IMPULSE
für die Wirtschaftspolitik

Wie abhängig ist Deutschland von Rohstoffimporten?

Eine Analyse für die Produktion von Schlüsseltechnologien

IHK München und Oberbayern

DIHK Deutscher Industrie- und Handelskammertag

ifo INSTITUT
Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung an der Universität München e.V.

IHK München und Oberbayern

DIHK Deutscher Industrie- und Handelskammertag

Impressum

Verleger und Herausgeber:
IHK für München und Oberbayern
Dr. Manfred Gößl
Prof. Klaus Josef Lutz
Max-Joseph-Straße 2, 80333 München
089 5116-0
info@muenchen.ihk.de
ihk-muenchen.de

DIHK | Deutscher Industrie- und Handelskammertag e.V.
Dr. Martin Wansleben
Peter Adrian
Breite Straße 29, 10178 Berlin
030 20308-0
info@dihk.de
dihk.de

Ansprechpartner/-innen:
Gabriele Vetter, Referatsleiterin Europa, Drittländer, Außenhandelsfinanzierung
089 5116-1372 vetterg@muenchen.ihk.de
Yannik Hahn, Referent Wirtschaftspolitik und Konjunktur
089 5116-1294 hahn@muenchen.ihk.de

Verfasser/-innen:
ifo Institut – Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung an der Universität München e. V.
ifo Zentrum für Außenwirtschaft

Prof. Dr. Lisandra Flach (Leitung)	089 9224-1428	flach@ifo.de
Dr. Feodora Teti	089 9224-1389	teti@ifo.de
Isabella Gourevich	089 9224-1298	gourevich@ifo.de
Lisa Scheckenhofer	089 9224-1298	scheckenhofer@ifo.de
Leif Grandum		grandum@ifo.de

Gestaltung Umschlag:
Ideenmühle GmbH, Eckental

Bildnachweis:
Titel: Adobe Stock © Phawat

Hinweis zu ifo-Studien:
© Die Inhalte wurden vom ifo Institut erstellt und entsprechen nicht notwendigerweise den Positionierungen der IHK.
Alle Rechte liegen beim Herausgeber. Ein Nachdruck – auch auszugsweise – ist nur mit ausdrücklicher schriftlicher Genehmigung des Herausgebers gestattet.

Stand: Juni 2022

Wie abhängig ist Deutschland von Rohstoffimporten? Eine Analyse für die Produktion von Schlüsseltechnologien

im Rahmen des Vertrags zur Erstellung volkswirtschaftlicher Studien, IHK München und Oberbayern

Vorgelegt von:

ifo Zentrum für Außenwirtschaft

Autoren:

Prof. Dr. Lisandra Flach – Tel: +49(0)89-9224-1428 – E-Mail: flach@ifo.de (Leitung)

Dr. Feodora Teti – Tel: +49(0)89-9224-1389 – E-Mail: teti@ifo.de

Isabella Gourevich – Tel: +49(0)89-9224-1298 – E-Mail: gourevich@ifo.de

Lisa Scheckenhofer – Tel: +49(0)89-9224-1298 – E-Mail: scheckenhofer@ifo.de

Leif Grandum – E-Mail: grandum@ifo.de

Ziel der Studie

Der Ukrainekrieg, geopolitische Spannungen sowie die neuen Anforderungen für die Gestaltung der Lieferketten durch das Lieferkettensorgfaltspflichtengesetz stellen große Herausforderungen für Unternehmen dar. Insbesondere die Produktion von Schlüsseltechnologien, die unter anderem für die Energiewende notwendig sind, ist häufig von importierten Rohstoffen abhängig. Aus diesem Grund ist eine Analyse der deutschen Abhängigkeiten von einzelnen Rohstoffen auf Produktebene von großer Bedeutung, um das Risiko von Lieferkettenunterbrechungen zu ermitteln.

Diese Studie untersucht die Abhängigkeit Deutschlands von Rohstoffimporten, welche für die Produktion von folgenden Schlüsseltechnologien notwendig sind: Elektromotoren, Windturbinen, Photovoltaik-Technologien, 3D Druck, Robotik, Digitaltechnologien, Drohnen, Lithium-Ionen-Batterien und Brennstoffzellen und Wasserstoff-Technologien.

Ziel der Studie ist es, auf Basis von detaillierten Handelsdaten die Abhängigkeit Deutschlands von Rohstoffimporten für Schlüsseltechnologien empirisch abzuleiten und Schlussfolgerungen für die Anpassung der Außenwirtschaftspolitik und des Geschäftsmodells Deutschlands zu ziehen.

Zusammenfassung der Ergebnisse

Die Europäische Kommission definiert 23 wichtige Rohstoffe, die für die Produktion von Schlüsseltechnologien notwendig sind. Anhand dieser Liste wurden für die vorliegende Studie Rohstoffe mit kritischen Abhängigkeiten definiert. Unter „kritischen Abhängigkeiten" verstehen wir Rohstoffe, die eine hohe Marktkonzentration hinsichtlich der Anzahl der Zulieferer aufweisen und zugleich essenziell für die Produktion von Schlüsseltechnologien sind. Ein geringer Diversifizierungsgrad hinsichtlich der Anzahl der Zulieferer ist mit einem höheren Risiko von Lieferausfällen im Falle negativer Schocks verbunden.

Drei Gruppen gemäß der Zuliefererdiversifizierung und der Verwendung der Rohstoffe

Die Rohstoffe können in drei Gruppen unterteilt werden. Die **erste Gruppe**[1] beinhaltet Rohstoffe, für die Deutschland diversifizierte Zulieferquellen hat und die in wenigen Schlüsseltechnologien verwendet werden. Die **zweite Gruppe**[2] besteht aus Rohstoffen, die zwar eine hohe Zuliefererkonzentration aufweisen, jedoch für die Produktion von wenigen Schlüsseltechnologien benötigt werden. Die **dritte Gruppe** umfasst Rohstoffe, die sowohl eine hohe Zuliefererkonzentration haben und gleichzeitig für die Produktion von mehr als der Hälfte der Schlüsseltechnologien benötigt werden. Diese Rohstoffe sind also essenziell für die Zukunftsfähigkeit Deutschlands, gleichzeitig bestehen große Abhängigkeiten, da Deutschland nur von wenigen Bezugsländern beliefert wird. Zu der Gruppe dieser **kritischen Rohstoffe** gehören die folgenden neun Rohstoffe: **Cobalt, Bor, Silicium, Graphit, Magnesium, Lithium, Niob, Seltene Erden, Titan**.

Identifikation ungenutzten Diversifizierungspotenzials

Die Analyse zeigt, dass weiterhin ungenutztes **Diversifizierungspotenzial** hinsichtlich der Bezugsländer von Rohstoffen besteht. Zwar handelt Deutschland die meisten kritischen Rohstoffe mit den wichtigsten Produzenten, was auf einen hohen Diversifizierungsgrad hindeutet. Jedoch können die Handelsbeziehungen zu vielen Partnern intensiviert werden und so Abhängigkeiten reduziert werden. Insbesondere bei **Seltenen Erden** sollten größere Anstrengungen unternommen werden, die Bezugsländer stärker zu **diversifizieren** - diesen Rohstoff bezieht Deutschland von nur zwei der fünf weltweit größten Exporteure.

Förderung einer stärkeren europäischen Zusammenarbeit

Außerdem sind die Mitgliedsländer der **Europäischen Union** (EU) wichtige Partner für Deutschlands Rohstoffversorgung: Deutsche Importe der neun kritischen Rohstoffe aus der

[1] Fluor, Germanium; Indium Gallium; Palladium

[2] Antimon, Phosphor, Tantal, Stronium, Platin, Vanadium, Wolfram, Rhodium

EU sind deutlich höher als der Anteil der EU an den weltweiten Exporten. Dies unterstreicht die Bedeutung einer stärkeren **europäischen Zusammenarbeit,** um den Zugang zu Rohstoffen zu gewährleisten und zu verbessern, ohne die Umwelt- und Sozialstandards zu senken. Die von der EU im Jahr 2020 gegründete „**European Raw Materials Alliance**" stellt eine wichtige Grundlage dar, um die gemeinsamen Anstrengungen in der EU zu verstärken. Insbesondere in Krisenzeiten ist die Marktmacht der EU von großer Bedeutung, um den Zugang zu Rohstoffen zu gewährleisten.

Geographische Konzentration kritischer Rohstoffe

Für sieben der oben aufgelisteten Rohstoffe ist **China** unter den Top 5 der wichtigsten Exporteure weltweit.[3] Für Lithium und Niob sind **lateinamerikanische Länder** die wichtigsten Zulieferer, während **asiatische Länder** besonders wichtig für den Bezug von Seltenen Erden sind - neben China sind Myanmar und Thailand große Produzenten, Vietnam hat hohe, bisher ungenutzte Vorkommen.

Zustand der Demokratie, Umwelt und Arbeitsbedingungen in den Bezugsländern

Deutsche Zulieferer schneiden in den Kategorien Arbeitsbedingungen, Demokratie und Umweltschutz im **Vergleich** zu denen der USA und China besser ab. Einzelne kritische Rohstoffe wie Bor oder Seltene Erden werden jedoch häufig aus Ländern importiert, die in den Kategorien Arbeitsbedingungen, Demokratie und Umweltschutz **schlecht abschneiden**.

Vorantreiben von EU-Handelsabkommen

Deutschland bzw. die EU hat mit ungefähr der Hälfte der Länder, die keine EU-Mitgliedstaaten und wichtige Exporteure der neun kritischen Rohstoffe sind, **Handelsabkommen** abgeschlossen. Mit diesen Ländern handelt Deutschland mehr als mit den Partnern ohne präferenziellen Marktzugang. Besonders für Cobalt und Titan gibt es noch einige Exporteure, mit denen Deutschland den Handel verstärken könnte, um so die Lieferkette resilienter zu gestalten. Um die Handelskosten zu reduzieren, sollte die EU den Abschluss von Handelsabkommen mit diesen Ländern vorantreiben. Zudem könnte die EU mit einer **Abschaffung der bestehenden Zölle** auf Rohstoffe in Höhe von durchschnittlich 3,5% schnell und unkompliziert Kosten für heimische Produzenten reduzieren. Handelsabkommen, Investitionsabkommen sowie **strategische Partnerschaften** mit weiteren Weltregionen könnten Unternehmen unterstützen, ihre Beschaffungsstrategie zu diversifizieren und den Marktzugang zu erleichtern.

