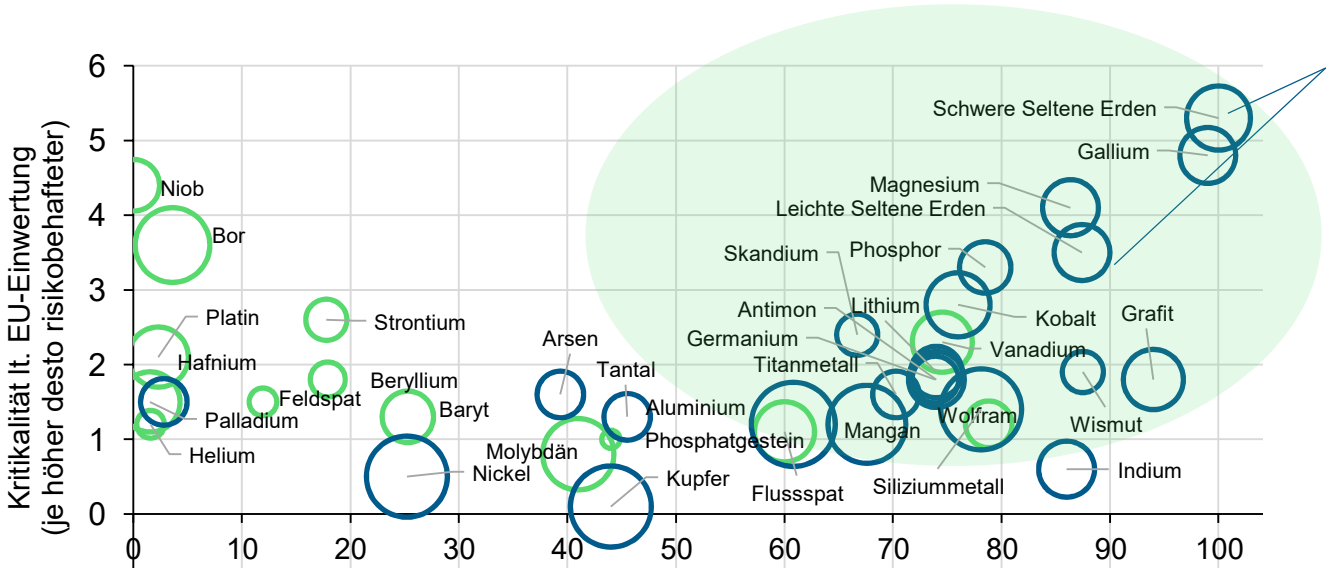
Methodik / Hinweis zur Datenqualität:

- Die Datengrundlage bildet die Außenhandelsstatistik über UN Comtrade. Die bilateralen Handelsdaten sind mit Vorsicht zu interpretieren. Abweichungen zwischen Import- und Exportwerten, Revisionen der Nomenklaturen, Zeitreihenbrüche und strukturelle Verzerrungen (etwa da Handelsströme über Umschlaghäfen den Transitländern zugerechnet werden) erfordern eine kritische Einordnung. Die dargestellten Anteile bieten daher immer nur Anhaltspunkt und Momentaufnahme der unmittelbaren Handelsbeziehungen.
- Die Güter werden nach der HS-Klassifikation auf 6-Steller-Ebene angegeben, entsprechend einer von UNCTAD bereitgestellten Liste an CRM-Produkten. An einigen Stellen wurden diese durch weitere Komponenten und fertige Produkte ergänzt. Die Systematik ist eingeschränkt, da Rohstoffe häufig in Sammelpositionen zusammengefasst werden. Auf Basis von DERA (Kern, 2026) wurde eine Einteilung in Kategorien (z. B. Erze, Halbzeug usw.) vorgenommen.
- Als Datenzeitpunkt wurde der jeweils zuletzt Verfügbare gewählt. Für die EU ist das in der Regel das Jahr 2025, für Deutschland 2024 oder 2025. Für einige Handelsprodukte waren keine aktuellen Daten verfügbar. Die Anteile beziehen sich auf die wertmäßigen Im- und Exporte aufgrund der geringeren Verfügbarkeit (oder auf Schätzungen beruhenden) mengenbasierter Daten, welche jedoch zum Abgleich ebenfalls betrachtet wurden. Allgemein ist die Datenverfügbarkeit bei Rohstoffen eingeschränkt.



Kritische Masse: Schnittmenge aus hohen Risiken und signifikantem Marktanteil Chinas

2.1 Kritikalität und China-Anteil an der globalen Produktion



Blasengröße: Anzahl strategischer Technologien, welche die Rohstoffe nutzen.

Anteil Chinas an der globalen Produktion in %, auf der Stufe:

Bergbau Weiterverarbeitung

Quelle: KfW Research, U.S. Geological Survey (2026), IEA Global Critical Minerals Outlook (2025b, 2026a), EU-Kommission (2023), Carrara et al. (2023).

Bei den einzelnen Seltenerdelemente liegen die Produktionsanteile Chinas in der Weiterverarbeitung bei bis zu 100 %, die Kritikalität variiert zwischen 3,2 (Samarium) und 5,6 (z. B. Dysprosium).

Zur Grafik:

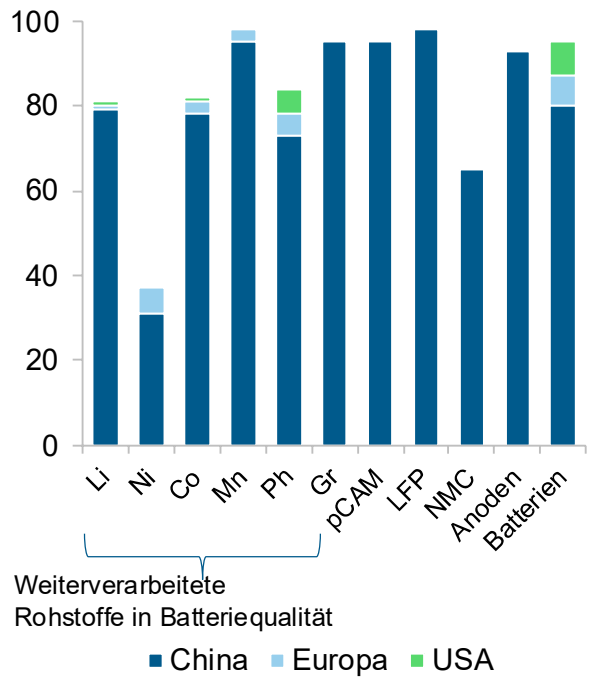
- Die **Größe der Blasen** zeigt die Anzahl der strategischen Technologien (in den Bereichen Energie, digitale Anwendungen und Verteidigung), die den jeweiligen Rohstoff maßgeblich nutzen (Carrara et al., 2023).
- Der **China-Anteil** zeigt den jeweils höheren globalen Produktionsanteil auf der Bergbau- oder Weiterverarbeitungsstufe (IEA, 2025b; 2026a; USGS, 2026; EU-Kommission 2023).
- Die **Kritikalität** laut EU-Kommission folgt der Einwertung von 2023 auf Basis des Potenzials für Angebotsschocks unter Einbeziehung ökonomischer Relevanz und Substitutionsmöglichkeiten (Carrara et al., 2023; Bobba et al., 2025).

Batteriewertschöpfungskette: Fest in chinesischer Hand

Die Wertschöpfungskette für Lithium-Ionen-Batterien ist stark konzentriert. China nimmt sowohl bei der Produktion der unbehandelten Rohstoffe als auch in der Weiterverarbeitung bis hin zu den fertigen Batterien eine dominante Position ein (***Grafik 3.1***).

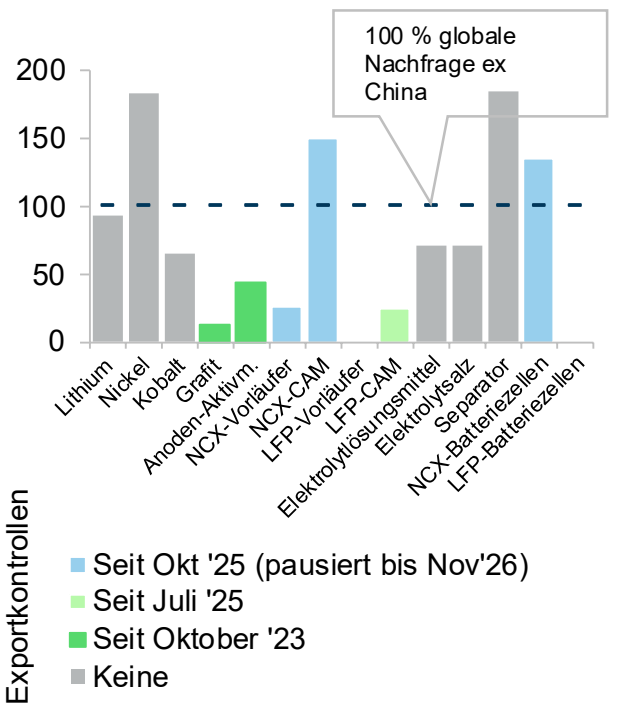
Chinesische Exportkontrollen betreffen Produkte auf unterschiedlichen Stufen der Batterielieferkette. Insbesondere Zwischenprodukte sind betroffen, wo die Diversifizierung mit nicht-chinesischen Anbietern gering ist. Die IEA (2026c) konstatiert, dass nur bei wenigen Batterievor- und -zwischenprodukten die Nachfrage aus nicht-chinesischen Quellen zu decken sei, wenn eine Kapazitätsauslastung von 85 % zugrunde gelegt wird (IEA, 2026d) (***Grafik 3.2***). Auf der Stufe der Batteriezellenfertigung bestehen zwar außerchinesische Kapazitäten. Durch den preislichen Wettbewerbsvorteil bleiben die Importe aus China allerdings hoch. Auch führen Kapazitäten nicht zwangsläufig zu mehr Liefersicherheit, da Komponenten- und Batteriezellenanlagen passgenau sein müssen.

3.1 Produktionsanteile auf den Wertschöpfungsstufen zur fertigen Batterie (in Prozent)



Anmerkung: pCAM = Vorläufer Kathodenmaterial, LFP = Lithium-Eisen-Phosphat, NMC = Lithium-Nickel-Mangan-Oxid, Mn = Mangansulfat in Batteriequalität, Ph = Phosphorsäure in Batteriequalität.
Quelle: IEA (2025c).

