



Dokumentation

Abhängigkeit deutscher Unternehmen von Rohstoffimporten

Abhängigkeit deutscher Unternehmen von Rohstoffimporten

Aktenzeichen: WD 5 - 3000 - 110/22
Abschluss der Arbeit: 12.10.2022
Fachbereich: WD 5: Wirtschaft und Verkehr, Ernährung
und Landwirtschaft

Die Wissenschaftlichen Dienste des Deutschen Bundestages unterstützen die Mitglieder des Deutschen Bundestages bei ihrer mandatsbezogenen Tätigkeit. Ihre Arbeiten geben nicht die Auffassung des Deutschen Bundestages, eines seiner Organe oder der Bundestagsverwaltung wieder. Vielmehr liegen sie in der fachlichen Verantwortung der Verfasserinnen und Verfasser sowie der Fachbereichsleitung. Arbeiten der Wissenschaftlichen Dienste geben nur den zum Zeitpunkt der Erstellung des Textes aktuellen Stand wieder und stellen eine individuelle Auftragsarbeit für einen Abgeordneten des Bundestages dar. Die Arbeiten können der Geheimschutzordnung des Bundestages unterliegende, geschützte oder andere nicht zur Veröffentlichung geeignete Informationen enthalten. Eine beabsichtigte Weitergabe oder Veröffentlichung ist vorab dem jeweiligen Fachbereich anzuzeigen und nur mit Angabe der Quelle zulässig. Der Fachbereich berät über die dabei zu berücksichtigenden Fragen.

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	4
1.1.	Generelle Importabhängigkeit	4
1.2.	Rohstoffknappheit	4
1.3.	Datenlage	6
2.	Kritische/wichtige Rohstoffe für Schlüsseltechnologien	6
2.1.	Verwendung	6
2.2.	Herkunft	7
2.3.	Versorgungsrisiko	8
3.	Besondere Stellung Chinas	11
4.	Automobilindustrie	15
4.1.	Vorprodukte	15
4.2.	Schlüsseltechnologien	17
5.	Ausblick	24

1. Einleitung

1.1. Generelle Importabhängigkeit

Die **Abhängigkeit** Deutschlands von Rohstoffimporten fasst das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) wie folgt zusammen:¹

„Deutschland ist als einer der führenden Technologiestandorte und als Exportnation auf eine sichere Rohstoffversorgung angewiesen. [...]

Bei zahlreichen Rohstoffen, vor allem Energierohstoffen, Metallen und zahlreichen Industriemineralen ist Deutschland aber stark von Importen abhängig. [...]

Um die Rohstoffversorgung der deutschen Wirtschaft im internationalen Wettbewerb zu unterstützen, hat die Bundesregierung verschiedene Maßnahmen ergriffen – von bilateralen Rohstoffpartnerschaften bis hin zu Rohstoffkompetenzzentren und staatlichen Absicherungen von Auslandsgeschäften.“

1.2. Rohstoffknappheit

Die Knappheit an Rohstoffen ist je nach **Branchen** unterschiedlich:²

„Je nach benötigten Materialien ist die Situation in den einzelnen Branchen unterschiedlich **angespannt**. Am häufigsten nennen Maschinenbauer und Unternehmen der Metallindustrie Beschaffungsprobleme bei Stahl (85 Prozent) sowie Aluminium (39 Prozent Maschinenbau, 44 Prozent Metallindustrie). Auch das Baugewerbe berichtet häufig von knapper Verfügbarkeit und hohen Preisen bei Stahl (72 Prozent), Holz (46 Prozent) und Kunststoff (46 Prozent).

In der **Fahrzeugindustrie** sind neben Stahl (46 Prozent) auch Kunststoffe (46 Prozent) und Aluminium (27 Prozent) knapp und teuer. Zudem werden unter sonstigen knappen Vorprodukten in dieser Branche überwiegend Halbleiter genannt. In der Chemieindustrie sind vor allem Kunststoffe (43 Prozent) sowie chemische Rohstoffe und Vorprodukte unzureichend verfügbar. Der Einzelhandel berichtet unter anderem von Engpässen bei Lebensmitteln und Textilien.

Über alle Branchen hinweg sind Verpackungen Mangelware. Elektronikkomponenten sind ebenfalls in vielen Branchen schwer oder nur sehr teuer verfügbar.“

1 BMWK, Rohstoffe und Ressourcen, <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Dossier/rohstoffe-und-ressourcen.html>.

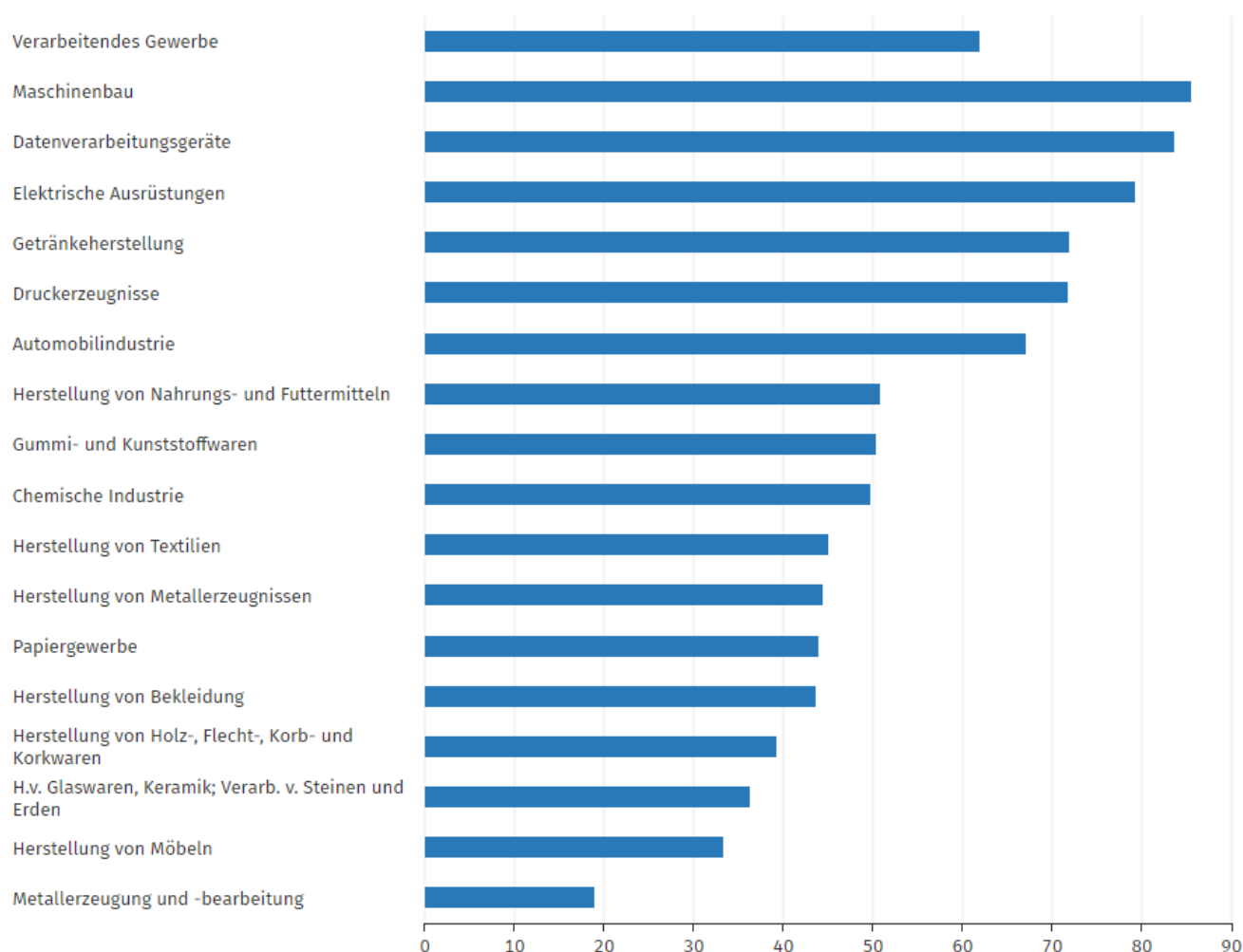
2 DIHK, 19.08.2021, Welche Rohstoffe sind in welchen Branchen besonders knapp?, <https://www.dihk.de/de/themen-und-positionen/wirtschaftspolitik/konjunktur-und-wachstum/blitzumfrage-lieferengpaesse/welche-rohstoffe-sind-in-welchen-branchen-besonders-knapp—56926> (Hervorhebung durch Autor).

Mit Stand August 2022 geben rund **62,0 %** der befragten Industrieunternehmen an, von Produktionsbehinderungen durch knappe Rohstoffe und Vormaterialien **betroffen** zu sein.³

Das ifo Institut veröffentlicht auf Basis dieser regelmäßigen Befragung einen **Knappheitsindikator**, der zeigt, wieviel Prozent der Unternehmen von Produktionsbehinderungen durch Knappheit bei Rohstoffen beziehungsweise Vorprodukten betroffen sind. Die folgende Grafik zeigt die aktuellen prozentualen Ergebnisse nach Industriezweigen gegliedert:

ifo Knappheitsindikator August 2022

Ergebnisse nach Wirtschaftszweigen, in %



Quelle: ifo Konjunkturumfragen, www.ifo.de

© Statistisches Bundesamt (Destatis), 2022

3 Destatis, 2022, Industrie, Verarbeitendes Gewerbe: Zusammenhang zwischen Materialknappheit und Industrieaktivität, <https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Industrie-Verarbeitendes-Gewerbe/materialknappheit-industrieaktivitaet.html>.










