

Factsheet: Elektromobilität und Rohstoffe

– Bedarfe, Verfügbarkeiten, Umweltauswirkungen

Stand: September 2020

Einleitung

Elektromobilität mit Batterie¹ und Brennstoffzelle gilt als Schlüssel zur Reduktion der Treibhausgasemissionen im Verkehrssektor. Zur Erreichung der nationalen und internationalen Klimaschutzziele ist daher der globale Hochlauf von Elektrofahrzeugen notwendig. Gleichzeitig wird der Fahrzeugbestand weltweit insbesondere aufgrund des steigenden Wohlstandsniveaus in China und Indien deutlich ansteigen. Allein die globale Pkw-Flotte wird sich Prognosen zufolge bis 2050 auf über zwei Milliarden Fahrzeuge verdoppeln. Mit dem Anstieg der elektrischen Fahrzeuge wächst die Nachfrage nach Batteriespeichern und damit auch der Bedarf an spezifischen Rohstoffen. Verschiedene Studien berechnen Szenarien für den entsprechenden Rohstoffbedarf. Um das Ziel einer nachhaltigen Elektromobilität zu erreichen, sind sowohl neue Methoden und Verfahren bei Herstellung und Recycling der Technologien zu fördern, als auch die Umwelt- und Sozialauswirkungen beim Abbau von Rohstoffen zu verbessern.

¹ Batterie wird im Folgenden synonym verwendet mit Lithium-Ionen-Akkumulatoren

Batterie und Brennstoffzelle – Markthochlauf und Rohstoffbedarf

Aufgrund der hohen Energiedichte, Langlebigkeit und des geringen Wartungsaufwands werden vorrangig Lithium-Ionen-Batterien in E-Fahrzeugen eingesetzt. Bei Wasserstoffautos werden Niedertemperaturbrennstoffzellen verbaut: Die Polymer-Elektrolyt-Brennstoffzelle (PEFC) ist langlebig, wartungsarm und weist eine hohe Betriebsdynamik auf. Für eine effizientere Herstellung von Wasserstoff wird derzeit die Polymer-Elektrolyt-Membran-Elektrolyse (PEM) intensiv betrachtet. Rohstoffe, die zur Herstellung dieser Technologien notwendig sind, werden in der Übersicht (Abb. 1) dargestellt. Ihre Nachfrage wird beim Markthochlauf der Elektromobilität zum Teil enorm steigen.