3.2 Potenzielle Deckung aus nicht-chinesischen Quellen für Produkte entlang der Batterielieferkette (in Prozent)

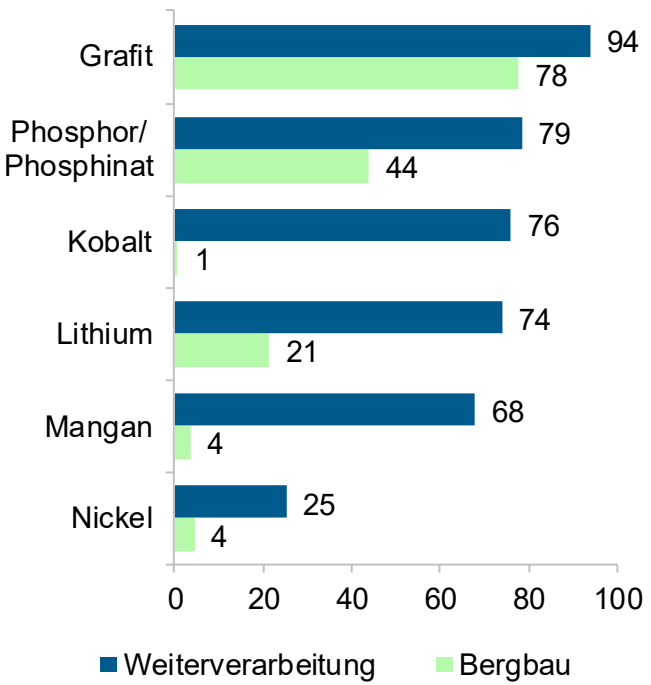


Quelle: IEA (2026d)

Eine „aufgeladene“ Lieferkette

3.3 China-Anteil an der globalen Produktion*

(in Prozent)



Anmerkung: Weiterverarbeitung bei Mangan bezogen auf Ferromangan-verbindungen; Weiterverarbeitung bezogen auf Phosphor, Bergbau auf Phosphinat (Phosphatgestein).
Quelle: KfW Research, USGS (2026), IEA (2026a, 2025b), EU-Kommission (2023), RMIS.

- Die **direkte Importabhängigkeit der EU und Deutschlands von China** ist in Bezug auf Batterie-rohstoffe erhöht. Dies gilt insbesondere für einige gehandelte Formen von Phosphor, Grafit und Mangan wie unsere Analyse verschiedener Abstufungen der unbehandelten und leicht behandelten Rohstoffe zeigt (siehe ***Grafik 3.4*** auf der nächsten Seite).
- Bei **Lithium** und **Kobalt** sieht man die China-Abhängigkeit in den direkten EU-Importen. Es ist wahrscheinlich, dass diese über Drittländer nach Deutschland gelangen.
- Die **Nickelproduktion** ist insgesamt höher diversifiziert mit einem Anteil Chinas an der globalen Raffinadeproduktion (Metalle, Salze, Oxide und Ferronickel) von knapp 25 % (***Grafik 3.3***). Für einzelne chemische und industrielle Vorprodukte ist China dennoch bedeutender Zulieferer der EU und z. B. für Nickeloxide mit einem Anteil von 60 % wichtigste Quelle.
- Die **Mangan-Lieferkette** spitzt sich entlang der Veredelung stärker auf China zu. Während die Erze vorwiegend aus Südafrika und Gabon stammen, hat China bei den weiterverarbeiteten Ferro-verbindungen einen globalen Marktanteil von fast 70 %. Bei Mangan in Batteriequalität liegt dieser sogar noch deutlich höher.
- Insgesamt besteht auf den **weiterverarbeiteten Stufen für Batterierohstoffe, insbesondere aber bei den fertigen Akkumulatoren** ein höherer Anteil Chinas an den europäischen Einfuhren als zu Beginn der Lieferkette. Das ist einleuchtend, da die Erze und Konzentrate z. B. von Lithium vornehmlich in Südamerika und Australien, Nickel in Indonesien abgebaut werden. Ein Großteil der Weiterverarbeitung findet in China statt. Chemische Verbindungen und Halbzeuge werden vermehrt aus China bezogen.
- Der Importanteil aus China von fertigen Lithium-Ionen-Akkumulatoren nach Deutschland von 65 % und in die EU von 90 % verdeutlichen, dass die Lieferkette größtenteils ausgelagert ist.

Blick auf die Importabhängigkeiten (1)

3.4 China-Anteil an den direkten Importen nach Deutschland und in die EU für bestimmte Formen der jeweiligen Rohstoffe (in Prozent)

„Andere Phosphate“ – entscheidende Zolltarifnummer für gebrauchsfertige Kathoden-Aktivmaterial Lithium-Eisenphosphat ($LiFePO_4$)

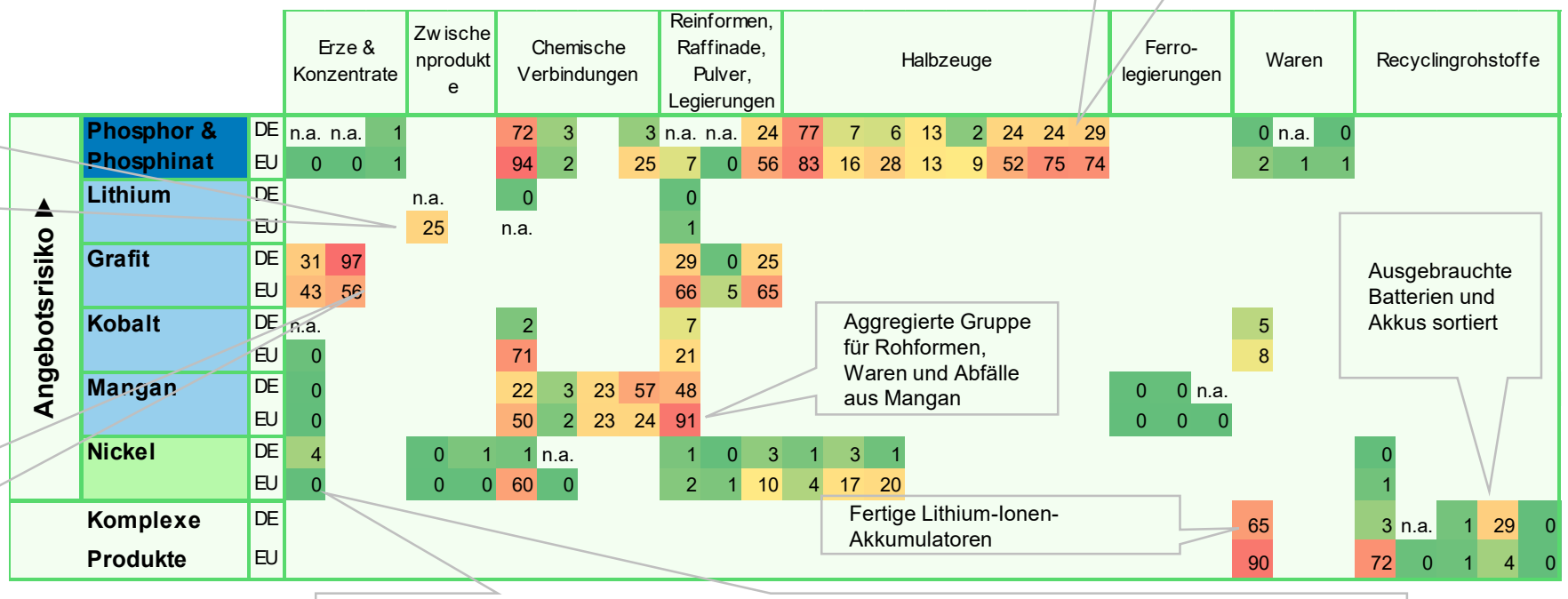
Lithiumhydroxid (LiOH) in Batteriequalität ist unverzichtbar für moderne, energiedichte Kathoden-materialien

Naturgrafit (Pulver und Flocken), der direkte Rohstoff für das aktive Anodenmaterial

Aggregierte Gruppe für Rohformen, Waren und Abfälle aus Mangan

Ausgebrauchte Batterien und Akkus sortiert

Fertige Lithium-Ionen-Akkumulatoren



Die direkte Importabhängigkeit von China bei Erzen & Konzentraten ist gering – hier ist zum einen der „Rotterdam-Effekt“ mit einem hohen Anteil der Importe aus Umschlagzentren wie Niederlande und Belgien nicht berücksichtigt. Zudem findet der Bergbau häufig in anderen Ländern statt z.B. Indonesien (Nickel), DR Kongo (Kobalt) und Südafrika (Mangan).

Anmerkung: Jedes Kästchen steht für einen HS-Code auf 6-Steller-Ebene. Als Zeitpunkt wurden die jeweils jüngsten verfügbaren jährlichen Daten genutzt. Die Kritikalitätseinschätzung bzw. das Angebotsrisiko für Phosphor bezieht sich auf das chemische Element Phosphor. Die Handelsprodukte umfassen auch Phosphate und Phosphinate (Grundstoff für Düngemittel), deren Kritikalität geringer eingestuft wird.
Quelle: KfW Research basierend auf UN Comtrade; Angebotsrisiko basierend auf der Analyse der EU-Kommission (2023).

Ausblick: Hin zur eigenen Batterielieferkette (1)

Ansätze für mehr Autonomie bei Batterien:

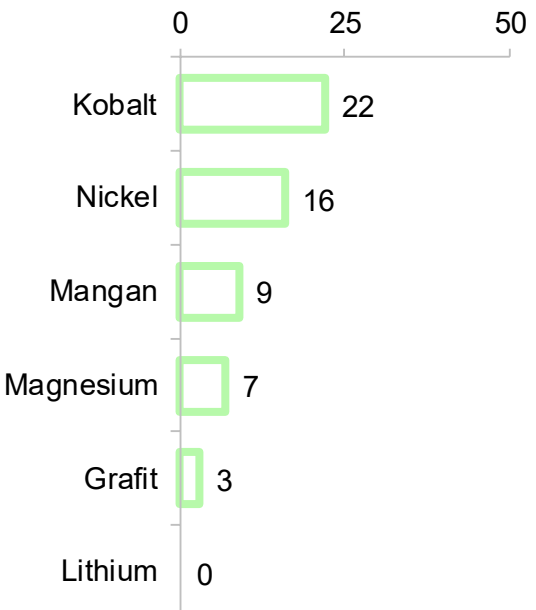
Baustein 1: Recyclingpotenzial nutzen.

Der weltweite Markt für Lithium-Ionen-Batterien, gemessen in Produktionskapazitäten, wird voraussichtlich bis im Jahr 2030 6 Terrawatt überschreiten, ein Großteil davon in China (Naseri/Kuchta, 2026).

Das Potenzial im Batteriebereich, den Bezug aus Sekundärrohstoffen zu steigern, ist enorm, gegeben die niedrige Basis (***Grafik 3.5***). Laut FutuRaM ließe sich die Rückgewinnungsrate z. B. bei Lithium von gegenwärtig unter 10 % auf über 80 %, bei Kobalt auf über 40 % und bei Nickel auf über 80 % steigern.