1.3. Datenlage

Diese Dokumentation stellt tabellarisch nur **wesentliche** Rohstoffe, ihre Verwendung, ihre Beschaffung sowie ihr Versorgungsrisiko dar, da nicht über alle Sektoren/Branchen hinweg und für alle Rohstoffe schlechthin entsprechende Analysen vorliegen.⁴

2. Kritische/wichtige Rohstoffe für Schlüsseltechnologien










2.1. Verwendung

Das ifo-Institut ordnet den folgenden wichtigen/kritischen Rohstoffen folgende Verwendung zu:⁵

	 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

4 Vgl. ifo Institut, München, 2022, Wie abhängig ist Deutschland von Rohstoffimporten? Eine Analyse für die Produktion von Schlüsseltechnologien, S.4 f., <https://www.ifo.de/publikationen/2022/monographie-autoren-schaft/wie-abhaengig-ist-deutschland-von-rohstoffimporten>, mit Hinweis auf die Notwendigkeit weiterer Forschung.

5 ifo Institut, S. 6 f.

									
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)

2.2. Herkunft

Der Bundesverband der Deutschen Industrie (BDI) hat in einer Analyse bestehende Abhängigkeiten bezüglich wichtiger Rohstoffe tabellarisch aufgelistet.⁶ Die Auflistung differenziert nach Rohstoff, Förderland, Weiterverarbeitung sowie **deutschen Importen**.

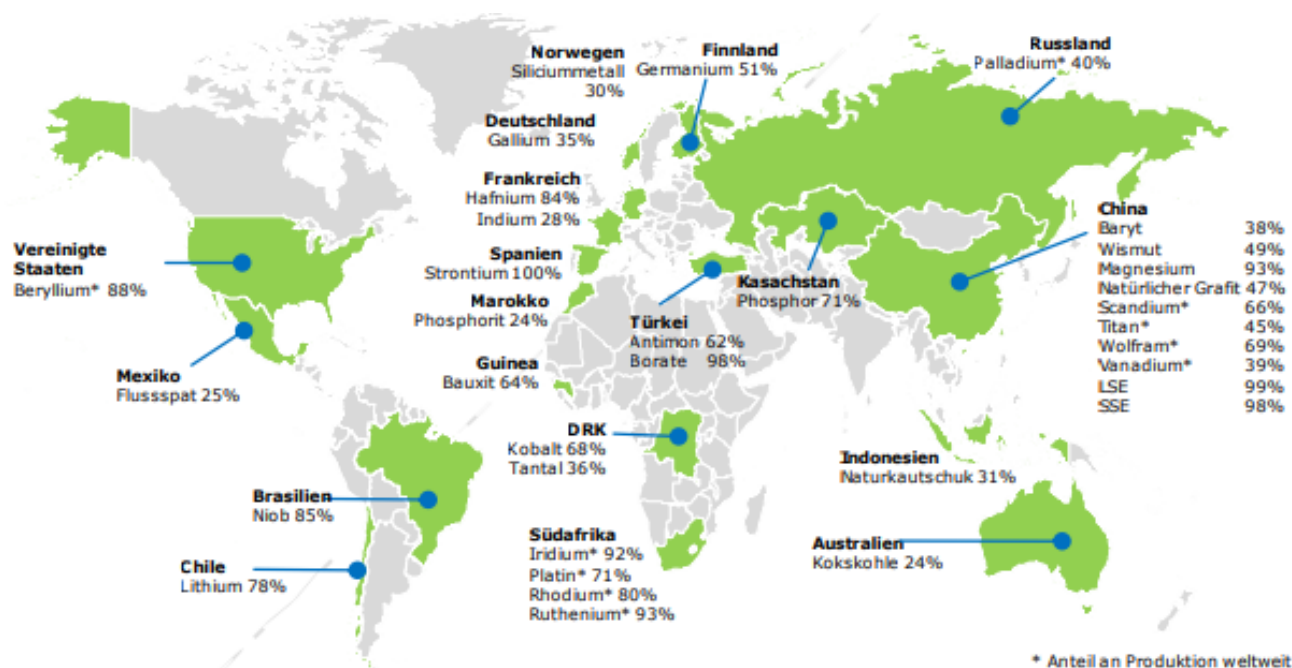
Eine Antwort der Bundesregierung auf eine Kleine Anfrage aus dem Jahr 2022 listet die **zehn größten Förderländer** auf zu den 30 von der Europäischen Kommission als kritisch eingestuften Rohstoffen.⁷

Die folgende Graphik der Europäischen Union (EU) verdeutlicht, für welche Rohstoffe andere Länder von bestimmten **Lieferländern** abhängig sind:⁸

6 <https://bdi.eu/publikation/news/analyse-bestehender-abhaengigkeiten-und-handlungsempfehlungen/>, S. 6 ff.

7 Heimischer Rohstoffabbau, internationaler Rohstoffbezug und Auswirkungen auf die Ausbauziele der erneuerbaren Energien, BT-Drs. 20/3243 v. 01.09.2022 (<https://dserver.bundestag.de/btd/20/032/2003243.pdf>).

8 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020DC0474>, S. 4.

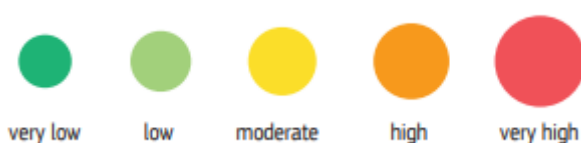


Quelle: Bericht der Europäischen Kommission über die Kritikalitätsbewertung 2020

2.3. Versorgungsrisiko

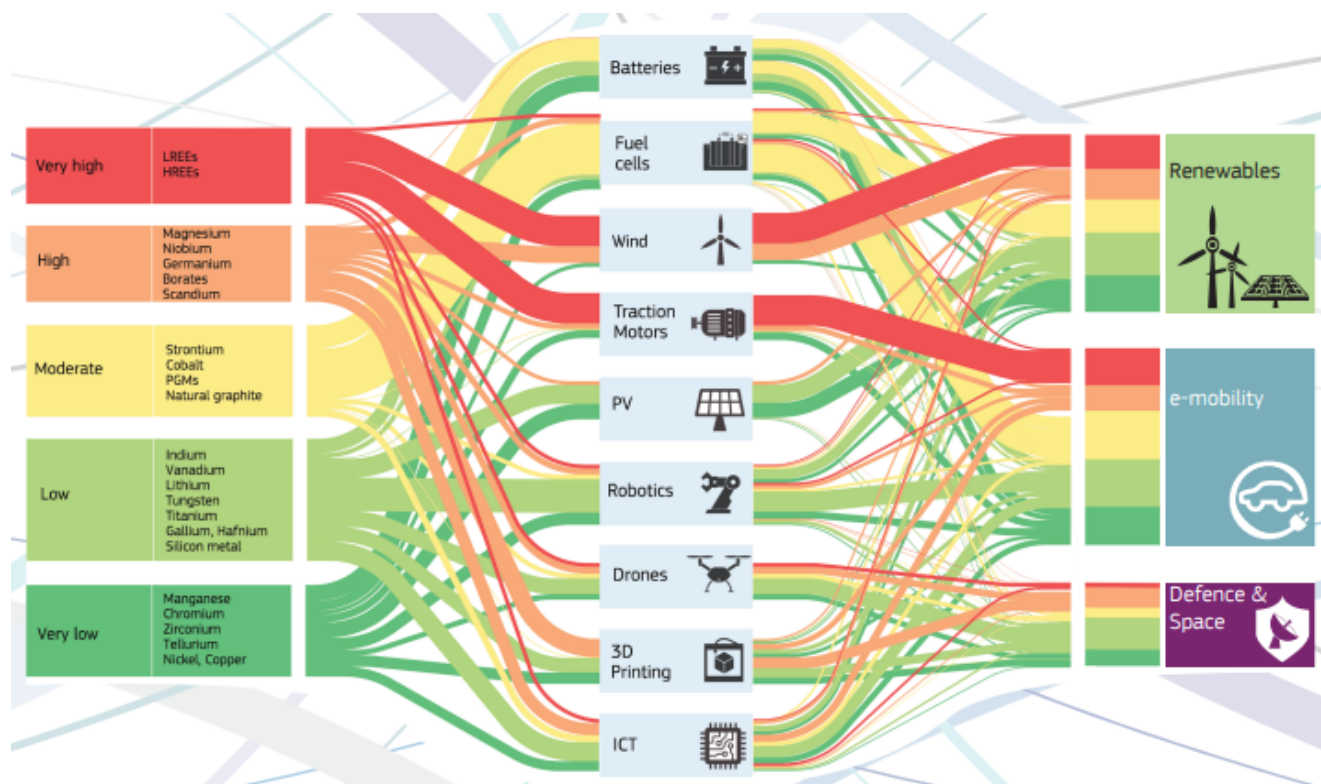
Die Europäische Kommission dokumentiert in einer im Jahre 2020 erschienenen Studie das Versorgungsrisiko wichtiger Rohstoffe anhand von Schlüsseltechnologien.⁹ Das Versorgungsrisiko unterscheidet sich anhand der folgenden Farbnuancen:

Supply risk indication



⁹ <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/42881>, Abb. S. 10, 16 u. 17 („Semi-quantitative representation of flows of raw materials and their current supply risks to the nine selected technologies and three sectors (based on 25 selected raw materials“). Zu Seltenen Erden siehe auch: Wissenschaftliche Dienste, „Seltene Erden als wichtige Ressource“, WD 5 - 3000 - 003/22, 16.02.2022, <https://www.bundestag.de/resource/blob/886424/16cb4318a6eaf7b2e5d2221d85e81927/WD-5-003-22-pdf-data.pdf>.