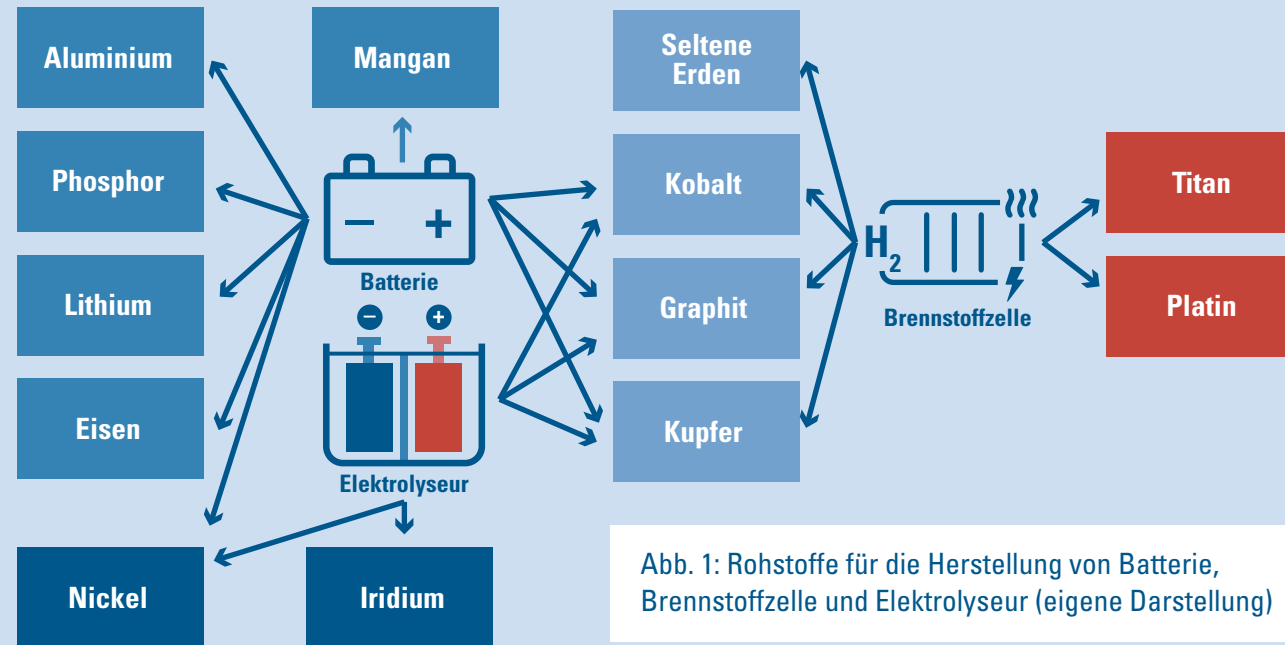
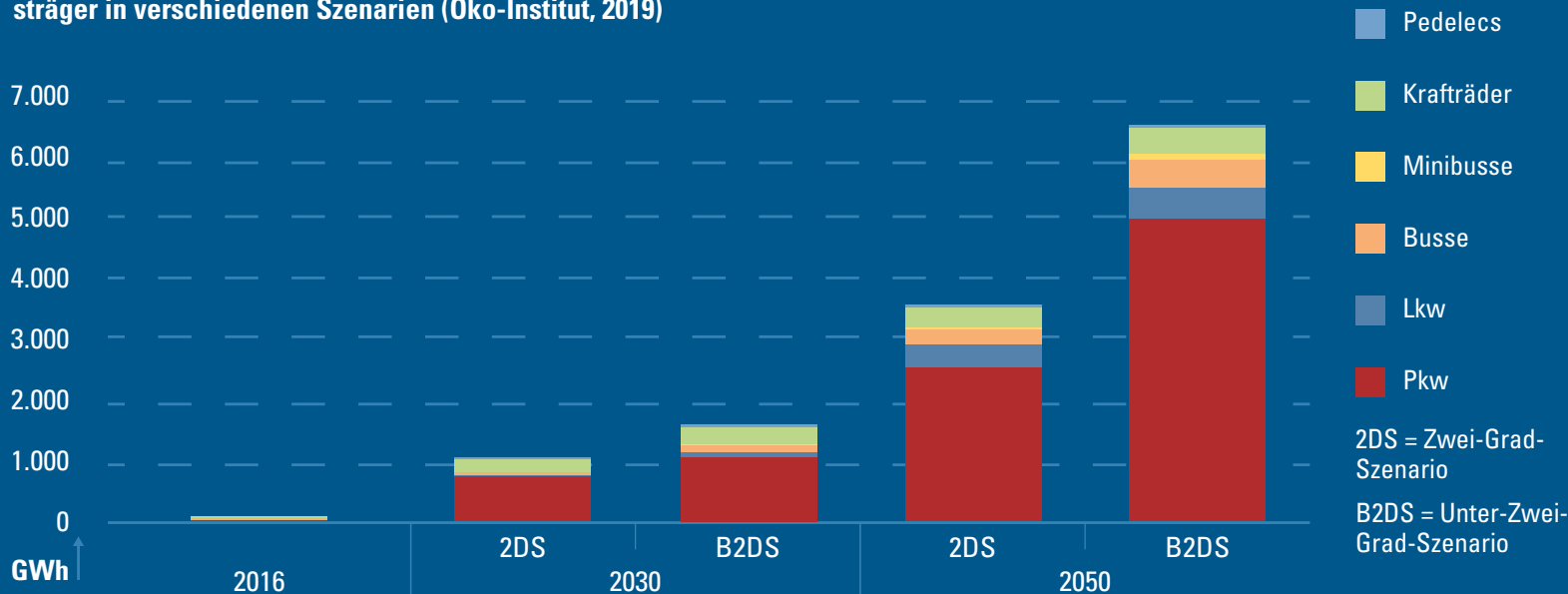


Abb. 1: Rohstoffe für die Herstellung von Batterie, Brennstoffzelle und Elektrolyseur (eigene Darstellung)