[3] Bor, Graphit, Lithium, Seltene Erden, Cobalt, Silicium, Magnesium

Stimulierung von Investitionen

Um neue umweltschonende und innovative Schlüsseltechnologien zu entwickeln, sind Investitionen entscheidend. Aufgabe der Politik ist es **geeignete Rahmenbedingungen** beispielsweise durch den vereinfachten Zugang zu niederschwelligen Förderprogrammen für Unternehmen oder durch die Vergabe von Forschungsmitteln zu schaffen. Um zukunftsträchtige Innovationen zu fördern, ist der Gesichtspunkt der **Technologieoffenheit von besonderer Bedeutung.**

Forcierung der Kreislaufwirtschaft

Der Ausbau der **Kreislaufwirtschaft** ist ein weiteres wichtiges Element: Erstens können so neue Rohstoffe, nämlich die durch Recycling gewonnenen Sekundärrohstoffe, erschlossen werden. Zweitens stellt die Kreislaufwirtschaft eine große Chance dar, um neue Geschäftsmodelle zu entwickeln. Eine **EU-weite koordinierte Förderung** von Forschung und Entwicklung erlaubt wegen der größeren Reichweite bedeutende Effizienzgewinne. Bei der Vergabe von Förder- und Forschungsmitteln sollte allerdings immer ausreichender Wettbewerb sichergestellt sein.

Executive Summary:

- Die Produktion von Schlüsseltechnologien der Zukunft ist häufig von **importierten Rohstoffen** abhängig.
- Für diese Studie wurden **neun kritische Rohstoffe** identifiziert: Cobalt, Bor, Silicium, Graphit, Magnesium, Lithium, Niob, Seltene Erden, Titan. Sie haben eine **hohe Zuliefererkonzentration** und werden in **mehr als 4 Schlüsseltechnologien** verwendet.
- Für alle Rohstoffe außer Seltene Erden handelt Deutschland **mit mindestens vier der fünf weltweit führenden Exporteure**. Durch eine Intensivierung der bestehenden Handelsbeziehungen könnten Lieferketten resilienter gemacht werden. Für sieben der neun kritischen Rohstoffe ist **China** unter den Top 5 der wichtigsten Exporteure weltweit.
- **Seltene Erden** werden hauptsächlich aus Asien exportiert: neben China sind Myanmar und Thailand große Produzenten, Vietnam hat hohe, bisher ungenutzte Vorkommen, Deutschland könnte also die **Abhängigkeit von China** reduzieren.
- **Lateinamerika** ist der wichtigste Exporteur für **Lithium und Niob**.

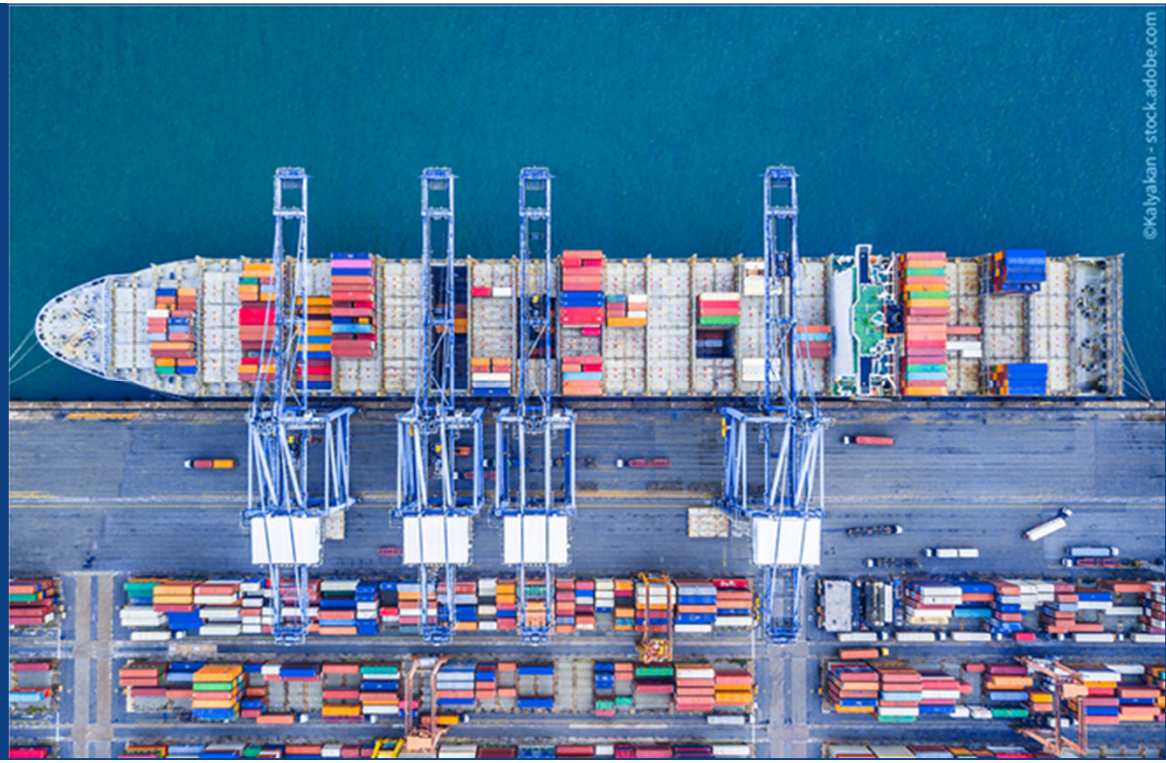
- Mit ungefähr der Hälfte der Länder, die außer den EU-Mitgliedsstaaten wichtige Exporteure der neun kritischen Rohstoffe sind, wurde bereits ein **Handelsabkommen** abgeschlossen.
- Deutsche Zulieferer von wichtigen Rohstoffen schneiden in den Kategorien **Arbeitsbedingungen, Demokratie und Umweltschutz** im Vergleich zu denen der USA und China **besser** ab. Einzelne Rohstoffe wie Bor oder Seltene Erden werden jedoch häufig aus Ländern importiert, die in den Kategorien Arbeitsbedingungen, Demokratie und Umweltschutz **schlecht abschneiden**.
- Es bedarf weiterer Forschung, um die Rohstoffabhängigkeit Deutschlands vor allem in anderen Sektoren als den hier analysierten Zukunftstechnologien zu identifizieren. Außerdem ist es essenziell zu ermitteln welche Länder aufgrund großer ungenutzter Reserven ein hohes künftiges Exportpotenzial besitzen.

28.06.2022

Wie abhängig ist Deutschland von Rohstoffimporten bei der Produktion von Schlüsseltechnologien?

Prof. Dr. Lisandra Flach, Dr. Feodora Teti, Isabella Gourevich, Lisa Scheckenhofer, Leif Grandum
ifo Zentrum für Außenwirtschaft

Kurzeinschätzung im Rahmen des Vertrags zur Erstellung volkswirtschaftlicher Studien, IHK München und Oberbayern



ifo INSTITUT

Motivation

- Der Ukrainekrieg, geopolitische Spannungen sowie die neuen Anforderungen für die Lieferkettengestaltung stellen große Herausforderungen für Lieferketten dar.
- Abhängigkeiten und Lieferkettenstörungen können bei Rohstoffen, deren Lieferkette in der Regel schwieriger zu diversifizieren ist, besonders problematisch sein.
- Insbesondere die Produktion von zukunftsweisenden Schlüsseltechnologien, die unter anderem für die Energiewende notwendig sind, ist häufig von importierten Rohstoffen abhängig.
- Ist Deutschland unter den derzeitigen Bedingungen bereit den Zukunftswandel zu bewerkstelligen? Wie abhängig ist Deutschland von Rohstoffimporten?

Ziel der Studie: Die Studie untersucht die Abhängigkeit Deutschlands von Rohstoffimporten, die für die Produktion von Schlüsseltechnologien notwendig sind. Wir untersuchen Alternativmärkte und erarbeiten Politikempfehlungen.

Leitfragen der Studie

1. **Welche Rohstoffe** braucht Deutschland für die Produktion von **Schlüsseltechnologien**?
2. Woher bezieht Deutschland **wichtige und kritische Rohstoffe**? Bei welchen Rohstoffen besteht eine **große Abhängigkeit**?
3. Welche Rohstoffe werden als kritisch eingestuft? Welche Länder sind die Hauptexporteure von kritischen Rohstoffen?
4. Rohstoffe befinden sich oft in Ländern mit autoritären Regimen. Wie sind die Arbeitsbedingungen, Zustand der Demokratie und der Umwelt in den Hauptexportländern?
5. Mit welchen Rohstoffexporteuren hat die EU **derzeitig Handelsabkommen** geschlossen?
6. Haben **China** und **USA** besseren Marktzugang zu den jeweiligen Exportländern von Rohstoffen?

01

Schlüsseltechnologien und die darin enthaltenen Rohstoffe

Schlüsseltechnologien

Die **Li-Ionen-Batterietechnologie** wird sowohl für die E-Mobilität als auch für die Energiespeicherung bei der intermittierenden Stromerzeugung immer häufiger eingesetzt.

Brennstoffzellen sind eine wichtige Energieumwandlungstechnologie, die zusammen mit Wasserstoff als Kraftstoff ein großes Potenzial für die Dekarbonisierung des Energiesystems und die E-Mobilität in der Zukunft bieten kann.

Der **3D-Druck** wird die traditionellen Lieferketten rasch umgestalten und die konventionelle Fertigung ersetzen. Dies wird zu einer erheblichen Verschiebung der Menge und Art der verbrauchten Rohstoffe und verarbeiteten Materialien führen.

Elektrische Traktionsmotoren sind zentrale Komponenten in E-Fahrzeugen. Permanentmagnet-motoren sind besonders effizient und attraktiv für aktuelle und zukünftige E-Mobilitätsanwendungen.

Die **Photovoltaik** (PV)-Technologie wird zusammen mit der Windenergie zur Umgestaltung des globalen Elektrizitätssektors beitragen; PV-Paneele sind auch für Weltraumanwendungen relevant.

Die **Robotik** ist eine aufstrebende Technologie, die in der Fertigung der Zukunft eine immer wichtigere Rolle spielen wird, u. a. in den Bereichen Luft- und Raumfahrt, Energie-technologien und Automobil-anwendungen.

Drohnen werden zunehmend sowohl für zivile als auch für verschiedene militärische Anwendungen eingesetzt.

Die **Windenergie** ist bereits jetzt eine der kosteneffizientesten erneuerbaren Energietechnologien zur Eindämmung des Klimawandels.