Semi-quantitative Darstellung der Rohstoffströme und ihrer aktuellen Versorgungsrisiken für die neun ausgewählten Technologien und drei Sektoren (auf der Grundlage von 25 ausgewählten Rohstoffen):



LREEs: Light rare earth elements ; HREEs: heavy rare earth elements .

Die folgende Tabelle stellt die Versorgungsrisiken der einzelnen Rohstoffe dem jeweiligen Endprodukt gegenüber:¹⁰

¹⁰ <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/42881>, S. 17, Critical and non-critical raw materials use in different technologies (selected top-25 Materials).

Verwendung von kritischen und unkritischen Rohstoffen in verschiedenen Technologien (ausgewählte Top-25-Materialien):

Supply Risk	Material								
●	LREEs	●	●	●	●	●	●	●	●
●	HREEs	●	●	●	●	●	●		
●	Magnesium	●				●	●	●	●
●	Niobium	●		●			●	●	
●	Germanium					●	●		●
●	Borates		●	●	●	●	●	●	●
●	Scandium						●	●	
●	Strontium		●			●	●		
●	Cobalt	●	●	●		●	●	●	●
●	PGMs		●			●	●		●
●	Natural graphite	●	●			●	●		●
●	Indium					●	●		
●	Vanadium		●			●	●	●	●
●	Lithium	●	●			●	●		
●	Tungsten					●	●	●	
●	Titanium	●	●			●	●	●	●
●	Gallium					●	●		●
●	Silicon metal	●	●	●	●	●	●	●	●
●	Hafnium						●	●	
●	Manganese	●	●	●		●	●	●	●
●	Chromium		●	●		●	●	●	●
●	Zirconium		●			●	●	●	●
●	Silver		●			●	●		●
●	Tellurium					●	●		●
●	Nickel	●	●			●	●	●	●
●	Copper	●	●	●	●	●	●	●	●

Materials in red are critical raw materials. Light rare earth elements (LREEs), heavy rare earth elements (HREEs) and platinum group metals (PGMs) are groups of multiple raw materials

3. Besondere Stellung Chinas

Die relative **Machtposition Chinas** im Geflecht der Rohstoffabhängigkeiten hebt das ifo-Institut hervor:¹¹

„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**. [...]

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.“

Auch das Institut der Deutschen Wirtschaft (IW Köln) weist auf die hohe **Rohstoffabhängigkeit** hin:¹²

„Strategische Abhängigkeiten Deutschlands und der Welt bestehen vielmehr bei kritischen Rohstoffen aus China, wie die Abbildung zeigt. Je weiter rechts oben ein Rohstoff in dem Schaubild eingezeichnet ist, desto größer ist die Abhängigkeit des Weltmarktes und Deutschland von China als Lieferant dieses Rohstoffes. Für die Analyse stützen wir uns auf Daten von Comtrade der Vereinten Nationen aus dem Jahr 2019.

Bei **Magnesium** ist der Anteil an chinesischen Exporten in die Welt und an chinesischen Importen nach Deutschland mit über 50 Prozent an dem jeweiligen Handelsvolumen dieses Rohstoffes **am höchsten**. China ist der weltweit größte Magnesium-Exporteur. Magnesiummetall und Legierungen werden u.a. für den Flugzeug-, Fahrzeug- und Maschinenbau oder auch in der chemischen Industrie und Düngemittelherstellung verwendet. Besonders wichtig für die Produktion von Zukunftstechnologien, wie z.B. Elektromotoren, sind Rohstoffe, die unter die Kategorie der Seltenen Erden fallen. Die Produktion von Seltenen Erden ist stark konzentriert. So werden 96 Prozent der Seltenen Erden in nur fünf Ländern gewonnen, wobei China der Hauptproduzent mit 58 Prozent ist (vbw, 2021). Chinas Exportanteil am Weltmarkt von Seltenen Erden umfasst 34 Prozent. Damit ist China auf Platz eins. In Deutschland machen chinesische Importe gemessen an allen Importen von Seltenen Erden nach Deutschland 45 Prozent aus; und die Abhängigkeit von China ist noch größer als sie auf den ersten Blick erscheint: Der Anteil der Rohstoff-Weiterverarbeitung

11 ifo Institut, München, 2022, Wie abhängig ist Deutschland von Rohstoffimporten? Eine Analyse für die Produktion von Schlüsseltechnologien, S. 4 f., <https://www.ifo.de/publikationen/2022/monographie-autorenschaft/wie-abhaengig-ist-deutschland-von-rohstoffimporten> (Hervorhebung durch Autor).

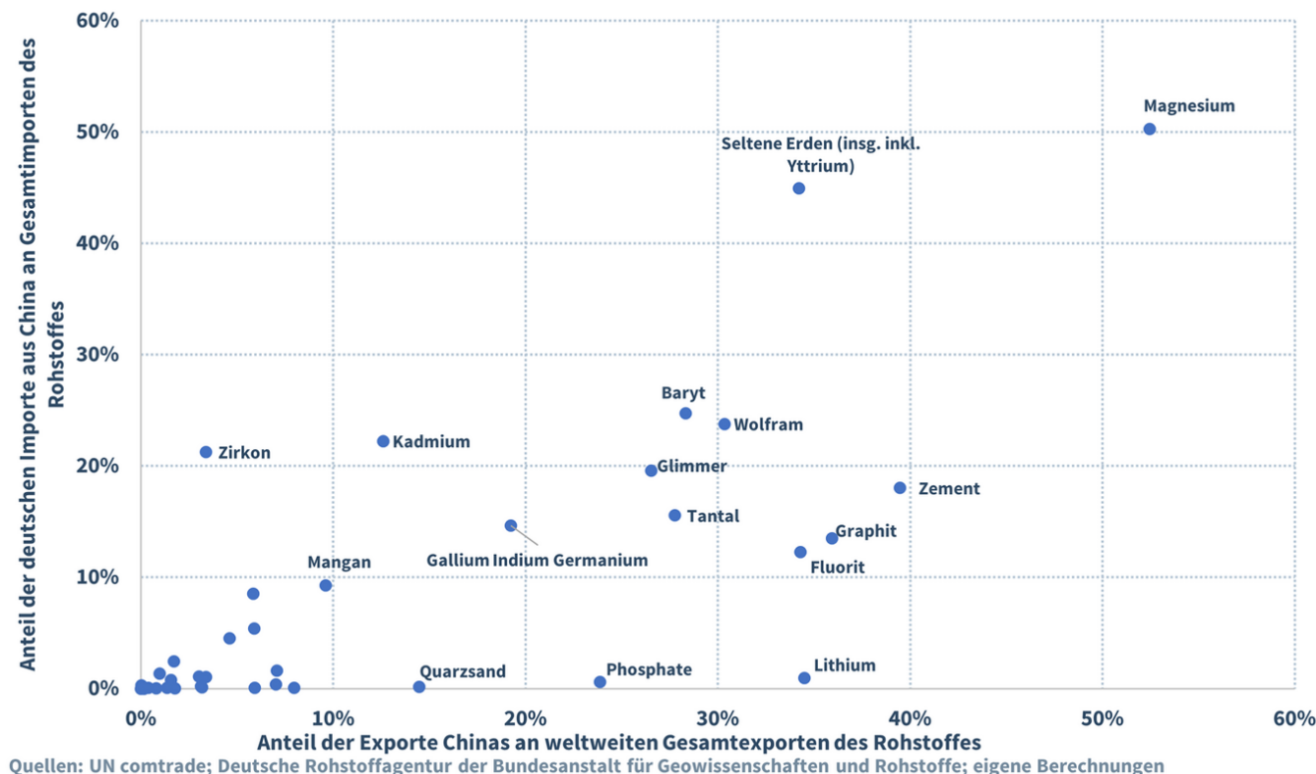
12 <https://www.iwkoeln.de/studien/melinda-fremerey-thomas-obst-welche-abhaengigkeiten-bestehen-bei-kritischen-guetern-und-rohstoffen-aus-china.html> (Hervorhebung durch Autor).

von China liegt bei Lithium und Kobalt zwischen 50 und 70 Prozent und bei Seltenen Erden bei fast 90 Prozent (IEA, 2022). Eine Analyse der EU-Kommission (2020) zeigt, dass im strategisch wichtigen Sektor Erneuerbare Energien die Abhängigkeit zu China sehr hoch ist. So werden beispielsweise 65 Prozent der Rohstoffe für Elektromotoren aus China importiert. Auch bei Windturbinen und Photovoltaik-Anlagen ist China mit über 50 Prozent Anteil führend bei den Rohstoffzulieferungen. Bei Seltenen Erden führt es damit zu Klumpenrisiken in der Wertschöpfungskette.