Pkw bestimmen Bedarf an Batteriekapazität

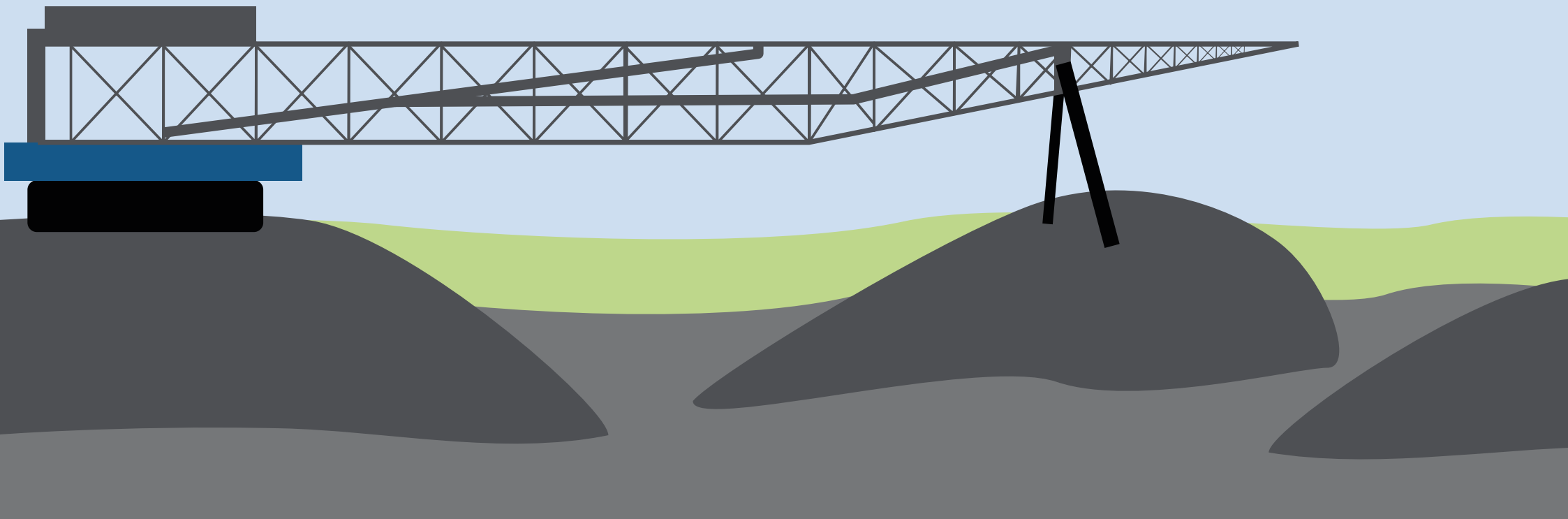
Abb. 2: Prognostizierter Bedarf der Gesamtspeicherkapazität von Batteriespeichern für unterschiedliche Verkehrsträger in verschiedenen Szenarien (Öko-Institut, 2019)



Gegenwärtig beläuft sich der globale Bedarf an Batteriekapazität für Elektrofahrzeuge aufgrund der relativ geringen Marktdurchdringung auf unter 100 GWh. Bis 2030 ist ein Speicherbedarf von 1.000 bis 1.500 GWh und bis 2050 von 3.500 bis 6.600 GWh zu erwarten. Aufgrund der großen Fahrzeugflotte und der Fahrleistung wird der globale Batteriebedarf dabei zum Großteil von Pkw (Anteil 75%) bestimmt werden. Lkw und Busse werden nur geringfügig zum Gesamtbedarf beitragen. (s. Abb. 2.)

Rohstoffe im Überblick

Für die Elektromobilität wesentliche Rohstoffe sind Lithium, Kobalt, Nickel und Platinmetalle.
 Die globalen Reserven und Ressourcen sind in der folgenden Übersicht zusammengefasst.