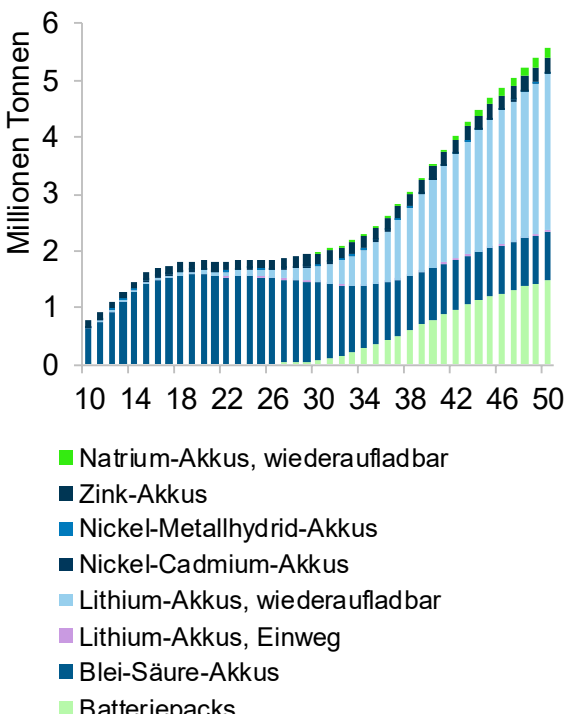
Bis 2050 ist mit einem rasanten Anstieg des Volumens an batteriegenerierten Abfallströmen zu rechnen, in denen Rohstoffe wie Kobalt, Nickel und Lithium enthalten sind (***Grafik 3.6***). Jedoch zeigt sich bei Pilotprojekten als auch kommerziellen Anlagen im internationalen Vergleich die Schwierigkeit, Rentabilität und betriebliche Stabilität zu erreichen. Dies alles unterstreicht die Notwendigkeit skalierbare, spezialisierte und kosteneffiziente Recyclingsysteme zu entwickeln.

3.5 Recyclingraten lassen sich erhöhen (E-o-L Input Rate in Prozent)



Anmerkung: Die End-of-Life Input Rate sagt aus, welchen Anteil Produkte am Ende des Nutzzyklus an der Gesamtproduktion haben. Der Referenzzeitpunkt variiert stark und ist teilweise veraltet.
Quelle: EU-Kommission (2023), RMIS.

3.6 Batteriegenerierte Abfälle als künftige Quelle (Entwicklung der Volumina im Prognosezeitraum bis 2050)



Quelle: FutuRAM Urban Mine Platform.

Ausblick: Hin zur eigenen Batterielieferkette (2)

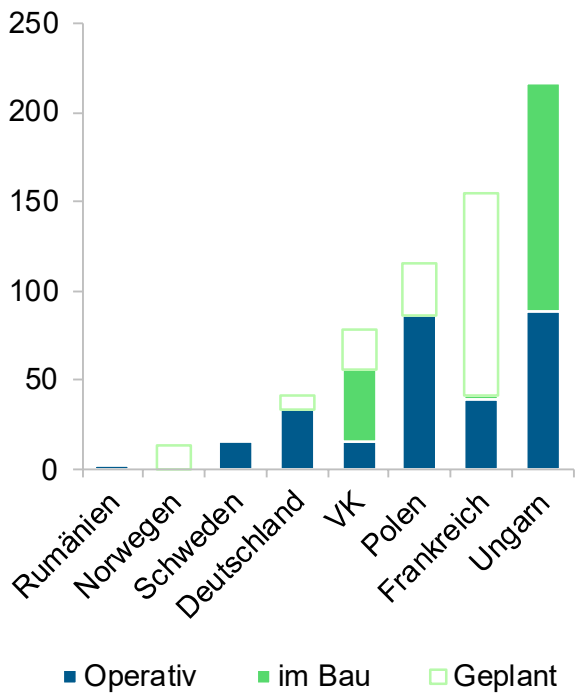
Baustein 2: Heimische Produktion ausbauen.

Die EU hat dem Ausbau der Batterielieferkette strategische Priorität zuteil werden lassen. Initiativen umfassen die Europäische Batterie-allianz (2024) und die Battery Booster Strategie (2026), die Mittel des Innovationsfonds IF24 Battery nutzt. Die Fertigungskapazitäten für Batteriezellen sollen deutlich aufgestockt werden, viel befindet sich jedoch noch im Planungs-stadium, Absagen und Verzögerungen sind häufig (***Grafik 3.7)***.

Trotz der Bemühungen lässt sich die **Abhängigkeit von Asien bei den vorgelagerten Rohstoffen und Vorprodukten** weniger schnell überbrücken als bei der Batteriezellfertigung (Wicke et al., 2025). Bis auf einzelne Pilot-projekte gibt es derzeit kaum heimischen Bergbau für die Batterierohstoffe.

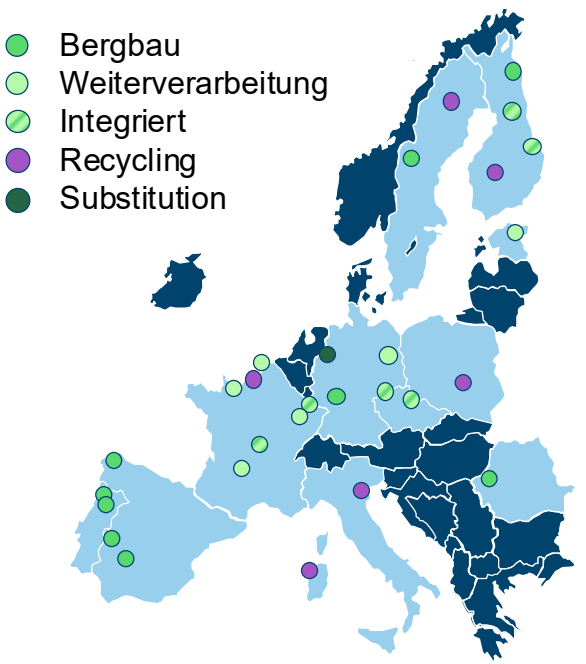
Das geologische Potenzial ist jedoch gegeben. 15 der insgesamt 23 strategischen Projekte der EU, die Bergwerksförderung beinhalten, zielen auf einen Abbau von Lithium, Mangan, Kobalt, Grafit oder Nickel in Batteriequalität ab (***Grafik 3.8)***.

3.7 Fertigungskapazitäten für Batteriezellen in der EU (GWh)



Quelle: Bruegel Clean Tech Tracker.

3.8 Batteriemetalle dominieren EU- Projekte
(nach Stufe)



Anmerkung: Abgebildet sind Strategische EU-Projekte (Stand 07/2026) für Nickel, Kobalt, Lithium, Grafit und Mangan in Batteriequalität.
Quelle: EU-Kommission

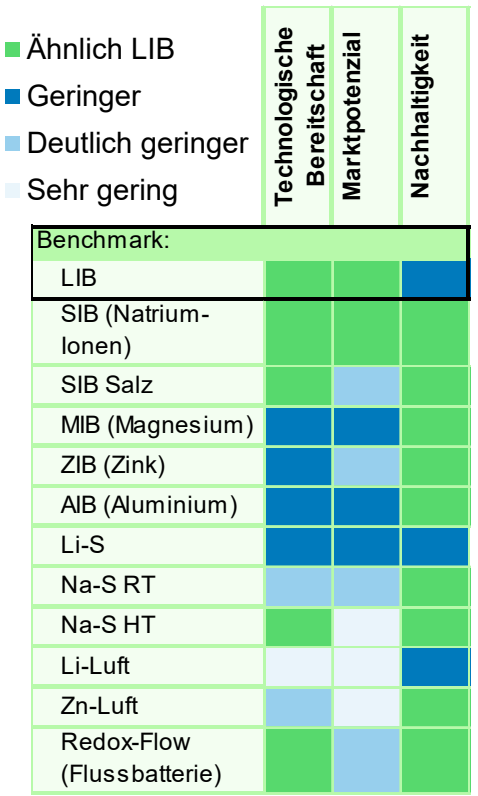
Ausblick: Hin zur eigenen Batterielieferkette (3)

Baustein 3: Substitution vorantreiben.

Lithium-Ionen-Batterien (LIB) dominieren mit einem Anteil von 90 % den Markt für aufladbare Batterien. Die Forschung setzt daran an, den Materialeinsatz zu verringern oder komplett zu ersetzen – etwa mit Metall-Luft-Batterien, bei denen Strom durch die Reaktion zwischen einem Metall und Sauerstoff erzeugt wird. In Bezug auf die technologische Bereitschaft und das Marktpotenzial sind diese Alternativen jedoch noch nicht konkurrenzfähig (***Grafik 3.9***).

China treibt den **Ausbau von Nicht-Lithium-Batterietechnologien** gezielt voran, um die hohen Kosten und die Risiken in der Lieferkette von Lithium zu umgehen – denn bei den Rohstoffen ist China selbst auf Importe angewiesen. Die beiden Technologien, die sich als skalierbar erwiesen haben – also den Sprung vom Labor zur Massenproduktion und zum praktischen Einsatz geschafft haben –, sind Natrium-Ionen- und sogenannte Flussbatterien, zeigt das Fraunhofer Institut (2024). Auf Basis von Patentanalysen ist Europa bei der Erforschung einiger Alternativen sogar besser aufgestellt als bei LIB, wobei China und Japan insgesamt führend sind.

3.9 Alternative Batterietechnologien (im Vergleich)



Quelle: Fraunhofer (2024).

Fazit Batterierohstoffe:

- In Bezug auf die Batterielieferkette sollte **der europäische Handlungsspielraum bis 2030 deutlich steigen**. Zumindest auf EU-Ebene können Abhängigkeiten entschieden reduziert werden – ein enger Austausch zwischen den Mitgliedsstaaten ist zwingend erforderlich.
- Während die Batteriezellfertigung für einige Komponenten außerhalb Chinas (aber mit Asien) erfolgreich ausgebaut werden kann, bleiben an anderen Stellen der Wertschöpfungskette **wunde Punkte** bestehen, insbesondere bei Vor- und Zwischenprodukten sowie in der Grafit-Lieferkette.
- Ein mehrgleisiges Vorgehen ist nötig: Das beinhaltet, **rechtzeitig geeignete Recyclingsysteme** zu entwickeln, um erwartete Abfallströme rückführen zu können, **Substitution** voranzutreiben und über **heimischen Abbau** Zugang zu Batterierohstoffen zu sichern.
- Es ist ratsam, **Kollaborationen und Allianzen** mit Partnerländern auszubauen und mit konkreten Abnahmeverträgen zu verknüpfen.

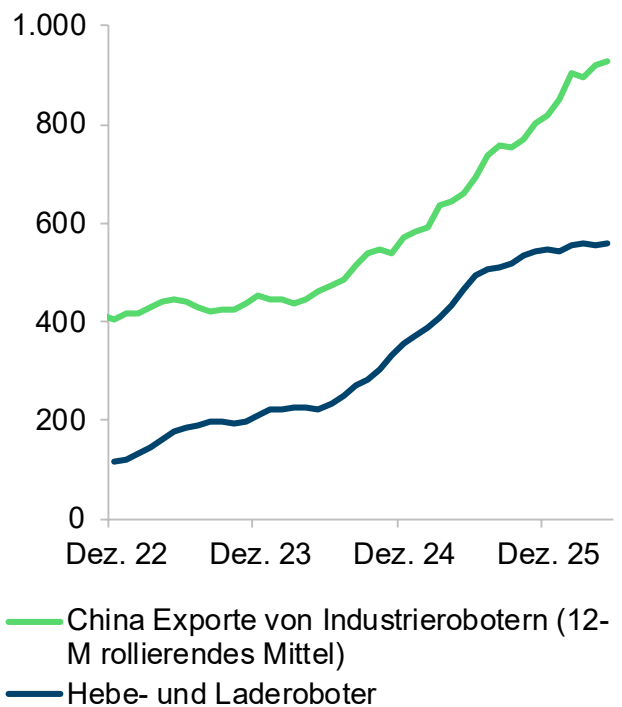
Rohstoffe für Digitale Technologien und KI – der Wettstreit nimmt zu

Beim Rohstoffbedarf für KI-Datenzentren fallen Spezialisierungsgrad und Marktkonzentration auf China zusammen. In Bezug auf die benötigten Mengen stellt die physische Infrastruktur den Haupttreiber der Mineraliennachfrage dar. Allein auf die Stromübertragung und -verteilung entfallen rund zwei Drittel des Kupferbedarfs für Datenzentren. Hinzu kommen Spezialmineralien für Halbleiter, Magnete und Datenspeicher.