Bei Rohstoffen, wie Baryt, Wolfram, Glimmer und Tantal ist die Abhängigkeit von China **geringer** als bei den Seltenen Erden, jedoch ist China hier ebenfalls unter den Top zwei der Weltexporteure dieser Rohstoffe. Während bei Rohstoffen wie Zirkon und Kadmium China einen Anteil am Weltexport von unter 15 Prozent verzeichnet, liegt der Anteil von chinesischen Importen an allen deutschen Importen dieser Rohstoffe bei über 20 Prozent. Bei Rohstoffen Phosphat und Lithium ergeben sich wiederum relativ hohe chinesische Exportanteile am Welthandel, während sich der Importanteil von China nach Deutschland an den Gesamtimporten dieser Rohstoffe jeweils nur auf 1 Prozent beläuft.

In den letzten Jahren haben sich ausgewogene Handelsbeziehungen zwischen Europa und China eingestellt. Deutschland ist von chinesischen Vorleistungen aber stärker abhängig als andersherum.“

Abhängigkeit von China im Handel mit Rohstoffen



Ein Sachstand der Wissenschaftlichen Dienste zu weist darauf hin, dass China auch bei der **Verarbeitung seltener Erden** führend ist:¹³

„Bei der Förderung und Verarbeitung seltener Erden ergeben sich Risiken:

Die Verfahren zur Auslösung und Trennung der einzelnen Rare Earth Elements (REE) sind anspruchsvoll und wegen der notwendigen Chemikalien mit Gefahren verbunden. REE treten ferner manchmal in geologischen Formationen auf, die auch radioaktive Elemente wie Uran oder Thorium enthalten. Das kompliziert ihre Verarbeitung zusätzlich.

Auf dem Weg vom Erz zum Metall besteht der erste Schritt im **Abbau** des Muttergesteins, das die gesuchten Mineralien enthält. Das Erz wird zerstoßen und gemahlen, damit in einem zweiten Schritt seine verwertbaren Bestandteile ausgesondert werden können, neben REE zum Beispiel weitere strategische Rohstoffe. In dieser Phase werden die einzelnen REE noch nicht getrennt, sondern gemeinsam zu einem **Konzentrat** verarbeitet.

Die **Trennung** findet darauf in einem mehrstufigen Prozess statt, der sich von der Zusammensetzung des Konzentrats ableitet. Diese letzte Phase findet derzeit praktisch ausschließlich in China statt. Das bedeutet, dass auch Konzentrate aus nichtchinesischen Minen nach China zur Raffinierung transportiert werden müssen – zum Beispiel aus der 2017 wieder in Betrieb gegangenen amerikanischen Mountain-Pass-Mine. Deren eigene Anlage zur Separierung wurde 1998 aufgegeben.“

Zur starken **Importabhängigkeit** von China führt der Sachstand ergänzend aus:

„Während die EU bei der Herstellung von Elektromotoren weltweit führend ist, ist sie in Bezug auf Seltenerd-Permanentmagnete, von denen mehr als **90%** in **China** hergestellt werden, fast vollständig importabhängig.

Die Weltbergwerksförderung 2020 betrug 214.000 t SE-Oxid. Der chinesische Marktanteil lag bei 57 %, bei der SE-Raffinadeproduktion bei 85 %.

Aufgrund Chinas marktbeherrschender Stellung, vom Bergbau über die Weiterverarbeitung zu Zwischenprodukten und reinen Metallen bis hin zu NdFeB-Magneten [Neodym-Eisen-Bor] und verbunden mit **temporären Exportverboten**, werden SE [seltene Erden] von der Europäischen Kommission aktuell als die Rohstoffe mit dem höchsten Versorgungsrisiko eingestuft. Vor diesem Hintergrund haben mehrere westliche Industrieinitiativen wie die European Raw Material Alliance (ERMA) zum Ziel, die Abhängigkeit von China zu reduzieren. Auch im derzeit bestehenden Handelskonflikt zwischen China und den USA stehen SE, auch aufgrund der für die Rüstungsindustrie strategischen Bedeutung (Verwendung z.B. in Radar- und Waffensystemen), im Fokus. Eine von China unabhängige Produktion von SE wird auch von amerikanischer Seite angestrebt, ist aber aufgrund der großen Herausforderungen bei der Weiterverarbeitung – neben den technischen sind es vor allem auch die ökologischen – nicht trivial. Nichtsdestotrotz liegen hier aus Nachhaltigkeitssicht

13 <https://www.bundestag.de/resource/blob/886424/16cb4318a6eaf7b2e5d2221d85e81927/WD-5-003-22-pdf-data.pdf>, S. 12 ff. (Hervorhebung durch Autor).

auch Chancen mit technischen Innovationen eine ökologisch verträglichere Produktion zu ermöglichen.

Das **chinesische Monopol** erlaubte es, die **Preise** für verschiedene Seltenerdmaterialien von 2009 bis 2011 um Hunderte von Prozent zu erhöhen und auch für viele dieser Produkte Exportquoten festzulegen. Dies führte zu einem großen Wandel in der Dynamik der Seltenerdmärkte. Der Abbau von Bastnasit wurde 2011 am Mountain Pass, Kalifornien, nach einer neunjährigen Pause wieder aufgenommen, und der Abbau von Monazit begann im selben Jahr in Mount Weld, Australien. Gleichzeitig wurde Loparit in Russland abgebaut, während Monazit in Indien, Vietnam, Thailand und Malaysia abgebaut wurde. Diese und andere Bergbaubetriebe brachten ein neues Gleichgewicht zwischen Angebot und Nachfrage, in dem China immer noch der Hauptlieferant von Seltenerdmineralen war, aber Unternehmen suchten entweder nach alternativen Quellen, benutzten weniger oder recycelten mehr Seltene Erden.“

Die Deutsche Welle bemerkt in einem Artikel zur weiteren **Entwicklung** der europäisch-chinesischen **Handelsbeziehungen**:¹⁴

„Die Abhängigkeit der Europäischen Union von Metallimporten liegt je nach Metall zwischen 75 % und 100 %. Von den 30 Rohstoffen, die die EU als kritisch einstuft, werden 19 überwiegend aus China importiert. Die Liste umfasst Magnesium, seltene Erden und Wismut, wo China de facto ein Monopol hat und bis zu 98 % der in der EU benötigten Lieferungen bereitstellt.

Diese **Abhängigkeit** könnte in **Zukunft** sogar noch **zunehmen**. Die EU geht davon aus, dass die Kobaltnachfrage allein bis 2030 um das Fünffache steigen wird. Die Lithiumnachfrage wird voraussichtlich bis 2030 um das 18-fache und bis 2050 um das 60-fache steigen, was auf die E-Mobilitätskampagne des Blocks zurückzuführen ist.

Bereits 2010 sagten einige Analysten, China nutze sein Rohstoffmonopol, um politischen Druck auszuüben, als Peking den Export von Seltenen Erden begrenzte und die Preise in die Höhe schnellten. Der Schritt wurde später von der Welthandelsorganisation geprüft und China musste seine Exportkürzungen rückgängig machen.

Europäer, auch Deutsche, haben mehr Vertrauen in China gewonnen, das sich tatsächlich an die Regeln hält“, sagte Raimund Bleischwitz vom Leibniz-Zentrum für Marine Tropenforschung.

Es gibt jedoch keine Garantie dafür, dass der Bedarf Europas in Zukunft vollständig gedeckt wird. Einem Bericht der deutschen Wirtschaftszeitung Handelsblatt vom März zufolge haben Experten des chinesischen Ministeriums für Industrie und Informationstechnologie im Januar 2021 darüber debattiert, ob der Export von Seltenen Erden in die USA gestoppt werden soll.

14 <https://www.dw.com/en/the-eus-risky-dependency-on-critical-chinese-metals/a-61462687> (Hervorhebung durch Autor).

Europa sollte sich nicht wundern, wenn **China die Rohstoffexporte reduziert**. In seinem jüngsten Fünfjahresplan stellte Peking klar, dass die Exporte zurückgefahren würden, um die wachsende Binnennachfrage zu befriedigen.