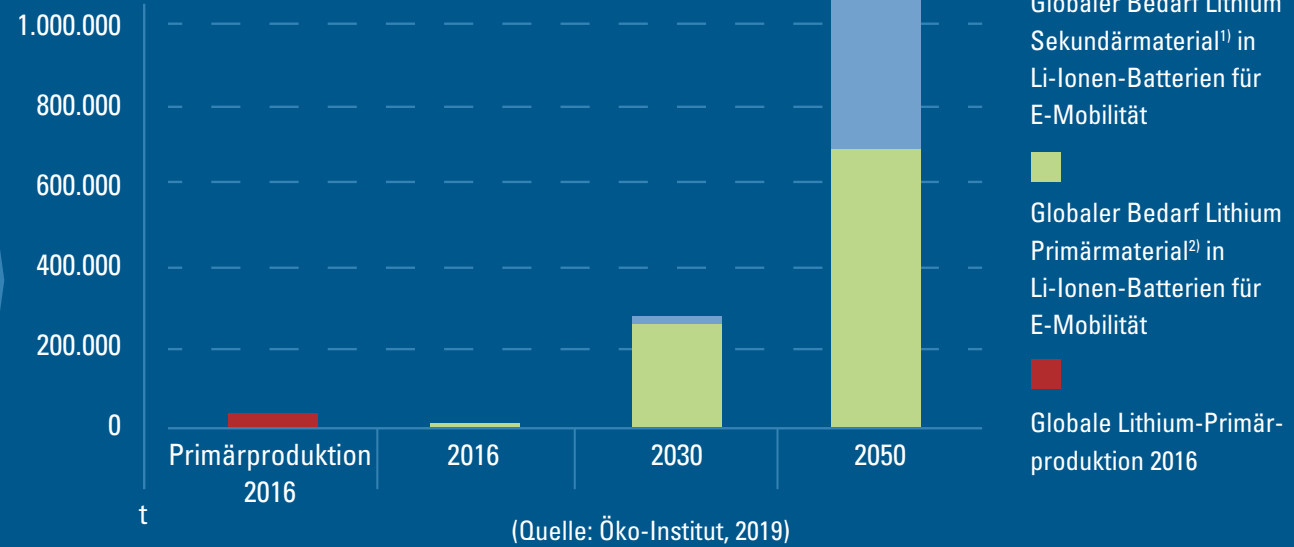
Lithium

i 36% der aktuellen Fördermenge wird zur Herstellung von Lithium-Ionen-Akkus für E-Fahrzeuge verwendet

14 Mio. t
globale Reserven

47 Mio. t
globale Ressourcen

Bedarf



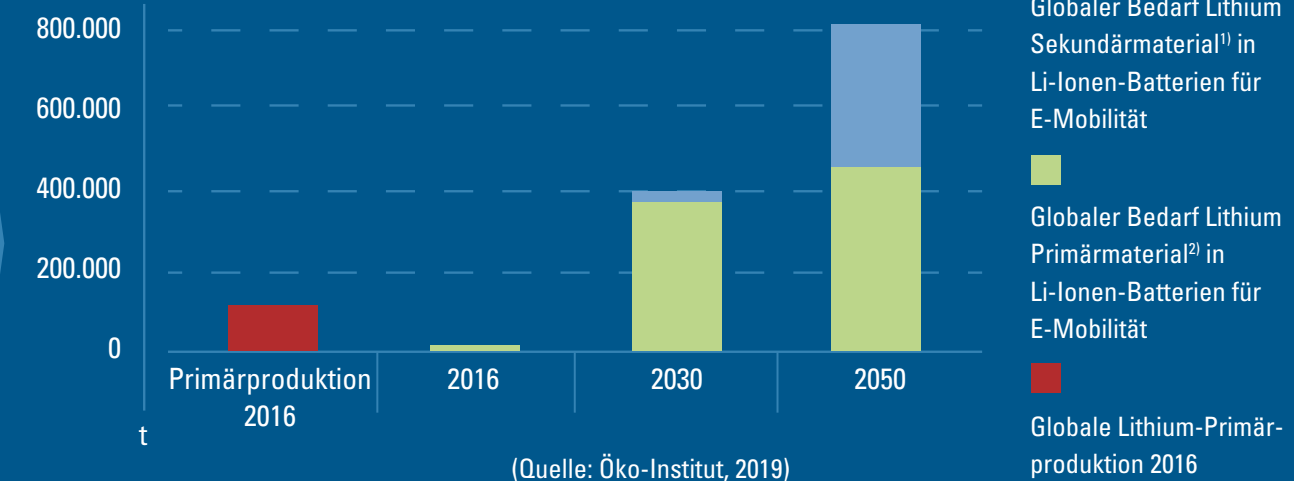
Kobalt

i 41% der aktuellen Fördermenge wird zur Herstellung von Lithium-Ionen-Akkus für E-Fahrzeuge verwendet

