

ROHSTOFFE DER ELEKTROMOBILITÄT

*Kurzstudie zur Analyse derzeitiger und
möglicher künftiger Rohstoffabhängigkeiten
von Elektrofahrzeugen*

David Fritz
Holger Heinfellner
Stefan Lambert

BARRIEREFREIE ZUSAMMENFASSUNG
REP-0850

WIEN 2023

ZUSAMMENFASSUNG

Elektrisch betriebene Fahrzeuge fahren lokal emissionsfrei, können bei Einsatz erneuerbarer Energien vergleichsweise klimafreundlich betrieben werden und stellen somit eine wesentliche Säule des zukünftigen Gesamtverkehrssystems dar. Bis 2050 ist mit einer starken Zunahme an elektrisch betriebenen Fahrzeugen über alle Kategorien zu rechnen. Geopolitische Entwicklungen könnten jedoch an verschiedenen Stellen der Wertschöpfungsketten dämpfend auf den Hochlauf der Elektromobilität wirken.

Über die auch in konventionell angetriebenen Fahrzeugen eingesetzten Rohstoffe und deren Mengen hinaus werden bei Elektrofahrzeugen Komponenten verbaut, die zusätzliche Rohstoffe oder größere Mengen davon erfordern. Diese Komponenten sind:

- der Lithium-Ionen-Akkumulator, für dessen Herstellung zumeist relevante Mengen an **Lithium, Kobalt, Mangan** oder **Nickel** erforderlich sind,
- Wasserstoffspeicher und Brennstoffzelle, für die zusätzlich Elemente der **Platinmetallgruppe** und **Grafit** von Bedeutung sind, sowie
- der Elektromotor, für den meist relevante Mengen an **Seltenerdoxiden** erforderlich sind.

Die Frage, ob ein Rohstoff als kritisch eingestuft wird, wird anhand verschiedener Kriterien unterschiedlichen beurteilt. Wirtschaftliche Bedeutung und Versorgungssicherheit stehen dabei im Zentrum, es kann jedoch auch kurzfristig zu disruptiven Änderungen kommen.

Gegenwärtig werden alle der oben genannten Rohstoffe als kritisch eingestuft, vor allem wegen der stark steigenden Nachfrage. Die höchsten erwarteten Nachfragesteigerungen bis 2050 finden sich bei

- Lithium (bis zu 56-mal mehr als heute),
- natürlichem Grafit (15-mal) und
- Kobalt (14-mal).

55 % der globalen Minenproduktion von **Lithium** entfielen 2021 auf Australien, 26 % auf Chile und 14 % auf China. Die geschätzte globale Reserve befindet sich zu 42 % in Chile, ist derzeit jedoch noch nicht wirtschaftlich förderbar. Durch den verstärkten Einsatz in Akkumulatoren hat sich der Einsatz von Lithium von 2005 bis 2020 fast verfünffacht. Das Absinken des Grundwasserspiegels durch die Rohstoffgewinnung führt zu signifikanten ökologischen und sozialen Herausforderungen.

Durch den Einsatz in Akkumulatoren hat sich der weltweite Kobaltverbrauch seit der Jahrtausendwende etwa verdreifacht, vielerorts unter prekären Arbeitsbedingungen. Die globale Minenproduktion von **Kobalt** erfolgte 2021 zu 71 % in der Demokratischen Republik Kongo, wo auch knapp die Hälfte der derzeit wirtschaftlich abbaubaren weltweiten Reserven zu finden sind. Weitere große Mengen werden am Tiefseemeeresgrund vermutet, deren Förderung wäre aber mit erheblichen negativen Auswirkungen auf die Umwelt verbunden.

90 % der Reserven und der Großteil der Minenproduktion der Edelmetalle (Ruthenium, Rhodium, Palladium, Osmium, Iridium und Platin) der **Platingruppe** (PGM) befinden sich in Südafrika. Die PGM-Ressourcen werden auf weitere 100 000 Tonnen geschätzt. Platin kommt vorwiegend in der Automobilindustrie zum Einsatz. Sein Abbau erfordert immense Materialbewegungen und einen hohen Bedarf an Strom, der in Südafrika größtenteils in Kohlekraftwerken produziert wird.

Natürlicher **Grafit** ist weltweit ausreichend vorhanden. China ist sowohl als Produzent wie auch als Konsument führend, dies vor allem in der Bauteilherstellung für Elektromobilität. Werden alle Umweltvorschriften eingehalten, so stellt der Grafitabbau keine Umweltgefahr dar.

Während die leichten **Seltenerdoxide** nur ein geringes Versorgungsrisiko bergen, sind schwere Seltenerdoxide in der E-Mobilität und vielen anderen High-tech-Anwendungen von hoher strategischer Bedeutung. Der größte Teil der Minenproduktion und weltweiten Reserven befindet sich in China. Der Abbau der Seltenerdoxide führt oft zu giftigen und radioaktiven Rückständen, die sich bei mangelhafter Lagerung auch negativ auf Flora und Fauna auswirken.