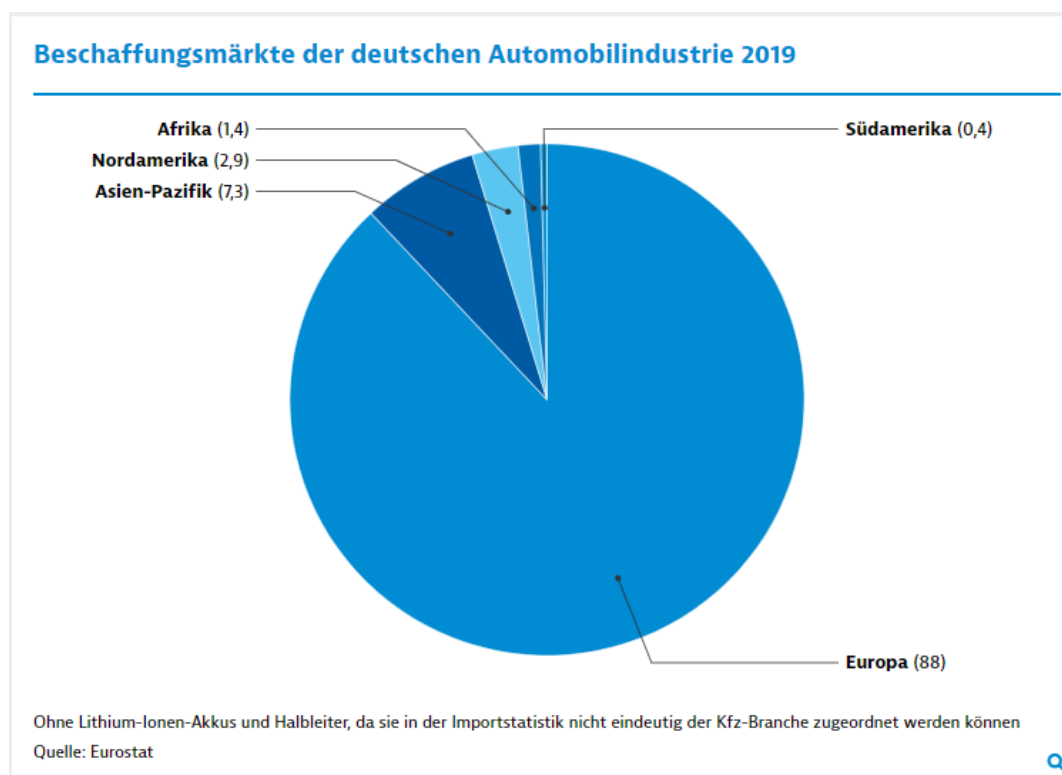
China will bis 2060 klimaneutral werden und benötigt mehr kritische Rohstoffe für sich. In einem strategischen Schritt hat sich China durch umfangreiche Investitionen und langfristige Verträge bereits wichtige Importe aus Afrika und anderswo gesichert.

Anstatt Rohstoffe zu exportieren, will China in Schlüsselindustrien zum globalen Technologieführer werden.“

4. Automobilindustrie

4.1. Vorprodukte

Eine von der Germany Trade & Invest (GTAI) im Jahr 2021 veröffentlichte Analyse kommt zum Fazit, dass die Automobilbranche in Deutschland ihre **Vorprodukte** in erster Linie aus **Europa** bezieht, bei den Schlüsseltechnologien Batterien und Chips aber komplett von **Asien** abhängig ist:¹⁵



15 <https://www.gtai.de/de/trade/eu/specials/beschaffungsmarkte-der-deutschen-automobilindustrie-619998> (Her-
vorhebung durch Autor).

Die GTAI unterstreicht die **Abhängigkeit** bei **Batterien** und **Chips**:

„Mehr als **90 Prozent** aller Lithiumzellen werden nach Angaben der EU-Kommission in **Asien** produziert, allen voran in **China**, das weite Teile der Wertschöpfungskette dominiert – von der chemischen Raffination über die Komponentenproduktion bis zur Fertigung der Akkuzellen. Die EU-Kommission erwartet, dass die globale Nachfrage nach Lithium-Batterien bis 2030 um das 14-fache auf 2.600 Gigawattstunden ansteigen wird. Und das liegt in erster Linie am wachsenden E-Automarkt.

Auch bei der Beschaffung von Halbleitern kommt Deutschland an Ostasien nicht vorbei. Die sechs Staaten Hongkong, China, Taiwan, Südkorea, Singapur und Malaysia stehen für über drei Viertel aller weltweiten Exporte, die im Jahr 2019 fast 705 Milliarden US-Dollar erreichten. Mit Japan und den Philippinen finden sich zwei weitere ostasiatische Staaten in der Top-10 der größten Lieferanten (siehe Grafik).“

Top-10 Exporteure von Halbleitern 2019

HS-Position 8542

Rang	Exporteur	Milliarden US-Dollar	Anteil an Gesamtexporten
1	Hongkong*	134,5	19,1%
2	China	102,2	14,5%
3	Taiwan	100,4	14,2%
4	Südkorea	79,1	11,2%
5	Singapur*	76,9	10,9%
6	Malaysia	44,8	6,4%
7	USA	40,1	5,7%
8	Japan	27,8	3,9%
9	Philippinen	21,9	3,1%
10	Deutschland	15,0	2,1%
	Welt	704,6	

* Wichtige Umschlaghäfen mit kaum eigener Produktion

Quelle: UN-Comtrade



4.2. Schlüsseltechnologien

Die folgenden, im Jahr 2022 erschienenen, zwei Studien gehen auf die Abhängigkeiten bei Schlüsseltechnologien der Automobilindustrie gesondert ein.

Die **e-mobil BW GmbH** – Landesagentur für neue Mobilitätslösungen und Automotive Baden-Württemberg – weist in einer im Juni 2022 erschienenen Studie darauf hin, dass sich durch den **Wandel** hin zur **Elektromobilität** Lieferstrukturen verändern:¹⁶

„Mit einer zunehmenden Elektrifizierung und Automatisierung der Fahrzeuge verändern sich auch die für die Wertschöpfung relevanten Schlüsselkomponenten. Die nicht mehr notwendigen, modifizierten und neuen Komponenten je Antriebskonzept sind in Tabelle 11 dargestellt. Neben den aufgeführten Veränderungen bei Antriebsstrangkomponenten führen auch die zusätzlichen Module und Komponenten, die für das automatisierte und autonome Fahren notwendig sind, zu neuen Wertschöpfungspotenzialen. Diese sind unter anderem: Radar, LiDAR (Light Detection And Ranging), Kamerasysteme, Sensoren sowie neue Module zur Positionierung und Kommunikation der Fahrzeuge. Sie werden aber im Rahmen dieser Studie nicht ausführlich betrachtet, weil der Fokus auf dem Wandel zur Elektromobilität liegt.

Die Entwicklung der unterschiedlichen Antriebskonzepte (konventionell, hybrid, elektrisch) wurde von den meisten deutschen Herstellern in der Vergangenheit parallel verfolgt, da sich nicht klar abzeichnete, welche Technologie sich zu welchem Zeitpunkt im Markt etablieren wird. Mittlerweile aber ist eine stärkere Tendenz der Hersteller hin zu rein batterieelektrischen Pkw zu erkennen. Forschungs- und Entwicklungs-, Produkt- und Plattformstrategien aller großen deutschen Hersteller lassen den Schluss zu, dass die rein batterieelektrische Mobilität die mittelfristig dominierende Antriebsform beim Pkw darstellen wird. [...]

16 https://www.e-mobilbw.de/fileadmin/media/e-mobilbw/Publikationen/Studien/Studie_Zukunftsfaeheige_Lieferketten_und_neue_Wertschoepfungsstrukturen_in_der_Automobilindustrie.pdf, S 90 ff. (Hervorhebung durch Autor).

Antriebskonzepte	ICE	HEV	PHEV	REEV	BEV	FCEV
Komponenten	Veränderungen der Systeme bis 2030					
Verbrennungsmotor	Modifiziert	Modifiziert	Modifiziert	Modifiziert	Entfällt	Entfällt
Starter und Lichtmaschine	Modifiziert	Modifiziert	Modifiziert	Modifiziert	Entfällt	Entfällt
Abgasanlage/Luftsystem	Modifiziert	Modifiziert	Modifiziert	Modifiziert	Entfällt	Modifiziert
Kraftstoffversorgung	Modifiziert	Modifiziert	Modifiziert	Modifiziert	Entfällt	Modifiziert
Getriebe	Modifiziert	Modifiziert	Modifiziert	Modifiziert/ Entfällt	Modifiziert/ Entfällt	Modifiziert/ Entfällt
Elektrische Antriebsmaschine	n.V.	Neu	Neu	Neu	Neu	Neu
Batteriesystem für Antrieb	n.V.	Neu	Neu	Neu	Neu	Neu
Leistungselektronik	n.V.	Neu	Neu	Neu	Neu	Neu
Ladesystem intern	n.V.	n.V.	Neu	Neu	Neu	n.V.
Brennstoffzellen-System	n.V.	n.V.	n.V.	n.V.	n.V.	Neu

Quelle: e-mobility, BMW, 2019a.
ICE = Internal Combustion Engine; HEV = Hybrid Electric Vehicle; PHEV = Plug-in Hybrid Electric Vehicle; REEV = Range-extended Electric Vehicle; BEV = Battery Electric Vehicle; FCEV = Fuel Cell Electric Vehicle

