

# Resiliente Lieferketten für die Transformation 2045 Kritische Rohstoffe

## Ausgangslage

- Für die Transformation zur Klimaneutralität sind **sieben Schlüsseltechnologien** von zentraler Bedeutung.<sup>1</sup>
- In den für eine erfolgreiche Transformation notwendigen Schlüsseltechnologien wurden **sieben sehr kritische Rohstoffe** mit Blick auf die **Förderung und Verarbeitung** identifiziert: Graphit, Iridium, Kobalt, Lithium, Mangan, Leichte und Schwere Seltene Erden. Darüber hinaus sollten Nickel und Polysilizium als weitere mittelkritische (verarbeitete) Rohstoffe besondere Aufmerksamkeit finden.
- Diese betreffen insbesondere die Elektromobilität, Windkraft und Elektrolyseure für die Produktion von grünem Wasserstoff
- Details zu Rohstoffen sowie Risikobewertung der nachfolgenden Stufen der Lieferkette: siehe Factsheets zu Schlüsseltechnologien.<sup>2</sup>

## Herausforderung: Elektromobilität Lithium-Ionen-Batterien<sup>3</sup>

	Lithium	Kobalt	Graphit	Mangan	Nickel
<b>Förderung</b>	Sehr starke Nachfrageentwicklung	72% Kongo	73% China (bei natürlichem Graphit)	36% Südafrika	38% Indonesien
<b>Verarbeitung</b>	73% China	75% China	100% China	95% China	55% China
<b>Lösungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Deckung des europäischen Bedarfs zu 30% möglich durch Minerschließung (u.a. in Deutschland, Finnland, Frankreich, Portugal) und Aufbau von Recycling</li> <li>Erschließen von Minen u.a. in Australien, Kanada, Brasilien, Ghana</li> <li>Bau von Lithiumraffinerien in Deutschland, Polen, Finnland</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nachfragedämpfung durch kobaltfreie und kobaltarme Lithium-Ionen-Batterien</li> <li>Ausbau der Förderung in Europa (Finnland)</li> <li>Weltweiter Ausbau der Minen u.a. in Australien</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verwendung von synthetischem Graphit</li> <li>Diversifizierung möglich: Reserven auf diverse Länder verteilt; Angebotssteigerung möglich, wie z.B. in Brasilien</li> <li>Europa: Vorkommen in Norwegen, Schweden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nachfragedämpfung durch manganfreie Lithium-Ionen-Batterien (LFP)</li> <li>Ausbau der Förderung in Europa (Finnland)</li> <li>Weltweiter Ausbau der Förderung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nachfragedämpfung durch nickelfreie Lithium-Ionen-Batterien (LFP)</li> <li>Ausbau der Förderung in Europa (Finnland)</li> <li>Weltweiter Ausbau der Förderung u.a. in Australien, Kanada</li> </ul>

## Herausforderung: Elektromobilität und Windkraft Permanentmagnete in Elektromotoren / Generatoren<sup>4</sup>

	Schwere Seltene Erden (Dysprosium/Terbium)	Leichte Seltene Erden (Neodym/Praseodym)
<b>Förderung</b>	100% China	58% China
<b>Verarbeitung</b>	100% China	87% China
<b>Lösungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bergbau und Verarbeitung in Europa: Potenziale in Schweden, Estland, Norwegen und Frankreich</li> <li>Recycling ab 2035 stark wachsend durch Rücklauf von E-Motoren</li> <li>Ausweitung Bergbau in klassischen Bergbauländern, wie Kanada, Australien und USA</li> <li>Unterstützung beim Aufbau von Bergbau und Weiterverarbeitung in Namibia, Malawi, Kenia</li> </ul>	

## Herausforderung: Grüner Wasserstoff PEM-Elektrolyseure<sup>5</sup>

	Iridium	Lösungen
<b>Förderung</b>	Keine Ausweitung der Förderung wahrscheinlich	<ul style="list-style-type: none"> <li>Weitere Senkung der Rohstoffintensität um 75% bis 2040</li> <li>Kurzfristig: Recycling von Zündkerzen</li> <li>Mittelfristig ab 2035: Recycling von Elektrolyseuren</li> <li>Backup: Alkalische Elektrolyseure (ohne Iridium)</li> </ul>

## Studie

# Souveränität Deutschlands sichern: Resiliente Lieferketten für die Transformation zur Klimaneutralität 2045

Die Stiftung Klimaneutralität beauftragte Prognos, Öko-Institut und Wuppertal Institut mit der Erstellung einer Studie unter dem Titel «Souveränität Deutschlands sichern: Resiliente Lieferketten für die Transformation zur Klimaneutralität 2045».