7 Mio. t
globale Reserven

25-120 Mio. t
globale Ressourcen

Bedarf



1) Sekundärmaterial = prozessiertes Primärmaterial

2) Primärmaterial = unbearbeitete, natürliche Ressourcen

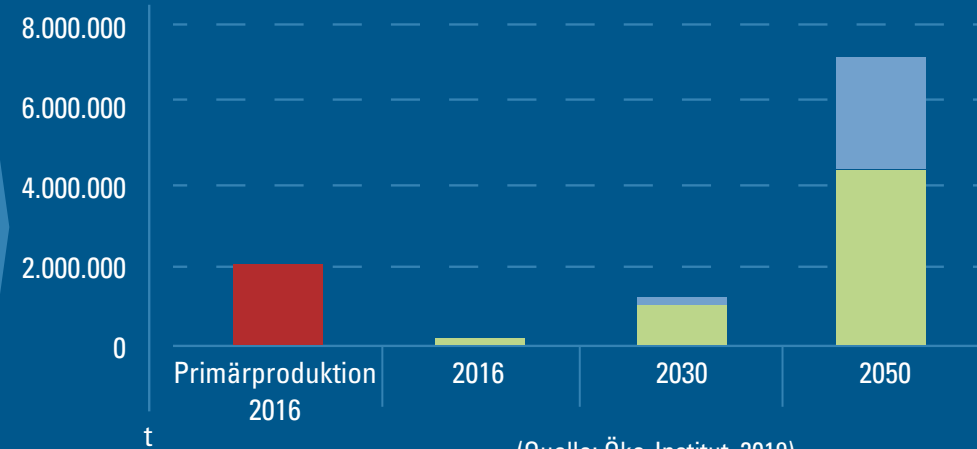
Nickel

i Hoher Energiebedarf beim Abbau verursacht immense THG-Emissionen
(Reduktion um 30-60% durch EE-Strom möglich)

74-79 Mio. t
globale Reserven

130 Mio. t
globale Ressourcen

Bedarf



(Quelle: Öko-Institut, 2019)

Globaler Bedarf Lithium Sekundärmaterial in Li-Ionen-Batterien für E-Mobilität

Globaler Bedarf Lithium Primärmaterial in Li-Ionen-Batterien für E-Mobilität

Globale Lithium-Primärproduktion 2016

Platin

i **17%** der aktuellen Fördermenge wird zur Herstellung von Brennstoffzellen verwendet