Die **Quantifizierung des Rohstoffbedarfs** wird dadurch erschwert, dass viele KI-Anwendungen in bestehende Technologiebereiche vordringen, z. B. bei Robotik. Der Automatisierungsgrad hat hier deutlich zugenommen (**Grafik 4.1**).

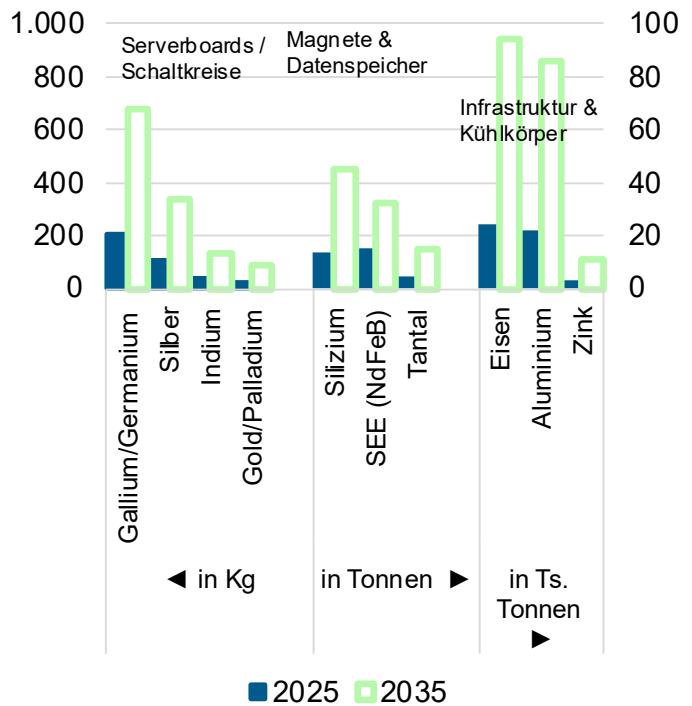
Bottom-up-Ansätze (Amoah et al., 2026) sollen die Lücke in der Literatur füllen, indem sie die Mineralintensität einzelner KI-Komponenten modellieren (**Grafik 4.2**). Die Autoren kommen zu dem Schluss, dass **Engpässe auf hoch spezialisierten Verarbeitungsstufen** sowie die erforderlichen Qualitäten höhere Versorgungsrisiken darstellen als die Rohstoffmengen an sich. Dabei ist der Spezialisierungsgrad auf Stufen mit hoher Marktmacht Chinas besonders ausgeprägt.

4.1. Der KI- und Automatisierungsboom sorgt für Exportdynamik (in Mio. USD)



Quelle: CEIC, China Customs.

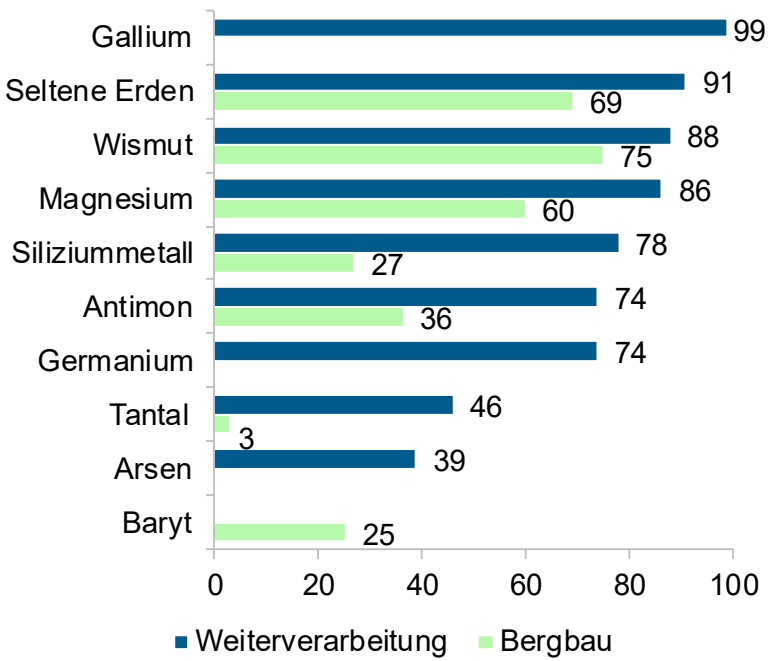
4.2 Rohstoffbedarf durch Expansion der KI-Datenzenten (Mengen)



Quelle: Amoah, M. et al. (2026), Mineral demand from AI data centers: Infrastructure intensity, processing bottlenecks and supply competition, Resources Policy 119.

Hohe Abhängigkeiten bei Spezialmetallen

4.3 China-Anteil an der globalen Produktion
(in Prozent nach Verfügbarkeit)



Anmerkung: Umfasst Schwere und Leichte Seltene Erden. Silizium: Bergbau = Kieselsäure (Industriesande, Quarzit usw.), Weiterverarbeitung = Ferrosilizium und Siliziummetall. Magnesium: Bergbau = Magnesit, Weiterverarbeitung = Metalle
Quellen: KfW Research, USGS (2026), IEA (2026a, 2025b), EU-Kommission (2023), RMIS.

- **Blick auf die Importseite**: Bei den Rohstoffen, die für digitale Technologien und KI zentral sind, stechen einige aufgrund der **besonders stark auf China konzentrierten Produktion** heraus (***Grafik 4.3***).
- Dieses Monopol macht sich auch in den Handelsdaten der Rohstoffe bemerkbar (***Grafik 4.4).*** Dies gilt insbesondere für **Seltene Erden, Gallium, Germanium und Wismut**, wo einige Formen zu hohen Anteilen direkt aus China stammen. Auch für Siliziumdioxid und Silikate ist China ein wichtiger Zulieferer der EU. Hochreines Rohsilizium – das eigentliche kritische Metall – importiert die EU zu 14 % aus China. Der China-Anteil der EU-Importe für heimische Weiterverarbeitung liegt bei 40 %. Und bei den deutschen Exporten von Rohsilizium gehen 44 % nach China. Deutschland spielt dementsprechend eine Rolle in der Wertschöpfungskette.
- **Spezialmetalle**, **die eher kleine Märkte bespielen und nur geringe Handelsmengen ausmachen, erhalten mit Blick auf den KI-Boom zunehmende Aufmerksamkeit** (IEA, 2026a). Das Metall Antimon zum Beispiel führt Deutschland zu größeren Teilen direkt aus China ein als es in der EU insgesamt der Fall ist. Bezogen auf die Mengen (in Kg) werden jedoch nur Kleinstmengen importiert, weshalb die Importanteile wenig repräsentativ sind. Auch sind diese Spezialmetalle in der Handelsstatistik mit wenigen Ausnahmen (wie z. B. Antimon) häufig zusammengefasst. So beträgt der China-Anteil bei Gallium, Germanium, Indium und Niob in Reinform insgesamt auf EU-Ebene rund ein Drittel, für Deutschland 47 %. Für einige dieser Metalle dürfte er faktisch angesichts der hohen Produktionskonzentration deutlich höher liegen.

Blick auf die Importabhängigkeiten (2)

4.4 China-Anteil an den direkten Importen nach Deutschland und in die EU für bestimmte Formen der jeweiligen Rohstoffe (in Prozent)

Seltenerdmetalle und Verbindungen: Unverzichtbar für Permanentmagnete (Neodym, Praseodym, Dysprosium) in Hochleistungsmotoren, Datenträger-Komponenten sowie als Leuchtstoffe und Dotierungsmittel in der Optoelektronik

Sammelposition z.B. für Galliumarsenid oder Rohformen/Pulver von Germanium: Essenziell für Compound-Halbleiter, Hochfrequenzverstärker, Leistungselektronik aber auch Infrarot-Optiken, Glasfaserkabel und Halbleiterwerkstoff

Magnesium in Rohform: Dient als leichtes Strukturmaterial für Servergehäuse, Kühlkörper-konstruktionen und als Reduktionsmittel bei der Gewinnung anderer Metalle (z. B. Titan oder Zirkon)

Antimon Schrotte: Hier werden überhaupt nur Kleinstmengen gehandelt.

Hochreines Silizium: Das absolute Hauptsubstrat (Wafer) für die Chip- und Halbleiterproduktion, auf dem Mikroprozessoren und Speicherbausteine für KI-Server aufgebaut werden.

Fertige Permanent-magnete aus Metall

Angebotsrisiko ▲		Erze & Konzentrate	Zwischenprodukte	Chemische Verbindungen	Reinformen, Raffinade, Pulver, Legier.	Waren	Recy**
Seltene Erden	DE		28 9		74		
	EU		39 28		70		
Gallium & Germanium	DE				47	7	
	EU				33	28	
Magnesium	DE	17 1	5	1 18 39	83 36 76	33	3
	EU	7 99	16	8 80 49	89 97 94	49	33
Wismut	DE				93 43		
	EU				67 2		
Antimon	DE	n.a.		16	32	36	100
	EU	0		28	1	5	0
Arsen	DE				4		
	EU				76		
Silizium	DE		1	15 1 0 1 16 7	1 0		
	EU		4	34 40 5 8 38 17	14 13		
Baryt	DE	9			15		
	EU	58			66		
Tantal	DE	n.a.			7	59 4	3
	EU	29			24	47 39	26
Komplexe Produkte	DE					22 85	
	EU					41 88	

Anmerkung: Gallium und Germanium einschließlich Niob und Indium.
Quelle: KfW Research basierend auf UN Comtrade; Angebotsrisiko basierend auf der Analyse der EU-Kommission (2023).