Digitale Technologien unterstützen den digitalen Sektor, der alle in dieser Studie bewerteten Technologien ermöglicht.

Quelle: Europäische Kommission (2020)

(Wichtige) Rohstoffe für die Produktion von Schlüsseltechnologien

	3D-Druck	Drohnen	Digitale Technologien	Brennstoffzellen	Li-Ionen Batterie	Robotik	Photovoltaik	E-Motoren	Windenergie
Aluminium	X	X		X	X	X	X	X	X
● **Antimon**						**X**			
● **Beryllium**		**X**							
Blei			X				X		X
● **Bor**		**X**	**X**	**X**		**X**	**X**	**X**	**X**
Cadmium							X		
Chrom	X	X	X	X		X		X	X
● **Cobalt**	**X**	**X**	**X**	**X**	**X**	**X**			
Eisen	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Feld				X					
● **Fluor**					**X**				
● **Gallium**		**X**	**X**			**X**	**X**		
● **Germanium**			**X**				**X**		
Gold		X	X	X					
● **Graphite**		**X**	**X**	**X**	**X**	**X**			
● **Indium**			**X**			**X**	**X**		
Kaolin				X					
Kupfer	X	X	X	X	X	X	X	X	X
● **Lithium**		**X**	**X**	**X**	**X**	**X**			
● **Magnesium**	**X**	**X**	**X**	**X**		**X**			
Mangan	X	X	X		X	X			X

● = **wichtiger** Rohstoff gemäß der Definition der Europäischen Kommission (2020), siehe Appendix I

Quelle: Europäische Kommission (2020)

(Wichtige) Rohstoffe für die Produktion von Schlüsseltechnologien

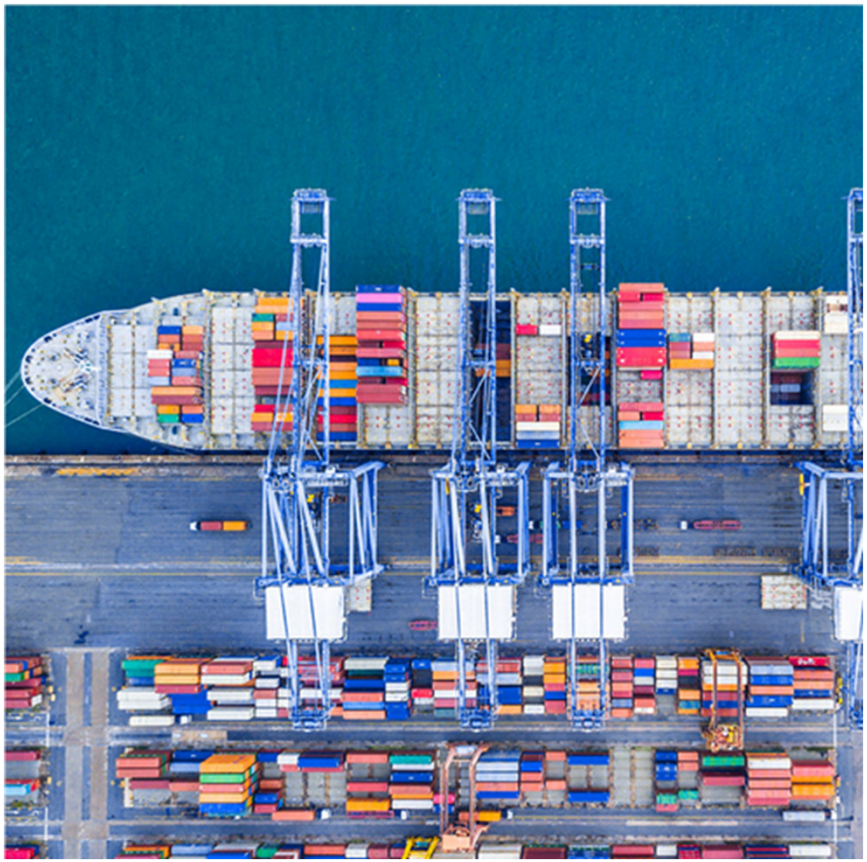
	3D-Druck	Drohnen	Digitale Technologien	Brennstoffzellen	Li-Ionen Batterie	Robotik	Photovoltaik	E-Motoren	Windenergie
Molybdän	X			X		X	X	X	X
Nickel	X	X	X	X	X	X	X	X	X
● **Niob**	**X**	**X**			**X**	**X**			**X**
● **Palladium**		**X**	**X**	**X**		**X**			
● **Phosphor**					**X**				
● **Platin**		**X**	**X**	**X**		**X**			
● **Rhodium**		**X**	**X**	**X**		**X**			
Selen							X		
● **Seltene Erden**		**X**	**X**	**X**		**X**		**X**	**X**
Silber			X	X			X		
● **Silicium**	**X**	**X**	**X**	**X**	**X**	**X**	**X**	**X**	
● **Strontium**			**X**	**X**		**X**			
● **Tantal**		**X**				**X**			
Tellur						X	X		
● **Titan**	**X**	**X**	**X**	**X**	**X**	**X**			
● **Vanadium**	**X**	**X**		**X**		**X**			
● **Wolfram**	**X**	**X**	**X**			**X**			
Zink						X	X		
Zinn			X		X		X		
Zirkonium	X			X		X			

● = **wichtiger** Rohstoff gemäß der Definition der Europäischen Kommission (2020), siehe Appendix I

Quelle: Europäische Kommission (2020)

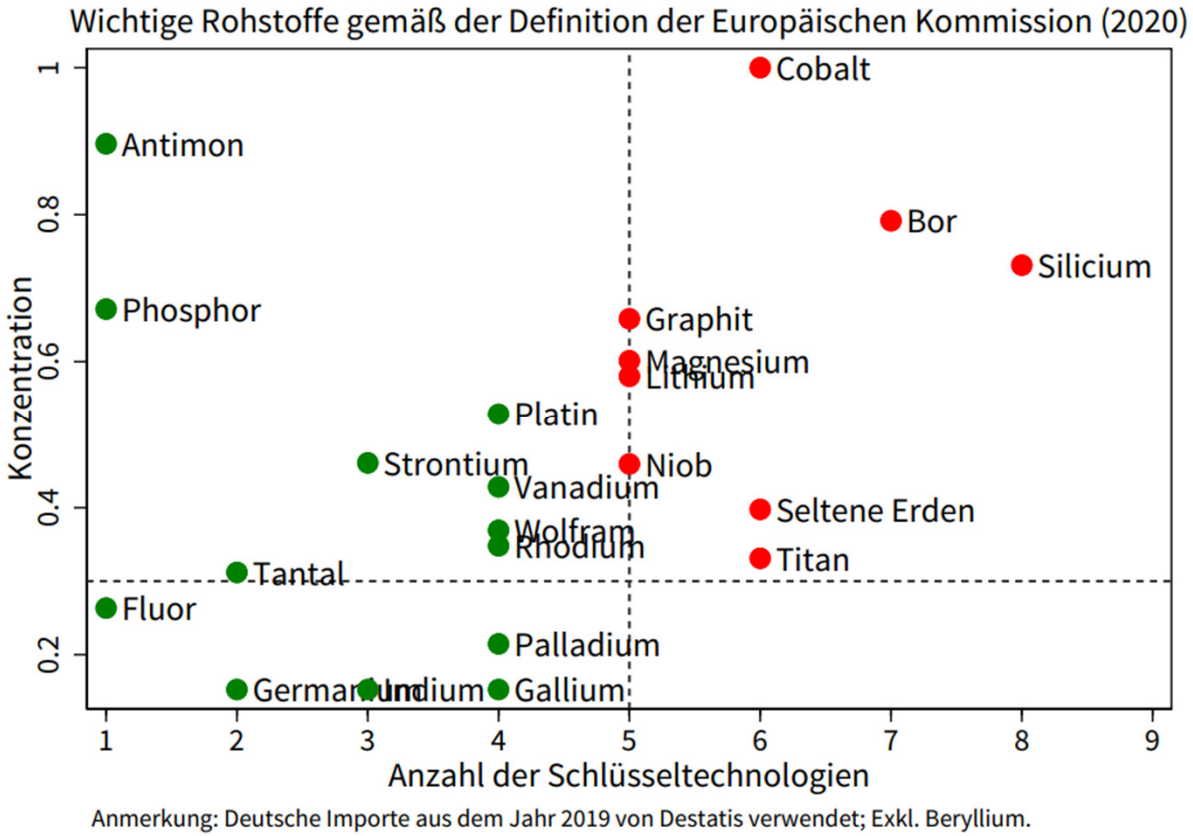
02

Die Abhängigkeit Deutschlands von Rohstoffimporten



Identifikation kritischer Rohstoffe

Verwendung und Zuliefererkonzentration wichtiger Rohstoffe



Anmerkung: Deutsche Importe aus dem Jahr 2019 von Destatis verwendet; Exkl. Beryllium.

ZUSAMMENFASSUNG

- **Vertikale Achse**: Zur Messung der geographischen Zulieferer-konzentration deutscher Rohstoffimporte wird der Herfindahl-Hirschman-Index (HHI) berechnet,

  1 = stärkste Konzentration.*
- Die **horizontale Achse** zeigt die Anzahl der Schlüsseltechnologien, in denen die jeweiligen Rohstoffe verwendet werden.
- **Rote Punkte = kritische Rohstoffe**: Auswahl der Rohstoffe, die eine hohe geographische Konzentration und häufige Verwendung aufweisen.

* Informationen zum exakten Vorgehen und den Quellen sind im Appendix I zu finden.

Detaillierte Analyse aller kritischen Rohstoffe

Risiken im Beschaffungsland: Arbeitsbedingungen, Demokratie und Umwelt

- Zur Bewertung der aktuellen Bedingungen der wichtigsten Exporteure von Rohstoffen werden die unten genannten drei Indizes verwendet.
- Die Analyse basiert auf einem Ampelsystem für jeden Index.*

1. Arbeitsbedingungen

Verstöße gegen Arbeitnehmerrechte in Gesetz und Praxis

2. Demokratie-Index

Zustand der Demokratie

3. Umwelt-Index

Gesundheitszustand der Umwelt & Lebensfähigkeit der Ökosysteme

* Appendix II beschreibt die einzelnen Indizes und ihre Skalen.

Formen kritischer Rohstoffe

- Jedem **kritischen Rohstoff** werden **Handelsgütercodes**, die den Rohstoff **in einer bestimmten Form** abbilden, zugeordnet.*
- Diese Codes bilden entweder die (1) **unverarbeitete** Form des Rohstoffes (mineralische Stoffe oder chemische Industrie) oder (2) dessen **verarbeitete** Form (unedle Metalle) ab.