Iridium

Katalysator in der PEM-Elektrolyse

Vorkommen extrem gering, 85% in Südafrika

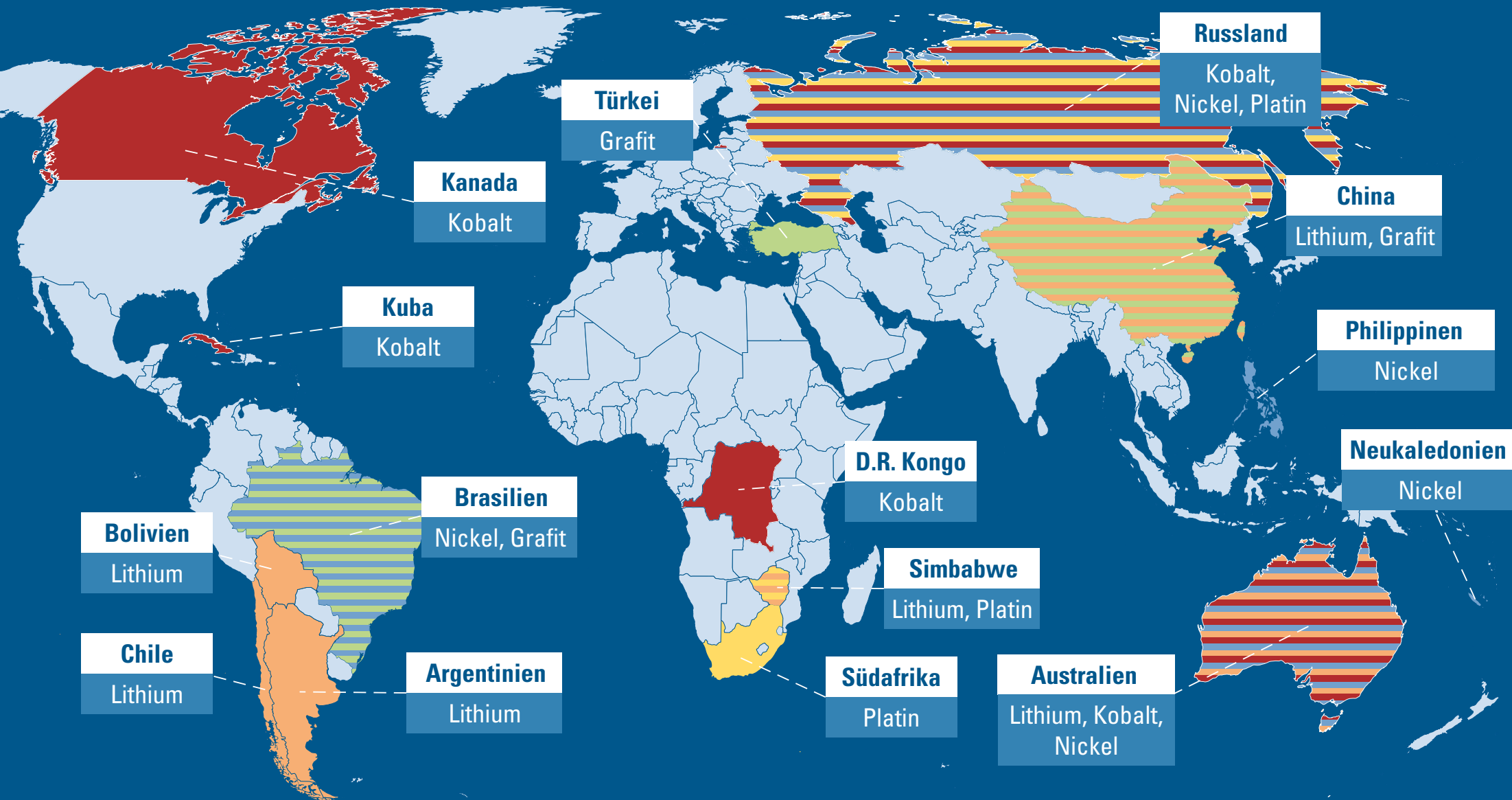
Substitution nicht absehbar

Recycling ist möglich und wird in Teilen praktiziert

Neben den hier im Detail dargestellten Rohstoffen werden weitere Elemente für die Elektromobilität benötigt. Hierzu zählen Graphit, Kupfer, Aluminium, Mangan, Scandium, Gallium, Titan, sowie seltene Erden. Auch die Gewinnung dieser Rohstoffe spiegelt die in diesem Dokument diskutierte vielschichtige Problematik des Ressourcenabbaus wider.

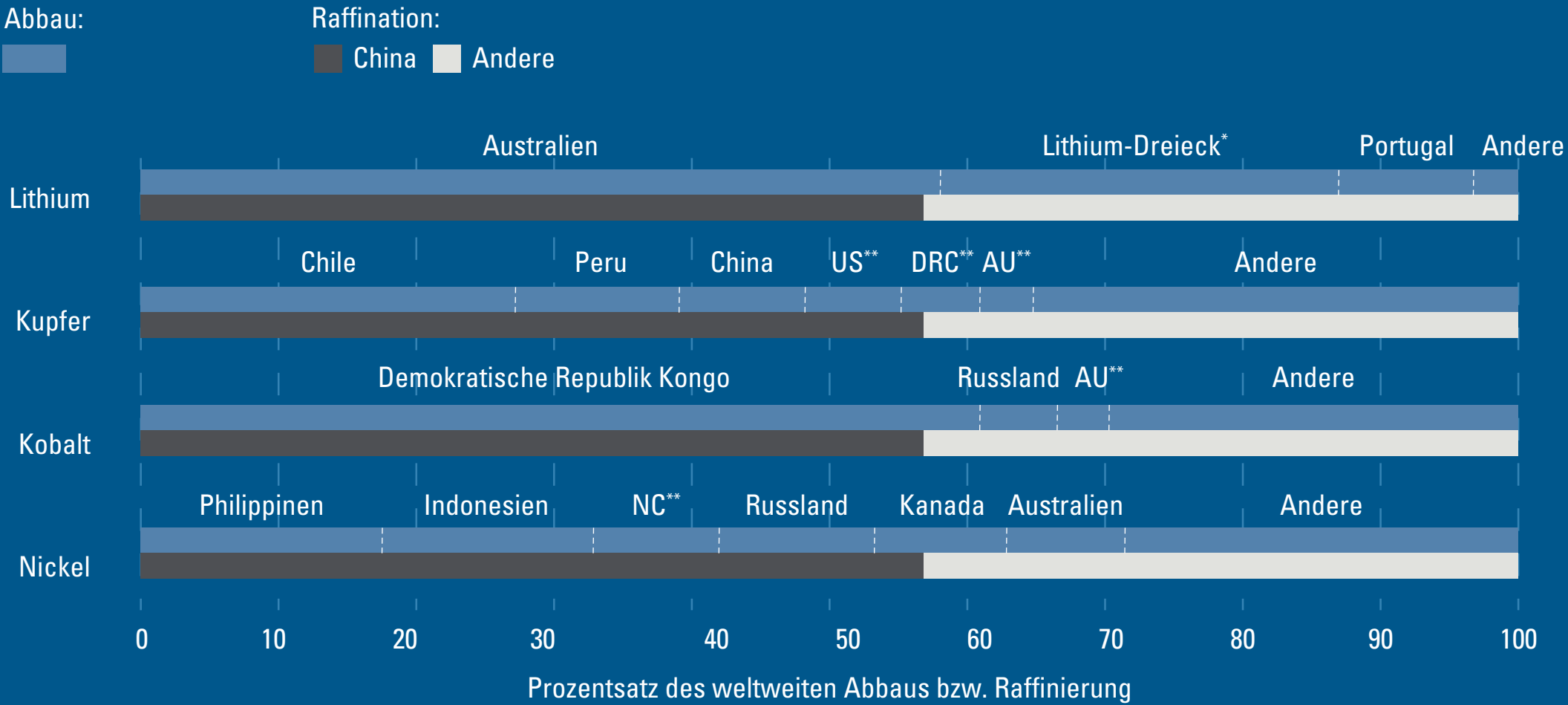
Wenige Staaten mit Rohstoffen für E-Fahrzeuge