Ausblick: Digitale Abhängigkeiten reduzieren (1)

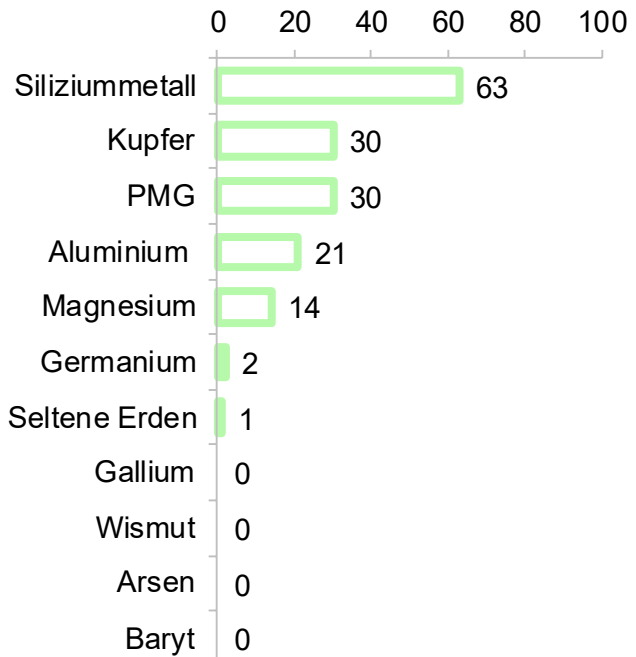
Ansätze für mehr Autonomie in der digitalen Lieferkette:

Baustein 1: Recyclingverfahren skalieren.

Das Recycling von für KI und digitale Technologien unverzichtbaren Mineralien entwickelt sich rasch von einem Nischenverfahren zu einer wirtschaftlichen Notwendigkeit. Zum Stand der letzten Analyse der EU-Kommission lag die Recyclingrate bei einigen Metallen im einstelligen Bereich (***Grafik 4.5***).

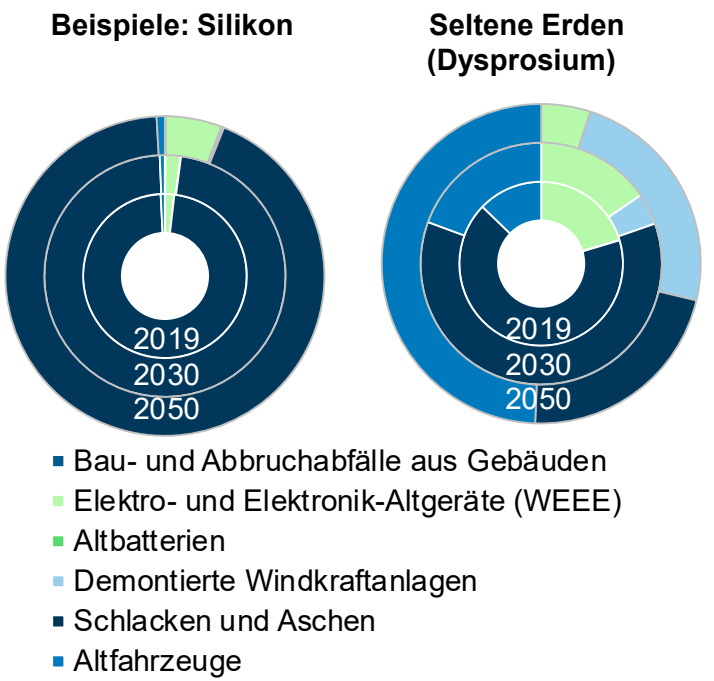
Bei Seltenen Erden konzentrieren sich derzeitige Bemühungen auf das Recycling von Elektronikgeräten mittels **automatisierter Demontage sowie neue chemische Verfahren** zur Isolierung von Seltenerdoxiden zu geringeren Kosten und mit weniger giftigen Abfällen. Studien (z. B. Koese et al., 2025) zufolge lässt sich die Recyclingrate bei Seltenen Erden potenziell auf 20–25 % anheben. Da die Materialien in hochspezialisierten, stark verkleinerten Bauteilen zum Einsatz kommen, erfordern ihre Gewinnung und Reinigung komplexe, skalierbare Verfahren. Zudem muss die Verfügbarkeit von (Sekundär-) Rohstoffen gegeben sein, was teils erst am Ende der Produktlebenszyklen der Fall ist (***Grafik 4.6***).

4.5 Recyclingraten mit Ausnahme der Basismetalle besonders gering
(E-o-L Input Rate 2023 in Prozent)



Anmerkung: Den Raten liegen unterschiedliche Studien mit z.T. abweichenden Referenzzeiträumen und Geografien zugrunde.
Quelle: EU-Kommission (2023), RMIS.

4.6 Abfallströme als künftige Quelle:
(Verfügbarkeit in Tonnen aus Abfallströmen zuletzt, 2030 und 2050)



Quelle: FutuRAM Urban Mine Platform.

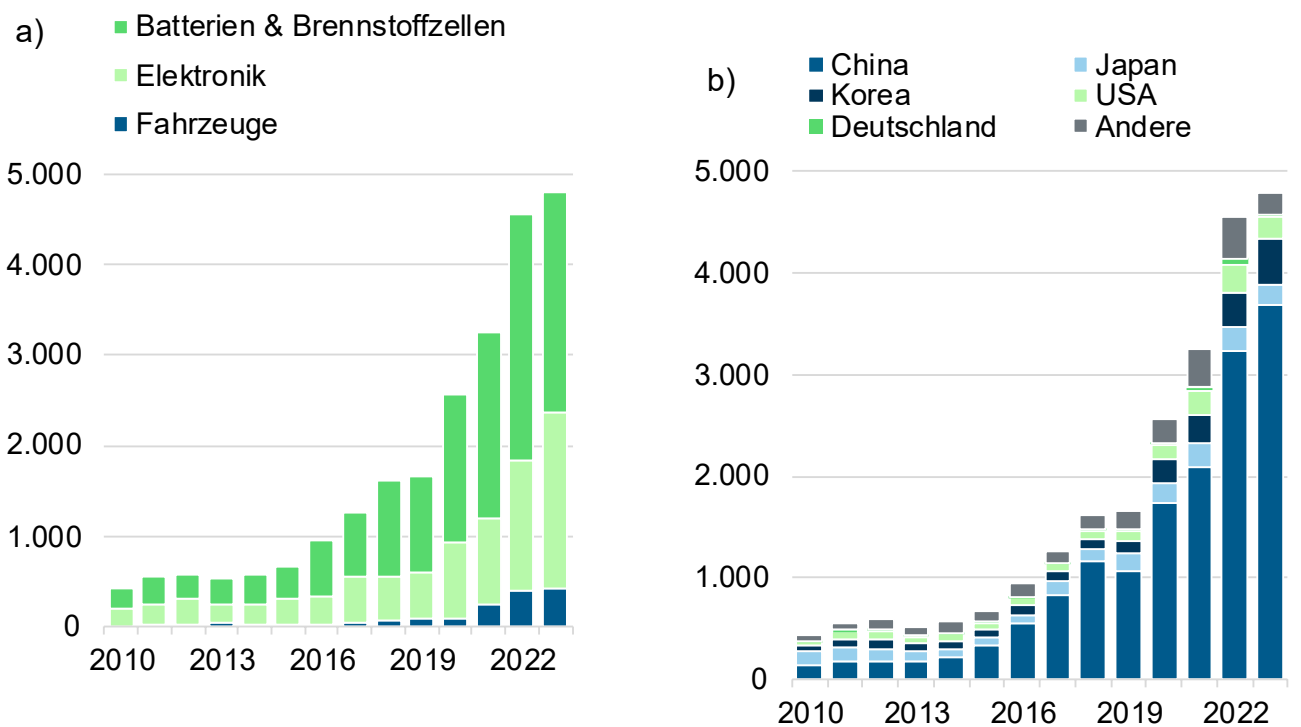
Ausblick: Digitale Abhängigkeiten reduzieren (2)

Baustein 2: Deep Tech Innovation nutzen.

Ironischerweise wird die künstliche Intelligenz selbst genutzt, um das Recycling der Rohstoffe zu optimieren. So setzen Forschungslabore **KI-Agenten** ein, um Verfahren zur Gewinnung und Reinigung kritischer Mineralien aus Industrie- und Elektronikschrott-Ausgangsmaterialien zu ermitteln (PNNL, 2026). Entsprechend wächst die Zahl der Patentanmeldungen im Bereich Recycling – z. B. aus Elektronikschrott – rasant (***Grafik 4.7).*** Beim Recycling von Seltenen Erden sind chinesische Universitäten die häufigsten Antragsteller, während in Bezug auf die Qualität der Patente USA und Japan führend sind (Priore et al., 2025).

Mit Blick auf die Verringerung der **Abhängigkeiten bei Mikrochips** setzen Deep-Tech-Lösungen etwa bei Substitution und alternativen Verfahren an, z. B. dem „atomaren Ätzen“, um Mikrochips mit einer Strukturbreite von weniger als 20 nm herzustellen. Aber auch zur Ermittlung und Steuerung der Risiken in den Lieferketten kann KI einen Beitrag leisten – wie im Rahmen des EU-Projekts SC4EU.

4.7 Patentanmeldungen im Bereich Recycling: Ein Großteil stammt aus China und wird nur in nationalen Ämtern registriert.
(Anzahl Patentanmeldungen bei Fahrzeugtechnik, Elektronik sowie Batterien & Brennstoffzellen, alle Behörden, nach (a) Branche und (b) Land der Antragsteller)



Quelle: OECD Patents By Technology Database.

Ausblick: Digitale Abhängigkeiten reduzieren (3)

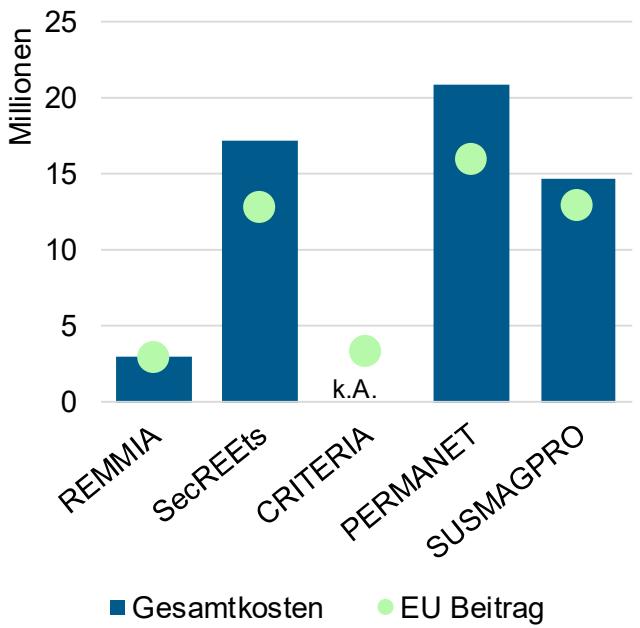
Baustein 3: Aufbau einer Mine-zu-Magnet-Wertschöpfungskette.

Datenspeicherung und Server, Smartphones und Tablets sowie Robotik sind nicht die einzigen Anwendungen, die Permanentmagnete aus Seltenen Erden nutzen – sie kommen auch in Windturbinen, Fahrmotoren und Wärmepumpen zum Einsatz.

Um die so zentrale Magnetherstellung resilient zu machen, bedarf es eines Ansatzes, der die gesamte Mine-zu-Magnet-Wertschöpfung vorantreibt. Projekte im Rahmen des EU Horizon-Programmes wie das 2026 gestartete REMMIA sind ein **guter Ansatz**, in ihrer finanziellen Schlagkraft jedoch begrenzt (***Grafik 4.8)***. Bisher sind Stufen der Magnetherstellung aufgrund der rund um die 1990er dort ansässigen Expertise zur Trennung Seltener Erden auf wenige Player in Frankreich konzentriert.