  Beispiel: Magnesium, (1) z.B. Magnesiumchlorid oder Magnesiumsulfat und (2) z.B. Drehspäne und Körner aus Magnesium
- Vier kritische Rohstoffe werden nur durch Codes der **unverarbeiteten** Form abgebildet: **Bor, Graphit, Lithium, Seltene Erden.**
- Ein kritischer Rohstoff wird nur durch Codes der **verarbeiteten** Form abgebildet: **Niob.**
- Vier kritische Rohstoffe werden durch Codes beider Formen abgebildet: **Cobalt, Silicium, Magnesium, Titan.**

* Appendix III enthält die exakte Zuordnung der Handelsgüter zu den Rohstoffen.

Bor

VORKOMMEN UND PRODUZENTEN

- Liegt in den kommerziell wichtigen Formen Borsäure und Borate vor.
- Ein knappes Gut, das an einzelnen Orten in erheblichen Mengen konzentriert vorkommt.

Größte Rohstoffvorkommen* weltweit:

Türkei (1200m t); USA (40m t); Russland (40m t); Chile (35m t); China (24m t).

Top 5 Produzenten:

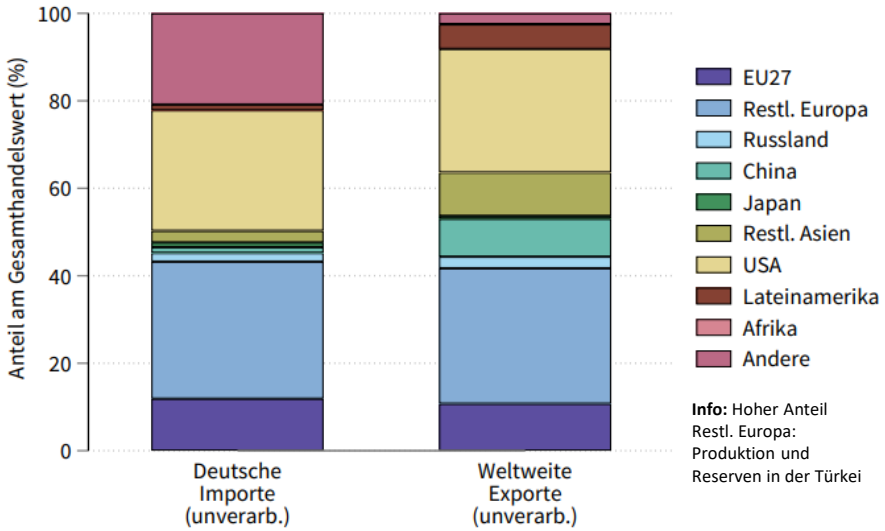
Zwei führende Produzenten: USA** und Türkei (2m t); weitere wichtige Produzenten sind China (0,38m t), Chile (0,35m t), Bolivien (0,2m t).

WIRD BENÖTIGT FÜR DIE PRODUKTION VON

Brennstoff-zellen | Wind-energie | Robotik | Drohnen | PV | Digitale Technologien | E-Motoren

* Def: Teil der Vorkommen, der zum Bestimmungszeitpunkt abgebaut/ produziert werden könnte.
** Keine exakten Zahlen veröffentlicht.

Anteil an deutschen Borimporten und an weltweiten Borexporten



Info: Hoher Anteil Restl. Europa: Produktion und Reserven in der Türkei

WICHTIGSTE EXPORTEURE WELTWEIT	WIE VIEL IMPORTIERT DEUTSCHLAND?	HANDELS-ABKOMMEN	RISIKEN
TUR (31%)	31%	✓	
USA (28%)	28%	✗	
CHN (9%)	1%	✗	
KOR (4%)	0.1%	✓	
HKG (4%)	-	✗	

● Keine Informationen vorhanden.

Graphit

VORKOMMEN UND PRODUZENTEN

- Eines der wenigen Elemente, die in der Natur in ihrer ursprünglichen Form vorkommen.
- Traditionell ist die Stahlindustrie der Hauptabnehmer von Naturgraphit. Aktuelle Entwicklungen von Brennstoffzellen können die Nachfrage künftig stark erhöhen.

Größte Rohstoffvorkommen*:

Türkei (ca. 28%); China (ca. 23%); Brasilien (ca. 22%); Madagaskar (ca. 8%); Mosambik (ca. 8%).

Top 5 Produzenten (Naturgraphit):

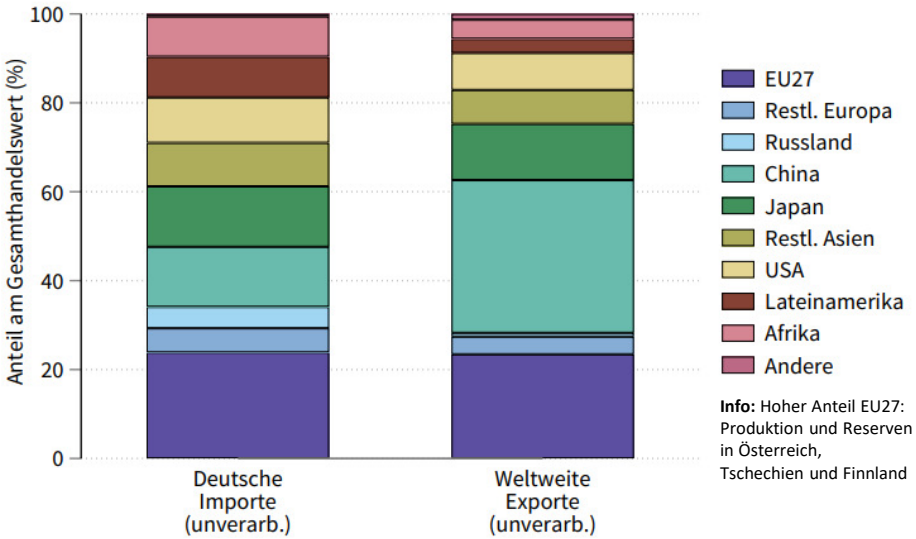
China (ca. 79%); Brasilien (ca. 7%); Mosambik (ca. 3%); Russland (ca. 3%); Madagaskar (ca. 2%).

WIRD BENÖTIGT FÜR DIE PRODUKTION VON

Li-Ionen-Batterie | Brennstoff-zellen | Robotik | Drohnen | Digitale Technologien

* Def: Teil der Vorkommen, der zum Bestimmungszeitpunkt abgebaut/ produziert werden könnte.

Anteil an deutschen Graphitimporten und an weltweiten Graphitexporten



Info: Hoher Anteil EU27: Produktion und Reserven in Österreich, Tschechien und Finnland

WICHTIGSTE EXPORTEURE WELTWEIT	WIE VIEL IMPORTIERT DEUTSCHLAND?	HANDELS-ABKOMMEN	RISIKEN
CHN (34%)	14%	✗	
JPN (13%)	14%	✓	
USA (8%)	10%	✗	
ESP (6%)	1%	✓	
FRA (5%)**	12%	✓	

** Deutschland Top5-Exporteur, gefolgt von Frankreich.

Lithium

VORKOMMEN UND PRODUZENTEN

- Lithium wird aus hartem Gestein (vor allem in Australien) oder aus Solen (vor allem in Chile und Argentinien) abgebaut.
- Der Großteil der weltweiten Lithiumproduktion ist sehr konzentriert und stammt aus nur 9 Betrieben.

Größte Rohstoffvorkommen* weltweit:

Chile (ca. 42%); Australien (ca. 26%); Argentinien (ca. 10%); China (ca. 7%); USA (ca.3%)

Top 5 Produzenten:**

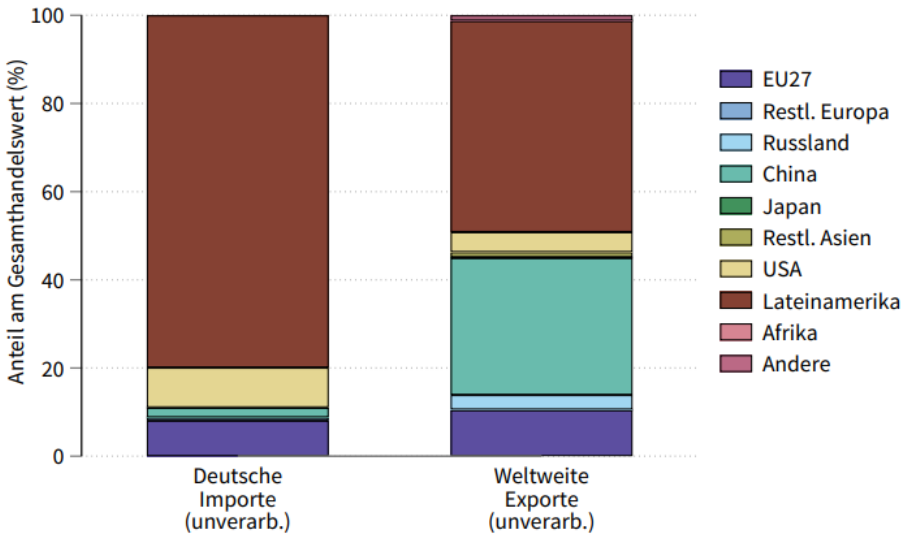
Australien (39,7 tsd t); Chile (21,5 tsd t); China (13,3 tsd t); Argentinien (5,9 tsd t); Brasilien (1,4 tsd t)

WIRD BENÖTIGT FÜR DIE PRODUKTION VON

Li-Ionen-Batterie | Brennstoffzellen | Robotik | Drohnen | Digitale Technologien

* Def: Teil der Vorkommen, der zum Bestimmungszeitpunkt abgebaut/ produziert werden könnte.
** Keine exakten Zahlen für die USA veröffentlicht.

Anteil an deutschen Lithiumimporten und an weltweiten Lithiumexporten



WICHTIGSTE EXPORTEURE WELTWEIT	WIE VIEL IMPORTIERT DEUTSCHLAND?	HANDELS-ABKOMMEN	RISIKEN
CHL (39%)	75%	✓	
CHN (31%)	2%	✗	
ARG (9%)	5%	✗	
USA (5%)	9%	✗	
BEL (4%)	3%	✓	

Seltene Erden

VORKOMMEN UND PRODUZENTEN

- "Seltene Erden" ist ein Sammelbegriff für 17 metallische Elemente.
- Im Jahr 2011 entfielen 97 % der Weltproduktion auf China, jedoch kündigte China Ausfuhrbeschränkungen an, was zu verstärkten Explorationsaktivitäten in anderen Ländern führte.