Kobalt Nickel Grafit Platin Lithium



Hauptförder- und Raffinerieländer von Rohstoffen für Elektrofahrzeuge

Für die Verwendung der Rohstoffe in Batterie- und Brennstoffzellentechnologien müssen diese raffiniert werden. Der Raffinierungsprozess findet zum Großteil nicht in den Abbau- und Förderländern statt, sondern maßgeblich in China: Fast 60% des Lithiums und Kobalts werden dort raffiniert. Die raffinierenden Länder haben daher einen massiven Einfluss auf den Rohstoffmarkt.



(Quelle: IEA (2019): Global EV Outlook 2019 - Scaling-up the transition to electric mobility.)

* Lithium-Dreieck: Argentinien, Bolivien, Chile

** US: United States of America; AU: Australien; DRC: Demokratische Republik Kongo; NC: Neukaledonien

Effekte des Abbaus von Rohstoffen jeder Art können sich global – durch assoziierte Treibhausgas-Emissionen – oder lokal – durch Emissionen anderer Substanzen – auswirken. Ein relativer Vergleich der unterschiedlichen ökologischen und sozialen Auswirkungen des Rohstoffabbaus an verschiedenen Orten ist daher sowohl aus fachlichen als auch ethischen Gründen schwierig. Die Aussagekraft von Umweltbilanzen (LCA) leidet häufig unter einer eingeschränkten Datenlage bedingt durch Intransparenz vieler Bergbauunternehmen und veralteter oder unzureichender LCA-Datenbanken. Hinzu kommt, dass kritische Wirkungskategorien (z.B. Ökotoxizität) komplex zu modellieren sind und weiterhin hoher Forschungsbedarf besteht. Dennoch ist es notwendig, die negativen Folgen des Rohstoffabbaus konkret zu benennen und kontinuierlich zu minimieren.

Auswirkungen des Rohstoffabbaus auf das Öko- und Sozialsystem



Quellen: Sonter et al. (2020), Öko-Institut (2020), Oehoust et al. (2017), ELAW (2010)

Zusätzlich zu den ökologischen Veränderungen und ihren negativen Folgen für menschliches Leben hat die politische Kontrolle über den Rohstoffabbau weitreichende lokal- und geopolitische Konsequenzen. Menschen in Abbaubereichen werden oft konfrontiert mit:

- Vertreibung und Umsiedelung (teilweise unter Zwang),
- Missachtung von Altersgrenzen, Lohn, Arbeitszeiten, Arbeitsschutz, etc.,
- Einschränkungen von kulturellen und traditionellen Werten.

Initiativen auf internationaler politischer Ebene sowie von der Industrie, die diese schädlichen Effekte zu minimieren suchen, müssen dringend gestärkt und legitimiert werden.