Skalierbarkeit ist entscheidend! Europa verfügt über Ressourcen und Kompetenzen. Den Unterschied macht aber nicht nur, wie viel von dem Material insgesamt vorhanden ist, sondern wie viel von der relevanten Qualität in der erforderlichen Form und zum geforderten Zeitpunkt geliefert werden kann.

4.8 EU-Forschungsprojekte zur Magnetwertschöpfung
(Investitionsvolumen in Mio. EUR)



REMMIA = REcycling perManent Magnets
SecREEts = Building a European value chain for rare earth elements
CRITERIA = CRItical raw maTERIAl treatment and Recovery
PERMANET = PERmanent MAgnet Network for the European Transition
SUSMAGPRO = Sustainable Recovery, Reprocessing and Reuse of Rare-Earth Magnets in a Circular Economy
Quelle: EU CORDIS Datenbank.

Fazit Digitale und KI-Rohstoffe:

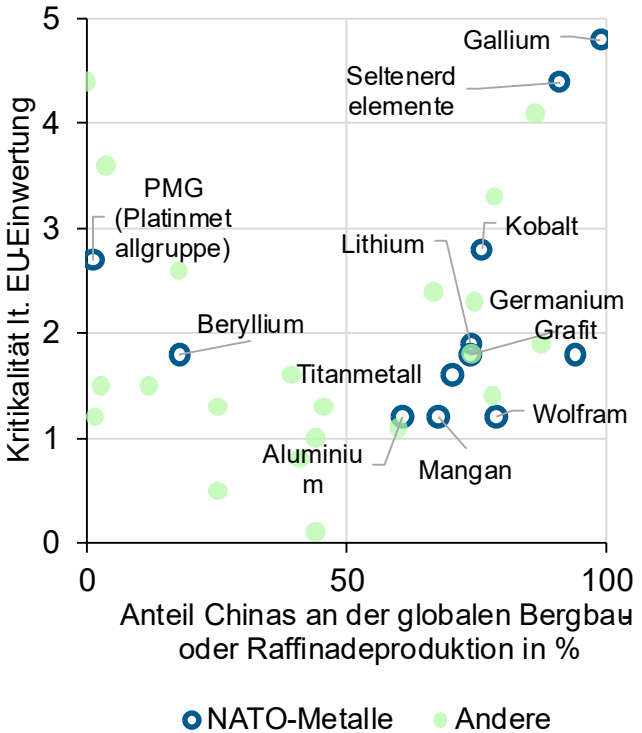
- Bei den Rohstoffen für digitale Anwendungen und KI herrscht **hoher Wettbewerbsdruck zwischen globalen Nachfragern aber auch Sektoren.** Das Diversifizierungspotenzial ist insbesondere bei der Reinigung, Raffination, Formgebung und Umwandlung in Spezialchemikalien eingeschränkt. **Chinas Spezialisierung ist hier im Fünfjahreszeitraum kaum zu ersetzen.**
- Häufig besteht der **Engpass nicht zwingend im Umfang sondern in der erforderlichen Qualität** der Rohstoffe (z. B. in Batteriequalität). Gallium, Germanium, Grafit, die Trennung von Seltenen Erden, die Lithiumveredelung, die Kobaltveredelung und die Umwandlung von Nickelsulfat hängen alle in unterschiedlichem Maße von chinesischen Verarbeitungskapazitäten ab. Der **Wertschöpfungsansatz** – wie im Falle der Magnetherstellung als „Mine-zu-Magnet“ zusammengefasst – kann dafür sorgen, dass Komponenten aufeinander abgestimmt sind und die Nachfrage auf allen Stufen vorhanden ist.
- Um das Potenzial für Recycling zu heben, muss jeder Rohstoff differenziert betrachtet werden. Für viele digitale Rohstoffe muss der **regulatorische Rahmen** geschaffen werden, um über die Pilotphase hinauszuwachsen. Der **Forschung** kommt eine überragende Rolle zu.

Rohstoffe als Basis für Verteidigungstechnologien

Mehr Verteidigungsfähigkeit heißt auch mehr Rohstoffnachfrage. Auf dem NATO-Gipfel im Jahr 2025 in Den Haag machten europäischen Staats- und Regierungschefs die Zusage, bis zum Jahr 2035 5 % des BIP für Verteidigung aufzuwenden. Im Rahmen des ReArm Europe Plan sollen 800 Mrd. EUR investiert werden. Doch neben vielen Herausforderungen zur Modernisierung der Waffensysteme liegt ein Defizit in der Absicherung von Rohstofflieferketten, die für industrielle Kapazitäten nötig sind. Bei den von der NATO als strategisch klassifizierten Mineralien hat – abgesehen von den Metallen der Platingruppe und Beryllium– China einen Anteil von mehr als 50 % an der globalen Produktion (***Grafik 5.1***).

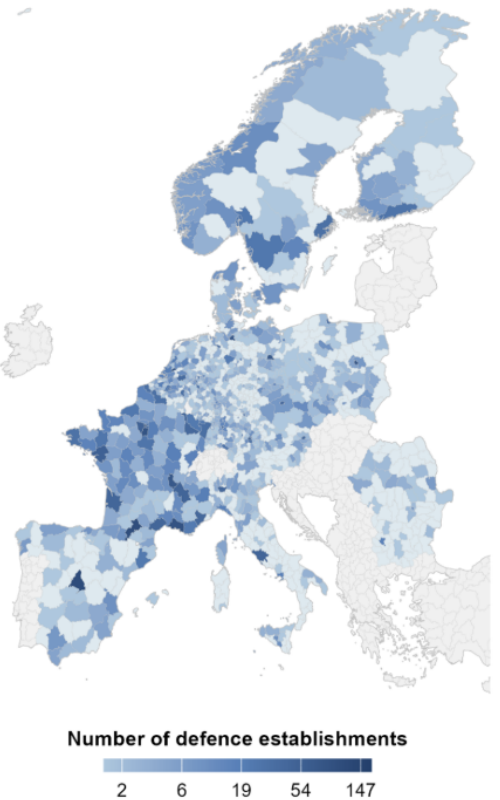
Nur wenige Projekte unter dem CRMA zielen unmittelbar auf Verteidigung ab. Jedoch baut man darauf, von Initiativen, die auf Dual-Use-Produkte wie Batterien und Magnete abzielen, zu profitieren. Die Bedarfe kommen umso mehr zum Tragen, da Deutschland einen Rückstand in Bezug auf moderne Systeme hat (Wolff et al., 2026). Innovation, High-Tech und Verteidigung gehen dabei häufig miteinander einher und bilden Drehkreuze oder Cluster. ***Grafik 5.2*** verbildlicht in welchen Regionen in Europa, industrielle Kapazitäten für Verteidigung ansässig sind.

5.1 NATO-Mineralien fallen in den Hochrisikobereich



Quellen: KfW Research, NATO (2024),USGS (2026), IEA (2026a, 2025b), EU-Kommission (2023), RMIS.

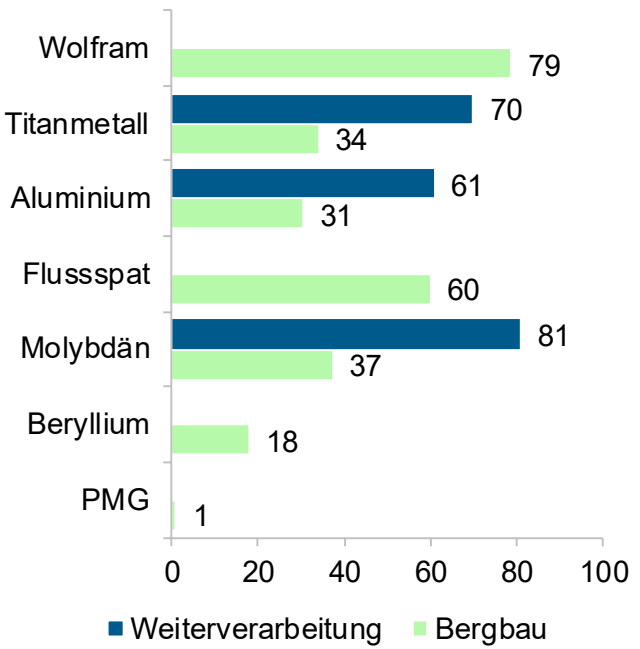
5.2 Verteidigungsaufwuchs ist an industrielle Kapazitätscluster gebunden



Quelle: De Mello et al. (2026)

Ein Schutzschild aus Rohstoffen

5.3 China-Anteil an der globalen Produktion
(in Prozent nach Verfügbarkeit)



Anmerkung: PMG = Platinmetallgruppe; Aluminium: Bergbau = Alumina + Bauxit; Molybdän: Weiterverarbeitung = Ferromolybdän; Titanmetall: Bergbau = Ilmenit.
Quellen: KfW Research, USGS (2026), IEA (2026a, 2025b), EU-Kommission (2023), RMIS.

- Bei den Rohstoffen, die im Feld Verteidigung und Luftfahrt eingesetzt werden und die nicht schon in den Vorkapiteln betrachtet wurden, ist China auf den vorgelagerten Stufen der Rohstoffliefer-kette vor allem **bei Wolfram marktbeherrschend**. Auch die Weiterverarbeitung von Titanmetall und Aluminium sowie der Minenabbau des Nichtmetalls Flussspat (Fluorit) sind in China konzentriert (***Grafik 5.3)***.
- Chinas global wichtige Rolle bei der **Weiterverarbeitung von Aluminium** zeigt sich auch in den Handelsdaten (***Grafik 5.4*** auf der nächsten Seite). Allerdings ist das mengenmäßig dominante Rohaluminium stark diversifiziert und wird – zumindest nicht direkt – aus China bezogen. Jedoch ist China umgekehrt ein wichtiger Absatzmarkt für Aluminiumlegierungen: 68 % der Exporte nach Weiterverarbeitung in der EU gingen nach China.
- Bei **Molybdän**, das zudem chinesischen Exportbeschränkungen unterliegt, ist die direkte Import-abhängigkeit von China bei einigen Produkten besonders hoch.
- Entscheidend für die Rüstungsindustrie ist meist nicht das Roherz, sondern die Kategorie der **hochreinen Pulver, Legierungen und bearbeiteten Halbzeuge**, da diese direkt in die militärischen Lieferketten einfließen. Auf dieser Stufe liegt der China-Anteil für EU-Importe von Wolfram oder Molybdän im mittelern bis hohen Bereich. Bei Wolfram besteht bei sämtlichen Handelsprodukten von Erzen bis Waren eine hohe Importabhängigkeit von China.
- Viele Rohstoffe, die unter diese regulären zivilen HS-Codes fallen, unterliegen bei der Ausfuhr strengen Exportkontrollen. Erreicht ein Bauteil ein spezifisch militärisches Verarbeitungsstadium, wechselt die zollrechtliche Erfassung oft in das Kapitel 93 (Waffen, Munition, Teile davon) oder wird über nationale Ausfuhrlisten (z. B. die europäische Dual-Use-Verordnung) mit Sondergeneh-migungspflichten belegt.