Größte Rohstoffvorkommen* weltweit:**

China (ca. 37%); Vietnam (ca. 18%); Russland (ca. 18%); Brasilien (ca. 18%); Indien (ca. 6%).

Top 5 Produzenten:

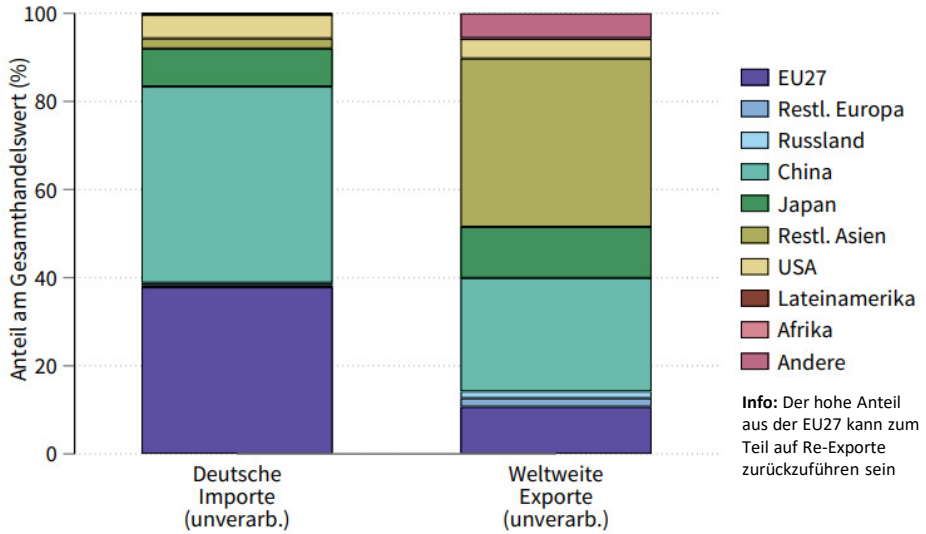
China (ca. 58%); USA (ca.17%); Burma/ Myanmar (ca. 13%); Australien (ca. 9%); Thailand (ca. 2%).

WIRD BENÖTIGT FÜR DIE PRODUKTION VON

Brennstoff-zellen | Wind-energie | Robotik | Drohnen | Digitale Technologien | E-Motoren

* Def: Teil der Vorkommen, der zum Bestimmungszeitpunkt abgebaut/ produziert werden könnte.
** Keine exakten Zahlen für Burma/Myanmar und Thailand verfügbar.

Anteil an deutschen Seltene Erdenimporten und an weltweiten Seltene Erdenexporten



Info: Der hohe Anteil aus der EU27 kann zum Teil auf Re-Exporte zurückzuführen sein

WICHTIGSTE EXPORTEURE WELTWEIT	WIE VIEL IMPORTIERT DEUTSCHLAND?	HANDELS-ABKOMMEN	RISIKEN
CHN (26%)	45%	✗	
MYS (14%)	-	✗	
JPN (12%)	9%	✓	
VNM (9%)	-	✓	
MMR (8%)	-	✗	

Niob

VORKOMMEN UND PRODUZENTEN

- Fast immer in Kombination mit Tantal und nie in reiner Form zu finden.
- Die wichtigsten gehandelten Formen sind Ferroniob (vor allem in der Stahlindustrie) und Niob-Legierungen.

Größte Rohstoffvorkommen* weltweit:

Brasilien (16m t); Kanada (1,6m t)

Top 2 Produzenten:

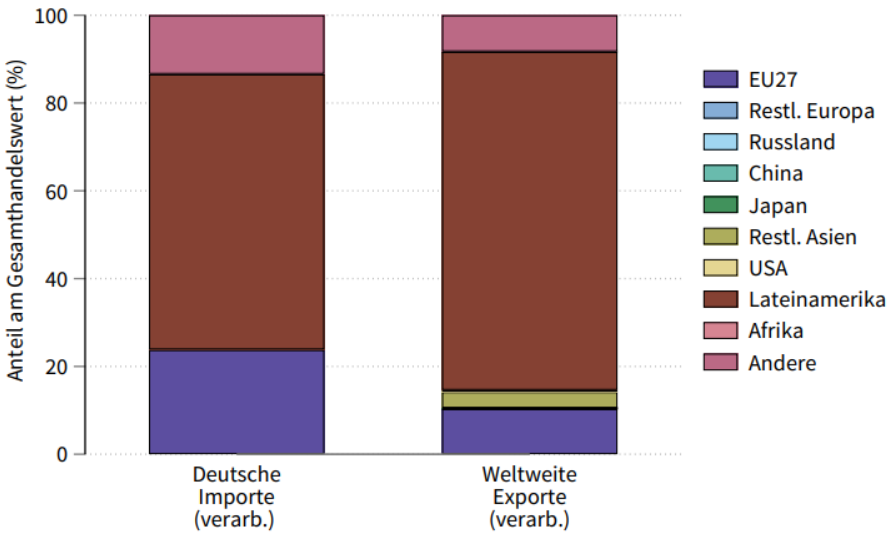
Brasilien (ca. 88%); Kanada (ca. 10%)

WIRD BENÖTIGT FÜR DIE PRODUKTION VON

Li-Ionen-Batterie | Wind-energie | Drohnen | 3D-Druck | Robotik

* Def: Teil der Vorkommen, der zum Bestimmungszeitpunkt abgebaut/ produziert werden könnte.

Anteil an deutschen Niobimporten und an weltweiten Niobexporten



WICHTIGSTE EXPORTEURE WELTWEIT	WIE VIEL IMPORTIERT DEUTSCHLAND?	HANDELS-ABKOMMEN	RISIKEN
BRA (77%)	63%	✗	
NLD (8%)	22%	✓	
CAN (8%)	13%	✓	
SGP (3%)	-	✓	
SWE (1%)	0,2%	✓	

Cobalt

VORKOMMEN UND PRODUZENTEN

- Cobalt wird meist als Nebenprodukt beim Abbau von Kupfer- und Nickelerzen (und anderen Metallen) gewonnen.
- Aufwendige Verarbeitung dieser Erze zur Gewinnung von Cobalt.

Größte Rohstoffvorkommen* weltweit (geförderter Cobalt):

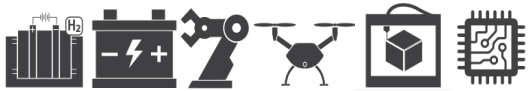
Dem. Republik Kongo (46%); Australien (18%); Indonesien (8%); Kuba (7%); Philippinen (3%).

Top 5 Produzenten:

Dem. Republik Kongo (ca. 70%); Russland (ca. 4%); Australien (ca. 3%); Philippinen (ca. 2,5%); Kanada (ca. 2,5%).

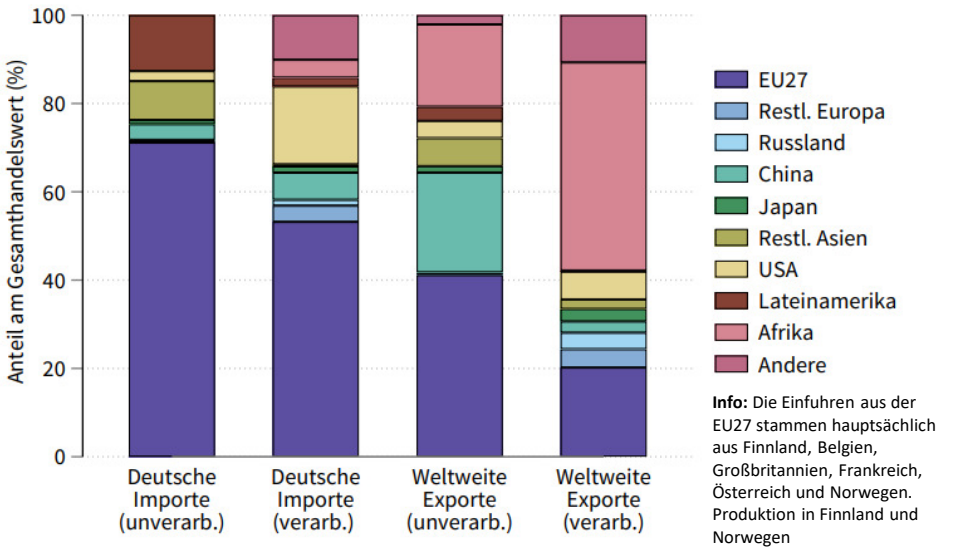
WIRD BENÖTIGT FÜR DIE PRODUKTION VON

Brennstoff-zellen | Li-Ionen-Batterie | Robotik | Drohnen | 3D-Druck | Digitale Technologien



* Def: Teil der Vorkommen, der zum Bestimmungszeitpunkt abgebaut/ produziert werden könnte.

Anteil an deutschen Cobaltimporten und an weltweiten Cobaltexporten



Info: Die Einfuhren aus der EU27 stammen hauptsächlich aus Finnland, Belgien, Großbritannien, Frankreich, Österreich und Norwegen. Produktion in Finnland und Norwegen

WICHTIGSTE EXPORTEURE WELTWEIT	WIE VIEL IMPORTIERT DEUTSCHLAND?	HANDELS-ABKOMMEN	RISIKEN
COD (34%)	-	✗	
CHN (7%)	5%	✗	
FIN (7%)	14%	✓	
CAN (6%)	6%	✓	
USA (6%)	12%	✗	

Silicium

VORKOMMEN UND PRODUZENTEN

- Kommt in der Natur nicht in reiner Form vor, sondern als Verbindung mit Sauerstoff in Silikatmineralien.
- Das in aufwendiger Aufbereitung erworbene hochreine Silizium wird in der Halbleiterfertigung genutzt.

Größte Rohstoffvorkommen* weltweit:

Quantitative Schätzungen sind nicht verfügbar. Silizium in Form von Silikaten ist jedoch das zweithäufigste Element in der Erdkruste. Die weltweiten Ressourcen für die Herstellung von Siliziummetall und -legierungen sind reichlich vorhanden.