Die Studie identifiziert für strategisch wichtige Transformationsindustrien entlang der gesamten Wertschöpfungs- und Lieferkette entscheidende Schwachpunkte. Sie liefert Antworten für Politik, Wirtschaft und Gesellschaft, wie die Resilienz gegenüber exogenen Schocks erhöht werden kann.

Für die Transformation zur Klimaneutralität stehen sieben Schlüsseltechnologien im Fokus, die eine besonders hohe CO<sub>2</sub>-Einsparung ermöglichen, einen starken Nachfragehochlauf bis 2030/2035 aufweisen und für die sich bereits heute Versorgungsengpässe andeuten: Photovoltaik, Windkraft (mit Permanentmagneten), Elektromobilität (mit Lithium-Ionen-Batterien und Permanentmagneten), Elektrolyseure für grünen Wasserstoff, Wärmepumpen und DRI-Anlagen zur Produktion von grünem Stahl.

Dieses Factsheet zeigt in Kurzform die zentralen Erkenntnisse zu kritischen Herausforderungen und wirksamen politischen Handlungsstrategien.

Mehr Informationen und detaillierte Daten sind online abrufbar:  
[www.stiftung-klima.de](http://www.stiftung-klima.de)



Unter diesen QR-Codes steht die Publikation »Souveränität Deutschlands sichern – Resiliente Lieferketten für die Transformation zur Klimaneutralität 2045« als PDF zum Download zur Verfügung.

Kurzfassung



Langfassung



### ANMERKUNGEN:

- 1 **Schlüsseltechnologien:** Für die Transformation zur Klimaneutralität stehen sieben Schlüsseltechnologien im Fokus, die eine besonders hohe CO<sub>2</sub>-Einsparung ermöglichen, einen starken Nachfragehochlauf bis 2030/2035 aufweisen und wo sich heute schon Versorgungsengpässe andeuten. Diese sind: Photovoltaik, Windkraft (u.a. Permanentmagnete), Elektromobilität (Lithium-Ionen-Batterien, Permanentmagnete), Elektrolyseure für grünen Wasserstoff, Wärmepumpen und DRI-Anlagen zur Produktion von grünem Stahl.
- 2 Für die Bewertung der Kritikalität der Technologien muss die gesamte Lieferkette betrachtet werden. Weitere Informationen gibt es hierzu in den **Factsheets zu einzelnen Schlüsseltechnologien**.
- 3 **Lithium-Ionen-Batterien:** bleibt für den Bereich Elektromobilität mittelfristig die dominierende Batterie-Technologie. Sie zeichnen sich durch eine besonders hohe Leistungsdichte und Reichweite aus.
- 4 **Permanentmagnete aus Seltenen Erden** (Neodym-Eisen-Bor-Magnete) sind ein zentraler Bestandteil von Generatoren und Elektromotoren geworden. Fast 100 % der E-Pkw, E-LKW sowie Offshore-Windanlagen verwenden diese Permanentmagnete. Im Vergleich zu Elektromagneten haben sie eine hohe Leistungsdichte und werden überall dort verbaut, wo Platz und Gewicht ein limitierender Faktor sind.
- 5 **PEM-Elektrolyseure:** Zwei Verfahren zur Produktion von grünem Wasserstoff sind heute marktreif: Alkalische Elektrolyse und PEM-Elektrolyse. PEM-Elektrolyseure eignen sich vor allem für Stromsysteme mit einem hohen Anteil volatiler Stromerzeugung, denn sie können sehr flexibel gefahren werden und sind sehr effizient. Der Marktanteil wird deshalb in Zukunft stark steigen.