



# Rohstoffkritikalitäten der E-Mobilität zu wenig beachtet

Ohne Rohstoffe ist keine E-Mobilität möglich. Die E-Mobilität auf Basis von Lithium-Ionen-Batterien benötigt im Unterschied zu Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor andere Rohstoffe und ist damit vom Rohstoffsektor abhängig. Gefragt sind Rohstoffe wie Lithium, Kobalt, Nickel, Graphit, Aluminium, Zinn, Mangan und Kupfer für die Produktion von Lithium-Ionen-Batterien.

Die Nachfrage nach Elektromobilität nimmt zu, wie die steigenden Verkäufe von Elektroautos weltweit zeigen. Inzwischen machen sie einen Anteil von rd. 3 % der weltweiten Autoverkäufe aus. Für Deutschland hat die Bundesregierung das Ziel von sieben bis zehn Millionen zugelassenen Elektrofahrzeugen bis 2030 ausgegeben und unterstützt die Zielerreichung vor allem mit finanziellen Anreizen (Kaufprämien) sowie mit Investitionen in die Ladeinfrastruktur. Aufgrund der ambitionierten Klimaschutzziele in Deutschland und weltweit ist davon auszugehen, dass die Zuwachsraten bei Elektroautos noch weiter zunehmen und damit auch der dafür erforderliche Rohstoffbedarf.

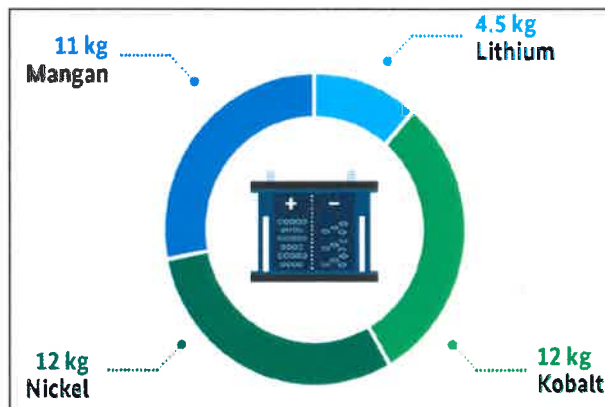
Genaue Berechnungen des künftigen Rohstoffbedarfs sind derzeit noch schwierig, da diese sowohl von den Batteriegrößen, den Anteilen der Kathodentypen als auch den technischen Innovationen abhängen.

Für die Rohstoffe Kobalt und Lithium geht die Deutsche Rohstoffagentur (DERA) davon aus, dass sich die Nachfrage nach Kobalt von 110.000 t (2017) auf bis zu 225.000 t (2025) mehr als verdoppeln könnte. Für Lithium könnte die Nachfrage von 35.000 t (2015) auf bis zu 224.000 t (2025) um das Sechsfache ansteigen.

### Herkunft der Rohstoffe

Wesentliche Rohstoffe für die E-Mobilität sind in rohstoffreichen Entwicklungs- und Schwellenländern anzutreffen. Das ruft unser Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit (BMZ) auf den Plan. Denn in vielen Entwicklungs- und Schwellenländern kann die Förderung von Rohstoffen einen Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung leisten. Der Rohstoffsektor kann grundsätzlich zu mehr Staatseinnahmen führen und neue Arbeitsplätze schaffen. Trotzdem gelingt es vielen Schwellenländern nicht, von ihrem Rohstoffreichtum zu profitieren. Ein Hauptgrund ist, dass die lokale Bevölkerung vor Ort bisher zu wenig vom Rohstoffabbau profitiert.

Der Bergbausektor ist in Bezug auf Mängelgrößen und den Grad der Mechanisie-



Zukünftiger Rohstoffbedarf bezogen auf eine NMC111-Batterie (Kathode) mit einer Leistung von 30 kWh  
Quelle: giz Broschüre „Rohstoffe für die E-Mobilität“

rung unterschiedlich. Es wird zwischen Kleinbergbau, Englisch Artisanal and Small-Scale Mining (ASM), und industriellem Großbergbau, im englischen Large-Scale Mining (LSM) unterschieden. Ein Großteil der Rohstoffe wird zwar industriell abgebaut, rund zwanzig Prozent der Gewinnung kommen allerdings aus dem Kleinbergbau. Die Rohstoffgewinnung erfolgt dort mit einfachen, nicht-industriellen Methoden. Von dieser Form des Bergbaus profitiert die Bevölkerung einerseits, da sie eine wichtige Beschäftigungsmöglichkeit in Ländern mit hoher Armut darstellt. Die Kehrseite ist, dass oft die Frauen, Kinder und Männer gleichermaßen unter gefährlichen, zum Teil menschenunwürdigen Bedingungen arbeiten. Die Verteilung von Lasten und Nutzen durch den Rohstoffabbau fair zu regeln, ist daher eine Zukunftsaufgabe. Neben höherer Transparenz wie es auch von der internationalen „Extractive Industry Transparency Initiative“ (EITI) und der deutschen D-EITI regelmäßig gefordert wird, muss der Rohstoffabbau auch in Entwicklungs- und Schwellenländern gleichzeitig umwelt- und klimaverträglich organisiert sein. Auch darf es keine Verstöße gegen Menschenrechte, Frieden und Sicherheit geben. Das erfordert unter anderem die Schaffung eines berggesetzlichen Rechtsrahmens und damit einhergehend die Institutionalisierung einer starken Bergaufsicht in diesen Staaten.