Top 5 Produzenten (Ferrosilizium und Silizium-Metall):

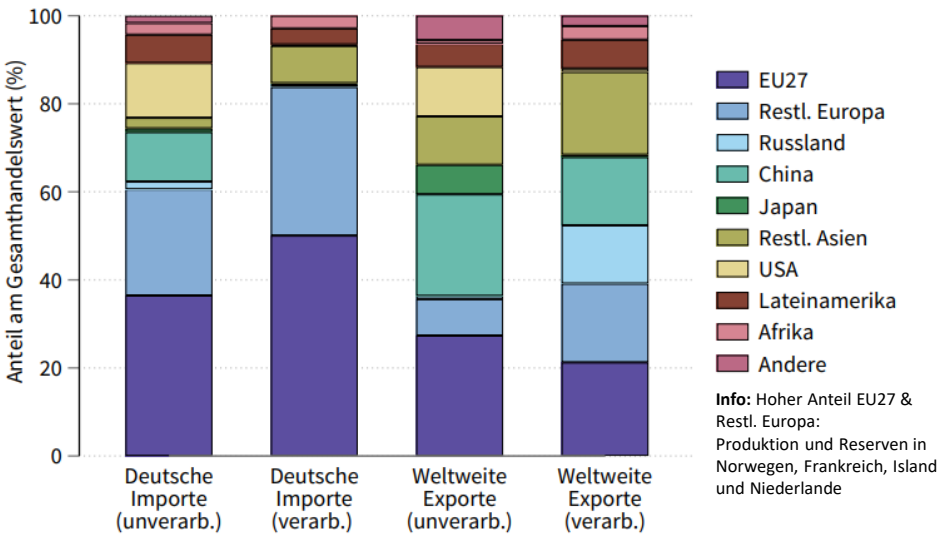
China (ca. 69%); Russland (ca. 7%); Brasilien (ca. 5%); Norwegen (ca. 4%); USA (ca. 3%).

WIRD BENÖTIGT FÜR DIE PRODUKTION VON

Li-Ionen-Batterie | Brennstoffzellen | Robotik | Drohnen | 3D-Druck | PV | Digitale Technologien | E-Motoren

* Def: Teil der Vorkommen, der zum Bestimmungszeitpunkt abgebaut/ produziert werden könnte.

Anteil an deutschen Siliciumimporten und an weltweiten Siliciumexporten



Info: Hoher Anteil EU27 & Restl. Europa: Produktion und Reserven in Norwegen, Frankreich, Island und Niederlande

WICHTIGSTE EXPORTEURE WELTWEIT	WIE VIEL IMPORTIERT DEUTSCHLAND?	HANDELS-ABKOMMEN	RISIKEN
CHN (21%)	9%	✗	
USA (8%)**	9%	✗	
NOR (8%)	19%	✓	
BRA (5%)	6%	✗	
JPN (5%)	1%	✓	

** Deutschland Top2-Exporteur, gefolgt von USA.

Magnesium

VORKOMMEN UND PRODUZENTEN

- Kommt in einer Vielzahl von Verbindungen mit anderen Elementen vor.
- Magnesiummetall und -verbindungen können aus Meerwasser, natürlichen Solen und Mineralien gewonnen werden.

Größte Rohstoffvorkommen* weltweit (Magnesit):

Russland (ca. 32%); China (ca. 14%); Slowakei (ca. 5%); Australien (ca. 4%); Griechenland (ca. 4%).

Top 5 Produzenten (in Magnesit enthaltenes MgO):**

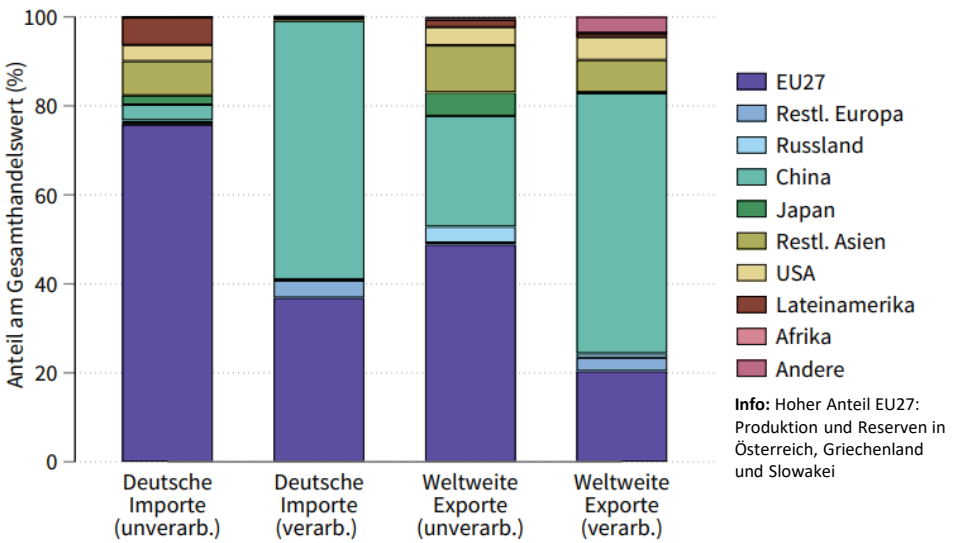
China (19m t); Brasilien (1,8m t); Türkei (1,5m t); Russland (1m t); Österreich (0,8m t).

WIRD BENÖTIGT FÜR DIE PRODUKTION VON

Brennstoff-zellen | Robotik | Drohnen | 3D-Druck | Digitale Technologien

* Def: Teil der Vorkommen, der zum Bestimmungszeitpunkt abgebaut/ produziert werden könnte.
** Keine exakten Zahlen für die USA veröffentlicht.

Anteil an deutschen Magnesiumimporten und an weltweiten Magnesiumexporten



Info: Hoher Anteil EU27: Produktion und Reserven in Österreich, Griechenland und Slowakei

WICHTIGSTE EXPORTEURE WELTWEIT	WIE VIEL IMPORTIERT DEUTSCHLAND?	HANDELS-ABKOMMEN	RISIKEN
CHN (49%)	50%	✗	
ISR (5%)***	1%	✓	
USA (5%)	1%	✗	
AUT (4%)	17%	✓	
NLD (3%)	12%	✓	

*** Deutschland Top2-Exporteur, gefolgt von Israel.

Titan

VORKOMMEN UND PRODUZENTEN

- Auf Ilmenit entfallen 90 % des weltweiten Verbrauchs an Titanmineralien.
- 95 % des Titans wird in Form von Titandioxid verbraucht, einem weißen Pigment, das in Farben, Papier und Kunststoffen verwendet wird.

Größte Rohstoffvorkommen* weltweit (Ilmenit und Rutil):

China (ca. 31%); Australien (ca. 25%); Indien (ca. 12%); Brasilien (ca. 6%); Norwegen (ca. 5%).

Top 5 Produzenten (Ilmenit und Rutil):

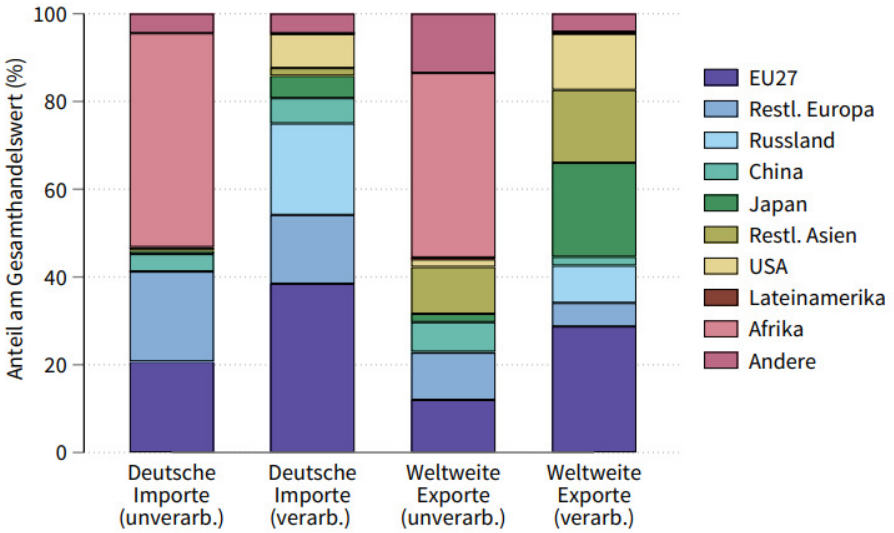
China (ca. 33%); Südafrika (ca. 13%); Mosambik (ca. 11%); Australien (ca. 8%); CAN, UKR und NOR (alle ca. 7%).

WIRD BENÖTIGT FÜR DIE PRODUKTION VON

Li-Ionen-Batterie | Brennstoffzellen | Robotik | Drohnen | 3D-Druck | Digitale Technologien

* Def: Teil der Vorkommen, der zum Bestimmungszeitpunkt abgebaut/ produziert werden könnte.

Anteil an deutschen Titanimporten und an weltweiten Titanexporten



WICHTIGSTE EXPORTEURE WELTWEIT	WIE VIEL IMPORTIERT DEUTSCHLAND?	HANDELS-ABKOMMEN	RISIKEN
ZAF (14%)	28%	✓	
JPN (8%)	2%	✓	
AUS (7%)	1%	✗	
USA (5%)	2%	✗	
UKR (5%)	4%	✓	

Deutschland im internationalen Vergleich:
Haben China und USA besseren Marktzugang zu den jeweiligen Exportländern von Rohstoffen?