(Quelle: Kickler et al., 2018).

Lösungsansätze

Da Rohstoffabbau nie vollkommen nachhaltig sein kann, müssen die inhärenten Risiken minimiert werden. Innerhalb von internationalen normativen Rahmenbedingungen und Prinzipien existieren einige rechtlich bindende Standards (z.B. EU Gesetzgebung zu Konfliktmineralien) sowie verschiedene freiwillige Nachhaltigkeitsstandards. Große Herausforderungen sind ihre Heterogenität, Fragmentation durch Fokus auf einzelne Rohstoffe oder Regionen/-Länder, teilweise fehlende lokale/internationale Legitimation, sowie unterschiedliche rechtliche Rahmenbedingungen und Schwierigkeiten in der Kostendeckung (Kickler et al., 2018). Aktuelle Initiativen sind z.B. das Pilotprojekt "Cobalt for Development", in dem die BMW Group, BASF SE, Samsung SDI und Samsung Electronics versuchen, die Arbeitsbedingungen der Menschen in einer ausgewählten Kobaltmine im Kleinstbergbau in der Demokratischen Republik Kongo zu verbessern. In einem weiteren Projekt untersucht Volvo Cars die potentielle Eignung von Blockchains zur Nachverfolgung des Ursprungs von Kobalt.

Schlussfolgerung

1

Rohstoffverfügbarkeit kein Hindernis für die Elektromobilität.

Die Verfügbarkeit der wichtigsten hier aufgeführten Rohstoffe ist kein grundsätzliches Hindernis für den fortschreitenden Hochlauf der Elektromobilität. Vielmehr können temporäre Rohstoffverknappungen am Markt zu drastischen Preisanstiegen einzelner Rohstoffe führen, wie es vor allem für Lithium und Kobalt erwartet wird. Hierbei sind Verknappungen insbesondere auf nicht ausreichende Erschließung von Vorkommen im Zusammenhang mit komplexen politischen Situationen zurückzuführen.

3

Effiziente Rohstoffnutzung.

Der Bereich konventionelle Antriebe blickt auf über ein Jahrhundert Forschungsgeschichte zurück. Bei der Entwicklung von Elektroantrieben ist derzeit noch ein hohes Potenzial bei der Optimierung und Effizienzsteigerung zu erwarten. Die Treibhausgasbilanz von Batterien lässt sich beispielsweise durch die Nutzung in stationären Speichern im Sinne eines „Second-Life“ deutlich verbessern. Außerdem führen steigende Rohstoffpreise für Kernrohstoffe bereits heute dazu, dass Recycling einen immer höheren Stellenwert beigemessen wird, da hierdurch der Rohstoffbedarf aus neuen Ressourcen reduziert und das Recycling gesteigert werden kann. Ebenso können andere chemische Zusammensetzungen den Bedarf einzelner Rohstoffe verringern – ein Ziel der aktuellen Batterieforschung.

4

Nachhaltiger Rohstoffeinsatz.

Der Rohstoffverbrauch insgesamt muss nachhaltiger werden. Auf dem Weg hin zu einer ressourcenschonenden, emissionsfreien Mobilität stehen wir noch am Anfang. Die Förderung der genannten Rohstoffe steht derzeit in Zusammenhang mit Umwelt- und Sozialproblemen. Initiativen, Standards und Regularien für eine nachhaltige und verantwortungsvolle Lieferkette müssen ausgebaut, gefördert und den weiteren Prozess eng begleiten, damit die negativen Folgen des Rohstoffabbaus, wie wir sie für die Materialien und Kraftstoffe konventioneller Fahrzeuge kennen, nicht wiederholt werden.

2

Schwierige Datenlage.

Mit Blick auf die wissenschaftliche Grundlage ergibt sich ebenfalls ein komplexes Bild. Studien hinsichtlich einzelner Themen im Kontext Rohstoffe betrachten oft Szenarien, deren unterschiedliche Annahmen eine Vergleichbarkeit erschweren bzw. nicht erlauben. Hinzu kommt, dass Daten häufig nicht verfügbar oder qualitativ fragwürdig sind. Um diese Situation zu verbessern, braucht es Transparenz und consequenten Datenaustausch, so dass künftig vergleichbare ganzheitliche Analysen ermöglicht werden. Außerdem wird ein kontinuierliches Monitoring der Rohstoffsituation (Verfügbarkeit und Nachfrage) empfohlen.