### Rohstofflieferketten der E-Mobilität

Rohstoff-Lieferketten zur Produktion von E-Fahrzeugen sind oft weit verzweigt und global. Bis ein E-Fahrzeug in den Verbrauch gelangt, sind eine Vielzahl von Menschen und Unternehmen in unterschiedlichen Ländern an der Herstellung beteiligt.

Der Upstream-Teil der Lieferkette beschreibt den Abbau des Rohstoffs und dessen Transport bis zur Verarbeitung und Aufbereitung, beispielsweise in eine Raffinerie. Der Downstream-Teil der Lieferkette umfasst die Schritte zur Produktion und Vertrieb des Endproduktes. Im Kleinbergbau kann die Nachverfolgung von Rohstoffen schwierig werden, da es viele Produzenten und Zwischenhändler gibt. Kritisch sind dabei besonders die Rohstoffe, die dem Vorkommen oder der Weiterverarbeitung nach in Entwicklungs- und Schwellenländern konzentriert sind.

### Kobalt

Kobaltkonzentrate und Zwischenprodukte (Hydroxide) werden zu rd. 70 % in der DR Kongo bergmännisch gewonnen. Von dort geht es zur Weiterverarbeitung direkt nach China. Die Komponenten der Batterie werden dann überwiegend in China, Japan und Südkorea hergestellt und zusammengesetzt. Der Wert der Gesamtproduktion von Kobalt in der DR Kongo schwankt zwischen ca. 1,5 – 2,5 Mrd. €. Der Rohstoffsektor leistet damit bereits heute einen erheblichen Beitrag zur Armutsreduzierung im Kongo.



Kobaltabbau im Kleinbergbau im Kongo  
Quelle: Miserior



Die Beschäftigung liegt inzwischen bei rd. 200 Tsd. Menschen (nur Kobaltbergbau), jeweils hälftig im ASM- und LSM- Sektor. Gleichzeitig wird durch Bergbau Infrastruktur im Land aufgebaut und assoziierte Wirtschaftszweige stimuliert. Kritisch anzumerken sind jedoch die Risiken, die vor allem im Kleinbergbau aufgrund mangelhafter Rekultivierung und im Arbeitsschutz entstehen. Die deutsche Entwicklungszusammenarbeit unterstützt den verantwortungsvollen Abbau von Kobalt im Kleinbergbau durch das Projekt „Stärkung der Kontrolle im Rohstoffsektor der DR Kongo“.

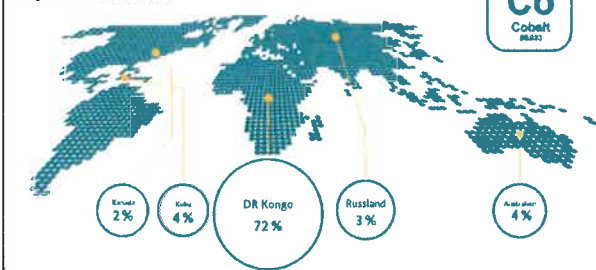
## Mangan

Mangan wird überwiegend industriell im Tagebau oder Tiefbau abgebaut und anschließend entweder metallurgisch und/oder chemisch aufbereitet. Die weltweit führenden Produzenten von Manganerz sind Südafrika und Australien. Der Manganabbau findet fast ausschließlich als industrieller Bergbau statt. Die Weiterverarbeitung des Manganerzes zu Zwischenprodukten für die Stahl- und Batterieproduktion erfolgt überwiegend in China. Während die Zwischenprodukte für die Stahlindustrie, Ferromangan und Silicomangan, weltweit in Umlauf gebracht werden, verbleiben die Zwischenprodukte für die Batterieproduktion in China selbst. Daneben findet aber auch in Japan und in Südkorea Weiter- und Endverarbeitung statt, so dass eine gewisse asiatische Konzentration zu beobachten ist.