USA und China sind häufiger Nettoexporteure von wichtigen Rohstoffen

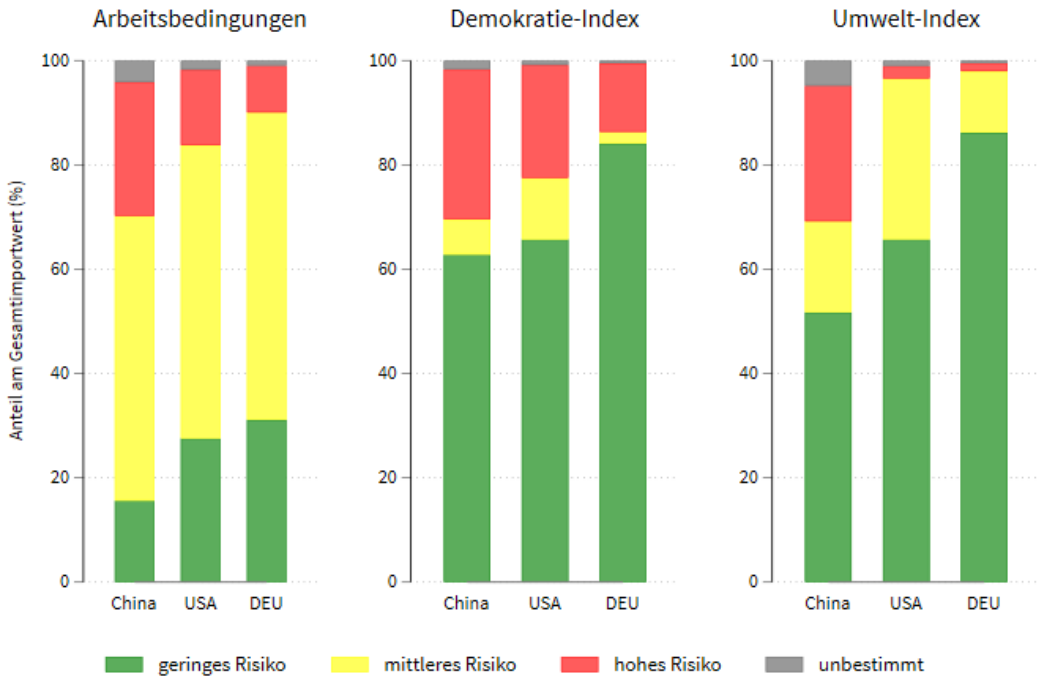
Subsample aller wichtigen Rohstoffe gemäß der Europäischen Kommission (2020)*

CHINA	USA	DEUTSCHLAND
Graphit	**Bor**	**Magnesium**
Lithium	**Lithium**	**Silicium**
Magnesium	**Silicium**	**Fluor**
Seltene Erden	**Beryllium**	**Gallium/ Germanium/ Indium**
Silicium	**Phosphor**	**Rhodium**
Antimon	**Tantal**	
Fluor		
Gallium/ Germanium/ Indium		
Phosphor		
Tantal		
Vanadium		
Wolfram		

rot = kritische Rohstoffe, die eine hohe geographische Konzentration und häufige Verwendung aufweisen (gemäß unserer Analyse S.9).

* Anmerkung: Es werden sowohl die Gütercodes, die die **(1)** unverarbeitete und **(2)** verarbeitete Form der Rohstoffe abbilden, berücksichtigt. Dies erklärt mitunter Deutschlands Rolle als Nettoexporteur für einige Rohstoffe. Beispiel: Deutschland ist einerseits hauptsächlich Nettoexporteur von **(1)** Magnesiumsalzen und andererseits Nettoimporteur von **(2)** Magnesiummetallen.

Anteil der Rohstoffimporte gemäß ihrem länderspezifischen Risiko:
Subsample aller wichtigen Rohstoffe gemäß der Europäischen Kommission (2020)



DEUTSCHLANDS LÄNDERSPEZIFSCHES RISIKO IM VERGLEICH ZU CHINA UND USA NIEDRIGER:

- **Insgesamt** entfällt für Deutschland ein **geringerer Anteil** des gesamten Importwertes wichtiger Rohstoffe auf Länder mit **hohem & mittlerem Risiko.**
- Während Deutschland ca. 60% seines Importwertes wichtiger Rohstoffe aus Ländern mit regelmäßigen oder systematischen **Arbeitnehmerrechtsverstößen** bezieht, sind es für die USA und China **ca. 10 bzw. 20 Prozentpunkte mehr.**
- Im Vergleich zu China und den USA kommen Deutschlands Importe von wichtigen Rohstoffen zu einem **größeren** Anteil aus **demokratischen Ländern.**
- **Ca. 80%** des deutschen Gesamtimportwertes wichtiger Rohstoffe werden aus Ländern mit einem soliden Gesundheitszustand der Umwelt bzw. **geringem Umweltrisiko** bezogen.

Zusammenfassung

- Die Produktion von Schlüsseltechnologien der Zukunft ist häufig von **importierten Rohstoffen** abhängig.
- Für diese Studie wurden **neun kritische Rohstoffe** identifiziert: Cobalt, Bor, Silicium, Graphit, Magnesium, Lithium, Niob, Seltene Erden, Titan. Sie haben eine **hohe Zuliefererkonzentration** und werden in **mehr als 4 Schlüsseltechnologien** verwendet.
- Für alle Rohstoffe außer Seltene Erden handelt Deutschland **mit mindestens vier der fünf weltweit führenden Exporteure**. Durch eine Intensivierung der bestehenden Handelsbeziehungen könnten Lieferketten resilienter gemacht werden. Für sieben der neun kritischen Rohstoffe ist **China** unter den Top 5 der wichtigsten Exporteure weltweit.
- **Seltene Erden** werden hauptsächlich aus Asien exportiert: neben China sind Myanmar und Thailand große Produzenten, Vietnam hat hohe, bisher ungenutzte Vorkommen, Deutschland könnte also die **Abhängigkeit von China** reduzieren.
- **Lateinamerika** ist der wichtigste Exporteur für **Lithium und Niob**.
- Mit ungefähr der Hälfte der Länder, die außer den EU-Mitgliedsstaaten wichtige Exporteure der neun kritischen Rohstoffe sind, wurde ein **Handelsabkommen** abgeschlossen.
- Deutsche Zulieferer von wichtigen Rohstoffe schneiden in den Kategorien **Arbeitsbedingungen, Demokratie und Umweltschutz** im Vergleich zu denen der USA und China **besser** ab. Einzelne Rohstoffe wie Bor oder seltene Erden werden jedoch häufig aus Ländern importiert, die in den Kategorien Arbeitsbedingungen, Demokratie und Umweltschutz **schlecht abschneiden**.
- Es bedarf weiterer Forschung, um die Rohstoffabhängigkeit Deutschlands vor allem in anderen Sektoren als den hier analysierten Zukunftstechnologien zu identifizieren. Außerdem ist es essenziell zu ermitteln welche Länder aufgrund großer ungenutzter Reserven ein hohes künftiges Exportpotenzial haben.

Handlungsempfehlungen

- Es besteht weiterhin ungenutztes **Diversifizierungspotenzial**: Deutschland sollte größere Anstrengungen unternehmen, um die Bezugsländer weiter zu **diversifizieren** und bestehende Handelsbeziehungen zu **intensivieren,** zum Beispiel mit Exporteuren von kritischen Rohstoffe wie Argentinien, Brasilien, USA und Australien.

- Deutschland importiert viele kritische Rohstoffe aus anderen EU-Ländern**.** Eine stärkere **europäische Zusammenarbeit** ist ein wesentliches Element, um den Zugang zu gewährleisten und zu verbessern, ohne die Umwelt- und Sozialstandards zu senken. Auch die von der EU im Jahr 2020 gegründete „**European Raw Materials Alliance**" stellt eine wichtige Grundlage dar, um die gemeinsamen Anstrengungen in der EU zu verstärken. Insbesondere in Krisenzeiten ist die Marktmacht der EU von großer Bedeutung, um den Zugang zu Rohstoffen zu gewährleisten.

- Der Abschluss von **Handelsabkommen, Investitionsabkommen** sowie **strategischer Partnerschaften** könnte deutschen und EU Unternehmen helfen, ihre Beschaffungsstrategie zu diversifizieren und den Marktzugang zu erleichern. Allerdings kann die aktuelle Gesetzeslage in Deutschland die Intensivierung der Handelsbeziehungen erschweren.

- Um neue umweltschonende und innovative Schlüsseltechnologien zu entwickeln, sind **Investitionen** entscheidend. Die Politik sollte **geeignete Rahmenbedingungen** schaffen z.B. durch den vereinfachten Zugang für Firmen zu niederschwelligen Förderprogrammen oder durch Vergabe von Forschungsmitteln.

- Durch den Ausbau der **Kreislaufwirtschaft** können neue Rohstoffe, nämlich die durch Recycling gewonnenen Sekundärrohstoffe, erschlossen werden. Außerdem stellt die Kreislaufwirtschaft eine große Chance dar, um neue Geschäftsmodelle zu entwickeln.

- Um im Rahmen des Lieferkettengesetzes die Handelskosten zu senken und Einfuhren aus Ländern zu erleichtern, die nachweislich ausreichend hohe Umweltstandards aufweisen sowie Menschen- und Arbeitnehmerrechte einhalten, könnte die Europäische Union eine Liste von sicheren Beschaffungsländern erstellen, die fortlaufend überprüft werden sollte.

ifo Institut – Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung an der Universität München e.V.

Prof. Dr. Lisandra Flach, Dr. Feodora Teti, Isabella Gourevich, Lisa Scheckenhofer, Leif Grandum

Poschingerstr. 5
81679 München

T: +49 89 9224-1393
E-Mail: flach@ifo.de

ifo INSTITUT

Appendix I: Vorgehensweise

- Die Definition von Schlüsseltechnologien wurde dem Report der Europäischen Kommission (2020) entnommen.
- Die Schlüsselung der Rohstoffe auf Schlüsseltechnologien entstammt dem Report der Europäischen Kommission (2020).
- Die Definition der wichtigen Rohstoffe basiert auf dem Report der Europäischen Kommission (2020).
- Die Schlüsselung der Rohstoffe auf die 6-stellige Handelsgüterklassifizierung basiert auf der Rohstoffliste der DERA (2021).
- Aus den zugeordneten 6-stelligen Handelsgütercodes wurden die Codes je Rohstoff in die Gruppe der unverarbeiteten Rohstoffe (chemische Industrie & mineralische Stoffe) und der verarbeiteten Rohstoffe (unedle Metalle) aufgeteilt.
- Die in der Analyse verwendeten Handelsdaten beziehen sich auf das Jahr 2019 und entstammen Destatis (2019) für Deutschland und BACI (Gaulier und Zignago, 2010) für den weltweiten, chinesischen & US-amerikanischen Handel.
- Für die Identifizierung der kritischen Rohstoffe berechnen wir den HHI für jeden Handelsgütercode und verwenden für jeden Rohstoff den maximalen HHI der zugeordneten Handelsgütercodes, um die Zuliefererkonzentration abzubilden.
- Die Informationen zu Produktion und Reservevorkommen der kritischen Rohstoffe wurden zu großen Teilen dem U.S. Geological Survey (2022), der weltweite Produktionsdaten aus dem Jahr 2020 verwendet, entnommen.
- Für die Einschätzung der Bedingungen in Exportländern wurden Indizes zu den Arbeitsbedingungen, dem Zustand der Demokratie und der Umweltgesundheit & Lebensfähigkeit der Ökosysteme herangezogen (Wendling et al. (2020); International Trade Union Confederation (2020); The Economist Intelligence (2021)).