Konventionell angetriebene Fahrzeuge sind ebenso von endlichen Rohstoffen abhängig wie Elektrofahrzeuge. Bei ersteren führt insbesondere die Förderung des Rohöls zu signifikanten negativen ökologischen (z. B. Verschmutzungen, Ölkatastrophen) und sozialen (kriegerische Auseinandersetzungen) Auswirkungen. Aufgrund des Wegfalls des fossilen Kraftstoffs ist die erforderliche Menge eingesetzter endlicher Rohstoffe bei Elektrofahrzeugen in Summe schätzungsweise achtmal niedriger als bei konventionell angetriebenen Fahrzeugen. In Elektrofahrzeugen kommen aber neue Rohstoffe zum Einsatz, die allesamt in mehrfacher Hinsicht als kritisch einzustufen sind. Deshalb erfordert der Einsatz dieser Rohstoffe spezielle Strategien und Aktivitäten entlang der gesamten Wertschöpfungskette, wie etwa:

Dämpfung der Nachfrage nach Primärstoffen durch

- eine verringerte Anzahl überdies kleinerer Fahrzeugen infolge eines geänderten Mobilitätsverhaltens
- Maximierung von Recycling
- Vorstöße in Richtung Substitution kritischer Rohstoffe

Verbesserung von Umwelt- und Sozialbedingungen der Förderung durch

- Bergbau in Europa auf Basis hoher Umwelt- und Sozialstandards
- Allianzen für globale nachhaltige Rohstoffförderung
- unternehmerische Sorgfaltspflichten entlang der Wertschöpfungsketten

Das übergeordnete Ziel muss sein, Elektromobilität auf Basis hoher Umwelt- und Sozialstandards in der globalen Rohstoffförderung zu etablieren.

SUMMARY

Electrically powered vehicles drive with zero local emissions, can be operated in a comparatively climate-friendly manner when renewable energies are used, and thus represent an essential pillar of the future overall transportation system. A strong increase in electrically powered vehicles across all categories is expected by 2050. However, geopolitical developments could have a dampening effect on the ramp-up of electromobility at various points in the value chain.

In addition to the raw materials and their quantities used in conventionally powered vehicles, electric vehicles contain components that require additional raw materials or larger quantities of them. These components are:

- the lithium-ion accumulator, for the production of which relevant quantities of **lithium, cobalt, manganese** or **nickel** are usually required,
- hydrogen storage and fuel cells, for which elements of the **platinum metal group** and graphite are also important, and
- the electric motor, for which relevant quantities of **rare earth oxides** are usually required.

The question of whether a raw material is classified as critical is assessed differently on the basis of various criteria. Economic importance and security of supply are central, but disruptive changes can also occur in the short term.

Currently, all materials mentioned above are classified as critical, mainly because of the strong increase in demand. The highest expected increases in demand until 2050 are found for

- Lithium (up to 56 times more than today),
- natural graphite (15 times) and
- cobalt (14 times).

55% of global mine production of **lithium** in 2021 was in Australia, 26% in Chile, and 14% in China. Chile accounts for 42% of the estimated global reserve, but it is currently not economically recoverable. Due to increased use in rechargeable batteries, the use of lithium has increased almost fivefold from 2005 to 2020. The lowering of the groundwater table due to the extraction of raw materials leads to significant ecological and social challenges.

Through its use in rechargeable batteries, global cobalt consumption has roughly tripled since the turn of the millennium, in many places under precarious working conditions. In 2021, 71% of global mine production of **cobalt** took place in the Democratic Republic of the Congo, which is also home to just under half of the world's currently economically mineable reserves. Additional large quantities are believed to exist at the bottom of the deep ocean, but their extraction would have significant negative environmental impacts.

90% of the reserves and most of the mine production of the precious metals (ruthenium, rhodium, palladium, osmium, iridium and platinum) of the **Platinum Group** (PGM) are located in South Africa. PGM resources are estimated at

an additional 100,000 tons. Platinum is mainly used in the automotive industry. Its mining requires immense material movements and a high demand for electricity, which in South Africa is largely produced in coal-fired power plants.

Natural **graphite** is available in sufficient quantities worldwide. China is a leading producer and consumer, especially in the production of components for electric vehicles. If all environmental regulations are observed, graphite mining does not pose an environmental hazard.

While the light **rare earth oxides** pose only a low supply risk, heavy rare earth oxides are of high strategic importance in e-mobility and many other high-tech applications. Most of the world's rare earth oxide production and reserves are located in China. The mining of rare earth oxides often results in toxic and radioactive residues, which also have a negative impact on flora and fauna if not stored properly.

Conventionally powered vehicles are just as dependent on finite raw materials as electric vehicles. In the case of the former, the extraction of crude oil in particular leads to significant negative ecological (e.g. pollution, oil disasters) and social (armed conflicts) impacts. Due to the elimination of fossil fuels, the total amount of finite raw materials required for electric vehicles is estimated to be eight times lower than for conventionally powered vehicles. However, new raw materials are used in electric vehicles, all of which are critical in several respects. Therefore, the use of these raw materials requires special strategies and activities along the entire value chain, such as:

Dampening of demand for primary materials due to

- a reduced number of smaller vehicles as a result of changes in mobility behavior
- Maximization of recycling
- Advances toward substitution of critical raw materials

Improving environmental and social conditions of extraction through

- Mining in Europe based on high environmental and social standards
- Alliances for global sustainable raw material extraction
- Corporate due diligence along the value chains

The overriding goal must be to establish electromobility on the basis of high environmental and social standards in global raw materials extraction.

Impressum

Medieninhaber und Herausgeber: Umweltbundesamt GmbH
Spittelauer Lände 5, 1090 Wien/Österreich

Diese Publikation erscheint ausschließlich in elektronischer Form auf <https://www.umweltbundesamt.at/>.

© Umweltbundesamt GmbH, Wien, 2023
Alle Rechte vorbehalten