Blick auf die Importabhängigkeiten (3)

5.4 China-Anteil an den direkten Importen nach Deutschland und in die EU für bestimmte Formen der jeweiligen Rohstoffe (in Prozent)

Angebotsrisiko ▲			Erze & Konzentrate			Zwischenprodukte		Chemische Verbindungen				Reinformen, Raffinade, Pulver, Legier.				Halbzeuge												Ferro*	Waren	Recy**
	Wolfram	DE	n.a.			n.a.	78					8	56			14													31	0
		EU	15			86	68					17	61			51													53	1
	Aluminium	DE	7			4		5	3	17	1	0	0	6	0	7	1	2	0	16	0	3	0	3	0	1	13	15	3		20	0
		EU	4			9		7	3	19	1	0	0	18	14	6	4	7	0	22	17	24	5	11	7	10	14	30	25		49	0
	Flussspat	DE	32									10																			
		EU	40									13																			
	Beryllium	DE										n.a.																	2	n.a.
		EU										n.a.																	9	n.a.
	Molybdän	DE	0	7	3			n.a.				57	6			6	34											4	0	16
		EU	3	0	9			1				94	15			42	62											7	0	10
	Titan	DE	0					14				16				7														1
		EU	0					46				7				11														18

Hochreines Wolfram (als Pulver oder Stangen) bildet die Basis für Teile, die als Penetratoren in panzerbrechender Munition oder im Gehäusebau von Lenkflugkörpern eingesetzt werden.

Aluminium hat viele zivile Anwendungen. Die Rüstungsindustrie benötigt hochfeste Speziallegierungen – z.B. für den Leichtbau in der Militärluftfahrt. Die EU bezieht diese zu etwa 10 % aus China.

Molybdän erhöht als Legierungselement die Hitze- und Korrosionsbeständigkeit von Stählen. Molybdänpulver wird zu über 90 % aus China bezogen.

Hinweis: Bei der Gruppe der Platinmetalle (nicht abgebildet), die für Rüstung und Verteidigung ebenfalls unerlässlich sind, bestehen Angebotsrisiken, die eher auf Russland und afrikanische Länder konzentriert sind. Lediglich bei Halbzeug aus Rhodium spielt China in den Importen eine Rolle.

* Ferrolegierungen; ** Recyclingrohstoffe
Quelle: KfW Research basierend auf UN Comtrade; Angebotsrisiko basierend auf der Analyse der EU-Kommission (2023).

Ausblick: Verteidigung resilienter gestalten

Baustein 1: Strategische Lager.

Die Vorratshaltung bei Rohstoffen ist an technische Voraussetzungen und Kostenüberlegungen gebunden. Längst sind Lager für kritische Rohstoffe aber keine Privatsache mehr – Länder wie die USA mit ihrem Defense Stockpile machen es vor. Erste Bemühungen auf EU-Ebene im Rahmen des „Readiness 2030"-Plans streben an, für wichtige Verteidigungsrohstoffe sogenannte Defence Industrial Readiness Pools anzulegen und Vorräte über Industriepartnerschaften zu koordinieren (EU-Kommission, 2025). Die Pools beziehen sich jedoch im ersten Schritt nur auf in der EU hergestellte Verteidigungsprodukte.

Darüber hinaus bieten **Ansätze mit öffentlichen und privaten Mitteln** eine Möglichkeit, kurzfristig besonders sensible Bereiche gegenüber Schocks zu schützen. Eine Priorisierung ist unumgänglich. Eine Blaupause könnte das US-amerikanische Projekt Vault darstellen, das als eine Art Versicherung fungiert, aber auch Schwachstellen mit sich bringt (Hendrix, 2026).

Dass Lagerhaltung Angebotsschocks wirksam abfedern kann, haben Ölvorräte im Zuge der Nahost-Eskalation 2026 gezeigt. In Bezug auf mineralische Rohstoffe ist die Lagerhaltung zwar technisch aufwändiger, aber durchaus kosteneffizient. Eine IEA-Analyse (2026a) für 11 anfällige Materialien zeigt, dass die Kosten für Lagerhaltung außerhalb des Hauptanbieters deutlich unter den möglichen Verwerfungen im Falle eines Schocks liegen.

Baustein 2: Koordinierte Beschaffung

Um die Widerstandsfähigkeit der Lieferketten für zivile und militärische Zwecke zu verbessern, ist eine Koordination der Beschaffung ein wichtiger Baustein. Vorstöße der EU für gemeinsame Beschaffung (Joint Defence Procurement) weisen die Richtung, zielen aber nicht explizit auf die Rohstoffe, sondern eher auf die fertigen Ausrüstungen ab (Tothova/Clapp, 2026). Gerade bei den Spezialmineralien, die nur einen kleinen Markt darstellen aber hohen Risiken ausgesetzt sind, kann eine gemeinsame Beschaffung sinnvoll sein, um Verhandlungsmacht zu stärken und das finanzielle Risiko, insb. bei Preisvolatilität, zu verteilen.

Fazit Verteidigungsrohstoffe:

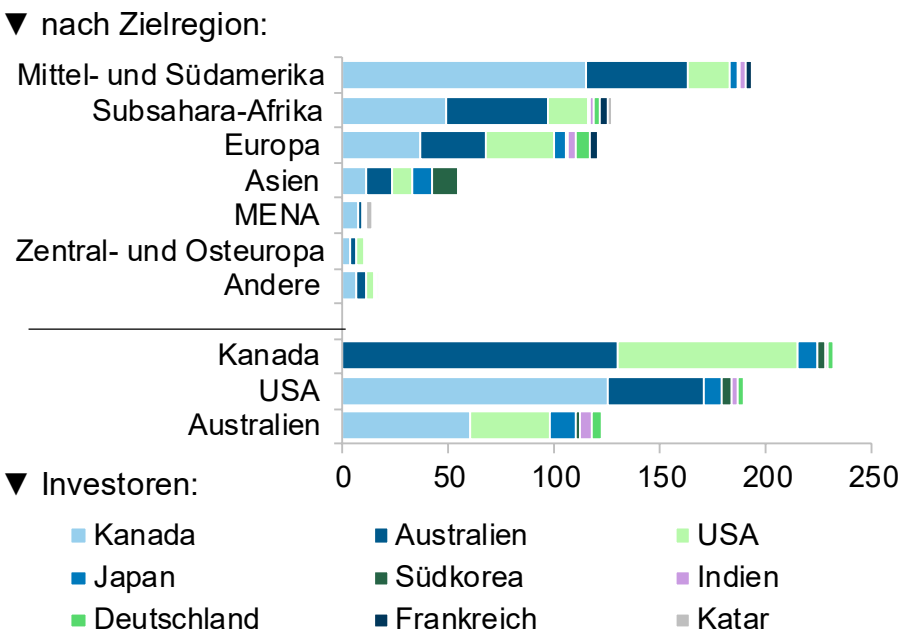
- Es ist wichtig, **Rohstoffe als Teil der Verteidigungsinfrastruktur** zu begreifen und durch klare Zielvorgaben abzusichern. Ein Großteil der Rohstoffe, die für Luftfahrt und Verteidigung essenziell sind und häufig mit dem High-Tech-Bereich zusammenfallen, unterliegt **besonders hohen Angebotsrisiken bei potenziellen Folgen für die nationale Sicherheit.** Klar ist, dass es sowohl expliziter Mechanismen für Rohstoffe für Verteidigung bedarf als auch der Sicherstellung, dass andere Verwendungen nicht verdrängt werden.
- Der **Ausblick für viele Spezialrohstoffe bleibt weiterhin unsicher und verdient hohe politische und unternehmerische Aufmerksamkeit**. Gallium, Grafit, Mangan und Seltene Erden sind zu mehr als 90 % von China dominiert mit nur wenig perspektivischer Entspannung bis 2035. Handelsbeschränkungen greifen ob der militärischen Verwendung besonders stark. Gleichwohl können in kleineren Märkten vergleichsweise wenige aber qualitativ hochwertige Projekte für Diversifizierung sorgen.
- **Beschaffungs- und Bevorratungsinitiativen** kommt hohe Bedeutung zu. Dabei ist es sinnvoll, unternehmerische Verantwortung und staatliche Unterstützung zu verzahnen. Recycling und Substitution allein reichen nicht aus, sind aber wichtige Bausteine.

Die Konkurrenz schläft nicht

Akteure weltweit arbeiten an einer n-1-Strategie.

- Die Dominanz Chinas über weite Teile strategisch wichtiger Rohstoffwert-schöpfungsketten wird global wahrgenommen. Die Reaktionen darauf reichen teilweise weit in die 2000er zurück, wie etwa das Bestreben Japans bei Seltenen Erden unabhängig zu werden. In Europa bieten neben dem Critical Raw Materials Act nationale Initiativen wie der Deutsche Rohstofffonds, der französische Critical Metals Fund sowie aus Italien und den Niederlanden den Rahmen für Importdiversifizierung und die Belebung heimischer Produktion.
- Fakt ist aber auch, dass globale Akteure wie die USA und Japan, aber auch Indien und die Golfstaaten, mit einem **breiten Instrumentarium und hohem Kapitaleinsatz** die Resilienz in den Lieferketten absichern – und zwar sowohl im Inland als auch in Abbauländern von Mosambik bis Brasilien (***Grafik 6.1***). „Bergbauländer" wie Australien und Kanada sind mit Blick auf die heimische Produktion und Veredelung besonders aktiv. Gestützt werden die Investitions-projekte häufig durch staatliche Finanzierungsinitiativen (wie z. B. „Pax Silica" in den USA) mit M&A-Transaktionen, Joint Ventures und strategischen Kapital-beteiligungen als bevorzugte Mittel.
- Dabei wird gezielt auf den Aufbau von Kapazitäten außerhalb des dominieren-den Produktionslandes (den sogenannten n-1 Ansatz) gesetzt. Das Ziel, **von China unabhängige Lieferketten** zu etablieren, wird zudem explizit zum Gegenstand länderübergreifender Kooperationen (IISS, 2026; CSIS, 2025). Auch Europa gerät ins Visier, wie die Investition in das Seltenerdunternehmen Caremag aus Frankreich durch die japanische Agentur JOGMEG zeigt. Diese soll Japan langfristig 20 % des künftigen Bedarfs an den dort produzierten Seltenen Erden sichern (IEA Policy Tracker).

6.1 Grenzüberschreitende Investitionen: Spielfeld für alte und neue Akteure (Anzahl abgeschlossener und angekündigter Transaktionen einschl. M&A-, Kapitalbeteiligungen und Joint Venture in Metalle & Bergbau; Jan 2022 bis Sept. 2026)



Quellen: Eigene Auswertung basierend auf Bloomberg Finance L.P.

Strategische Antwort benötigt

Rohstoffe sind mehr als nur „Teil“ des Ganzen.