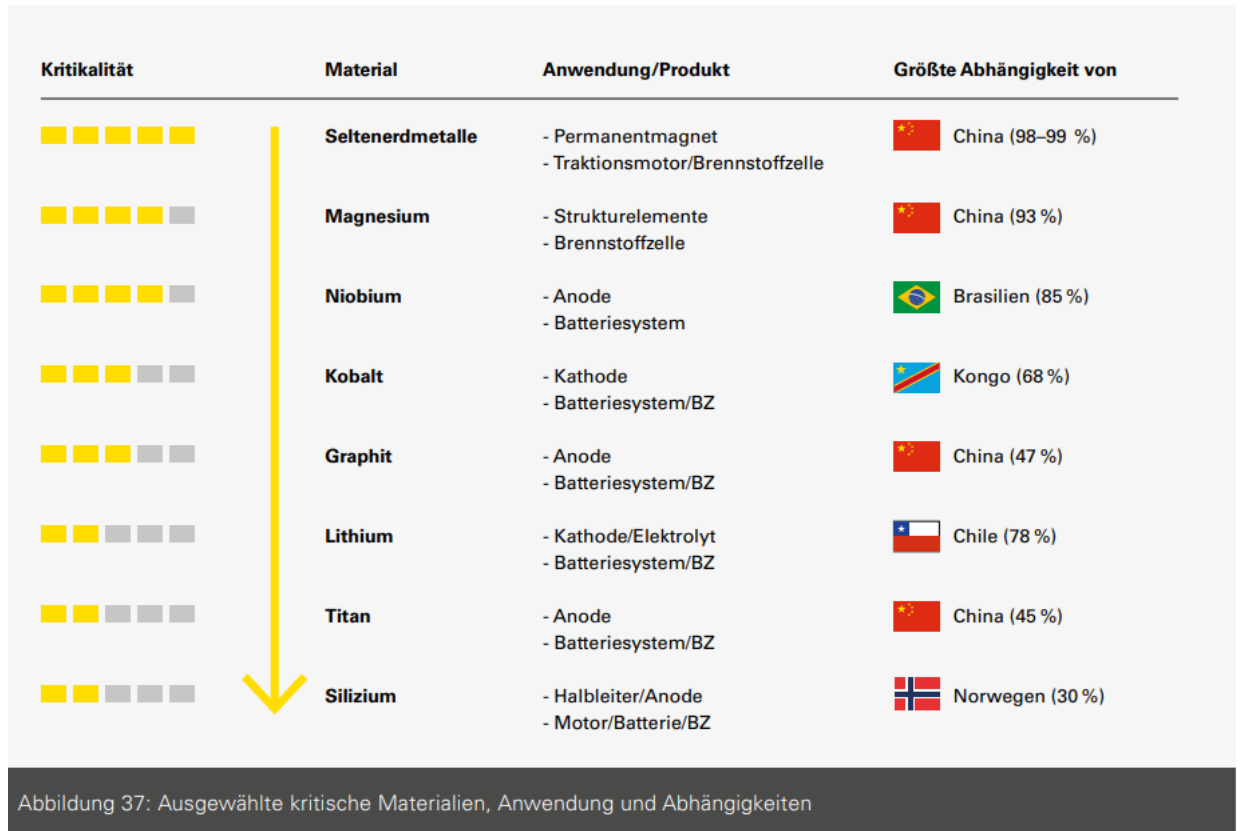
Tabelle 11: Übersicht neuer, modifizierter und nicht mehr notwendiger Komponenten nach Antriebskonzept

Durch die **Elektrifizierung** von Pkw werden die bisherigen **Wertschöpfungsaktivitäten** in Bezug auf konventionelle Antriebsstränge (u. a. Verbrennungsmotoren, Getriebe, Abgas-komponenten) signifikant **verändert**. Neben den OEM sind ebenfalls die Zulieferer gezwungen, ihr bisheriges Geschäftsmodell zu überarbeiten. [...]

Durch die Veränderung von Schlüsselkomponenten in einem zukünftig stärker elektrifizierten und digitalisierten Fahrzeug ändern sich auch die zur Herstellung notwendigen **Materialien** und **Ressourcen**, so dass sich neue Zuliefererbeziehungen – und damit auch neue strategische Abhängigkeiten – für die deutsche und die europäische Automobilindustrie ausbilden. Besonders hoch werden sie dort, wo für die Wettbewerbsfähigkeit relevante Schlüsselkomponenten betroffen sind und die Versorgung von wenigen – möglicherweise politisch instabileren – Weltregionen abhängig ist.

Eine strategische **Abhängigkeit** kann sich auf verschiedene Stufen der Wertschöpfung beziehen: auf die **Rohstoffgewinnung** und -verfügbarkeit, auf Kapazitäten und Technologien zur (Weiter-)Verarbeitung dieses Rohstoffs hin zu einem Vorprodukt sowie auf die Herstellung des **Endprodukts** selbst. Ein Großteil der als kritisch einzustufenden Materialien und Rohstoffe bezieht sich auf die Schlüsselkomponenten Batteriesystem, E-Maschine und Leistungselektronik, u. a. sind dies: Lithium, Kobalt, Nickel, Kupfer, Graphit, Silizium, Chrom und Seltenerdmetalle wie Neodym, Dysprosium, Bor, Praesodym. Aber auch bei weiteren Materialien wie z.B. Magnesium sind hohe strategische Abhängigkeiten vorhanden. Eine Übersicht über heute und in Zukunft verstärkt kritische Materialien im Zuge

der Elektrifizierung, deren Anwendung im Produkt und Abhängigkeit ist in Abbildung 37 dargestellt:



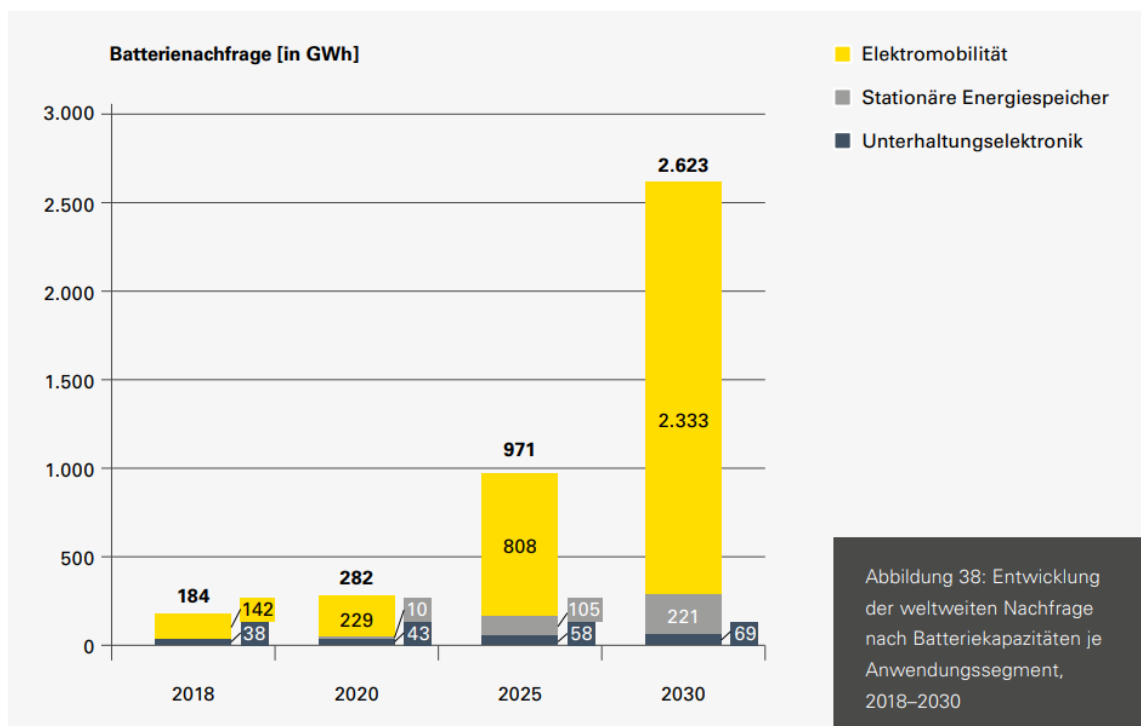
Der Wertschöpfungsprozess kann beim E-Motor generell in die drei Kategorien Rohmaterialien, verarbeitete Materialien und Komponenten untergliedert werden.