Appendix II: Beschreibung der Risiken

Name	Gegenstand der Bewertung	Beschreibung	Orig. Kategorie	Unsere Kategorien
Umwelt-Index *	Gesundheitszustand der Umwelt und Lebensfähigkeit der Ökosysteme	Niedrige Werte beim EPI zeigen die Notwendigkeit nationaler Nachhaltigkeitsbemühungen an mehreren Fronten: z.B. Luft- und Wasserqualität, Emissionen von Treibhausgasen und Biodiversität	-	
Arbeits-bedingungen	Verstöße gegen Arbeitnehmerrechte in Gesetz und Praxis	Sporadische Rechtsverstöße: Kollektive Arbeitsrechte im Allgemeinen garantiert, Arbeitnehmer können sich frei zusammenschließen, ihre Rechte verteidigen und Arbeitsbedingungen durch Tarifverhandlungen verbessern, keine regelmäßigen Verstöße	1	
		Wiederholte Rechtsverletzungen: Etwas schwächere kollektive Arbeitsrechte, wiederholter Angriff und Untergrabung bestimmter Rechte und des Kampfs für bessere Arbeitsbedingungen von Regierungen/Unternehmen	2	
		Regelmäßige Rechtsverstöße: Regelmäßiger Angriff der kollektiven Arbeitsrechte, Versäumnis der Garantie wichtiger Rechtsaspekte, Unzulänglichkeiten in Gesetzen/bestimmten Praktiken, die häufige Verstöße ermöglichen	3	
		Systematische Rechtsverletzungen: Systematische Verstöße und Regierung/Unternehmen versuchen die kollektive Stimme der Arbeitnehmer zu unterdrücken und Rechte zu bedrohen	4	
		Keine Garantie des Rechts: Arbeitnehmer haben praktisch keinen Zugang zu Rechten und sind daher autokratischen Regimen und unfairen Arbeitspraktiken ausgesetzt	5	
		Keine Garantie der Rechte aufgrund des Zusammenbruches der Rechtsstaatlichkeit: Zusätzlich zur fehlenden Garantie des Rechts dysfunktionale Institutionen infolge interner Konflikte/militärischer Besatzung	5+	

Appendix II: Beschreibung der Risiken

Name	Gegenstand der Bewertung	Beschreibung	Orig. Kategorie	Unsere Kategorien
Demokratie -Index	Zustand der Demokratie	für Demokratie förderliche politische Kultur, zufriedenstellendes Funktionieren der Regierung, unabhängige und vielfältige Medien, wirksames System der Gewaltenteilung, unabhängige Justiz und Durchsetzung von Gerichtsurteilen	„Full democracy“	⚖
		freie und faire Wahlen, Achtung der grundlegenden bürgerlichen Freiheiten, erhebliche Probleme bei der Regierungsführung und eine unterentwickelte politische Kultur und geringe politische Beteiligung	„Flawed democracy“	⚖
		Wahlen mit erheblichen Unregelmäßigkeiten, schwerwiegende Schwächen in der politischen Kultur, der Funktionsweise der Regierung und der politischen Beteiligung sind stärker ausgeprägt, Korruption tendenziell weit verbreitet, Rechtsstaatlichkeit schwach, keine unabhängige Justiz	„Hybrid regime“	⚖
		kein oder nur stark eingeschränkter staatlicher politischer Pluralismus, einige Länder sind Diktaturen, einige formale demokratische Institutionen mit wenig Substanz, Wahlen nicht frei und fair, Missachtung von Missbräuchen und Verstößen gegen bürgerliche Freiheiten, kontrollierte Medien, Zensur allgegenwärtig, keine unabhängige Justiz	„Authoritarian“	⚖

* 82,5-49,2: 🌳 49,1-37,2: 🌳 37,1-0: 🌳

Appendix III: Rohstoffe und die zugeordneten Warencodes (HS6, Handelsstatistik)

ROHSTOFF	WARENCODE (HS6): UNBEARBEITET (MINERALISCHE STOFFE & CHEMISCHE INDUSTRIE)	WARENCODE (HS6): BEARBEITET (UNEDLE METALLE)
Bor	28 40 20 28 04 50 28 10 00 28 40 30 28 40 19 28 40 11	-
Cobalt	28 22 00 26 05 00 28 27 39	81 05 90 81 05 30 81 05 20
Graphite	25 04 10 25 04 90 38 01 10 38 01 20	-
Lithium	28 36 91 28 25 20	-

Appendix III: Rohstoffe und die zugeordneten Warencodes (HS6, Handelsstatistik)

ROHSTOFF	WARENCODE (HS6): UNBEARBEITET (MINERALISCHE STOFFE & CHEMISCHE INDUSTRIE)	WARENCODE (HS6): BEARBEITET (UNEDLE METALLE)
Magnesium	25 30 20 28 33 21 28 16 10 28 27 31	81 04 90 81 04 30 81 04 11 81 04 20 81 04 19
Niob	-	72 02 93
Seltene Erden	28 46 10 28 46 90 28 05 30	-
Silicium	28 04 61 28 11 22 28 04 69 28 49 20	72 02 21 72 02 29
Titan	26 14 00 28 23 00	81 08 30 81 08 20 72 02 91

Appendix IV: Ländercodes

CODE	LAND
ARG	Argentinien
AUS	Australien
AUT	Österreich
BEL	Belgien
BRA	Brasilien
CAN	Kanada
CHL	Chile
CHN	China
COD	Demokratische Republik Kongo
ESP	Spanien
FIN	Finnland
FRA	Frankreich
HKG	Hong Kong
ISR	Israel
JPN	Japan

CODE	LAND
KOR	Südkorea
MMR	Myanmar (Burma)
MYS	Malaysia
NLD	Niederlande
NOR	Norwegen
SGP	Singapur
SWE	Schweden
TUR	Türkei
UKR	Ukraine
USA	USA
VNM	Vietnam
ZAF	Südafrika

Appendix V: Kritische Rohstoffe für die Produktion von Schlüsseltechnologien

Aluminium; Cobalt; Eisen; Fluor; Graphite; Kupfer; Lithium; Mangan; Nickel; Niob; Phosphor; Silicium; Titan; Zinn

Aluminium; Bor; Chrom; Cobalt; Eisen; Feld; Gold; Graphite; Kaolin; Kupfer; Lithium, Magnesium; Mangan; Molybdän; Nickel; Palladium; Platin; Rhodium; Seltene Erden; Silber; Silicium; Strontium; Titan; Vanadium; Zirkonium

Aluminium; Chrom; Cobalt; Eisen; Kupfer; Magnesium, Mangan; Molybdän; Nickel; Niob; Silicium; Titan; Vanadium; Wolfram Zirkonium

Aluminium; Bor; Chrom; Eisen; Kupfer; Molybdän; Nickel; Seltene Erden; Silicium

Aluminium; Blei; Bor; Cadmium; Eisen; Gallium; Germanium; Indium; Kupfer; Molybdän; Nickel; Selen; Silber; Silicium; Tellur; Zink; Zinn

Aluminium; Antimon; Bor; Chrom; Cobalt; Eisen; Gallium; Graphite; Indium; Kupfer; Lithium; Magnesium; Mangan; Molybdän; Nickel; Niob; Palladium; Platin; Rhodium; Seltene Erden; Silicium Strontium; Tantal; Tellur; Titan; Vanadium; Wolfram; Zink; Zirkonium

Aluminium; Beryllium; Bor; Chrom; Cobalt; Eisen; Gallium; Gold; Graphite; Kupfer; Lithium; Magnesium; Nickel; Niob; Palladium Platin; Rhodium; Seltene Erden; Silicium; Tantal; Titan, Vanadium; Wolfram

Aluminium; Blei; Bor; Chrom; Eisen; Kupfer; Mangan; Molybdän; Nickel; Niob; Seltene Erden

Blei; Bor; Chrom; Cobalt; Eisen; Gallium Germanium; Gold; Graphite; Indium; Kupfer, Lithium; Magnesium, Mangan; Nickel; Palladium; Platin; Rhodium; Seltene Erden; Silber; Silicium; Strontium Titan; Wolfram; Zinn

Quelle: Europäische Kommission (2020)

Bibliographie

- Damm, S. und Zhou, Q. (2020): *Supply and Demand of Natural Graphite.* DERA Rohstoffinformationen 43. *https://www.deutsche-rohstoffagentur.de/DERA/DE/Downloads/Studie%20Graphite%20eng%202020.pdf?__blob=publicationFile&v=3*
- DERA (2021): *DERA-Rohstoffliste 2021. Angebotskonzentration bei mineralischen Rohstoffen und Zwischenprodukten – potenzielle Preis- und Lieferrisiken.* DERA Rohstoffinformationen 49. *https://www.deutsche-rohstoffagentur.de/DE/Gemeinsames/Produkte/Downloads/DERA_Rohstoffinformationen/rohstoffinformationen-49.pdf?__blob=publicationFile*
- Destatis (2019): *Tabelle 51000-0009. Aus- und Einfuhr (Außenhandel): Deutschland, Jahre, Land, Warenverzeichnis (4-/6-Steller).*
- Europäische Kommission (2020): *Critical raw Materials for Strategic Technologies and Sectors in the EU. A Foresight Study.* *https://ec.europa.eu/docsroom/documents/42881*
- Gaulier, G. und Zignago, S. (2010): *BACI: International Trade Database at the Product-Level. The 1994-2007 Version*. CEPII Working Paper, N°2010-23.
- International Trade Union Confederation (2020): *ITUC Index.* https://www.ituc-csi.org/IMG/pdf/ituc_globalrightsindex_2020_en.pdf

Bibliographie

- The Economist Intelligence (2021): *Democracy Index.* https://pages.eiu.com/rs/753-RIQ-438/images/eiu-democracy-index-2021.pdf
- U.S. Geological Survey (2022): *Mineral commodity summaries 2022: U.S. Geological Survey*. https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2022/mcs2022.pdf
- Van Gosen, B.S., Verplanck, P.L., Long, K.R., Gambogi, Joseph, und Seal, R.R., II (2014): *The rare-earth elements—Vital to modern technologies and lifestyles.* U.S. Geological Survey Fact Sheet 2014–3078. https://snl.no/silisiumhttps://dx.doi.org/10.3133/fs20143078
- Wendling, Z. A., Emerson, J. W., de Sherbinin, A., Esty, D. C., et al. (2020): *2020 Environmental Performance Index*. Yale Center for Environmental Law & Policy. https://epi.yale.edu/downloads/epi2020report20210112.pdf
- WTO (2021). *Regional Trade Agreements Database*. http://rtais.wto.org/UI/PublicMaintainRTAHome.aspx