- Die zentrale Bedeutung von kritischen Rohstoffen für Technologien und Anwendungsbereiche, die wir jetzt aber auch zukünftig noch häufiger nutzen werden, muss in ihrer gesamten strategischen Dimension erfasst werden.
- Dieses Chartbook hat sich insbesondere der Abhängigkeit Deutschlands und der EU gegenüber der Rohstoffpolitik Chinas (auf Ebene der Konzentration der Produktion und Weiterverarbeitung, der Geostrategie und Industrie- und Preispolitik) gewidmet und mögliche Antworten ausgearbeitet.
- In der aktuellen Situation befindet sich Europa in einem **Dilemma aus strategischer Angewiesenheit** auf eine Bandbreite von Rohstoffen in ihren unterschiedlichen Verarbeitungsstufen, um in Bezug auf KI-Revolution, Verteidigung und der dadurch nochmals an Dringlichkeit gewonnenen Dekarbonisierung und dem Ausbau erneuerbarer Energien mithalten zu können – und der **hohen Importabhängigkeit** insbesondere von China.
- Für drei Technologiebereiche (Batterien, digitale und KI-Technologien sowie Verteidigung) bestehen hohe Verwundbarkeiten. Um diese zu mindern, muss **aus dem Vollen geschöpft** werden – und gleichzeitig eine Passgenauigkeit sichergestellt werden.

Fazit:

- **Ein Engpass in der Versorgung mit Rohstoffen kann weitreichende Folgen haben** – für die Industrie, die Sicherheit, die Gesellschaft und Finanzwirtschaft. Die Wertschöpfungskette ist nur so stabil wie ihr schwächstes Glied. Dementsprechend ist ein ganzheitlicher Ansatz wichtig.
- **Nur bei wenigen Rohstoffen ist die potenzielle Deckung des Bedarfs mit Kapazitäten außerhalb Chinas innerhalb der nächsten fünf Jahre realistisch.** Und auch, wenn dies der Fall ist, bestehen unter Umständen weitere geostrategische Kalküle der produzierenden Länder, was die Versorgungslage Europas auf wackelige Füße stellt.
- **Mit Blick auf die Heterogenität der Rohstoffe ist es zentral, mehrgleisig anzusetzen:** Eigene Kapazitäten aufzubauen, Recycling und Kreislaufwirtschaft voranzutreiben, innovative Maßnahmen zur Verringerung des Verbrauchs und zur Substitution gezielt zu fördern, Allianzen zu festigen.
- Ebenso wichtig ist, dass die **dringend notwendigen Entscheidungen für Investitionen, Bevorratung und Beschaffung eng aufeinander abgestimmt sind** und in Einklang mit den Bedarfen und potenziellen Risiken über die Rohstoffwertschöpfungskette hinweg koordiniert werden. Der Vorstoß eines European Critical Raw Materials Centres, das Marktdaten systematisch bündelt, hat daher hohe Bedeutung – wenn es entsprechend handlungsfähig ausgestaltet wird.

Anhang

Literatur (1)

1. Der China-Schock bei Rohstoffen im Überblick

- **IEA (2025a):** Energy and AI. IEA, Paris. Licence: CC BY 4.0.
- **S&P Global (2026):** Copper in the Age of AI: Challenges of Electrification – Report by S&P Global energy & Market Intelligence. Jan. 2026.
- **U.S. Geological Survey (USGS) (2025):** Key Minerals in Data Centers. U.S. Geological Survey.
- **NATO (2024):** NATO releases list of 12 defence-critical raw materials. NATO News.
- **EEB (2025):** RESourceEU: Militarised mineral strategy will erode rights, pollute our freshwater and increase long-term insecurity (ReArm EU Plan). European Environmental Bureau (EEB).
- **MERICS (2025):** China's rare-earths export controls hit EU rearmament – but open a strategic window. Oktober 2025.
- **IEA (2025b):** Global Critical Minerals Outlook 2025. IEA, Paris. Licence: CC BY 4.0.
- **IEA (2026a):** Global Critical Minerals Outlook 2026. IEA, Paris. Licence: CC BY 4.0.
- **BMWE (2026):** Wettbewerbsfähige und resiliente Energietechnologien in Deutschland – ein Beitrag zu Wachstum, Kosteneffizienz und Souveränität. 24. April 2026.
- **OECD (2026):** OECD Inventory of Export Restrictions on Critical Raw Materials 2026: Monitoring the Use of Export Restrictions Amidst Growing Market and Policy Tensions. OECD Publishing, Paris.
- **South China Morning Post (2026):** China's rare earth industry has critical weakness, researchers warn. 05.07.2026.
- **Swedish National China Centre (2026):** What does China's undisclosed strategic minerals catalogue reveal about its industrial priorities? 28.04.2026.
- **IISS (2026):** China's 15th Five-Year Plan. 23.03.2026.
- **Industrial Info Resources (IIR) (2026):** Metals & Minerals: Playing a Key Role in China's Five-Year Plan. 24.03.2026.
- **Wang (2026):** China's 15th five-year plan 2026-2030 – a comprehensive analysis for China's green transition in climate emissions, energy, industry, metals, and finance, Green Finance Development Centre, März 2026.
- **Qianzhan Industry Research Institute (2025):** Battery Recycling Industry Panorama. 25.12.2025.
- **IEA (2026b):** Battery Circularity. IEA, Paris.
- **Rhodium Group (2026):** China Global Clean Tech Investment Dashboard. 2026.
- **CSIS (2026):** Why the West Keeps Losing Critical Mineral Assets to China. CSIS-Bericht. 02.06.2026.
- **Bloomberg Finance LLP / Asian Metal Inc.** (Datenquelle).
- **UN Comtrade** (Datenquelle).

2. Deep-Dive-Technologiefelder

- **UNCTAD (2025):** Trade in critical minerals shapes energy transition, digital transformation and industrial development worldwide. (aufgerufen am 20.08.2026).
- **Kern, M. (2026):** Rohstoffhandel und Wertschöpfung entlang von Lieferketten. Systematik zur Klassifizierung rohstoffbezogener Warencodes. DERA Rohstoffinformationen 66, Berlin.
- **U.S. Geological Survey (USGS) (2026):** Mineral Commodity Summaries 2026 (ver. 1.3, May 2026). U.S. Geological Survey, 222 p. https://doi.org/10.3133/mcs2026.
- **Europäische Kommission (2023):** Study on the critical raw materials for the EU 2023 – Final report. Von Grohol, M. / Veeh, C., Generaldirektion Binnenmarkt, Industrie, Unternehmertum und KMU, Amt für Veröffentlichungen der Europäischen Union, Luxemburg, 2023. doi:10.2873/725585.
- **Carrara, S., 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, Luxembourg, 2023. doi:10.2760/386650 (JRC132889).

Literatur (2)

3. Batterierohstoffe

- **IEA (2026b):** Battery Circularity. IEA, Paris.
- **IEA (2025c):** With new export controls on critical minerals, supply concentration risks become reality. IEA, Paris. Licence: CC BY 4.0.
- **IEA (2026c):** Global battery markets are growing strongly – and so are the supply risks. IEA, Paris. Licence: CC BY 4.0.
- **IEA (2026d):** Energy Technology Perspectives 2026. IEA, Paris. Licence: CC BY 4.0.
- **Naseri, T.; Kuchta, K. (2026):** Scaling lithium-ion battery recycling: Systemic failures, innovation pathways, and policy imperatives. Journal of Environmental Management, 129934 (408), 2026.
- **EU-Kommission (2026):** Battery Booster. 09.06.2026.
- **FutuRaM (Urban Mine Platform) (2026):** By 2050 Europe's Waste Could Supply Over Half of Critical Material Demand. 27.05.2026.
- **IF24 Battery (2025):** IF24 Battery. (aufgerufen am 20.08.2026).
- **Wicke, T. et al. (2025):** Forecasting Battery Cell Production in Europe: A Risk Assessment Model. Batteries, 2025, 11, 76. https://doi.org/10.3390/batteries11020076
- **Bruegel Clean Energy Tracker** (Datenquelle).
- **Bobba, S. et al. (2025):** Deep dive on critical raw materials for batteries in the EU. Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2025. https://data.europa.eu/doi/10.2760/3300656 (JRC141715).
- **Fraunhofer ISI (2024):** Alternatives to lithium-ion batteries: potentials and challenges of alternative battery technologies.

4. Digitale und KI-Rohstoffe

- **Amoah, M. et al. (2026):** Mineral demand from AI data centers: Infrastructure intensity, processing bottlenecks and supply competition, Resources Policy 119.
- **Koese, M. et al (2025):** Self-sufficiency of the European Union in critical raw materials for E-mobility, Resources, Conservation and Recycling, Volume 212. https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2024.108009
- **Pacific Northwest National Laboratory (PNNL):** AI speeds selective and high-yield recovery of critical minerals from industrial waste, 27. Mai 2026, abgerufen über: pnnl.gov/news-media
- **Priore, R. et al. (2025):** Innovation in rare earths recycling: A quantitative and qualitative analysis of patent data, Resources Policy, https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2025.105519.
- **EU: SC4EU** – Chips for Europe, True Demand-Driven Semiconductor Supply Chains.
- **EU: REMMIA** – Recycling perManent Magents: an innovative approach, doi: 10.3030/101259117
- **EU CORDIS** (Datenquelle)

5. Verteidigungsrohstoffe

- **EU-Kommission (2025):** White Paper for European Defence and the ReArm Europe Plan – Readiness 2030. 19. Mai 2025.
- **Wolff, et al. (2026):** Leading in spending, lagging in innovation: German defence procurement compared to the UK and Poland. Kiel Report 8, 05/2026. Kiel Institut.
- **De Mello, L., et al. (2026):** The footprint of defence production: Economic implications. OECD Working Papers on Fiscal Federalism, No. 54, OECD Publishing, Paris. https://doi.org/10.1787/16ec7378-en
- **Hendrix (2026):** Strengthening Project Vault: The US plan to stockpile critical minerals. Peterson Institute Policy Brief. Mai 2026.
- **Tothova, L. und Clapp, S. (2026):** EU joint defence procurement. Europäischer Parlamentarischer Forschungsdienst (EPRS) März 2026.

6. Fazit und Ausblick

- **IISS (2026):** Critical minerals and Japan-US engagement. International Institute for Strategic Studies, 20. April 2026.
- **CSIS (2025):** Unpacking the U.S.-Australia Critical Minerals Framework Agreement. CSIS-Bericht, 20. Oktober 2025.
- **IEA Policies and Measures Database,** Critical Minerals Policy Tracker (Datenquelle).

Impressum

Herausgeber
KfW Bankengruppe
Abteilung Volkswirtschaft
Palmengartenstraße 5-9
60325 Frankfurt am Main
Telefon 069 7431-9888
www.kfw.de/research

Weitere Veröffentlichungen zum Thema Rohstoffe finden Sie hier.

Autorin:
Hannah Levinger
Telefon 069 7431-5717
hannah.levinger@kfw.de

Disclaimer
Dieses Papier gibt die Meinung des Autors wieder und repräsentiert nicht notwendigerweise die Position der KfW.

KFW Bank aus Verantwortung