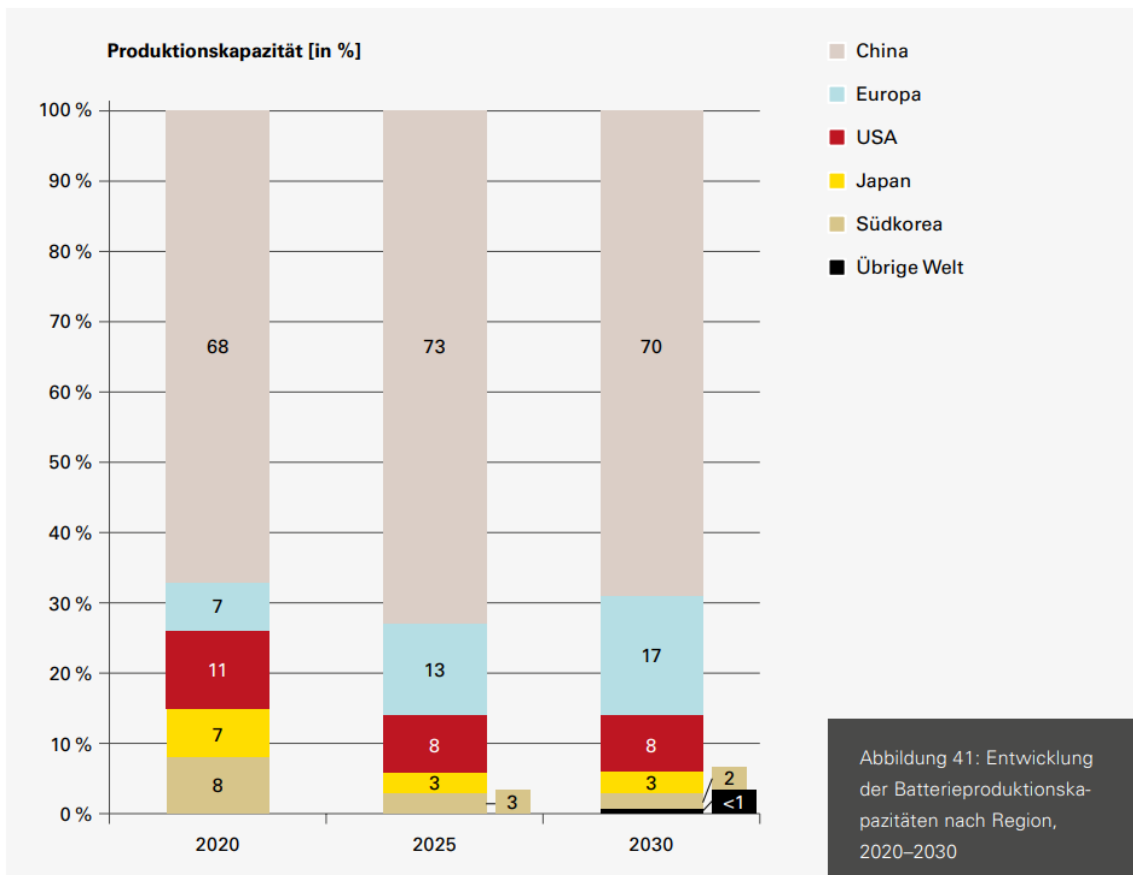
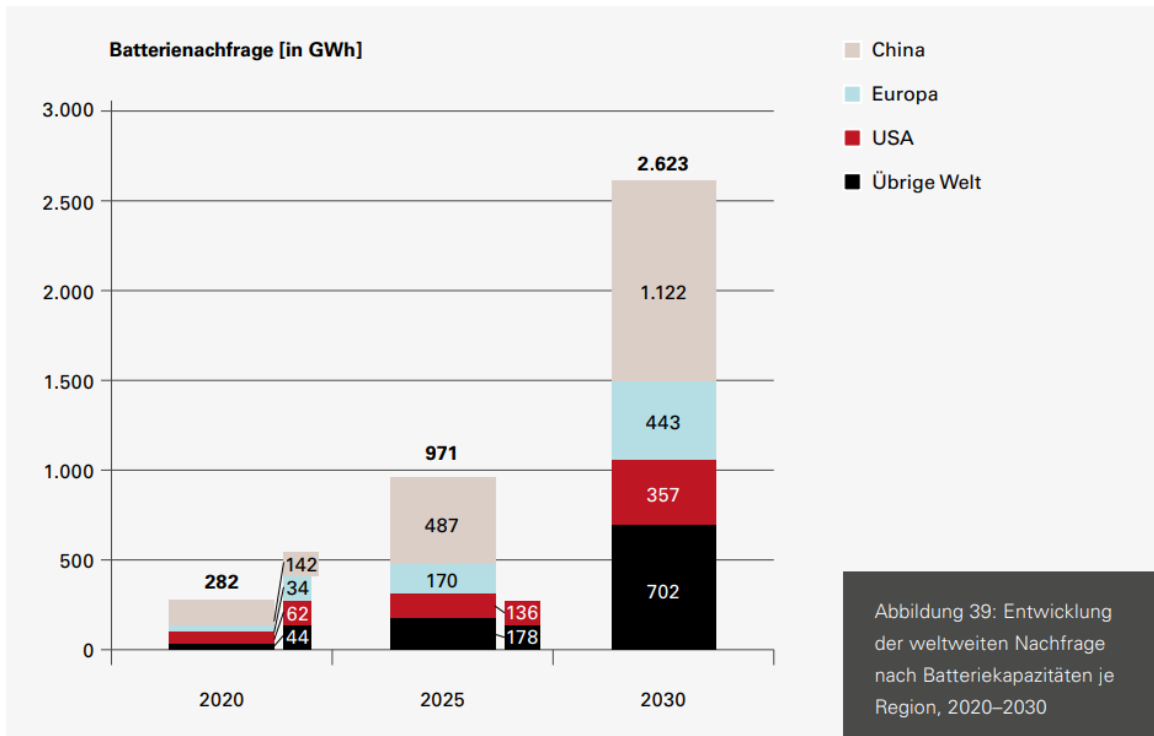
Die Rohmaterialien zur Herstellung eines Traktionsmotors umfassen u. a. für Permanentmagnete Neodym, Dysprosium, Bor und Praesodym. Weitere Materialien sind Silizium (Halbleiter), Eisen (Gussteile, Magnete), Aluminium (Gussteile) und Kupfer (Wicklungen, Drähte). In Legierungen kommen Chrom und Molybdän (z.B. zum Korrosionsschutz) zum Einsatz. Aktuelle Forschungsarbeiten konzentrieren sich u. a. darauf, den Anteil von Seltenerdmetallen bei Permanentmagneten (z.B. Neodym, Dysprosium) zu reduzieren, zu ersetzen und die Effizienz beim Materialeinsatz zu erhöhen.

Wie beim Batteriesystem stammt auch bei der Wertschöpfungskette der **Elektromotoren** nur **1%** aller o. g. kritischen Rohmaterialien aus dem **europäischen Umfeld**, so dass derzeit in erster Stufe der Wertschöpfungskette eine sehr hohe strategische Abhängigkeit von einzelnen Ländern und/oder Weltregionen vorhanden ist. 89% der Rohstoffe werden in den Regionen Asien (74%), Südamerika (11%) und Afrika (4%) gefördert, alleine China hat einen Anteil von 65% an der Gesamtmenge. Weitere 5% der kritischen Rohmaterialien stammen aus den USA. Bei Detailbetrachtung der Versorgungssituation für Seltenerdmetalle kann eine extreme Abhängigkeit erkannt werden: China ist hier für 98 bis 99% aller Lieferungen an die EU verantwortlich (EC, 2020).

China dominiert auch die zweite Stufe in der Wertschöpfungskette. Die hier verarbeiteten Materialien beziehen sich z.B. auf die Herstellung der NdFeB-Permanentmagnete – Chinas Anteil an der globalen Produktion dieses Bauteils beträgt ca. 85%. Weitere ca. 10% werden in Japan hergestellt. Auch die weiteren verarbeiteten Materialien in dieser Wertschöpfungsstufe – wie z.B. Verbindungen und Gehäuse – hängen mit einem Anteil in Höhe von 55% von China ab. Weitere jeweils 4% kommen aus Japan, den USA und Südamerika. Die EU hat in dieser Wertschöpfungsstufe einen Anteil von ca. 7%. In dritter Stufe der Wertschöpfungskette – bei den Komponenten – verschieben sich die strategischen Abhängigkeiten innerhalb des asiatischen Raums von China nach Japan. So stammen ca. 52% aller Traktionsmotoren aus Japan, nur weitere 15% aus China. Die USA liefern hier ca. 10% des weltweiten Anteils in die EU, die selbst für ca. 8% der E-Motoren-Produktion verantwortlich ist.

Die folgenden 3 Abbildungen geben einen Überblick bis 2030 über die Batterienachfrage nach Sektoren (Abb. 38) und Regionen (Abb. 39) sowie die Produktionskapazitäten der Regionen (Abb. 40):





Das **Ifo Institut** analysiert die Lage der Automobilindustrie in einem Beitrag des Ifo Schnelldienst wie folgt:¹⁷