## Nickel

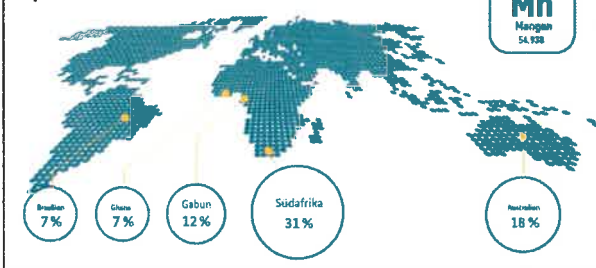
Die globalen Nickelvorkommen weisen eine breitere geographische Streuung auf. Entsprechend komplex und umfassend sind die weltweiten Lieferketten. Nickellaterite und -sulfide werden in etwa 30 Ländern auf allen Kontinenten im industriellen Maßstab abgebaut und zu Class II-Nickel (vor allem Nickelroheisen und Ferronickel – Reinheitsgrad < 99,8 %) oder Class I-Nickel (Reinheitsgrad ≥ 99,8 %) weiterverarbeitet. Für die Herstellung von Nickelsulfat, dem wichtigsten Ausgangsstoff für die Herstellung von Kathodenmaterial der Lithium-Ionen-Batterien, dienen neben Class I-Nickel vor allem verschiedene Zwischenprodukte der Nickelmetallurgie (z. B. Nickelmatte) aus Pri-

### Top Abbauländer



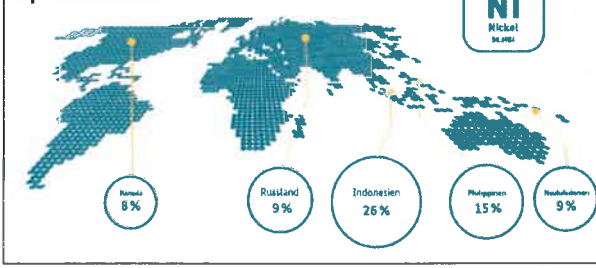
27  
**Co**  
Kobalt  
68.032

### Top Abbauländer [25]



25  
**Mn**  
Mangan  
54.938

### Top Abbauländer



28  
**Ni**  
Nickel  
58.693

Top Abbauländer Kobalt, Mangan und Nickel

Quelle: DERA

mar- und Sekundärrohstoffen. Die größten Herausforderungen bei der Nickelgewinnung treten in der Weiterverarbeitung auf. Auffällig ist erneut die geografische Konzentration in Asien.

## Recycling und Substitution

Das Recycling ist für Länder mit fortgeschrittener Recyclingtechnologie sicher eine Option, um den Druck der steigenden Nachfrage nach bestimmten Rohstoffen zu verringern. Dennoch werden selbst bei einer starken Zunahme des Recyclings aufgrund des rasant wachsenden E-Mobilität-Marktes die Primärrohstoffe noch stärker nachgefragt werden. Denn große Mengen der in Europa zum Recycling anfallenden Batterien werden nach Asien exportiert und dort dann verwertet. Während von chinesischen Unternehmen ca. 70 % der Batteriezellen recycelt werden, sind es in Europa gerade einmal 5 %. Dies liegt unter anderem daran, dass

China bereits über einen Markt verfügt, Recycling staatlich gefördert wird und Unternehmen einen guten Zugriff auf recyclingfähiges Material haben. Recycling und Herstellung sind eng miteinander verbunden. Das chinesische Ministerium für Industrie und Informationstechnologie (MIIT) verpflichtet deshalb Hersteller von E-Fahrzeugen, Recyclinganlagen für Batterien einzurichten und zu standardisieren.

Ein anderer Weg, den Rohstoffbedarf zukünftig besser als heute zu beherrschen, ist die Substitution einzelner Batterierohstoffe. Die Lithium-Eisen-Phosphat-Batterie (LFP) kommt in ihrer Kathode ohne Kobalt, Mangan und Nickel aus. Sie gilt als besonders sicher und umweltfreundlich. Allerdings begrenzt die im Vergleich zu konventionellen NMC/NCA-Zellen nur halb so große Energiedichte der Batterie die Nutzungsmöglichkeiten. So werden diese eher als stationäre Energiespeicher oder in Elektrobusen Anwendung finden. Verschiedene Forschungsansätze beschäftigen sich mit neuen Batteriezusammensetzungen und -typen. Dazu zählt auch die Forschung an Aluminium-Ionen-Batterien, die eine höhere Reichweite ermöglichen sollen und Lithium ersetzen könnten. Auch auf der Anodenseite wird an der Substitution von Graphit gearbeitet. Diese Batterien könnten jedoch frühestens in 10 Jahren marktreif werden.

## Ohne Primärrohstoffe geht es nicht

Die ernüchternde Schlussfolgerung zum Rohstoffaufkommen für die E-Mobilität ist, dass wir ohne eine verstärkte Primärrohstoffgewinnung zukünftig nicht ausreichend versorgt sind. Auch wenn wir erkannt haben, dass Recycling und Substitution von Rohstoffen Potenzial haben, sind wir doch noch weit davon entfernt, diese Potenziale auch heben zu können. Darüber hinaus müssen wir als bislang führende Industrienation leider feststellen, dass andere Länder, allen voran China, uns den Rang ablaufen. Diese Länder verfügen über eine prosperierende Primärrohstoffgewinnung. In Deutschland und der EU sollten wir versuchen, das materielle Umweltrecht und Genehmigungsverfahren so zu gestalten, dass auch bei uns Primärrohstoffgewinnung entsprechend den geologischen und ökonomischen Möglichkeiten wieder florieren kann.