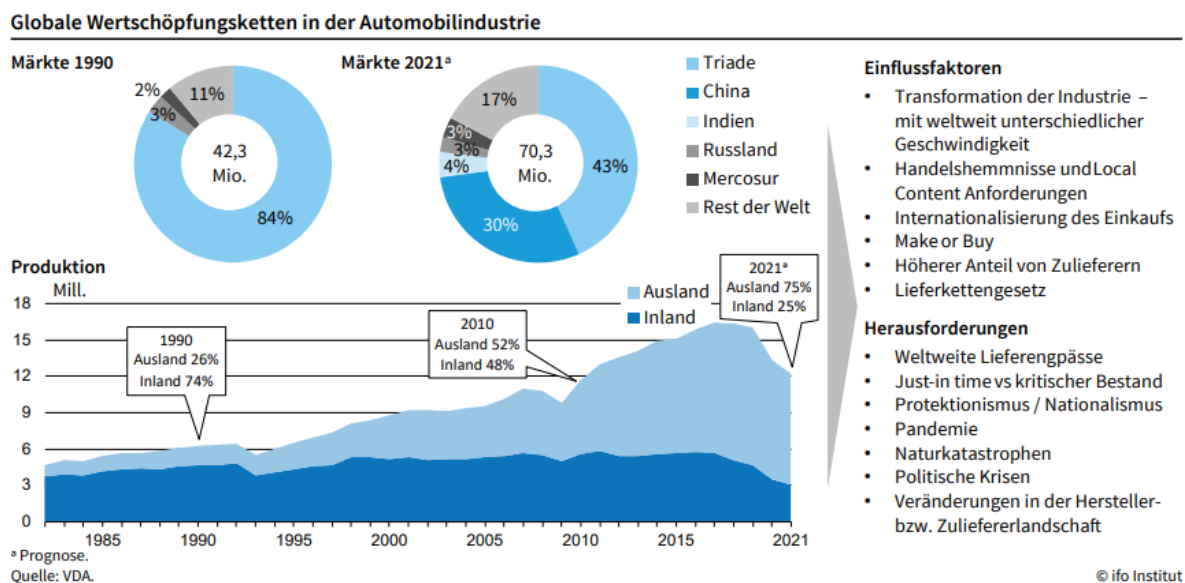
„Angesichts der großen Projekte der doppelten Transformation – Dekarbonisierung und Digitalisierung – ist kaum eine andere Industrie so deutlich von Veränderungen der internationalen Märkte und Rahmenbedingungen betroffen wie die Automobilindustrie:

- die globale Pandemie mit ihren Auswirkungen auf Lieferketten, Angebot und Nachfrage;
- teilweise ungünstige Standortbedingungen, wie hohe Energiepreise, Bürokratie und Abgaben;
- Knappheiten auf vielen Märkten und entsprechend hohe Preise (z.B. bei Halbleitern, Stahl, Aluminium, Batterierohstoffen, Magnesium, Energie und Transportdienstleistungen).
- Die Knappheiten erfordern eine ständige Evaluierung und Stärkung der Lieferketten, unter Berücksichtigung der internen und externen Standards und Gesetzen (VDA 2021f).
- Bei den für die Elektromobilität benötigten Rohstoffen und Technologien ist Europa bisher auf Importe angewiesen, und daran wird auch der Aufbau von Kapazitäten in der EU (Halbleiter, Rohstoffe, Batterien etc.) kurz- und mittelfristig wenig ändern. Die EU wird bei der Elektromobilität nicht autark sein. Daher sollten Rohstoffabkommen die Versorgung sichern.
- Eine emissionsfreie Mobilität erfordert ausreichend emissionsfreie Energien – hier ist Deutschland auf internationale Energiepartnerschaften angewiesen, da das Flächenpotenzial für den schnellen Ausbau erneuerbarer Energie begrenzt ist (Umweltbundesamt 2021).
- Weltweit zunehmender Protektionismus, tarifäre und nicht-tarifäre Handelshemmnisse: Das Modell der Offenheit für Importe und der Exportstärke hat in Deutschland jahrzehntelang Beschäftigung und Wohlstand generiert.
- Protektionistische Tendenzen (wie z. B. Vorschläge in den USA, nur noch im Inland gefertigte E-Fahrzeuge zu fördern) gefährden dieses Modell, Gegenreaktionen können in eskalierenden Handelskonflikten enden. Offene Märkte jedoch bringen Vorteile für Wirtschaft und Bevölkerung, eine Abkehr von diesem Modell wäre fatal und mit hohen Kosten verbunden (OECD 2021).

17 Angela Mans, Automobilindustrie: Modell der Globalisierung hat nicht ausgedient, Ifo Schnelldienst, 1/2022 v. 19.01.2022, S. 27 ff., <https://www.ifo.de/DocDL/sd-2022-01-strategien-flaschenhals-rezession.pdf>.

- In der globalen Automobilindustrie wird es neue Player geben, die auch die europäischen Märkte im Blick haben. Die EU ist ein offener Markt, und in Deutschland stammen bereits mehr als 70% der neu zugelassenen Fahrzeuge aus dem Ausland, inklusive der von deutschen Herstellern im Ausland produzierten Fahrzeuge. Gleichzeitig werden mehr als 75% exportiert, was existenziell für die deutsche Beschäftigung ist.“

Die folgende Abbildung des Ifo Instituts verdeutlicht die **Veränderungen** der globalen Wertschöpfungsketten der Autoindustrie im Zeitverlauf **1990-2021**:



Das Ifo-Institut hebt hervor, dass die internationale Vernetzung neben Risiken auch **positive Aspekte** mit sich bringt:¹⁸

„Die Liste der für die Automobilindustrie relevanten Rohstoffe, die entweder knapp, **hochpreisig** oder mit **politischen Risiken** verbunden sind, wird immer länger. Dazu zählen u.a. Halbleiter sowie Stahl- und Aluminiumprodukte. Zudem belasten der Facharbeitermangel, hohe Energiepreise, strategische Abhängigkeiten bei wichtigen Rohstoffen, Export- und Importrestriktionen im Ausland bei wichtigen Vorprodukten wie Magnesium und nicht zuletzt sich verschärfende politische Konflikte mit wichtigen Rohstofflieferanten wie China und Russland sowie anhaltend hohe Transportkosten. Die Automobilindustrie steht hier zwar nicht alleine da, ist aber in besonderem Maße betroffen.

Es wäre jedoch falsch, die Gründe für diese negativen Rahmenbedingungen in der Globalisierung der Automobilindustrie zu suchen. Es gilt umgekehrt, dass gerade die **internationale Vernetzung** der deutschen Hersteller und deren Zulieferer immer wieder für einen **Ausgleich** sorgt und das Bestehen der deutschen Automobilindustrie sichert.

Die Hersteller in Deutschland haben mit einer 2021 erneut gestiegenen Exportquote von 77%, das Ausland genau im Blick und analysieren fortwährend die internationalen Absatzbedingungen. Das Gleiche gilt für die internationalen Lieferketten, seien es Exporte oder Einfuhren. So werden potenzielle strategische Abhängigkeiten von einzelnen Lieferanten analysiert und ausgleichende Maßnahmen ergriffen. Das immer wieder von Politik und Öffentlichkeit geforderte ‚Reshoring‘ oder ‚Nearshoring‘ kann aber oft nicht umgesetzt werden, da viele Vorprodukte nicht in der EU bezogen werden können. Ein wesentliches ‚Learning‘ aus der Knappheit ist für viele Unternehmen, dass nicht allein auf die Kosten und ein knapp bemessenes ‚Just-in-Time‘ Management gesetzt werden kann. So wird vermehrt auf den Aufbau kritischer Reserven und angemessener Bestände geschaut, um Ausfälle zu vermeiden. [...]

Viele für die Automobilindustrie wichtige Rohstoffe wie Seltene Erden, Kobalt oder Magnesium stammen zu mehr als 50% aus einer einzigen Quelle. Um solche strategischen Abhängigkeiten zu vermeiden, steht eine möglichst weitgehende Diversifizierung der Lieferquellen an, was die Risiken für alle Beteiligten senkt. Insofern hat der VDA auch die von der EU-Kommission im Rahmen der Industriestrategie geforderte ‚offene strategische Autonomie‘ unterstützt, verbunden mit der Forderung, dass dies nicht zu protektionistischen Tendenzen führen darf (VDA 2021b). Die EU-Kommission legte am 5. Mai 2021 ihre aktualisierte Industriestrategie vor (Europäische Kommission 2021). Dort bekräftigt sie, dass möglichen Abhängigkeiten eine Strategie der genauen Analyse und Diversifizierung entgegengesetzt werden soll. Dabei wird klar herausgestellt, dass **China** ein wichtiger Lieferant für Rohstoffe ist. Aus Sicht der Automobilindustrie ist daher ein konstruktiver Umgang mit diesem wichtigen Player unerlässlich, sollen die Ziele der Transformation erreicht werden. Eine einseitige Konzentration auf wenige Handelspartner oder gar eine Blockbildung würde den Erfolg der Automobilindustrie, aber auch politische und gesellschaftliche Stabilität beeinträchtigen. Die deutsche Automobilindustrie setzt auf Diversität: Das zeigt sie zum Beispiel mit ihrem Engagement in Indien und Afrika (VDA 2021a). Mit beiden Regionen hat der VDA Verbändepartnerschaften, die von der deutschen Bundesregierung unterstützt werden (BMZ 2021). Dabei geht es um die Entwicklung der Automobilindustrie vor Ort unter entwicklungspolitischen Gesichtspunkten.“

5. Ausblick

Zur **künftigen Entwicklung** weist das ifo-Institut im Jahr 2022 auf folgende Punkte hin:¹⁹

„Die Produktion von Schlüsseltechnologien der Zukunft ist häufig von importierten Rohstoffen abhängig. [...]

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. [...]

19 ifo Institut, München, 2022, Wie abhängig ist Deutschland von Rohstoffimporten? Eine Analyse für die Produktion von Schlüsseltechnologien, S.4 f., <https://www.ifo.de/publikationen/2022/monographie-autorenschaft/wie-abhaengig-ist-deutschland-von-rohstoffimporten>.

Mit ungefähr der Hälfte der Länder, die außer den EU-Mitgliedsstaaten wichtige Exporteure der neun kritischen Rohstoffe sind, wurde bereits ein Handelsabkommen abgeschlossen.

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.“
